

Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Wien 3
1030 Wien, Hagenmüllergasse 30

Vorwissenschaftliche Arbeit

Titel der Vorwissenschaftlichen Arbeit:

Populationsdynamik von *Varroa destructor* in einem
Honigbienenenvolk (*Apis mellifera carnica*) sowie ihre
Bekämpfung

Verfasser:

David Wackernell

Wien, im Februar 2017

Klasse: 8BNW

Schuljahr: 2016/17

Betreuerin: Mag. Dorothea Szucsich

Abstract

Seitdem der mittlerweile weltweit verbreitete Parasit *Varroa destructor*, 1977 erstmals nach Europa und 1983 nach Österreich eingeschleppt wurde, stirbt Jahr für Jahr ein erheblicher Anteil der Bienenvölker. Diese Arbeit beschäftigt sich mit deren unumgänglichen Bekämpfung, um den ökologischen aber auch wirtschaftlichen Schaden möglichst gering zu halten. An ihrem Anfang steht eine zum weiteren Verständnis erforderliche Beschreibung der Biologie, der Pathogenität, Populationsdynamik sowie der momentan zu Verfügung stehenden Bekämpfungsmaßnahmen, der Milbe. Weiters werden die empirischen Ergebnisse einer eigens angelegten Versuchsanordnung ausgewertet und verglichen. Neben den Wirkungsgraden konnten auch erstmals die Mortalitätsgeschwindigkeiten von *Varroa destructor* bei den jeweiligen Behandlungsmethoden dokumentiert und verglichen, sowie ein Zusammenhang zwischen relativem Befall sowie Wirkungsgrad aufgezeigt werden. Zusätzlich wird im Zuge der Auswertung der Versuchsanordnung die Hypothese der Wirkung von APILIVE VAR über das Abwandern der Milben überprüft. Der Schluss der Arbeit beschäftigt sich mit der Notwendigkeit und Schaffung eines möglichst wirksamen Bekämpfungskonzeptes anhand der erworbenen Erkenntnisse.

Vorwort

Mein erster Kontakt mit Bienen war bereits mit 10 Jahren auf der Projektwoche der Volksschule. Ein Imker hat unserer Schulgruppe mit größter Sorgfalt zunächst das Material, dann die Bienen und die vielen verschiedenen Honige gezeigt. Seither betrachte ich Blüten, Bienen und den süßen Honig mit komplett andere Augen.

2 Jahre später beschlich mich das seltsame Gefühl, dass sich immer weniger Bienen auf den Blüten der Obstbäume unseres Wochenendhauses tummelten. So kam erstmals die Idee auf, eigene Bienen zu halten. Schon bald war mit Alois Koska, dem Leiter der Wiener Imkerschule im Donaupark, jemand gefunden der mich unter seine Fittiche nahm und mich mit meinem ersten Bienenvolk unterstützte.

Nach seinem Tod kam die notwendige und hilfreiche Unterstützung von Hermann Tanczer, dem burgenländischen ACA Züchter und Präsidentenstellvertreter des burgenländischen Landesverbandes für Bienenzucht. Er stand mir auch in den Jahren 2013 und 2014, in denen ich vier IMYB Siege (2-mal in der Einzel- und 2-mal in der Teamwertung) mitnehmen durfte, jederzeit mit Rat zur Seite. Inzwischen betreue ich bereits 12 Bienenvölker.

Somit war mir von Anfang an klar, dass ich mich in meiner VWA mit einer Frage rund um die Bienen beschäftigen möchte.

Zunächst möchte ich an dieser Stelle meinen Eltern meinen Dank ausdrücken, da sie meine arbeitsaufwendigen Versuche, die mitunter auch in unserer Wohnung fortgesetzt wurden, mitgetragen haben und mich jederzeit tatkräftig unterstützt haben.

Weiteres muss ich ganz speziell meinen oben genannten Förderern, Alois Koska und Hermann Tanczer, danken, ohne deren fachlicher Beratung meine Bienenhaltung und in weiterer Folge auch diese VWA nicht möglich gewesen wären.

Ebenso verdanke ich meiner Betreuerin Mag. Dorothea Szucsich, die mir bei all meinen Fragen und Ideen stets gewissenhaft weitergeholfen hat, das Gelingen meiner Arbeit.

Letztendlich gebührt auch meiner Freundin Julia Turkiewicz und meinem Klassenkollegen und Freund Manuel Jindra ein großes Dankeschön. Sie haben mich bei meinen Versuchen unterstützt, wurden dabei von Bienen gestochen und haben mit mir Proben ausgewertet.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	1
Vorwort	2
Inhaltsverzeichnis	3
1. Einleitung	6
2. Die Milbe Varroa destructor-Als Parasit der Honigbiene	7
2.1. Morphologie.....	7
2.2. Lebenszyklus.....	8
2.3. Reproduktionszyklus	9
2.4. Pathogenese	10
3. Befallsverlauf und beeinflussende Faktoren	13
3.1. Befallsverlauf bis zum Maximalbefall.....	13
3.2. Befallsverlauf nach dem Maximalbefall	14
3.3. Beeinflussende Faktoren	15
3.3.1. Entwicklung des Bienenvolkes.....	15
3.3.2. Reinvasion	16
4. Bekämpfungs- und Regulationsmaßnahmen	18
4.1. Biotechnische Verfahren	18
4.1.1. Methoden mit Entnahme von Brut.....	18
4.1.2. Hyperthermie	20
4.2. Säuren und Öle	21
4.2.1. Ameisensäure.....	21
4.2.2. Oxalsäure.....	22
4.2.3. Thymol	23
4.3. Biologische Bekämpfung	24
4.3.1. Varroatoleranzzucht.....	24
4.3.2. Pathogene Pilze.....	26

4.3.3.	Olfaktorische Wahrnehmung.....	26
4.4.	„Medikamentöse“ Behandlung.....	26
4.4.1.	Apitraz 500mg (apothekenpflichtig).....	27
5.	Versuch.....	28
5.1.	Untersuchung der Wirkungsgrade ausgewählter Bekämpfungsmethoden .	27
5.1.1.	Versuchstiere	28
5.1.2.	Haltung der Versuchsvölker	28
5.1.3.	Standort der Versuchsvölker	29
5.1.4.	Durchführung der Behandlung	29
5.2.	Datenerhebung.....	31
5.2.1.	Windeldiagnose	31
5.2.2.	Liebefelder Methode	32
5.3.	Temperaturverlauf	33
5.4.	Auswertung	34
5.4.1.	Befallsstärke und Einteilung.....	34
5.4.2.	Wirkungsgrade	36
5.4.3.	Mortalitätsgeschwindigkeit	38
5.4.4.	Korrelationen.....	40
6.	Erarbeitung möglicher Bekämpfungskonzepte.....	45
6.1.	Vergleich eine Behandlung und zwei Behandlungen mit Befallsverlauf.....	46
6.2.	Voraussetzungen für ein gutes Konzept.....	47
6.3.	Voraussetzungen für eine gute Behandlungsmethode	47
6.4.	Kombination verschiedener Bekämpfungsmaßnahmeng.....	47
6.4.1.	Geeignete Kombinationen	48
6.5.	Kombinationen über das Jahr und Auswahl der Behandlungsmethoden	49
6.5.1.	Jahresverlauf	49
6.5.2.	Frühjahresentmilbung	49
6.5.3.	Hauptentmilbung.....	50

6.5.4. Restentmilbung	52
6.5.4. Befallsschätzung.....	53
7. Zusammenfassung.....	55
Literaturverzeichnis	57
Abbildungsverzeichnis	62
Abkürzungsverzeichnis.....	65
Glossar	66
Anhang	69
Eidesstaatliche Erklärung	70

1. Einleitung

Der im Jahr 1905 erstmals dokumentierte Parasit *Varroa jacobsoni* wird neben dem übermäßigen Einsatz von Pestiziden als Hauptverursacher des weltweiten Bienensterbens betrachtet (vgl. Rademacher, 1986, S. 8). Ihr ursprünglicher Wirt war die asiatische Honigbiene *Apis cerena*. Seitdem die als besonders aggressiv geltende Art *Varroa destructor* den Wirtswechsel auf die europäische Honigbiene *Apis mellifera* geschafft hat und 1977 erstmals in Europa nachgewiesen wurde, kommt es jährlich zu einem Völkersterben, in noch nie dagewesenen Ausmaßen. Neben dem erheblichen wirtschaftlichen Schaden, nimmt auch der Ökologische unermessliche Züge an.

Um nicht jährlich Totalausfälle zu riskieren haben sich Bieneninstitute und Imker bereits in den ersten Jahren nach der Einschleppung mit der unumgänglichen Varroabekämpfung beschäftigt. Ein großes Problem haben die diesbezüglich fehlenden Erfahrungen dargestellt. Zunächst war die Überzeugung, die Lösung in pharmakologischen Präparaten wie Amitraz oder Apistan gefunden zu haben. Jedoch haben Resistenzen der Milben gegen diese Produkte Einzug gehalten.

Mittlerweile herrscht die Meinung vor die Varroamilbe mit ätherischen Ölen, Säuren und imkerlichen Maßnahmen bereits im Griff zu haben. Dennoch gibt es Studien die besagen, dass auch in den Wintern 2014/15 und 2015/16 wieder 28,4% beziehungsweise 8,1% der österreichischen Bienenvölker gestorben sind. In Wien lagen die Werte sogar bei 52,2% und 11,5% (vgl. Brodschneider, www.bienenstand.at, 2017). Diese Ergebnisse zeigen, dass das Verständnis über Einflüsse auf die Populationsdynamik sowie die Behandlungsmethoden verbessert werden müssen.

Daher beschäftigt sich die folgende Arbeit mit der Verbesserung der Varroabekämpfung. Dies geschieht über eine eigene empirische Erhebung und die Erarbeitung eines Bekämpfungssystems anhand der neuesten Erkenntnisse über die *Varroa destructor*, ihre Bekämpfung sowie der Populationsdynamik. Dabei versucht sie folgende Frage zu beantworten:

Welche geeigneten Bekämpfungsmaßnahmen bzw. Bekämpfungskonzepte gibt es, und wie unterscheiden sich diese im Wirkungsgrad?

2. Die Milbe *Varroa destructor*-Als Parasit der Honigbiene

Für verschiedene Überlegungen ist ein grundlegendes Verständnis von der Biologie der Milbe *Varroa destructor* und der Beziehung zu ihrem Wirt wichtig. So beschäftigt sich das folgende Kapitel mit dieser Thematik.

2.1. Morphologie

In einem Bienenvolk befinden sich verschiedene Entwicklungsstadien und Geschlechtstiere der Milbe *Varroa destructor*. „Bei erwachsenen Tieren besteht ein ausgeprägter Sexualdimorphismus“ (Rademacher, 1986, S. 22). Aber nicht nur die Geschlechtstiere, sondern auch die verschiedenen Entwicklungsstadien, die während des Auswachsens durchlaufen werden, unterscheiden sich teilweise stark in Körpergröße und -form.

Der Körper der *Varroa* wird in zwei Teile untergliedert. Einerseits das Idiosoma, welches den Großteil des Körpers darstellt, andererseits das Gnathosoma, das Mundgebiet und die Mundwerkzeuge. Die adulten Milbenweibchen sind 1,1 x 1,6 mm groß und rotbraun. Die Farbe wird mit zunehmendem Entwicklungsstadium und Alter immer dunkler (vgl. Niessner, 2000, S. 9). Das Idiosoma ist queroval und besitzt eine stark sklerotisierte Kutikula (vgl. Rosenkranz, 2016, S. 22). Die gesamte Oberfläche der Milbe ist von Borsten überzogen, die ihr helfen sich auf dem Bienenkörper festzuhalten, aber auch Vibrationen wahr zu nehmen. Ein weiteres Instrument zum Festhalten sind die vier Beinpaare, die ebenfalls ihren Ursprung im Idiosoma haben, jedoch verwendet sie nur drei Paare zum Gehen und das vorderste zum Abtasten der Umgebung.



Abbildung 1: Weibliche *Varroa*milbe

Das Gnathosoma befindet sich vorne auf dem Idiosoma und ist mit diesem beweglich verbunden. Auf ihm befinden sich die Mundwerkzeuge. Sie setzen sich aus den Pedipalpen und den Cheliceren zusammen. Das letzte und gezahnte Glied dient lediglich dazu die Intersegmentalhäutchen der Biene auf zu reißen und die Hämolymphe auf zu nehmen.

Das Männchen ist mit 0,7 x 0,9 mm deutlich kleiner, dennoch ist der Grundbauplan bis auf einige Ausnahmen ähnlich. Die Körperform ist annähernd rundlich, aber auf den horizontalen Seiten abgeflacht. Die Kutikula ist deutlich schwächer sklerotisiert, wodurch sie weicher und weiß bis hellgelb gefärbt ist. Des Weiteren sind die Cheliceren des Männchens umgebildet zu einer Art Hilfsorgan, dem Spermatodaktyl für die Begattung (vgl. Rademacher, 1986, S. 25).



Abbildung 2: Männliche Varroamilbe

2.2. Lebenszyklus

Der Lebenszyklus einer adulten Milbe von *Varroa destructor* lässt sich in zwei Phasen unterteilen. Zum einen durchläuft sie die phoretische Phase. Diese Phase findet ausschließlich außerhalb der Bienenbrut statt, also vom Schlupf der Jungbiene bis zum neuerlichen Eindringen in die Brutzelle einer Larve, die kurz vor der Verdeckelung steht. Die Milbe hält sich während dieser Zeit nahezu ausschließlich auf den Bienen auf, wobei sie sowohl Arbeiterinnen, Drohnen und in seltenen Fällen auch die Königin parasitiert. Am stärksten befallen sind die Ammenbienen, welche sie an Pheromonen, die von der Biene abgegeben werden, erkennt. Bevorzugt schiebt sie sich in den Zwischenraum vom Thorax zum Abdomen der Biene oder zwischen die Hinterleibsringe (vgl. Ritter, 2012, S. 85). Die phoretische Phase ist zugleich die infektiöse Phase, in der die Milbe auf andere Bienen Völker überspringen kann. Diese Phase kann ein bis 20 Tage andauern.

Die reproduktive Phase ist der gesamte Zeitraum, in dem sich die Milbe in der verdeckelten Brutzelle befindet. Hier findet die Vermehrung statt. Sie befällt auch hier sowohl Arbeiterin, Drohn als auch Königin. Bevorzugt wird jedoch aufgrund der längeren Verdeckelungsdauer die Drohnenbrut, eher gemieden die Königinnenbrut aufgrund der

verkürzten Verdeckelungsdauer. Wie lange die reproduktive Phase andauert, ist von der Art der Brut abhängig und kann zwischen acht und 14 Tagen betragen.

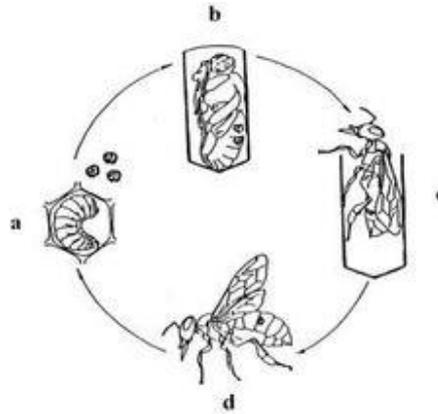


Abbildung 3: Lebenszyklus *Varroa destructor*

2.3. Reproduktionszyklus

Der Vermehrungszyklus der Varroamilbe stimmt weitgehend mit dem Lebenszyklus ihres Wirtes überein. Die Varroa-Milbe kann sich ausschließlich in der verdeckelten Brutzelle vermehren. Der gesamte Brutzyklus muss daher zwischen der Verdeckelung und dem Schlupf durchlaufen werden.

Wenn das Milbenweibchen bereit zur Eiablage ist, sucht es eine Brutzelle die kurz vor der Verdeckelung steht, auf. Es schlüpft an der Bienenlarve vorbei und vergräbt sich im Futtersaft. Durch dieses Verhalten kann das Weibchen von keiner Biene mehr beseitigt werden (vgl. Niessner, 2000, S. 10). „Spezielle schnorchelähnliche Gebilde, die Perithreme, ermöglichen ihr, auch unter diesen Bedingungen zu atmen“ (Ritter, 2012, S. 85). Durch die Nahrungsaufnahme der Bienenlarve wird die Milbe befreit und sie beginnt sofort an der Larve Hämolymphe zu saugen. Den Saugvorgang wiederholt sie alle 1-2 Stunden. Der Ort der ersten Kotabgabe der Milbe erlangt eine wichtige Bedeutung (vgl. Niessner, 2000, S. 11). Dorthin kehren das Weibchen und alle späteren Nachkommen regelmäßig zurück, auch da dort alle Eier abgelegt werden. Das erste Ei wird 60 Stunden nach der Verdeckelung der Zelle abgelegt. Es ist unbefruchtet, sodass sich ein Männchen aus ihm entwickelt (vgl. Lüneburg, 2004, S. 2). Alle etwa 30 Stunden folgt nun ein befruchtetes, also weiblich determiniertes Ei. Neun Tage nach der Verdeckelung ist die Eiablage abgeschlossen. Aufgrund der begrenzten Zeit für die Entwicklung ist die Milbe ovovivipar. Die Eier sind 0,6x0,3 mm groß und beinhalten

bereits weit entwickelte Larven. Etwa 30 Stunden nach der Eiablage schlüpft die Protonympe (vgl. Niessner, 2000, S. 11). Sie ist grauweiß und etwa 0,7 mm groß. Wenige Tage später fällt die Protonympe in eine immobile Phase und häutet sich zur Deutonympe. „Die männliche Deutonympe ist weiß, 0,7x0,8 mm groß und fast rund, die Weibliche bräunlich, 1,0x1,3mm groß und queroval“ (Rademacher, 1986, S. 27). Am Ende des Entwicklungsstadiums der Deutonympe häutet sich das Tier erneut und entwickelt sich zur adulten Milbe und wird begattet.



Abbildung 4: Entwicklungsstadien

Zusammen mit der schlüpfenden Biene gelangt die Altmilbe mit ihren Töchtern aus der Zelle. Die noch nicht voll entwickelten Milbenweibchen und das Männchen vertrocknen und sterben, während die Altmilbe meist sofort wieder eine neue Brutzelle aufsucht, saugen die Töchtermilben einige Tage an den Bienen, bis auch sie in die reproduktive Phase übergehen.

Die Menge an entstehenden Jungmilben je Muttermilbe und durchlaufener Reproduktionszyklus hängt somit lediglich von der Anzahl an reif gewordenen Jungmilben ab. Diese wird somit von der Verdeckelungsdauer beeinflusst. Während die Kürzeste, nämlich die der Königin lediglich acht Tage beträgt, sind es bei der Arbeiterin 12 und dem Drohn 14 Tage. Die genaue Verdeckelungszeit ist jedoch je nach Bruttemperatur variabel (vgl. Ritter, 2012, S. 87). In einer befallenen Königinnenzelle wird somit keine Jungmilbe reif, während in der Arbeiterinnenbrut bis zu drei und in der Drohnenbrut vier bis fünf Milbenweibchen heranreifen können.

2.4. Pathogenese

Durch den Parasit *Varroa destructor* werden sowohl die adulten Bienen als auch deren Larven- und Puppenstadien geschädigt. Dieser Schaden kann durch zwei verschiedene Faktoren entstehen. Zum einen hat der Hämolympheverlust und die damit einhergehende Proteinreduktion durch die Nahrungsaufnahme der Milbe einige negative

Effekte. Zum anderen darf aber auch nicht auf die Problematik der Sekundärinfektionen vergessen werden, die Viren und Bakterien verursachen, welche die Milbe als Vektor nutzen.



Abbildung 5: parasitierte Bienenpuppe

Der Hämolympheverlust, der alle zwei Stunden 9,1 mg beträgt, kann von adulten Bienen meist ausgeglichen werden (vgl. Ritter, 2012, S. 89). Zu großen Schäden kommt es jedoch bei in der sensiblen Entwicklungszeit befallenen Individuen. Parasitierte Jungbienen weisen beim Schlupf ein um 6,3-25% geringeres Körpergewicht auf (vgl. Rademacher, 1986, S. 31). Zusätzlich kommt es oft aufgrund von Proteinmangel zu Missbildungen an Flügeln, Extremitäten oder dem Abdomen. Diese Bienen werden meistens in den frühen Morgenstunden aus dem Volk entfernt, oder gehen spätestens bei den ersten Orientierungsflügen verloren. Drohnen scheinen den Proteinverlust, durch Reduktion der Geschlechtsentwicklung kompensieren zu können (vgl. Schreier, 2014, S. 8). In weiterer Folge kommt es zur Unfruchtbarkeit. „Die Lebensdauer jeder befallenen Biene und besonders derer im Brutstadium reduziert sich durch den je Milbe um bis zu 22% schwindenden Fettkörper“ (Ritter, 2012, S. 90). Diese Reduktion steht in einem engen Zusammenhang mit der Anzahl an parasitierenden Milben, der Zeitspanne und Stadium des Befalls (vgl. Ritter, 2012, S. 90). Die verkürzte Lebensdauer stellt vor allem bei den Winterbienen ein Problem für das Bienenvolk dar. Um das Überleben des Bienenvolkes zu gewährleisten, müssen die Winterbienen ca. sechs Monate lang, bis zum Schlupf der ersten Sommerbienen im nächsten Frühjahr überstehen. Zu bedenken ist, dass die Winterbienen von Anfang August bis Mitte November aufgezogen werden, wo der Milbenbefall meistens vergleichsweise sehr hoch ist.

Doch gibt es neben den bereits bekannten Schäden morphologischer Natur, der Lebensdauer und der Potenz, auch eine weitere Form der Schädigung. Mitteregger

zeigte in ihrer Diplomarbeit, dass im Puppenstadium parasitierte Individuen, als adultes Tier verstärkt zu Verhaltensänderungen neigen. Teilweise beeinflussen diese Verhaltensänderungen sogar die Sozialstruktur bei Bienenvölkern der europäischen Honigbiene *Apis mellifera carnica* (vgl. Mitteregger, 1993, S. 57). So wird beispielsweise mit der Brutpflege eine der zentralsten Aufgaben im Bienenvolk stark beeinflusst. Es wurde gezeigt, dass nicht parasitierte Bienen im Durchschnitt mit 12,47-mal pro Stunde nahezu doppelt so oft wie parasitierte Bienen mit 7,07 Mal pro Stunde pflegen. Dafür verantwortlich ist die unterentwickelte Hypopharynxdrüse (vgl. Ritter, 2012, S. 89-90). Eine weitere Tätigkeit die durch die Parasitierung reduziert wird, ist der Inspektionslauf, der notwendig ist um noch offenstehende Aufgaben zu erledigen. Länger hingegen werden Ruhezeiten, aufgrund der offensichtlichen Schwächung. Des Weiteren steigt das Bedürfnis, geputzt zu werden. Mitteregger vermutet, dass die Biene die Milbe wahrnimmt und sie so beseitigen möchte. Länger bekannt hingegen ist eine gewisse Unruhe, die bei parasitierten Bienen entsteht.

Der langjährige ACA (Austrian Carnica Association) Züchter Hermann Tanczer, der auch auf Varroatoleranz selektiert, meint, dass zu Beginn der Varroa in Österreich die Schadensschwelle eines Bienenvolkes mit etwa 11 000 bis 12 000 deutlich höher als heutzutage mit etwa 2 000 bis 3 000 lag. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre eine zusätzliche Belastung durch Virusinfektionen übertragen von der Varroamilbe. Es existieren derzeit 18 bekannte Viruserkrankungen der Honigbiene, neun davon werden mit *Varroa destructor* assoziiert (vgl. Schreier, 2014, S. 9). So zum Beispiel das Flügeldeformations-Virus (DWV) oder das Varroa-destruktor-Virus 1 (VDV-1), welche bei stärkerem Befall durch die deformierten Flügel oder Hinterleiber gut erkennbar sind.



Abbildung 6: Missgebildete Jungbiene

3. Befallsverlauf und beeinflussende Faktoren

Die ersten ganzjährigen Untersuchungen zur Populationsdynamik von *Varroa destructor* in Bienenvölkern von *Apis mellifera* und der Reinvation wurden in den Jahren 2001 und 2002 von Markus Renz durchgeführt. In der Auswertung unterteilte er den Befallsverlauf in zwei Phasen, die unterschiedliche Regelmäßigkeiten aufweisen.

3.1. Befallsverlauf bis zum Maximalbefall

Die Phase des Befallsverlaufes bis zum Maximalbefall ist diejenige, in der die Gesamtpopulation von *Varroa destructor* im Bienenvolk stark ansteigt. Der Beginn dieser Phase findet zur Zeit der ersten schlüpfenden Brut im Frühjahr statt und das Ende zum ersten Brutrückgang, der für gewöhnlich um die Sommersonnenwende stattfindet.

Die Befallsentwicklung bis zum Maximalbefall verhält sich nahezu exponentiell. Markus Renz beschrieb sie mit der folgenden Exponentialfunktion:

$$y=ce^{bx}$$

Wobei:

y=Anzahl an Varroamilben im Zeitraum x

c=Ausgangsbefall

e=Euler'sche Zahl

b=Wachstumsparameter

X=Zeitraum (in 1Woche)

Da das Bienenvolk einen 3-wöchigen Brutzyklus hat, wird bei Arbeiten oder Überlegungen am Bienenvolk, die mit der Brut im Zusammenhang stehen, in 3-wöchigen Perioden gerechnet. Aus diesen praktischen Gründen definierte Renz den Vermehrungsfaktor. Dieser liegt bei Ausschluss von Gruppeneffekten und ungestörtem Brutverhalten zwischen 1,74 und 2,39. Der Mittelwert beträgt etwa 1,93 (vgl. Renz, 2003, S. 35-39).

$$\text{Vermehrungsfaktor } V^x=e^{b \cdot 3}$$

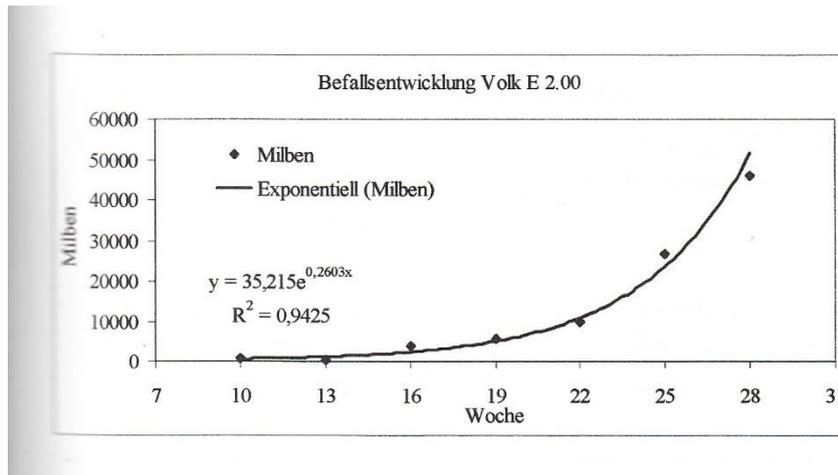


Abbildung 7: exponentielles Wachstum der Milbenpopulation

Relativer Befall:

Mitte bis Anfang Februar beginnt die Königin des Bienenvolkes mit der Eiablage und die Brutmenge steigt immer stärker an. Ab der ersten schlüpfenden Brut nimmt auch die Bienenmenge zu. Die Varroapopulation nimmt bei weitem nicht im selben Ausmaß zu, sodass der relative Befall zunächst abnimmt. Durch die abflachende Brutkurve, meistens ab Mitte Mai und der exponentiell ansteigenden Varroapopulation, nimmt der relative Befall ab einem gewissen Punkt wieder zu. Eine Obergrenze des relativen Befalls gibt es nicht, beim Völkerkollaps kommt es im Endstadium zu einem Mehrfachbefall von Bienen und Brutzellen.

3.2. Befallsverlauf nach dem Maximalbefall

Die Phase des Befallsverlaufes nach dem Maximalbefall ist die, in der die Gesamtpopulation von Varroa destructor zurückgeht. Sie beginnt mit dem Brutrückgang um die Sommersonnenwende und erstreckt sich bis zum Schlupf der ersten Jungbienen im Frühjahr.

Diese Phase lässt sich weiter in eine mit Brut (Spätsommer und Herbst) und in eine ohne Brut (Winter) unterteilen. In beiden Fällen geht die Varroapopulation aufgrund der Abnahme der Wirtspopulation zurück (vgl. Ritter, 2012, S. 89). Bei der Versuchsanordnung von Markus Renz, nahm die Wirtspopulation und die Varroapopulation im selben Verhältniss ab. Bei den Datenerhebungen während der Brutphase war die Korrelation jedoch nicht signifikant, was dafür spricht, dass das

Ergebnis in diesem Fall eher dem Zufall beizumessen ist. (Es scheint jedoch, dass der relative Wirtsbefall einen Einfluss auf das Abnahmeverhältnis hat.) Die Daten der brutfreien Phase hingegen sind hochsignifikant korreliert. Zu beachten ist jedoch, dass diese Ergebnisse ohne Varroabehandlung und einer dementsprechend hohen Varroapopulation zustande gekommen sind. Bei einem geringen Befall, wie das der Fall nach einer Behandlung ist, nimmt die Varroapopulation auch nach der Sommersonnenwende bei Brutbetrieb zu.

Relativer Befall:

Aufgrund des stark schwankenden Verhältnisses der Abnahme der Wirtspopulation und der Varroapopulation lässt sich keine zufriedenstellende Aussage über die Entwicklung des relativen Befalls während der Brutphase nach dem Maximalbefall tätigen. Im Fall eines stärkeren relativen Rückgangs der Varroapopulation als derer der Wirtspopulation sinkt der relative Befall. Umgekehrt bei einem stärkeren Rückgang der Wirtspopulation als der Varroapopulation steigt er. Der relative Befall in der brutfreien Phase nach dem Maximalbefall bleibt aufgrund der gleichen Milben- und Bienenmortalität gleich.

3.3. Beeinflussende Faktoren

Es gibt eine Reihe an Faktoren, die den Befallsverlauf von *Varroa destructor* auf Honigbienenvölkern stark beeinflussen. Diese Faktoren lassen sich in 3 Gruppen unterteilen.

3.3.1. Entwicklung des Bienenvolkes

Dadurch, dass sich die Varroamilbe ausschließlich in der Bienenbrut reproduzieren kann, haben gewisse Brutfaktoren der Biene einen wesentlichen Einfluss auf die Populationsdynamik der Milbe.

- „Die Gesamtvermehrung der Varroa hängt von der Länge der Brutperiode des Bienenvolkes ab, (.....)“ (Pechhacker, 2002, S. 12). Eine verlängerte Brutperiode verschafft *Varroa destructor* einen größeren Zeitrahmen in dem sie sich vermehren kann. Jede Verlängerung dieses Zeitrahmens um etwa 2 Wochen bedeutet eine weitere Varroageneration. Mildes Klima und Bienenrassen die früher im Jahr oder länger in den Winter brüten, fördern die Brutaufzucht und somit die Varroapopulation (vgl. Ritter, 2012, S. 88). In besonders milden Wintern, wie beispielsweise 2014/15 kann es sogar dazu kommen, dass vereinzelt Bienenvölker durchbrüten.

- Der Brutumfang und besonders Störungen der Brutentwicklung haben einen Einfluss auf den Befallsverlauf (vgl. Renz, 2003, S. 45-47). Königinnenverluste und Schwärme eines Bienenvolkes etwa führen zu einer Brutpause, in welcher auch die Varroavermehrung stagniert. Bei Bienenvölkern die stark von Brutkrankheiten wie Kalkbrut oder Sackbrut befallen sind, entfällt jede Regelmäßigkeit des Varroa-Befallsverlaufes und dieser wird stark gehemmt. Der Brutumfang hat einen vergleichsweise sehr geringen Einfluss und wird von diversen anderen Faktoren meist überdeckt.
- Durch die höhere Vermehrungsrate von Varroa destructor in Drohnenbrut spielen die Länge und das Ausmaß der Drohnenaufzucht des Bienenvolkes eine wesentliche Rolle.

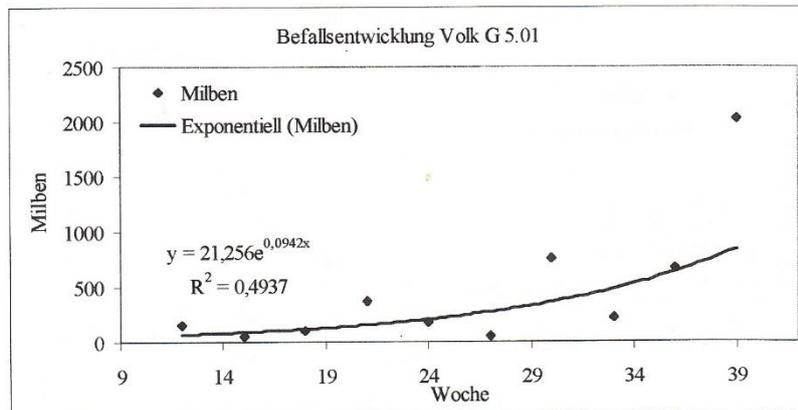


Abbildung 8: Varroa Befallsentwicklung in einem stark mit Sackbrut befallenem Bienenvolk

3.3.2. Reinvasion

Bei der Reinvasion handelt es sich um jeden Eintrag von Varroamilben in ein Bienenvolk. Dieser Eintrag kann durch verschiedene Gruppeneffekte erfolgen. Diese Gruppeneffekte sind Verflug, Räuberei und Völkerzusammenbrüche.

- Der Verflug von Flugbienen innerhalb eines Bienenstandes ist über das ganze Bienenjahr gegeben. Dabei transportieren parasitierte Bienen Milben in danebenstehende Bienenvölker. So kommt es zu einem permanenten Austausch und zu einer Verteilung von Varroen unter den Bienenvölkern.
- Die Räuberei von Bienenvölkern ist ebenso wie der Verflug das ganze Bienenjahr über gegeben. Sie ist jedoch im Frühjahr, da meist genug Tracht gefunden wird, nur sehr schwach ausgeprägt, steigt in den Monaten August bis Oktober stark an

und geht danach wieder zurück. Bei der Räuberei springen Varroamilben auf die fremden Bienen und sorgen damit für einen Milbenaustausch. So kommt es zu einem Anstieg der Milbenanzahl im Bienenvolk mit dem geringeren relativen Befall.

- Bei Völkerzusammenbrüchen die durch Varroose verursacht wurden steigt der relative Milbenbefall stark an. Noch im Endstadium bettelt sich ein Teil des Bienenvolkes in den Nachbarvölkern ein und überträgt somit eine große Anzahl an Varroamilben.

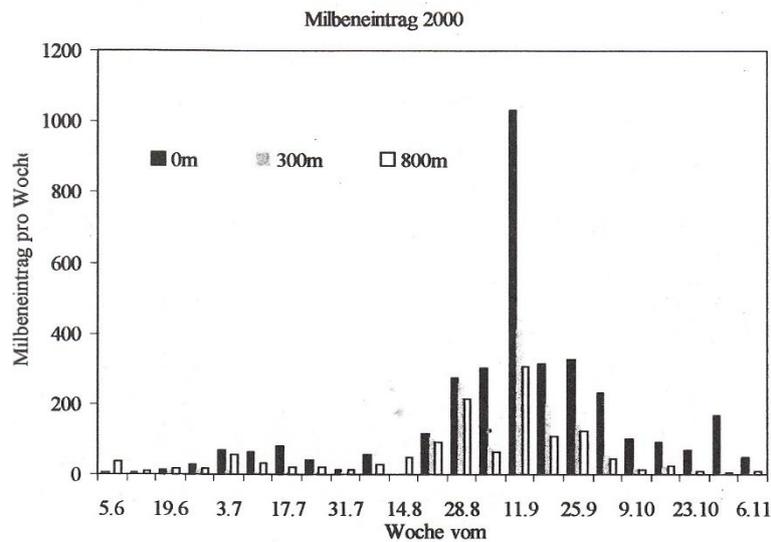


Abbildung 9: Milbeneintrag in Varroafreie Bienenvölker verschiedener Entfernungen zu den Spendervölkern

4. Bekämpfungs- und Regulationsmaßnahmen

Zur Bekämpfung von *Varroa destructor* gibt es zahlreiche Methoden mit verschiedenen Methodiken, Wirkstoffen, Wirksamkeiten aber auch verschiedener Bienenfreundlichkeit. Im Folgenden Kapitel werden die aktuellen Möglichkeiten der Behandlung, aber auch die aktuellen Forschungsgebieten besprochen.

4.1. Biotechnische Verfahren

Bei den Biotechnischen Verfahren handelt es sich um Maßnahmen zur Varroareduktion, bei denen sich der Imker die Kenntnis über die Biologie von *Varroa destructor* zu Nutzen macht (vgl. Schneider, 2010). Sie stellen aber, aufgrund ihres geringeren Wirkungsgrades keinen vollwertigen Ersatz zur Behandlung mit Tierarzneien dar. Die meisten biotechnischen Verfahren können während der Trachtzeit, wo aufgrund der Rückstandsproblematik ein absolutes Behandlungsverbot mit Tierarzneimitteln gilt, zur Varroareduktion genutzt werden.

4.1.1. Methoden mit Entnahme von Brut

Verschiedene Methoden der Brutentnahme bedienen sich an der Kenntnis, dass *Varroa destructor* verstärkt die Bienenbrut parasitiert.

4.1.1.1. *Drohnenbrutentnahme*

„Drohnenbrut wird etwa acht- bis zehnmal stärker parasitiert als Arbeiterinnenbrut“ (Oberisser, 2016). Daher kann sie für eine systematische Befallsreduktion genutzt werden. Es wird ein Baurahmen auf der rechten Seite als vorletzte Wabe eingehängt, die dann bei Wirtschaftsvölkern aufgrund des Drangs Drohnen zu produzieren mit Drohnenzellen ausgebaut und von der Königin bestiftet wird. Etwa drei Wochen später nach der Verdeckelung der Drohnenbrut, wird diese ausgeschnitten und der Baurahmen neu eingehängt. M. Renz hat festgestellt, dass sich bei Vorhandensein von Drohnenbrut 20-50% der Gesamtmilben eines Bienenvolkes dort befinden. Zusätzlich errechnete er einen um etwa 50% geringeren Maximalbefall bei dreimaliger Drohnenbrutentnahme mit jeweils 20% der gesamten im Bienenvolk bestehenden Varroapopulation. Diese Errechnung fand unter der Annahme des von ihm ermittelten dreiwöchigen Vermehrungsfaktors von 1,93 der Milbenpopulation eines Bienenvolkes statt. Diese Maßnahme kann je nach Beginn bis zu vier- oder fünfmal durchgeführt werden. Dadurch wird zwar beträchtlich in das Bienenvolk als Organismus eingegriffen, aber eine gewisse Drohnenanzahl wird durch umgebaute Wabenteile im Volk generiert.

4.1.1.2. *Brutentnahme und Brutpause*

Ebenso wie die Drohnenbrut ist die Arbeiterinnenbrut vergleichsweise zu den adulten Bienen sehr stark parasitiert. Bei Vorhandensein von Brut befinden sich durchschnittlich etwa 70% der Gesamtmilben zur Reproduktion in der Brut (vgl. Renz, 2003, S. 51). Durch die Entnahme der gesamten Brutwaben, wobei auch nur die der verdeckelten Brut ausreichen würden, kann der entsprechende Anteil an Milben aus dem Bienenvolk entfernt werden. Das führt jedoch zu einer deutlichen Schwächung des Volkes und kann somit bei falscher Anwendung zu einem deutlichen Leistungsabfall und sogar bis zum Zusammenbruch des Bienenvolkes führen. Diese Maßnahme wird zu Trachtende bis etwa Mitte Juli empfohlen, oder auch im Dezember, wenn noch kleine Brutreste vorhanden sind, vor der Restentmilbung. Die entnommene Bienenbrut wird bei starkem Befall eingeschmolzen, oder kann bei schwachem Befall, als „Brut-scheune“ oder einem später zu behandelnden, isolierten Volk aufgesetzt werden, um sie weiter zu verwerten (vgl. Oberriesser, 2016).

Als weitere Maßnahme bei starkem Befall während der Trachtperiode erwähnt R. Moosbeckhofer, das Erzwingen einer Brutpause durch Käfigen oder Entfernen der Königin. Durch das Käfigen wird zunächst nur die weitere Varroareproduktion verhindert.

4.1.1.3. *Bannwabenverfahren*

Das Bannwabenverfahren stellt eine weitere und effektivere Möglichkeit der Varroareduktion mittels Arbeiterinnenbrutentnahme dar. Die Königin wird auf eine Wabe gesperrt (=Bannwabe). Somit steht der Königin nur eine Wabe zum Bestiften zur Verfügung. Die Wabe wird entweder in einem 4x7-Tage oder 3x10Tage Rhythmus ausgewechselt. Hierbei wird die alte Bannwabe markiert und verbleibt eine weitere Bannwabenperiode im Volk, da die darauf befindliche Brut noch nicht verdeckelt ist. Etwa 9 Tage nach dem Käfigen der Königin wird die letzte frei angelegte Brut verdeckelt, wodurch den Milben nur mehr die markierte Wabe zur Reproduktion zur Verfügung steht. Diese markierte Wabe dient durch deren Entnahme und Vernichtung als „Varroafalle“. Bei der Methode des 7-tägigen-Arbeitsrhythmus sind mit der Vernichtung der 4. Wabe am 36. Tag und bei der des 10-tägigen mit der Vernichtung der 3. Wabe, am 41. Tag alle Arbeiten abgeschlossen (vgl. Rademacher, 1986). 49- beziehungsweise 51 Tage nach dem Beginn schlüpft die erste frei angelegte Brut wodurch das Volk gesunde Winterbienen heranziehen kann. Wenn diese Maßnahme etwa 40 Tage vor Trachtschluss begonnen wird, sind die Völker in der Regel ausreichend stark, um

gesund zu überwintern. Durch diese Maßnahme können etwa 90% der Varroamilben im Bienenvolk vernichtet werden (vgl. Mosbeckhofer, 2012, S. 148). Bei geringem Befall kann das als Hauptentmilbung ausreichen, es muss jedoch auf eine etwaige Reinfektion, Reinvasion geachtet werden.

4.1.1.4. *Ablegerbildung*

Die Bildung von Ablegern aus Arbeiterinnenbrut ist ein in der Imkerei gängiges Verfahren zur Schwarmverhinderung und Völkervermehrung. Zusätzlich kann es durch das Entnehmen eines Teils der Arbeiterinnenbrut auch zur Varroareduktion genutzt werden. Die Königin gleicht diese Brut- und Bienenverlust durch verstärkte Eiablage aus. Wenn die Varroareduktion bei der Ablegerbildung im Vordergrund steht, wird aufgrund der entstehenden Brutpause zumeist das selbstständige Heranziehen einer Königin, dem „Einweiseln“ einer bereits zur Verfügung stehenden Königin vorgezogen. Durch die etwa am 21. Tag schlüpfende Arbeiterinnenbrut und die Königin die am 25. Tag nach ihrem Pflegebeginn mit der Eiablage beginnt entsteht eine 4 tägige Brutpause beziehungsweise eine 13 tägige Periode ohne verdeckelte Brut. Der Wirkungsgrad für das geschröpfte Volk hängt stark vom Anteil der entnommenen Brut ab und kann daher nur schwer beziffert werden.

4.1.2. *Hyperthermie*

Diese Methode beruht auf dem Prinzip der unterschiedlichen Temperaturtoleranzen von *Varroa destructor* und Bienen beziehungsweise der Bienenbrut. J. Schreier konnte in ihrer Diplomarbeit anschaulich zeigen, dass die Lebensdauer der Milben stark von der Umgebungstemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit abhängt. So waren 95% der Milben bei 18°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % nach 157,1 Stunden und bei 33°C und 45% relativer Luftfeuchtigkeit nach 31,2 Stunden abgestorben. Zum Vergleich der relativen Luftfeuchtigkeit waren bei der Versuchsgruppe mit 33°C und 70% Luftfeuchtigkeit 95% der Milben nach 53,9 Stunden gestorben. 1977 wurden in Japan die ersten Versuche einer Wärmebehandlung unternommen (vgl. Rademacher, 1986, S. 62). Die Bienen wurden in eine bewegliche Trommel gefüllt und auf 41°C erwärmt. Bei einer Temperatur von 40°C müsste 12 Stunden, bei 44°C über 5 Stunden und bei 45°C über 4 Stunden behandelt werden um 80-100% der adulten Milben abzutöten (vgl. Schreier, 2014, S. 16). Bei diesen Bedingungen liegt die Mortalität der Entwicklungsstadien bei 100%. Momentan sind Geräte zur Behandlung der verdeckelten Brut wie der „Varroa Controller“ und „Goliath“ erhältlich. Die Brutwaben werden von den

Bienen befreit und bei einer Temperatur von 43,5°C etwa zwei Stunden behandelt. Seit 2015 wird auch „Varroa Kill II“ vertrieben, welches Bienen und Brut zugleich behandeln soll. Vertrauenswürdigen Untersuchungen zur Wirksamkeit gibt es jedoch noch keine und oft wird dieses Verfahren aufgrund der Traubenbildung der Bienen in Frage gestellt.

4.2. Säuren und Öle

Bereits eine der ersten Behandlungsmethoden nachdem die Varroamilbe eingeschleppt wurde war die Ameisensäure. Aufgrund der schweren Dosierung wurde diese neben der Medikamentösen Behandlung dann aber eher gemieden. Erst durch die aufscheinenden Restistenzen gegen dieverse Substanzgruppen wurden die Säuren in großem Stil erprobt und genutzt. Als „Alternative“ Bekämpfungsmethode, wird nun auch auf die Wirkung von Thymol gesetzt.

4.2.1. Ameisensäure

Zugelassene Präparate: AMO Varroxal 85%

Ameisensäure ist eine Carbonsäure, die vielfach in der Natur vorkommt. Diverse Tierarten nutzen sie zur Selbstverteidigung, sie kommt aber auch in einigen Nahrungsmitteln vor und wird als Konservierungsmittel genutzt. Ebenso ist ein natürliches Vorkommen im Honig bis zu 600ppm möglich (vgl. Stefan Bogdanov, 2016, S. 4).

Die arkarizide Wirkung der Ameisensäure kommt durch Übersäuerung der Körperflüssigkeiten und des Gewebes zustande, was zu einer Hemmung der Zellatmung führt. Sie scheint jedoch auch eine neuronale Toxizität aufzuweisen (vgl. Fluri, 2016). Dieselbe Wirkung hat die Ameisensäure jedoch bei Überdosierung auch bei adulten Bienen sowie der Brut. Mögliche Nebenwirkungen sind Bienenschäden, Brutschäden, das Ausziehen der Bienen aus dem Bienenstock, oder Königinnenverluste.

Zu Beginn der Ameisensäurebehandlungen wurden nicht nur die Verunreinigungen, sondern auch die Rückstandsproblematik von Ameisensäure im Honig diskutiert. Mittlerweile ist jedoch bekannt, dass durch die Behandlung der Ameisensäuregehalt im Honig sprunghaft ansteigt, sich jedoch nach einigen Wochen verflüchtigt. Somit ist bei einer Spätsommerbehandlung nach dem Abernten, ein erhöhter Ameisensäuregehalt im nächsten Jahr auszuschließen. Bei Behandlung während der Tracht und Lagerung des belasteten Honigs kommt es daher zu keiner Verflüchtigung der Ameisensäure

(vgl. Kubersky, 2016). Von einer Frühjahresbehandlung sollte jedoch Abstand genommen werden. Die geschmackliche Erkennungsschwelle liegt je nach Honigsorte bei 150-600mg pro kg (vgl. Stefan Bogdanov, 2016, S. 6).

4.2.2. Oxalsäure

Zugelassene Präparate: API-Bioxal (Christalines Oxalsäuredihydrat), Dany's Bienenwohl-3,5% (m/m)

Oxalsäure ist eine Dicarbonsäure, die ebenso wie die Ameisensäure ein natürlicher Bestandteil des Honigs ist. Rademacher berichtet von einer Konzentration bis zu 761 ppm. Die Rückstandsproblematik ist wie bei der Ameisensäure zu betrachten. Die geschmackliche Erkennungsschwelle liegt je nach Honigsorte bei 300-900mg pro kg (vgl. Stefan Bogdanov, 2016, S. 6).

Der genaue Wirkungsmechanismus der Oxalsäurebehandlung ist bislang noch unklar. Einige Zeit wurde zumindest der Träufelmethode eine systemische Wirkung nachgesagt. Nun konnte aber gezeigt werden, dass kleine Oxalsäurekristalle über die Membran der Haftlappen in den Körper von *Varroa destructor* eindringen (vgl. Bieri, 2016, S. 1).

Oxalsäure wirkt am Besten in brutlosen Völkern, da sie, anders als die Ameisensäure nur auf die Milben der phoretischen Phase wirkt. Bei Behandlung mit vorhandener Brut muss mit einer deutlich geringeren Wirkung gerechnet werden. Sie kann auf drei verschiedene Arten angewendet werden. Die möglichen Applikationsformen sind das Sprühverfahren, die Träufelmethode, sowie das Verdampfen im Volk. Alle Applikationsmethoden werden bei eingestelltem Bienenflug durchgeführt.

Beim Sprühverfahren werden die Waben des Bienenvolkes einzeln gezogen und die aufsitzenden Bienen mit etwa 4 ml Oxalsäurelösung pro Wabenseite besprüht. Die Konzentration der Sprühlösung beträgt zwischen 3,2- und 4,2%. Der Wirkungsgrad dieser Applikationsform ist sehr gleichmäßig und liegt bei durchschnittlich 98,6% (vgl. Mellifera e.V., 2016, S. 2).

Die Träufelmethode ist die aufgrund des geringen Arbeitsaufwandes am Häufigsten verwendete Oxalsäure Applikation. Hierbei werden 35-42g Oxalsäure Präparat zu 1l Zuckerwasser im 1:1 Mischverhältniss (m/v), beigemischt und aufgelöst. Von dieser Oxalsäurelösung werden mittels Dosierspritze 5ml in jede Wabengasse geträufelt. Der

Wirkungsgrad ist mit durchschnittlich 95% nur wenig geringer als der des Sprühverfahrens (vgl. Dr. Eva Rademacher, 2016, S. 2). Jedoch ist diese Methode bezüglich der Bienenverträglichkeit die Schlechteste (vgl. Mellifera e.V., 2016, S. 5).

Beim Verdampfen von Oxalsäure werden 1,4g Oxalsäurepräparat über die Heizfläche des „Varrox“ Verdampfers im Boden des abgedichteten Bienenvolkes verdampft. Durch die Zirkulation der Luft im Bienenvolk kommt es zu einer gleichmäßigen Verteilung der Oxalsäuredämpfe im Bienenvolk. In Feldversuchen konnte gezeigt werden, dass der Wirkungsgrad gleich wie bei der Träufelmethode bei etwa 95% liegt, jedoch ist das Verdampfen von Oxalsäure die bienenverträglichste Applikationsmethode und kann sogar mehrfach angewendet werden (vgl. Mellifera e.V., 2016, S. 4-7).

4.2.3. Thymol

Zugelassene Präparate: THYMOVAR, APILIFE VAR, Apiguard (apothekenpflichtig)

Thymol ist ein ätherisches Öl, welches eine arkarizide Wirkung zeigt. Es wird über verschiedene Präparate mit unterschiedlicher Konzentration und Zusatzstoffen in das Volk eingebracht.

Durch Sublimation reichert sich der Wirkstoffe Thymovar in der Stockluft an und wird durch die Zirkulation des Bienenvolkes gleichmäßig verteilt. Der tatsächliche Wirkungsmechanismus ist bisher unbekannt. Es wird jedoch vermutet, dass es durch direkten Kontakt zu einer Eiweißdenaturierung führt (vgl. Wirthumer-Hoche, 2016, S. 3). Andererseits wird jedoch auch völlige Irritation der Sinnesorgane von *Varroa destructor* vermutet. Sie soll zum Abfallen der Milbe führen, sie nicht mehr in die Brut finden lassen und dazu veranlassen, vermehrt Flugbienen zu parasitieren, von denen sie außerhalb des Bienenvolkes durch die Irritation abfällt (vgl. Fink, 2016).

Bei THYMOVAR handelt es sich um Cellulose-Schwammtuch Streifen die mit 15g Thymol getränkt sind. Die Behandlung erfolgt nach Ende der Trachtperiode durch das diagonale Auflegen des zerbrochenen Streifens oder der zwei Streifen. Die Dosierung beträgt einen Streifen je Zarge. Nach 3-4 Wochen sollen die ersten Streifen durch neue ersetzt werden.

Apiguard ist ein Gel aus Carbomer, Tromalin und destilliertem Wasser, welches mit 12,5g Thymol versetzt wird, was 25% der Gesamtmasse entspricht. Vom Aluminiumbehälter, in dem sich das Gel befindet, wird die Folie abgezogen, dieser mit der Öffnung nach oben auf die Rähmchenoberträger gelegt und nach zwei Wochen ersetzt.

Bei APILIVE VAR handelt es sich um aufgeschäumte Phenolharz-Streifen, die mit 10,5g ätherischen Ölen, einer Mischung aus Thymol, Eucalyptusöl, racemischer Campher und Levomenthol, imprägniert sind. Je Zarge wird ein Streifen geteilt und diagonal auf die Rähmchenoberleisten der obersten Zarge gelegt. Alle 7 Tage werden die Streifen durch neue ersetzt. In der Praxis wurden die Streifen jedoch von den Bienen abgetragen, daher empfiehlt es sich, Kunststoffgitter unter zu legen oder sogar Kunststoffgitter um die Streifen zu tackern.

Thymol ist fettlöslich, daher kann es bei unsachgemäßer Anwendung von Thymolprodukten zu Rückständen im Wachs führen. Das Thymol aus dem Wachs diffundiert in linearer Abhängigkeit der Thymolkonzentration in den Honig (vgl. Bogdanov S., 2016, S. 1). Die Rückstände verfälschen zwar den Geruch und Geschmack des Honigs, sollen aber nicht gesundheitsschädlich sein (vgl. Bogdanov S., 2016, S. 1). Die geschmackliche Erkennungsschwelle liegt je nach Honigsorte bei 1,1-1,3mg pro kg (vgl. Stefan Bogdanov, 2016, S. 6).

4.3. Biologische Bekämpfung

Bei der Biologischen Bekämpfung handelt es sich um Verfahren, bei denen verschiedene Antagonisten von *Varroa destructor*, oder Pheromone zur Varroareduktion genutzt werden. Unter diesen Verfahren findet einzig die Varroatoleranzzucht bereits praktische Anwendung, da sich alle anderen erst im Versuchsstadium befinden.

4.3.1. Varroatoleranzzucht

Die Varroatoleranzzucht wird als die langfristig einzige und wichtigste Methode, Bienenschäden durch *Varroa destructor* zu verhindern, angesehen. Das Ziel dieser Selektion sind Bienenvölker die mit der Varroa-Milbe koexistieren können, ohne dass Völkerschäden zustande kommen oder Bienenvölker so stark geschwächt werden, dass es wirtschaftliche Einbußen für den Imker gibt. Der Zucht einer varroatoleranten Biene nehmen sich weltweit große Zuchtorganisationen wie die ACA (Austrian Carnica Association) diverse Bieneninstitute und auch selbstständige Imker an.

Bei der Zucht von varroatoleranten Bienenvölkern gibt es verschiedene Ansätze.

- Die meist verbreitete Methode der Selektion, möglichst varroatoleranter Honigbienen, wird von Bieneninstituten, Zuchtorganisationen und selbständigen Imkern angewandt. Hierbei werden der natürliche Milbenabfall im Frühling und im Sommer und der relative Bienen- und Brutbefall, mittels derer die Populationszunahme von *Varroa destructor* in den Bienenvölkern eruiert ist, ermittelt. Die Werte werden über einen Algorithmus ausgewertet und als Zuchtwert mit weiteren Leistungsdaten in Datenbanken gespeichert. Von den Zuchtmüttern, die die gewünschten Eigenschaften haben, werden Zuchtserien angelegt um diese zu vermehren. Mit dieser Methode werden die Bienenvölker mit der geringsten Milbenvermehrung ermittelt, worin alle Varroatoleranzfaktoren gemeinsam wirken und nicht getrennt beurteilt werden. Der Nachteil bei dieser Methode jedoch ist, dass Umwelteinflüsse aber auch Gruppenphänomene, die Markus Renz deutlich aufweist, nur schwer berücksichtigt werden können.
- Vereinzelt versuchen Züchter, so wie IM Alois Wallner mit dem „Killerfaktor“, bei dem die Biene die Milbe erkennen, abputzen und töten kann, zu selektieren.
- Es gibt auch die Möglichkeit eine Gruppe von Bienenvölkern, die nach Möglichkeit eine hohe genetische Diversität aufzeigen, von anderen Bienenvölkern isoliert, sich selbst zu überlassen. Der natürliche Selektionsdruck, der durch das Ausbleiben der Varroabehandlung entsteht, lässt die Bienenvölker, die *Varroa destructor* am besten tolerieren, am längsten überleben. Nach diesem Prinzip wurden 1999 150 Bienenvölker auf die Insel Gotland gebracht und 2004 lebten davon noch 7. Im Jahr 2006 waren es wieder 13 (vgl. Berger, 2016, S. 6). Weitere Versuche mit diesen Bienenvölkern von der Universität Hohenheim zeigten, dass sie eine starke Widerstandsfähigkeit gegenüber *Varroa destructor* entwickelt haben, aber für eine wirtschaftliche Imkerei wegen der Aggressivität, des Schwarmverhaltens und der geringen Honigleistung, sowie Volksstärke nicht geeignet sind.

Trotz gelegentlicher Pressemeldungen von varroatoleranten Honigbienen, die meist nicht weiter bestätigt werden können, wird jedoch laut verschiedenen Züchtern und Wissenschaftlern noch einiges an Zeit vergehen, bis eine Varroatolerante und wirtschaftlich rentable Honigbiene Realität ist.

4.3.2. Pathogene Pilze

Einige Forschergruppen untersuchen die Möglichkeit einer Varroabehandlung durch pathogene Pilze. Hier sollen Pilztoxine *Varroa destructor* schädigen und abtöten, möglichst ohne negative Auswirkungen auf den Metabolismus der Honigbiene zu haben. Zunächst wurden entomopathogene Pilze als potentielle Antagonisten von *Varroa destructor* gesehen, aber Markus Holt konnte mittels einer breit angelegten Versuchsanordnung eine nur geringfügige bis nicht vorhandene Wirkung nachweisen. Problematisch war jedoch die Schadwirkung auf die Versuchsbienen. Durch die Isolation von *Simplicium lamelicola* und *Meira geulakonigii*, gelang jedoch 2010 der weltweit erste Nachweis pathogener Pilze auf *Varroa destructor* (vgl. Holt, 2016, S. 121). Laut Rudolf Moosbeckhofer wurden aber die meisten Versuche zu diesem Thema wieder stillgelegt.

4.3.3. Olfaktorische Wahrnehmung

Olfaktorische Reize nehmen sowohl in der Reproduktion als auch der Wirtswahl von *Varroa destructor* eine wichtige Rolle ein. Durch das Käfigen von drei *Varroa*-Milben Versuchsgruppen oberhalb von verdeckelter Brut zu Zeitpunkten 0 Stunden, 12 Stunden und 24 Stunden nach der Verdeckelung und anschließender Betrachtung der Oozyten konnte gezeigt werden, dass die Oogeneseaktivierung an die Duftstoffausschüttung der Bienenlarve angepasst ist. Die Substanz, die den Trigger bildet, konnte auch durch Versuche mit Extrakten aus L-5 Bienenlarven auf eine polare und volatile Substanz eingegrenzt werden (vgl. Lüneburg, 2004). Auch bei der Erkennung paarungsbereiter Weibchen durch das Männchen konnte Bettina Ziegelmann die Beteiligung von Pheromonen erstmals nachweisen. Durch Beobachtungen der Kopulation und dessen Vergleich mit der von Zecken, vermutet sie 2-3 beteiligte Pheromone. In neuesten Forschungen wird versucht die Kenntnisse über die olfaktorischen Vorgänge bei *Varroa destructor* und die zwischen Wirt und Parasit zu verbessern und mit dieser ein wirksames Bekämpfungsmittel zu entwickeln.

4.4. „Medikamentöse“ Behandlung

Zu Beginn der Varroainvasion in Mitteleuropa (ab 1977 in Deutschland und 1983 in Österreich) hatte die „medikamentöse“ Behandlung der Bienen einen sehr hohen Stellenwert, da es keine anderen geeigneten Bekämpfungsmittel gab. Seit 2012 sind jedoch mit Perizin und Apistan die letzten dieser Medikamente nicht mehr zugelassen. Die Gründe dafür sind Rückstandsproblematiken in Wachs und Honig, die teilweise

auch bis heute nachweisbar sind, aber auch entstandene Resistenzen gegen Apistan und Bayvarol (vgl. Niessner, 2000, S. 24-25). Seit dem 19.01.2016 ist jedoch Apitraz 500mg zugelassen.

4.4.1. Apitraz 500mg (apothekenpflichtig)

Zulassungsinhaber: Laboratorios Calier, S.A.

Wirkstoff: Amitraz

„Amitraz ist ein Ektoparasitikum und gehört zur Gruppe der Formamidinsektizide“ (Wirthumer-Hoche, 2016). Es hat eine neurotoxische Wirkung und gelangt bei Kontakt über die Kutikula in den Organismus des Parasiten.

Bei Apitraz handelt es sich um einen rechteckigen Plastikstreifen mit zwei Einschnitten und einer markierten Faltlinie, der mit 500mg Amitraz imprägniert ist. Zur Anwendung werden je Zarge 2 Streifen verwendet, welche auf den Seiten zwischen 2 Randwaben gehängt werden. Nach 6 Wochen werden die Streifen wieder entnommen.

„Da in einigen Ländern bereits Resistenzen von *Varroa destructor* gegen Amitraz zu beobachten sind, sollte die Behandlung nur nach einer Empfindlichkeitsuntersuchung stattfinden“ (Wirthumer-Hoche, 2016).

5. Versuch

In der Versuchsanordnung ist in erster Linie das Ziel zu den ausgewählten Methoden Wirkungsgrade zu ermitteln. Dies soll bei einer besseren Planung der Behandlungen helfen.

5.1. Untersuchung der Wirkungsgrade ausgewählter Bekämpfungsmethoden

Es wurde angestrebt die Wirkungsgrade verschiedener Bekämpfungsmethoden gegen *Varroa destructor* zu ermitteln, um sie vergleichen zu können. Dieser direkte Vergleich ist notwendig, um Temperatur und Standeinflüsse ausschließen zu können. Die Erkenntnisse sollen bei der Auswahl geeigneter Bekämpfungsmethoden und zur Einbindung in ein Bekämpfungskonzept helfen, um eine möglichst wirkungsvolle Varroabekämpfung durchführen zu können.

Verwendete Applikatoren und Bekämpfungsmethoden:

- Liebig-Dispenser (Ameisensäure)
- Nassenheider-Verdunster (Ameisensäure)
- Schwammtuchmethode (Ameisensäure)
- APILIVE VAR (Thymol)

5.1.1. Versuchstiere

Die Versuche wurden an 20 Privatvölkern (8 davon von meiner Mutter) der Rasse *Apis mellifera carnica* durchgeführt. Bei den Versuchsvölkern handelt es sich um Altvölker mit ein und zweijährigen Königinnen. Die Völker 1-12 wurden im Vorjahr, aufgrund des niedrigen Befalles nur mittels Drohnenbrutentnahme und Ameisensäure behandelt und 12-20 mit Ameisensäure und Oxalsäure.

5.1.2. Haltung der Versuchsvölker

Die Versuchsvölker wurden in der in Österreich am Weitersten verbreiteten „Zander“ Beute gehalten. Es handelt sich um eine Magazinbeute aus 2,4cm dickem Fichtenholz mit 10 Waben je Zarge. Der hohe Boden besitzt neben dem Flugloch einen Gitterboden, der durch einschieben einer „Windel“ geschlossen werden kann.

5.1.3. Standort der Versuchsvölker

Die Versuchsvölker wurden auf dem Bienenstand des Geländes der MA42 in der Vivariumstraße Nummer 23 untergebracht. Die Aufstellung erfolgte in zwei etwa 50 Meter voneinander entfernten Reihen. Diese getrennte Aufstellung war notwendig, um eine gleichmäßige Sonneneinstrahlung gewährleisten zu können. Die Versuchsvölker wurden vor Ort auf Paletten der Magistratsabteilung aufgestellt.

5.1.4. Durchführung der Behandlung

Nach Trachtende wurde bei allen Völkern am 23.7.2016 der Honig abgeräumt. Zusätzlich wurden sie auf eine Zarge eingeeignet und mit 3kg Zucker zu Zuckerwasser im Verhältnis 3:2 aufgelöst gefüttert. Bis zum 30.7.2016 wurden alle Völker an den bereits beschriebenen Behandlungsstand gebracht. Die Behandlung mit den verschiedenen Applikationsmethoden wurde am 4.8.2016 begonnen und exakt nach den Herstellerangaben durchgeführt.

5.1.4.1. *Liebig Dispenser(L)*

In den Vorratsbehälter des Dispensers wurden bereits vorab 100ml 85% Ameisensäure gefüllt, der Tropfeinsatz in den Flaschenhals gesteckt und der Schraubverschluss hinaufgeschraubt. Am Bienenstand wurden die Schraubverschlüsse abgeschraubt, das Dochtpapier auf die Grundplatte gelegt und die Ameisensäureflasche mittels der Fixierdornen der Grundplatte auf dem Docht befestigt. Der Docht wurde aufgrund von eigener praktischer Erfahrung bewusst nicht nach den Herstellerangaben, sondern statt 3/8 auf nur 1/4 der Maximalgröße eingestellt, um sich an die Richtwerte der Verdunstungsgeschwindigkeit halten zu können. Aufgrund der starken Sonneneinstrahlung verdunstet deutlich mehr, als der Hersteller angibt.



Abbildung 10: Liebig Dispenser

5.1.4.2. *Nassenheider Verdunster(N)*

Die Ameisensäure-Vorratsbehälter wurden am Bienenstand mit 180ml 60% Ameisensäure befüllt und die mitgelieferten Füße aufgesteckt. Das Fließtuch und die Plastikverpackung wurden auf 10cm weniger als das Beuteninnenmaß zugeschnitten, eine Leerzarge als Verdunstungsraum aufgesetzt und zuerst die Plastikverpackung und darauf das Fließtuch auf die Rähmchenoberleisten gelegt. Der mittelgroße U-Docht wurde in den Dochtalter des Verdunstungsraumes gesteckt und der Dochkorb darübergestülpt. Zuletzt wurde der Vorratsbehälter auf das Fließtuch gestellt und das Volk geschlossen.

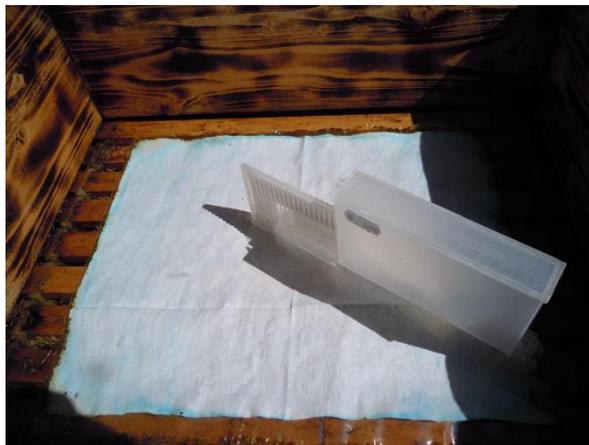


Abbildung 11: Nassenheider Verdunster

5.1.4.3. *APILIVE VAR(A)*

Die APILIVE VAR Streifen wurden aus ihrer Verpackung genommen, in zwei Hälften gebrochen und in zugeschnittene Plastikgitterstücke getackert. So wurden die Streifen diagonal in die Beutenecken auf die Rähmchenoberleisten gelegt. Das Bienenvolk wurde ohne zusätzlichem Verdunstungsraum geschlossen. Die Streifen wurden 4-mal alle 7 Tage gegen neue ausgetauscht.



Abbildung 12: halbierter und geschützter APILIVE VAR Streifen

5.1.4.4. Schwammtuchmethode(V)

Das Haushaltsschwammtuch mit der Größe 16,4x14cm wurde in die Mitte auf die Rähmchen gelegt und mit 20ml 60% Ameisensäure getränkt. Das Bienenvolk wurde ohne zusätzlichem Verdunstungsraum geschlossen. Diese Behandlung wurde 4-mal, alle 3 Tage wiederholt.



Abbildung 13: Schwammtuch

5.2. Datenerhebung

Aufgrund des unbekanntem Wirkungsmechanismus von Thymolprodukten wurden zwei verschiedene Verfahren zur Datenerhebung angewendet. Zum einen wurde die sogenannte „Windeldiagnose“ genutzt, zum anderen eine Kombination aus der „Liebefelder Methode“ mit Bienen- und Brutproben.

5.2.1. Windeldiagnose

Bei diesem Verfahren wurden zu Behandlungsbeginn die „Windeln“, um Ameisen fern zu halten, mit in Speiseöl getränktem Küchenrollenpapier belegt (vgl. Dr. Hans-Peter Liebig, 2016). Sie wurden anschließend in die dafür vorhergesehenen Furchen des Gitterbodens geschoben. Das Küchenrollenpapier wurde täglich getauscht und ausgezählt. Durch das Auszählen der toten Varroamilben während und bis Tag 14 nach der Behandlung erlangt man die Anzahl der durch die Behandlung abgetöteten Milben. Am 4.9.2016 wurde allen Völkern, die Brut entnommen und die Brut jedes Volkes in einer Zarge auf einen Boden gestellt. Die Königinnen der Völker wurden gekäfigt und die Bienen mit 4-6ml 3,5% Oxalsäurelösung je Wabenseite besprüht, wodurch 99% der restlichen Milben abgetötet wurden. Durch Auszählen dieser Milben konnte der Restbefall ermittelt werden. Am 8.9.2016 wurden die Königinnen aus dem Käfig entlassen. Bei der Brut wurden 14 Tage abgewartet, bis sie geschlüpft ist und dann die

Behandlung wie bei den Bienenvölkern durchgeführt. Am 6.8.2016 wurden die Bienen, die aus der Brut geschlüpft sind, mit den Völkern wieder vereint.

Behandlungsabfall + Restbefall=Gesamtbefall

$(\text{Behandlungsabfall} / \text{Gesamtabfall}) * 100 = \text{Wirkungsgrad in \%}$

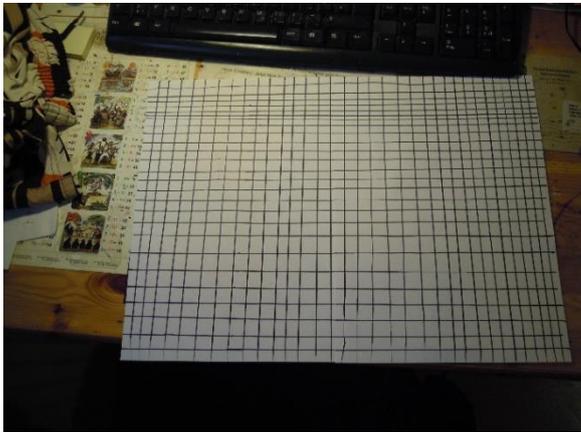


Abbildung 14: Zählraster



Abbildung 15: Windel mit Varroen

5.2.2. Liebefelder Methode

Die Liebefelder Methode ist ein Verfahren, bei dem die Anzahl an Bienen und Brutzellen geschätzt wird. Jede Wabe wurde in Gedanken in 8 „Einheiten“ zu je 1 dm² unterteilt und danach beurteilt, wie viele besetzte Einheiten vorhanden sind. Eine Einheit entspricht 130 Bienen, 400 Arbeiterinnenbrutzellen oder 230 Drohnenbrutzellen (vgl. Gerig, 2016). Zusätzlich wurden, um die Anzahl der Flugbienen zu ermitteln die wegfliegenden Bienen pro Minute gezählt und mit 20 multipliziert, da eine Biene durchschnittlich 20 Minuten für einen Trachtflug benötigt.

Zur Erfassung des Bienenbefalls wurden Bienenproben von ein bis zwei Randwaben genommen, in einen speziell angefertigten Schüttelbecher mit einem Gitter an der Unterseite geschüttet und gewogen (160mg/Biene). Zu den Bienen wurden 50g Staubzucker hinzugefügt und nach Verteilen des Staubzuckers mittels Schüttelbewegungen stehen gelassen. Der Schüttelbecher wurde eine Minute lang mit dem Gitter nach unten, über einem Sieb ausgeschüttelt und die Milben ausgezählt. Der relative Befall wurde auf die geschätzte Bienenzahl hochgerechnet (vgl. Oberrisser, 2016, S. 22).

$\text{Anzahl an Milben} / (\text{g Bienen} / 0,16) = \text{relativer Befall}$

$\text{relativer Befall} \times \text{Gesamt-Bienenmenge} = \text{Gesamter Bienenbefall}$

Um den Brutbefall zu ermitteln wurden etwa 200 verdeckelte Arbeiterinnenbrutzellen und wenn vorhanden auch Drohnenbrutzellen als Probe entnommen. Diese Proben wurden aufgeschnitten, genau ausgezählt und mit den Wabenstücken über einem Doppelsieb mit Spülmittel ausgewaschen. So sammeln sich die Maden und Wabenreste im groben Sieb und die Varroen im feinen Sieb. Die Milben wurden ausgezählt und hochgerechnet.

Dieses Verfahren wurde vor und nach der Behandlung durchgeführt, um die Ergebnisse vergleichen zu können (vgl. Rademacher, 1986, S. 40-42).

Anzahl an Milben / Anzahl an Bienenpuppen = % Brutbefall

% Brutbefall x Gesamtmenge verdeckelte Bienenbrut = Gesamter Brutbefall

Gesamter Bienenbefall + Gesamter Brutbefall = Gesamtbefall Bienenvolk



Abbildung 16: Schüttelbecher



Abbildung 17: Sieb mit Varroen

5.3. Temperaturverlauf

Sowohl der Dampfdruck der Ameisensäure, als auch der von Thymol ist abhängig von der Lufttemperatur. Der Dampfdruck hängt, durch den Einfluss auf die Verdunstungsrate, direkt mit der Stockluftkonzentration zusammen. Eine zu hohe Stockluftkonzentration führt dazu, dass das Bienenvolk unruhig wird, und es kann auch zu Bienenbeziehungsweise Brutschäden kommen. Eine zu geringe Konzentration in der Stockluft führt zu einer unzureichenden Wirkung.

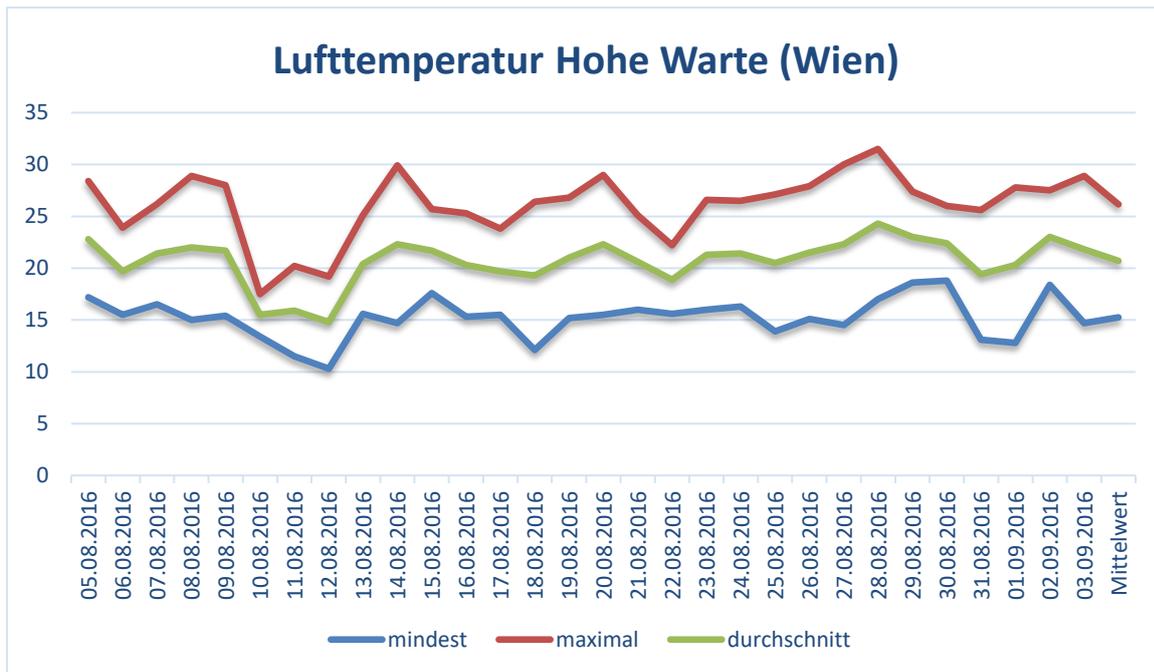


Abbildung 18: Temperaturverlauf aufgezeichnet bei der Wetterstation Hohe Warte (Wien)

Der Kurvenverlauf der Abbildung 18 stellt den Temperaturverlauf vom 5.8.2016 bis zum 3.9.2016, zeitlich, analog zu der Versuchsanordnung, dar. Die Daten stammen von der Wetterstation Hohe Warte in Wien. Die Lufttemperatur verlief in diesem Zeitraum mit einer Standardabweichung der mittleren Temperatur von 2,19°C relativ homogen. Die Höchsttemperaturen lagen im Mittel bei 26,14°C, die Tiefsttemperaturen bei 15,24°C, sowie die Durchschnittstemperatur bei 20,72°C. Bis auf einen kurzen Temperatursturz vom 10.8 bis zum 13.8., der sich vor allem auf den kurz eingesetzten Liebig Dispenser und die Behandlung mit dem Schwammtuch am 10.8. ausgewirkt hat, verlief die Temperatur recht homogen. Die Verdunstungsfläche, die Säurekonzentration, und die Säuremenge wurde jedoch im Sinne des Versuchs bewusst nicht an die Temperaturänderungen angepasst.

5.4. Auswertung

Das Folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Auswertung und Diskussion der Ergebnisse aus der Versuchsanordnung.

5.4.1. Befallsstärke und Einteilung

Nach der Durchführung der Liebefelder Methode in Kombination mit Befallskontrollen von Brut- und Bienenbefall vom 30.7. und 31.7 wurden die Ergebnisse ausgewertet.

N	L	V	A
1704	9275	2549	11224
10743	12151	4116	4376
5390	1381	10846	9176
8952	6215	7842	3251
7959	3645	6139	2386
S 34748	S 32667	S 31492	S 30413
M 6950	M 6533	M 6298	M 6083
St 3513	St 4303	St 3237	St 3892

Tabelle 1: Befallsstärke nach der Liebefelder Methode in den Fünfer Gruppen

Die Bienenvölker wurden über den Gesamtbefall, wie in der Tabelle 1. veranschaulicht, in vier annähernd homogene Gruppen, mit je fünf Bienenvölkern eingeteilt, und je einer Behandlungsmethode zugeordnet. In der obenstehenden Tabelle sind die Ergebnisse dieser Methode sowie die Gruppeneinteilung aufgelistet. Der Mittelwert des Befalls aller Bienenvölker lag nach dieser Methode bei 6466 (St=3464) Milben. Das am stärksten parasitierte Bienenvolk hatte 12151 und das am geringsten Befallene 1381 Milben. Da sogar das Bienenvolk mit dem höchsten Befall zu diesem Zeitpunkt noch keine wesentlichen Krankheitssymptome von Varrose zeigte, ist die unter Imkern gültige Annahme einer allgemeinen Schadensschwelle von 1500 Milben, meiner Einschätzung nach nicht sinnvoll.

N	L	V	A
1216	8792	2726	14368
10942	9177	2609	5162
3597	1428	7690	8532
8861	5804	7834	2849
6834	3445	6058	2341
S 31450	S 28646	S 26917	S 33252
M 6290	M 5729	M 5383	M 6650
St 3923	St 3354	St 4958	St 2576

Tabelle 2: Befallsstärke nach dem Windelabfall in den Fünfer Gruppen

In der obenstehenden Tabelle 2 sind die Ergebnisse des Gesamtabfalls aufgelistet. Der Gesamtabfall, der sich durch den Behandlungsabfall und den Restabfall während der Oxalsäurebehandlung ergibt, wurde nach Versuchsende ausgewertet. Diese Werte werden in diesem Versuch als näher am tatsächlichen Wert des Gesamtabfalls liegend betrachtet. Der Mittelwert des Gesamtabfalls nach der entsprechenden Methode beträgt 6013 (St=3516) Milben und liegt damit niedriger als der der anderen Methode. Die Differenzen der Werte zwischen der Liebefelder Kombinations Methode und des Windelabfalls liegt vermutlich bei der Schätzungsungenauigkeit von Bienen- und Brutpopulation.

5.4.2. Wirkungsgrade

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkungsgrade der ausgewählten vier Behandlungsmethoden von *Varroa destructor* sind in der Abbildung 19 als Säulendiagramm dargestellt. Durch die roten Säulen sind die Mittelwerte der Wirkungsgrade zu den jeweiligen Methoden, sowie durch die blauen Säulen die dazugehörigen Standardabweichungen innerhalb der Versuchsgruppen veranschaulicht.

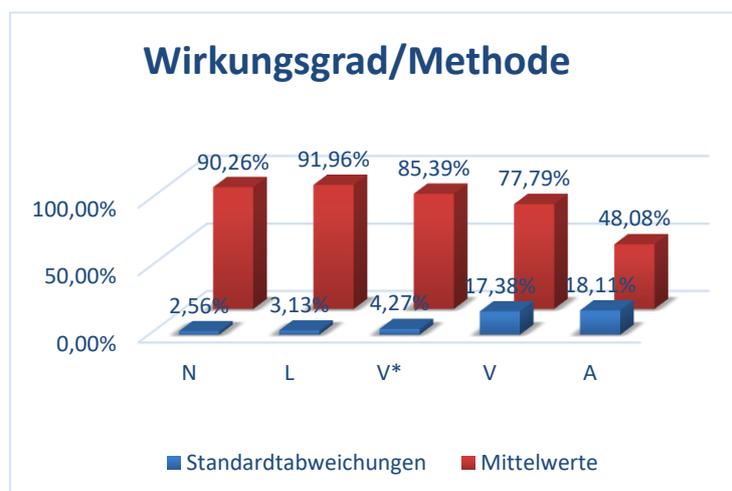


Abbildung 14: Mittelwerte und Standardabweichungen der ermittelten Wirkungsgrade für die ausgewählten Behandlungsmethoden

Die Verdunstung von 85%iger Ameisensäure mit dem Liebig Dispenser erwies sich, mit einem Mittelwert von 91,96%, als die wirksamste unter den ausgewählten Behandlungsmethoden. Nur unwesentlich geringer ist mit 90,26%, der ermittelte Wirkungsgrad des Nassenheider Verdunsters. Aufgrund des geringen Unterschiedes und der geringen Zahl der Versuchsvölker, ist dieser nicht abgesichert und könnte auch nur dem

Zufall zuzuordnen sein. Die Schwammtuchmethode zeigt mit einem Wert von 77,79% eine erheblich geringere Wirksamkeit. In dieser Gruppe befand sich jedoch das Bienenvolk 8V, welches mit 47,41% eine hohe Abweichung zum Mittelwert aufweist. Mit einer Bienenpopulation von 8043 war dieses Bienenvolk erheblich schwächer als alle anderen der Versuchsreihe. Daher liegt der Schluss nahe, dass bei besonders schwachen Bienenvölkern die Wirkung deutlich geringer ausfällt. Aus diesem Grund wurden die Werte dieser Methode zusätzlich, unter Ausschluss dieses Bienenvolkes errechnet. Dabei wurde ein Wirkungsgrad von 85,39% erlangt. Ein zusätzlich zu berücksichtigender Faktor ist, dass in diesem Fall, nach dem Vorschlag des Bieneninstituts in Hohenheim mit der Verwendung von 60%iger Ameisensäure gearbeitet wurde. Bei einer Behandlung mit 75%iger, wie sie aus meiner Erfahrung möglich ist, kann man durchaus von einem höheren Wirkungsgrad ausgehen. Das Thymolpräparat APILIVE VAR hatte unter den Behandlungsmethoden den geringsten Wirkungsgrad. Bei einem mittleren Wert von 48,08% brachten die restlichen Milben, bis zur letzten Kontrolle am 26.11.2016 alle Bienenvölker zum Zusammenbruch.

Die Standardabweichungen innerhalb der Versuchsgruppen mit 2,53% derer des Nasenheider Verdunsters, mit 3,13% derer des Liebig Verdunsters und derer der Schwammtuchmethode ohne Volk 8V mit 4,27% sehr gering. Somit haben diese Behandlungsmethoden eine durchaus homogene und hohe Wirksamkeit. Der Wert des Präparates APILIVE VAR ist mit 18,11% und der der Schwammtuchmethode mit Volk 8V mit 17,38% jedoch erheblich höher.

Im Vergleich mit den von Dietmar Niessner im Jahr 2000 ermittelten Wirkungsgraden der ersten Ameisensäure Applikatoren, kann eine deutliche Verbesserung der Wirkung von Ameisensäurebehandlungen festgestellt werden. Diese ersten Applikationsmethoden, bestanden aus mit Ameisensäure getränkten Holzfaserplatten oder Tonkügelchen in einer Jausendose und hatten Wirkungsgrade von durchschnittlich 44,1%-74,7%. Somit wurde der Wirkungsgrad von der wirksamsten Applikationsmethode zur damaligen Versuchsanordnung durch den Liebig Dispenser um 17,27% übertroffen. Einerseits lässt sich aus den Ergebnissen schließen, dass die gewählte Applikationsmethode bei Ameisensäure einen erheblichen Unterschied ausmacht. Andererseits aber auch, dass die Applikationsmethoden erfolgreich weiterentwickelt werden, und so immer höhere Wirkung erzielt wird.

5.4.3. Mortalitätsgeschwindigkeit

Es hat sich herausgestellt, dass ein weiterer wichtiger Faktor zu einer erfolgreichen Behandlung die Mortalitätsgeschwindigkeit der Varroamilben durch die jeweilige Behandlungsmethode ist. Besonders bei sehr stark befallenen Bienenvölkern, die kurz vor dem Kollaps stehen ist eine rasch wirkende Methode notwendig, um die fortlaufende Schädigung möglichst schnell zu beenden.

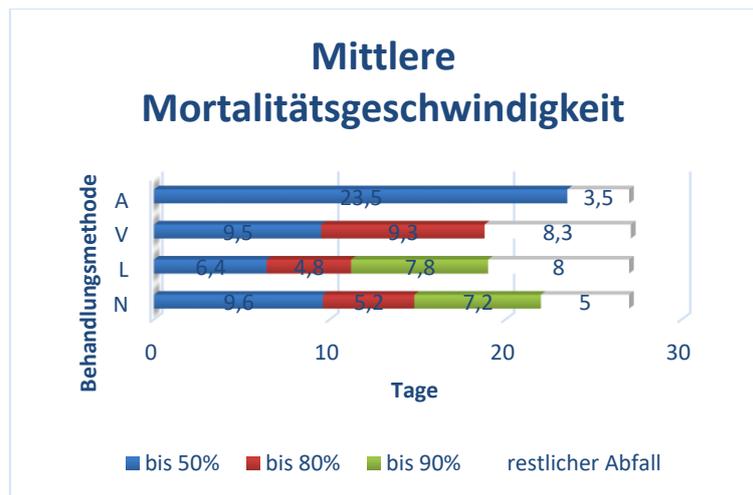


Abbildung 20: Mortalitätsgeschwindigkeit bei den unterschiedlichen Bekämpfungsmethoden

Abbildung 20 zeigt die grafische Darstellung der Auswertung der während der Behandlung täglich ausgezählten Windeln. Jeder der vier horizontal gestapelten Balken im Diagramm stellt die Mittelwerte der innerhalb der Versuchsgruppen benötigten Tage, um die festgelegten 50%(blau), 80%(rot) und 90%(grün) Grenze zu überschreiten. Zusätzlich steht der weiße Anteil für den restlichen Abfall. Auf der x-Achse wurde die Anzahl der benötigten Tage aufgezeichnet.

Im Gegensatz zu den Wirkungsgraden ist hier doch ein erheblicher Unterschied zwischen dem Liebig Dispenser und dem Nassenheider Verdunster erkennbar. Die 50% Marke, wurde beim Liebig Dispenser schon nach 6,4 Tagen erreicht, während dies beim Nassenheider Verdunster erst nach 9,6 Tagen der Fall war. Der Wert der Schwammtuchmethode war hier mit 9,5 dem des Nassenheider Verdunsters noch sehr ähnlich, jedoch der von APILIVE VAR, von der nur Volk 4A und 12A die Grenze überschritten, mit 23,5% weit entfernt. Die 80% Grenze wurde lediglich von den Ameisensäure Applikationsmethoden erreicht. Hier war erneut der Liebig Dispenser mit 11,2 Tagen der erste, während es beim Nassenheider Verdunster 14,8 und bei der Schwammtuch Methode 18,75 Tage benötigte. Die 90% Grenze wurde gar nur mehr

von 4 Völkern des Liebig Dispensers mit durchschnittlich 19 Tagen und von 3 Völkern des Nassenheider Verdunstlers mit 22 Tagen überschritten. Bei APILIVE VAR ist die Suche nach Begründungen, für die langsame Wirksamkeit nicht zielführend, da von Grund auf die Wirksamkeit zu niedrig ist. Die Schwammtuchmethode appliziert mit 80ml 60 %iger Ameisensäure in 12 Tagen, deutlich weniger als der Nassenheider Verdunster mit 180 ml in 15 Tagen. Zu Beginn sind die Abfallraten sehr ähnlich, erst nach dem Überschreiten der 50% Grenze fallen die Varroamilben bei der Schwammtuchmethode deutlich langsamer. Das kann sowohl mit dem früheren Behandlungsende, als auch mit den kalten und feuchten Wetterbedingungen am 3. Behandlungstag, zusammenhängen. Die Unterschiede zwischen Nassenheider Verdunster und Liebig Dispenser wiederum lassen sich eindeutig erklären. Es ist anzunehmen, dass die schnellere Mortalität der Milben zu Beginn durch den Liebig Dispenser an der deutlich höheren Ameisensäurekonzentration liegt. So ähnelt diese Methode einer Art Schockbehandlung, durch die es zu Brut- und Bienenschäden kam, während der Nassenheider Verdunster mit einer langsamen, gleichmäßigen Verdunstungsrate arbeitet. Durch diesen längeren Verdunstungszeitraum könnte auch das mit 7,2 Tagen statt 7,8 schnellere Durchschreiten des Intervalls von 80% bis 90% begründet sein. Während bei den Völkern mit dem Liebig Dispenser die restlichen toten Milben lediglich durch den Schlupf der Jungbienen frei werden, besteht beim Nassenheider Verdunster weiterhin eine Wirkung durch die Dämpfe. So lässt sich der Liebig Dispenser eher für stark befallene Bienenvölker empfehlen, während der Nassenheider Verdunster durch die bessere Bienenverträglichkeit und die insgesamt ähnlichen Wirkungsgrade durchaus für schwach befallene Bienenvölker ebenfalls empfohlen werden kann.

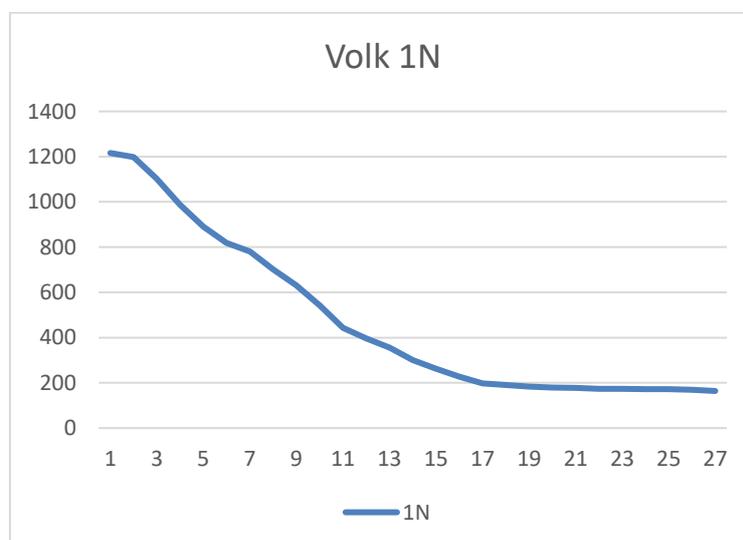


Abbildung 21: Befallsabnahmekurve Nassenheider Verdunster

In Abbildung 21 und 22 sind die sinkenden Befallswerte durch die Behandlung aufgetragen. Auf der y-Achse ist die Befallsstärke aufgezeichnet und auf der x-Achse die Anzahl der vergangenen Tage. Unter den Ameisensäure Applikatoren sind die Funktionen bis auf Steilheit und das Ende des Abfalls sehr ähnliche, fast S-Förmige Kurven. Eine abweichende Kurve hingegen zeigen die APILIVE VAR Bienenvölker auf. Sie zeigen eine stetig steiler werdende Befallsabnahmekurve auf.

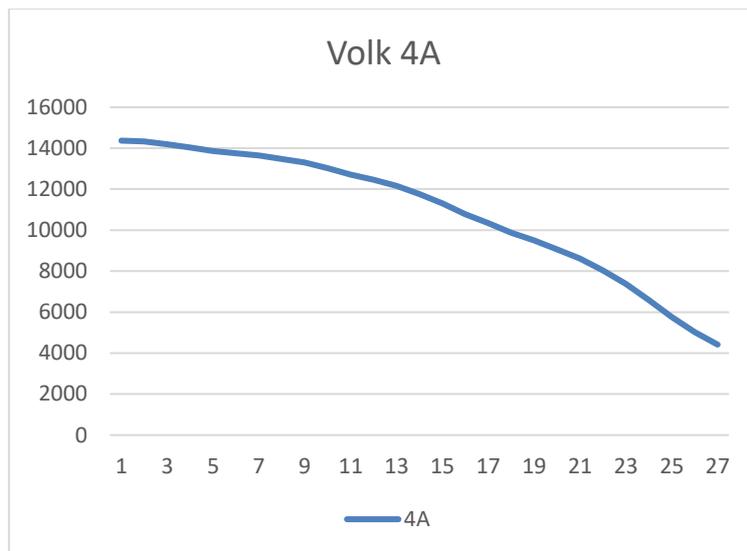


Abbildung 22: Befallsabnahmekurve APILIVE VAR

5.4.4. Korrelationen

Mithilfe von Streudiagrammen und Bildung einer Regressionsgeraden lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem Wirkungsgrad und dem relativen Befall aufzeigen.

5.4.4.1. Relativer Befall

In diesem Kapitel wird die Korrelation von relative Befall zu Wirkungsgrad überprüft.

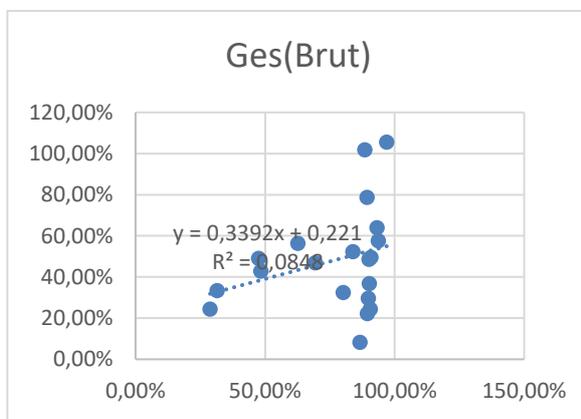


Abbildung 23: Streudiagramm der Gesamten Brut

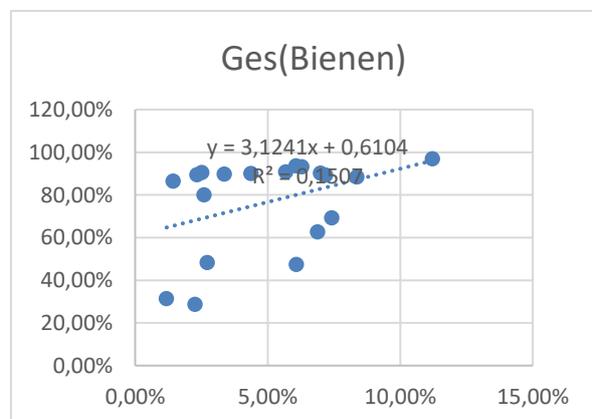


Abbildung 24: Streudiagramm der Gesamten Bienen

Bei den Streudiagrammen der Abbildungen 23-26 sind auf der x-Achse der relative Befall, wobei in Abbildung 23 und 25 der Brutbefall und in den Abbildungen 24 und 26 der Bienenbefall, sowie auf der y-Achse die Wirkungsgrade der Behandlungsmethoden dargestellt. Die Betrachtung der Streudiagramme mit allen Bienenvölkern der Versuchsreihe, wie es in den Abbildungen 23 und 24 der Fall ist, weist zwar mit $R^2(0,084)$ und $R^2(0,1607)$ keine statistisch abgesicherte Korrelation auf, gewisse Zusammenhänge sind jedoch erkennbar. Erst durch eine Aufteilung in die einzelnen Behandlungsmethoden kann eine hohe Korrelation festgestellt werden.

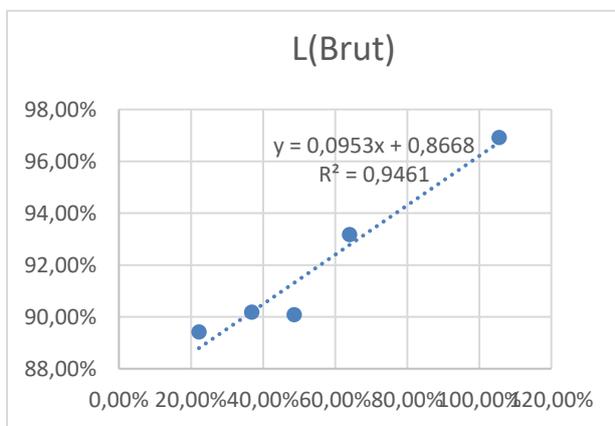


Abbildung 25: Streudiagramm der Brut beim Liebig Dispenser

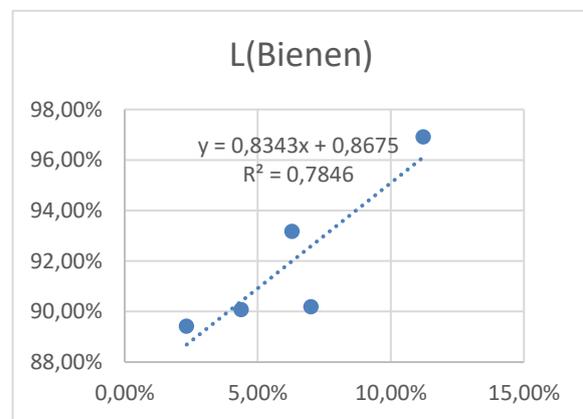


Abbildung 15: Streudiagramm der Bienen beim Liebig Dispenser

Beispiele für die Streudiagramme der einzelnen Versuchsgruppen sind die der Liebefelder Methode in Abbildung 25 und 26. Mit $R^2(0,946)$ zeigt sich, dass zwischen dem relativen Brutbefall und dem Wirkungsgrad, sowie $R^2(0,7846)$ zwischen dem relativen Bienenbefall und dem Wirkungsgrad eine hohe Korrelation besteht. Die Tabelle 3 zeigt die Bogenmaße, sowie die Geradengleichungen der Regressionsgeraden der Streudiagramme, die den Zusammenhang von relativem Bienenbefall und dem Wirkungsgrad darstellen. Die mittlere Korrelation der sehr ähnlichen Werte der Ameisensäure Applikatoren liegt hier bei $R^2(0,782)$ und die mittlere Steigung bei 1,161% Wirkungsgrad je 1% des Bienenbefalls mit dem Ursprung bei 82,88%. Die Behandlung mit APILIVE VAR weist eine deutlich steileren Regressionsgerade auf. Sie hat eine Steigung von 5,98% Wirkung je 1% höherem relativem Befall, mit dem Ursprung 0,2359 und ein Bogenmaß von $R^2(0,8876)$. In Tabelle 4 sind die Werte des relativen Brutbefalls aufgelistet. Die Korrelation vom relativen Brutbefall und dem Wirkungsgrad unter

den Ameisensäure Applikationsmethoden, beträgt im Mittel $R^2(0,874)$ bei einer Regressionsgeraden von einer durchschnittlichen Steigung des Wirkungsgrades um 0,11% je 1% relativem Brutbefall und dem mittleren Ursprung von 83,26%. Auch in diesem Fall sind die Regressionsgeraden der APILVE VAR Behandlung mit dem Bogenmaß von 0,799 bei einer Steigung von 1,33% des Wirkungsgrades je 1% des relativen Brutbefalls deutlich flacher. Somit zeigen diese Ergebnisse, dass neben der Behandlungsmethode auch der relative Befall sowohl der Bienen als auch der Brut einen Einfluss auf den Wirkungsgrad einer Behandlung hat. Tendenziell erreicht die Behandlung eines Bienenvolks mit einem starken relativen Befall einen höheren Wirkungsgrad. Hier ist annähernd eine lineare Regression gegeben. Eine Abflachung bei besonders schwachem beziehungsweise bei starkem relativem Befall, kann jedoch aufgrund der geringen Zahl an Werten in diesen Bereichen nicht völlig ausgeschlossen werden.

rel. Befall Bienen/Wirkungsgrad	N	L	V*	V	A	Ges
Regressionsgerade(y=)	1,087x + 0,8611	0,8343x + 0,8675	1,563x + 0,7579	1,6628x + 0,676	5,9831x + 0,2359	3,1241x + 0,6104
Bogenmaß(R^2)	0,7286	0,7846	0,8327	0,0426	0,8879	0,1507

Tabelle 4: Regressionsgerade und Bogenmaß der Korrelation von relativem Bienenbefall zum Wirkungsgrad der Behandlungsmethoden

rel. Befall Brut/Wirkungsgrad	N	L	V*	V	A	Ges
Regressionsgerade(y=)	0,1176x + 0,8628	0,0953x + 0,8668	0,1291x + 0,7683	0,2939x + 0,5933	1,3158x - 0,0557	0,3392x + 0,221
Bogenmaß(R^2)	0,8342	0,9461	0,8421	0,2144	0,7991	0,0848

Tabelle 5: Regressionsgerade und Bogenmaß der Korrelation von relativem Brutbefall zum Wirkungsgrad der Behandlungsmethoden

5.4.4.2. Gesamtbefall

Ebenso wie beim relativen Befall ist auch die Korrelation von Gesamtbefall zu Wirkungsgrad durch ein Streudiagramm veranschaulicht.

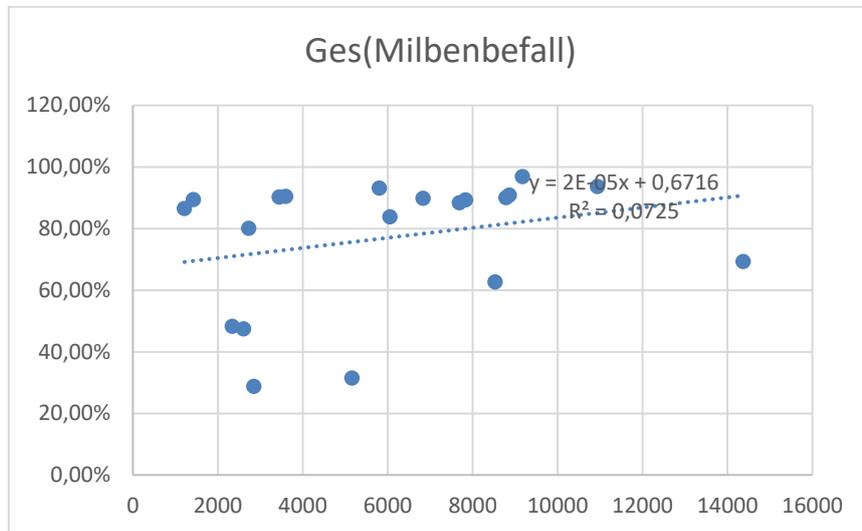


Abbildung 27: Streudiagramm des Milbenbefalls der gesamten Versuchsvölker

In den Abbildungen 27 und 28 ist diese mit dem Wirkungsgrad auf der y-Achse und auf der x-Achse mit dem Gesamtbefall dargestellt. Abermals sind zunächst die Werte aller Bienenvölker in ein Streudiagramm der Abbildung 27 eingetragen, wodurch es zu einer Korrelation von $R^2(0,0725)$ kommt. Das spricht für keinen messbaren Zusammenhang, weshalb erneut alle Bienenvölker in ihre Versuchsgruppen, getrennt durch Streudiagramme bearbeitet werden.

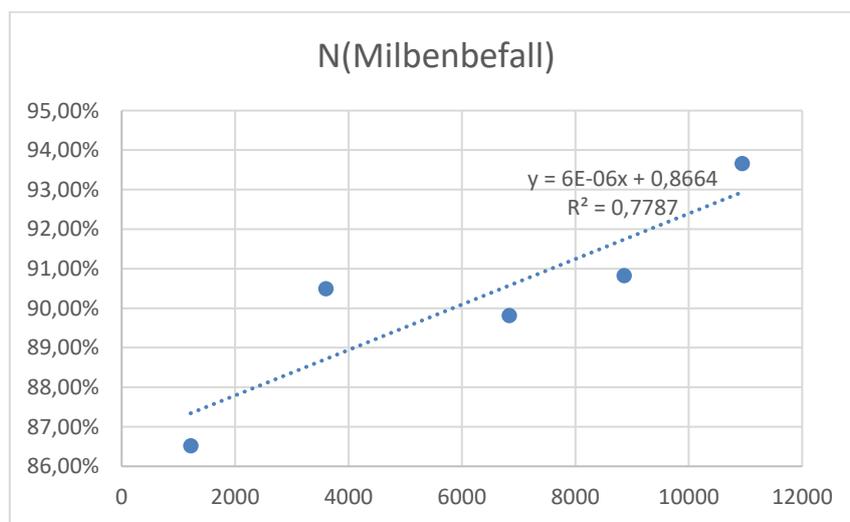


Abbildung 28: Streudiagramm des Milbenbefalls des Nassenheider Versunsters

Die Abbildung 28 stellt das entsprechende Streudiagramm der Versuchsvölker, die mit dem Nassenheider Verdunster behandelt wurden, dar. Die mittlere Korrelation der Ameisensäure Applikationsmethoden liegt mit $R^2(0,704)$ deutlich niedriger als die des relativen Brut- und Bienenbefalls. Aufgrund der deutlich genaueren Ermittlung des Gesamtbefalls durch den Windelabfall können die Schwankungen auch nicht durch die Ungenauigkeit der Messmethode erklärt werden. Somit liegt die Vermutung nahe, dass sich der Wirkungsgrad tatsächlich am relativen Befall orientiert und sich der Zusammenhang zwischen dem Gesamtbefall und dem Wirkungsgrad über den relativen Befall ergibt.

5.4.5. APILIVE VAR Wirkungsmechanismus

Fink hat eine Hypothese bezüglich des Wirkungsmechanismus von APILIVE VAR aufgestellt. Er meint, dass die Milbe, durch Irritation und den Gestank von der Biene abfällt und wieder zurück auf diese wandert, oder sich verstärkt auf Flugbienen begibt, um auf die Bienen anderer Bienenvölker überzuspringen. Diese Hypothese ist über einen Vergleich der Anzahl der abgefallenen Milben und dem errechneten Behandlungsabfall überprüfbar.

Volk/Abfall	Behandlungsabfall (Windel)	Behandlungsabfall errechnet (Liebefelder methode)
4A	9953	6810
9A	1623	631
12A	5346	6117
14A	819	985
18A	1130	1243

Tabelle 7: Behandlungsabfall nach dem Milbenabfall und der Liebefelder Methode

In der Tabelle 5 sind der Windelabfall und der durch die Liebefelder methode errechnete Behandlungsabfall dargestellt. Wenn Finks Hypothese stimmen sollte, müsste durch den Verflug der Milben der errechnete Behandlungsabfall erheblich höher als der tatsächliche Abfall sein. Anhand der Ergebnisse lässt sich jedoch erkennen, dass der Windelabfall mit einem Mittelwert von etwa 3157 Milben pro Volk, um 617 niedriger war, als der des errechneten Abfalls mit 3774. Somit muss die Wirkung anders begründet sein.

6. Erarbeitung möglicher Bekämpfungskonzepte

Als Imker wird man regelmäßig mit Behandlungsempfehlungen oder Überlegungen zu möglichen Konzepten sowie neuen Ideen von Seiten anderer Imker, der Landesverbände oder Wanderlehrer konfrontiert. Doch steht diesen oftmals widersprüchlichen Überlegungen zumeist kein wissenschaftliches Fundament zugrunde, und sind reine Spekulation. Daher soll in dieser Arbeit anhand der in Kapitel 5 erworbenen Ergebnisse und Erkenntnisse sowie populationsdynamischen Überlegungen erklärt werden, weshalb ein Bekämpfungskonzept unumgänglich ist und welche der verschiedenen Möglichkeiten empfehlenswert sind.

6.1. Vergleich eine Behandlung und zwei Behandlungen mit Befallsverlauf

Die ersten kombinierten Überlegungen zwischen der Populationsdynamik von *Varroa destructor* und einer Bekämpfungsmaßnahme stammen von Dietmar Niessner aus dem Jahr 2000. Jedoch liegen diesen mit einem erheblich stärkeren und über das gesamte Jahr exponentiellen Populationswachstum von *Varroa destructor*, veraltete Ansichten zugrunde.

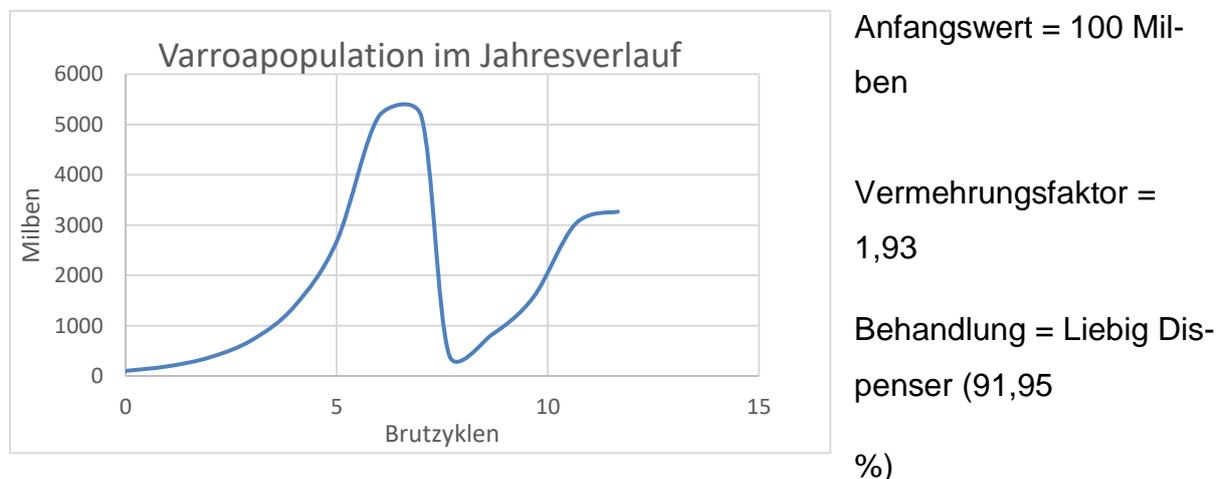
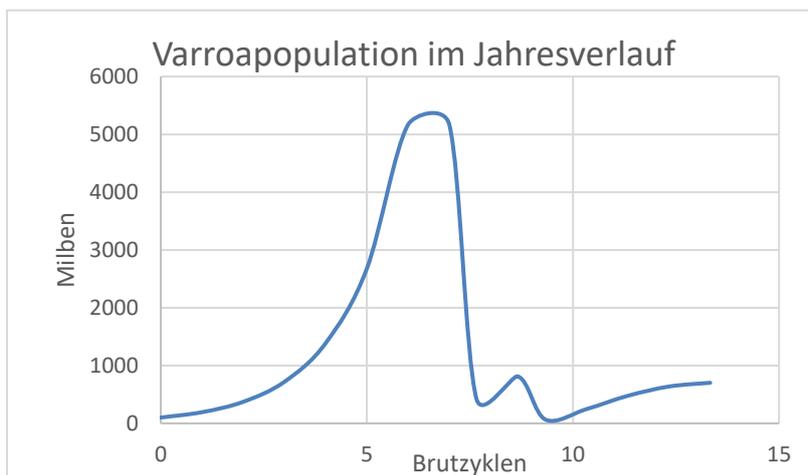


Abbildung 29: Gedankenexperiment (vereinfachte *Varroa* Reproduktionskurve mit einer Behandlung)

In Abbildung 29 ist das überarbeitete Gedankenexperiment mit einer vereinfachten *Varroa* Reproduktionskurve im Jahresverlauf mit einer *Varroa*abehandlung grafisch dargestellt. Der Wert für den Vermehrungsfaktor, mit $V=1,93$, wurde aus der Versuchsanordnung von Markus Renz herangezogen. Bei der Behandlung wurde mit dem selbst erhobenen Mittelwert des Liebig Dispensers, von 91,95% gerechnet. Zusätzlich wurde für den Startwert ein realistischer Wert von 100 *Varroa*milben festgelegt. Das Bienen-

volk beginnt je nach Wetter etwa Anfang März zu brüten, womit auch die Varroareproduktion startet. Bis zur Sonnenwende steigt der Befall exponentiell an und erreicht einen Höchstwert von 5168 Milben. Von da an verändert sich die Varroapopulation bis zur Varroabehandlung Mitte Juli nur unwesentlich. Bei der Varroabehandlung werden 91,95% der Varroapopulation abgetötet, wodurch man zu einem Wert von 421 Milben gelangt. Die 421 Varroamilben bedeuten einen erheblich geringeren relativen Milbenbefall der Brut. Nun ist eine ungestörte Vermehrung der Varroamilben wieder möglich und deren Population steigt an. Dieses Populationswachstum endet erst mit dem Kollaps des Bienenvolkes, oder einem erneuten besonders hohen relativen Befall der Brut, welcher durch die Zunahme des Gesamtbefalls und dem Rückgang der Brut im Herbst ausgelöst ist.



Anfangswert = 100 Milben

Vermehrungsfaktor = 1,93

Behandlung = Liebig Dispenser (91,95%)

Abbildung 30: Gedankenexperiment (vereinfachte Varroa Reproduktionskurve mit zwei Behandlungen)

In der Abbildung 30 wurde anfangs wie in der Abbildung 29 verfahren, dann eine zweiten Varroabehandlung eine Brutgeneration nach dem Ende der Wirksamkeit der Erstbehandlung vorgenommen. In der Phase des neuerlichen Populationsanstieges, etwa 5 Wochen nach dieser, ersten Behandlung wird bei einem Wert von 813 Milben erneut behandelt, wodurch noch 66 Varroen im Bienenvolk verbleiben. Diese vermehren sich, bis es der relative Brutbefall nicht mehr zulässt.

Unter Mitberücksichtigung der Kenntnis, dass die Milbenzahl bei Brutbeginn im Frühjahr wieder bei etwa 100 oder tiefer liegen sollte, um durch das exponentielle Popula-

tionswachstum nicht schon früh im Jahr einen hohen Befall und mögliche Völkerverluste zu riskieren, liegt die Überlegung zur Gestaltung eines ausgeklügelten Bekämpfungskonzeptes nahe.

6.2. Voraussetzungen für ein gutes Konzept

Bevor ein geeignetes Bekämpfungskonzept erarbeitet werden kann, müssen diverse Voraussetzungen definiert werden. Diese sollen helfen, die Bienenvölker durch den Winter zu bringen, einen geringen Ausgangsbefall zu schaffen und den Maximalbefall hinauszuzögern.

- Regelmäßig sollte eine Befallsschätzung durchgeführt werden, um den richtigen Zeitpunkt für eine Behandlung zu ermitteln.
- Ein Konzept muss so durchdacht sein, dass es eine möglichst hohe Wirksamkeit garantiert.
- Im Falle eines Notfalls sollte jederzeit die Möglichkeit einer Behandlung, ohne den Honig zu verunreinigen, gegeben sein.

6.3. Voraussetzungen für eine gute Behandlungsmethode

Um die geeigneten Behandlungsmethoden in ein Konzept einbinden zu können, müssen auch diese nach festgelegten Kriterien ausgewählt werden.

- Die Behandlungsmethode muss eine möglichst hohe Wirksamkeit aufweisen.
- Es dürfen weder die Honigqualität, noch die des Wachses oder anderer Bienenprodukte beeinflusst werden.
- Die Bienenverträglichkeit ist ein weiteres Kriterium. Bei der Behandlung mit manchen Medikamenten oder Säuren kommt es zu mehr oder weniger gravierenden Bienen- und Brutschäden.
- Eine sicherere Anwendung für den Imker muss ebenfalls gegeben sein.
- Bei der Bewirtschaftung einer größeren Völkeranzahl spielt auch der Aufwand und die Geschwindigkeit der Durchführung einer Behandlungsmethode eine Rolle.

6.4. Kombination verschiedener Bekämpfungsmaßnahmen

Eine Möglichkeit, um den Wirkungsgrad einer Behandlung erheblich zu steigern, ist die Kombination mehrerer Bekämpfungsmaßnahmen, die sich gegenseitig ergänzen.

6.4.1. Geeignete Kombinationen

Brutentnahme/ Oxalsäure:

Bei den Verfahren der Brutpause, der Arbeiterinnenbrutentnahme, sowie dem des Bannwabenverfahrens kann der Wirkungsgrad durch Kombination mit einer Oxalsäure Behandlung wesentlich erhöht werden. Zu dem Zeitpunkt an dem sich keine Brut mehr im Bienenvolk befindet, wird Oxalsäure durch die Träufel-, Sprüh-, oder Verdampfungsmethode in das Bienenvolk eingebracht, wodurch auch die auf den Bienen befindlichen Milben abgetötet werden. Wenn entnommene Arbeiterinnenbrut nicht eingeschmolzen, sondern eine „Brutscheune“ gebildet wird, ebenso wie bei der Ablegerbildung nach dem Auslaufen der Brut, kann auch hier mit Oxalsäure behandelt werden.

Wirkungsgrade:

Brutpause/Oxalsäure: 97,5%

Brutentnahme/Oxalsäure: Muttervolk (98,5%); Brutscheune (95%)

Bannwabenverfahren/Oxalsäure: 99,5%

Brutentnahme/ Ameisensäure:

Die Verfahren der Arbeiterinnenbrutentnahme, sowie die Ablegerbildung können im Falle der Bildung einer Brutscheune auch durch eine Ameisensäurebehandlung ergänzt werden. Aufgrund des brutfreien Zustands wird nicht das Muttervolk, sondern die Brutscheune mit Ameisensäure behandelt. Hier ist die Kombination mit einer Oxalsäurebehandlung wirkungsvoller. Bei der Ablegerbildung wird das Muttervolk, wegen des Behandlungsverbotes während der Trachtzeit und dem Fakt, dass die Ablegerbildung meistens während dieser durchgeführt wird, nicht behandelt.

Wirkungsgrad:

Ableger/Ameisensäure: Muttervolk (etwa 20%); Ableger (92%)

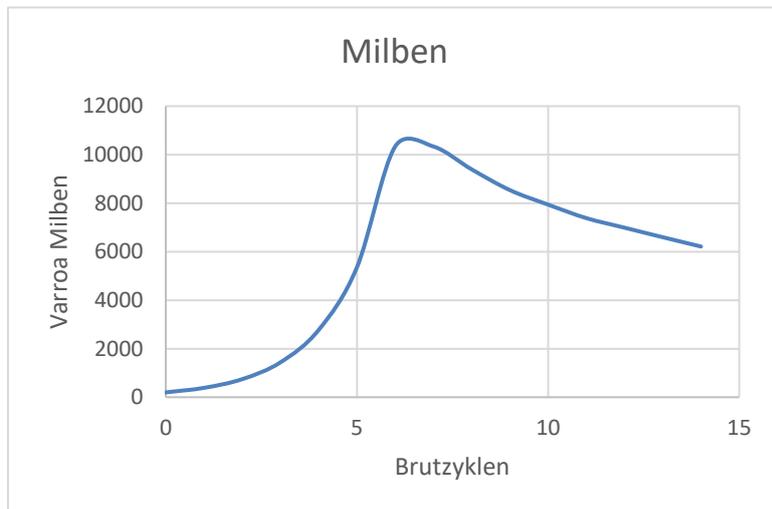
Brutscheune/Ameisensäure: Muttervolk (70%; 98,5%); Brutscheune (92%)

Varroatoleranzzucht/ jede Maßnahme:

Die Varroatoleranzzucht ist eine langsam fortschreitende Methode der Varroaregulation. Sie ergänzt alle anderen Maßnahmen, durch einen geringeren Befall oder einer besseren Toleranz gegen einen starken Befall.

6.5. Kombinationen über das Jahr und Auswahl der Behandlungsmethoden

6.5.1. Jahresverlauf



Anfangswert = 200 Milben

Vermehrungsfaktor = 1,93

Abbildung 31: Gedankenexperiment, Jahresverlauf Milbenanzahl

In der Abbildung 31 wurde ähnlich wie in den Abbildungen 29 und 30, in Kapitel 6.2. verfahren. Der Anfangsbefall liegt jedoch bei 200 und die Behandlungen wurden weggelassen um die Jahres Milbenentwicklung ohne künstliche Einwirkungen darzustellen. Hier lässt sich das Potential für erfolgreiche Behandlungen gut ablesen. Durch regelmäßige Behandlungen mit vergleichsweise geringem Wirkungsgrad kann in der Zeit des exponentiellen Populationswachstums ein guter Erfolg erzielt werden. Da in der Trachtzeit aufgrund von Rückstandsproblematiken keine Bekämpfungsmaßnahmen mit einem Wirkungsgrad von über 90% zur Verfügung stehen, muss nach Trachtschluss eine hochwirksame Behandlung angesetzt werden. In Abbildung 30 ist ersichtlich, dass auch nach zweifacher Behandlung mit dem Liebig Dispenser ein höherer Endbefall als Anfangsbefall vorliegt. Dieser schädigt das Bienenvolk über den Winter zwar nur unwesentlich, bedeutet im darauffolgenden Sommer, durch das exponentielle Wachstum der Milbenpopulation einen deutlich höheren Maximalbefall. Somit sollte im Winter eine weitere wirksame Behandlung durchgeführt werden.

6.5.2. Frühjahresentmilbung

Das Ziel der Frühjahresentmilbung während der Trachtperiode ist es, mit Bekämpfungsmethoden, die die Qualität der Bienenprodukte nicht beeinträchtigen, die Milbenzahl zu verringern, um einen geringeren und herausgezögerten Maximalbefall zu erreichen.

Drohnenbrutentnahme:

Die Entnahme der Drohnenbrut sollte in keinem Bekämpfungskonzept fehlen. Durch die regelmäßige Entnahme, die sehr schnell und einfach durchführbar ist, erlangt man laut sehr konservativen Rechnungen von Markus Renz, einen um etwa 50% geringeren Maximalbefall. Zusätzlich ist dieses Verfahren wenig schädlich für das Bienenvolk.

Wirkungsgrad: >50%

Ablegerbildung:

Durch die zusätzliche, gelegentliche Bildung von Ablegern können noch einige Milben mehr entfernt werden. Das Bienenvolk wird zwar geschwächt, richtig eingesetzt bietet diese Methode jedoch den Vorteil, das Schwärmen zu verhindern. Durch einen sehr großen Mengenunterschied an entnommenen Milben, sowie der Anzahl an Durchführungen kann hier keine Aussage über den Wirkungsgrad getätigt werden.

Brutentnahme*:

Die Entnahme der gesamten Arbeiterinnenbrut kann aufgrund der wesentlichen Schwächung des Bienenvolkes nicht zu einem beliebigen Zeitpunkt durchgeführt werden. Sie ist nur als Notfallmaßnahme bei enormem Befall, um das Bienenvolk zu retten, gedacht. Knapp vor Ende der Trachtzeit, etwa Mitte Juli angewendet, in Kombination mit einer Oxalsäure Behandlung kann diese Methode als Ersatz zu einer der anderen Bekämpfungsmaßnahmen der Hauptentmilbung angewendet werden.

Wirkungsgrade:

Brutentnahme: 70%

Brutentnahme/ Oxalsäure: Muttervolk (98,5%) Brutscheune (95%)

6.5.3. Hauptentmilbung

Die Hauptentmilbung soll nach dem Ende der Tracht den starken Varroadruck auf das Bienenvolk minimieren und so für gesunde Winterbienen sorgen. Diese sollte immer zweimal durchgeführt werden.

* Sowohl zur Hauptentmilbung, als auch als Frühjahres Entmilbung möglich
Fett Meine Empfehlung

Brutpause*:

Durch eine erzwungene Brutpause kann zwar auch im Frühjahr die Varroapopulationsentwicklung gebremst werden, jedoch schwächt dies auch das Bienenvolk erheblich. Bei Anwendung in Kombination mit einer Oxalsäureapplikation wird diese Methode gegen Ende der Trachtperiode durchgeführt, und stellt eine Hauptentmilbung dar. Die Schwächung des Bienenvolkes, ist aufgrund der fehlenden Tracht und der Zeit danach, in der das Bienenvolk diese wieder ausgleicht, zu vernachlässigen. Einen großen Vorteil stellt bei dieser Methode, die im Vergleich zu Ameisensäurebehandlungen reduzierte Wahrscheinlichkeit eines Königinnen Verlustes und der geringere Stress für das Bienenvolk.

Wirkungsgrade:

Brutpause: Entwicklungsstop (50%)

Liebig Dispenser:

Die Applikation von Ameisensäure durch einen Liebig Dispenser ist eine hochwirksame Methode. Zusätzlich kommt es zu einer schnelleren Mortalität der Varroamilben, als beim Nassenheider Verdunster. Dadurch eignet er sich besser zur Behandlung besonders stark befallener Bienenvölker. Jedoch waren bei meinen Versuchen durch diese Methode verursachte Bienen- und Brutschäden erkennbar.

Wirkungsgrad: 92%

Nassenheider Verdunster:

Durch den Nassenheider Verdunster applizierte Ameisensäure ist ebenfalls sehr wirksam. Die Milben sterben jedoch deutlich langsamer, als beim Liebig Dispenser ab. Dennoch ist diese Methode zur Behandlung schwächer befallener Bienenvölker ebenso gut geeignet. Weitere Vorteile bietet sie bei der Anwendersicherheit sowie bei der Bienenverträglichkeit, da sie nur mit 60 % Ameisensäure befüllt wird.

Wirkungsgrad: 90%

* Sowohl zur Hauptentmilbung, als auch als Frühjahres Entmilbung möglich
^{Fett} Meine Empfehlung

Schwammtuch Methode:

Die Methode Ameisensäure über ein Schwammtuch zu verdampfen hat sich als weniger wirksam erwiesen. Es war kein Bienen- oder Brutschaden ersichtlich, aber die Anwendersicherheit, ist durch offenes Arbeiten mit der Ameisensäure auf dem Bienenstand nicht optimal.

Wirkungsgrad: 77%

APILIVE VAR(Thymol):

Sublimation von Thymol in die Stockluft, wie es bei APILIVE VAR der Fall ist, hat sich als wenig wirksam erwiesen. Durch den späten Beginn der Versuche und die geringe Wirkung, kollabierten die meisten Bienenvölker bereits während der Behandlung.

Wirkungsgrad: 48%

6.5.4. Restentmilbung

Bei der Restentmilbung soll im Winter ein Großteil der restlichen Milben abgetötet werden, um einen geringen Anfangsbefall für das nächste Jahr zu schaffen.

Oxalsäurebehandlung:

Das Einbringen einer Oxalsäurelösung in das Bienenvolk ist eine Methode, die bei Brutfreiheit einen sehr hohen Wirkungsgrad hat. Daher eignet sie sich sehr gut, um einen großen Teil der verbleibenden Milben abzutöten. Somit kann sie dem Bienenvolk einen geringen Ausgangsbefall für das neue Jahr gewährleisten. Die drei Methoden Sprüh-, Träufel-, und Verdampfungsverfahren sind alle geeignet, wobei das Träufelverfahren trotz der geringsten Bienenverträglichkeit am häufigsten angewandt wird. Das Sprüh- und Verdampfungsverfahren sind deutlich arbeitsaufwändiger und weniger anwenderfreundlich.

Wirkungsgrade:

Träufelverfahren: 95%

* Sowohl zur Hauptentmilbung, als auch als Frühjahrs Entmilbung möglich
Fett Meine Empfehlung

Sprühverfahren: 95%

Verdampfungsverfahren: 98,6%

6.5.5. Befallsschätzung

Wie im Kapitel 6.2. behandelt, ist eine Schätzung des Varroabefalls über das Jahr hinweg notwendig, um keine Völkerzusammenbrüche zu riskieren und den optimalen Zeitpunkt für eine Behandlung zu erschließen. Hierfür wird bereits seit den ersten Versuchen 1986 von Wolfgang Messner mit der Erfassung des natürlichen Milbenabfalls gearbeitet. Seit 2013 wird jedoch auch der relative Bienenbefall durch die sogenannte „Puderzuckermethode“ ermittelt (vgl. Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, 2013).

6.5.4.1. Windeldiagnose

Bei der Diagnosemethode Windeldiagnose handelt es sich um eine sehr grobe Schätzung des Gesamtbefalls. Hierbei wird wie in Kapitel 5.2.1. beschrieben, verfahren. Nach 5-14 Tagen wird die Windel entnommen, ausgezählt und der natürliche Milbentotenfall pro Tag errechnet. Über einen Umrechnungsfaktor wird durch den durchschnittlichen Milbentotenfall ein Intervall, in dem der Gesamtbefall liegt, erhalten.

Umrechnungsfaktor Mai bis September (Völker mit Brut ohne Krankheitssymptome):

$$G_b=(A/T)*100 \text{ bis } (A/T)*300$$

Umrechnungsfaktor Oktober/November (Völker mit wenig oder geringer Brutmenge):

$$G_b=(A/T)*300 \text{ bis } (A/T)*500$$

Wobei:

G_b =Gesamtbefall

A=Gesamtabfall

T=Anzahl der Tage

Die Methode der Windeldiagnose ist zwar für den Anwender leicht und schnell durchzuführen, aber ein wesentlicher Nachteil ist die ungenaue Schätzung des Gesamtbefalls, der um den Faktor 3 schwanken kann. Zusätzlich lässt sich die Intensität des Schadens eher über den relativen, als über den Gesamtbefall beziffern.

* Sowohl zur Hauptentmilbung, als auch als Frühjahres Entmilbung möglich
Fett Meine Empfehlung

Ein Bienenvolk mit der Individuenzahl von 10 000 wird bei einer niedrigeren Milbenzahl kollabieren, als eines mit der Individuenzahl von 50 000.

6.5.4.2. Ermittlung des rel. Befall

Die Ermittlung des relativen Bienenbefalls wird, unter Vernachlässigung der Liebefelder Methode und des relativen Brutbefalls, exakt wie in Kapitel 8.6.2. geschildert, durchgeführt. Dieses Verfahren wird alle 3 Wochen wiederholt und sollte aufgrund von Verfälschungen der Ergebnisse im Zeitraum von 2 Wochen nach einer Behandlung nicht durchgeführt werden.

Monat	Juli	August	September
Vorerst Ungefährdet	bis 1%	bis 2%	bis 3%
Behandlung in nächster Zeit erforderlich	1%-5%	2%-5%	3%-5%
Schadenschwelle überschritten, sofort Behandeln	über 5%	über 5%	über 5%

Tabelle 6: Beurteilung des Befalls laut dem Bieneninstitut Kirchheim

7. Zusammenfassung

Die 1983 nach Österreich eingeschleppte Varroamilbe ist einer der Hauptfaktoren des allseits bekannten Bienensterbens. Der jährliche Kollaps, der laut einer Umfrage des, von der AGES geleiteten Projektes „Zukunft Biene“ im Winter 2015/16 28,4% der Bienenvölker ereilt hat, ist nicht nur von ökologischer, sondern auch von einer erheblichen wirtschaftlichen Bedeutung (vgl. Brodschneider, www.bienenstand.at, 2017). Deshalb sind weltweit Bieneninstitute, Imker und private Forschungseinrichtungen auf der Suche nach neuen Bekämpfungsmaßnahmen von *Varroa destructor*. So soll auch diese Arbeit einen Beitrag dazu leisten.

Die vorliegende Arbeit lässt sich grob in drei Teile gliedern. Im ersten Teil stellt sie die Milbe *Varroa destructor* als Parasit, deren Populationsdynamik und die möglichen Bekämpfungsmaßnahmen vor. Dieser dient als Basis, auf die sich die beiden anderen stützen. Der zweite Teil besteht aus einer eigenständig angelegten Versuchsanordnung zum Wirkungsgrad von vier Behandlungsmethoden. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit der Ausarbeitung eines Bekämpfungskonzeptes, gestützt auf die Erkenntnisse der Versuchsanordnung.

Verglichen wird der Wirkungsgrad von vier ausgewählten Behandlungsmethoden, dem Liebig Dispenser, dem Nassenheider Verdunster, der Schwammtuchmethode und APILIVE VAR. Dazu werden je 5 der 20 Bienenvölker mit einer der vier Methoden behandelt. Aufgrund des unbekanntem Wirkungsmechanismus von APILIVE VAR wurde über zwei verschiedene Methoden der Wirkungsgrad ermittelt. Bei der Windeldiagnose wird über den Behandlungsabfall und den Restabfall während einer nachträglich durchgeführten Oxalsäurebehandlung, der Wirkungsgrad errechnet. Die zweite Methode hat den Wirkungsgrad über den relativen Brut- und Bienenbefall, sowie die Volksstärke, die mit der Liebefelder Methode geschätzt wurde, ermittelt.

Die Ergebnisse zeigen, dass der höchste Wirkungsgrad mit dem Liebig Dispenser und knapp dahinter dem Nassenheider Verdunster erzielt wurden. Die Mittelwerte dieser Methoden lagen bei 91,95% und 90,26%. Erheblich geringer sind die mittleren Wirkungsgrade der Schwammtuchmethode und APILIVE VAR. Diese betragen 85,39% und 48,08%. Zusätzlich können aufgrund des täglichen Auszählens die Mortalitätsgeschwindigkeiten der jeweiligen Methoden bestimmt werden, die vor allem bei stark be-

fallenen Bienenvölkern ein wichtiges Kriterium für die Methodenwahl ist. Mit deutlichem Abstand erzielte der Liebig Dispenser, die besten Ergebnisse mit 50%iger Mortalität nach 6,4, die 80% Grenze nach 11,2 und die 90% Grenze nach 19 Tagen. Danach folgten der Nassenheider Verdunster und die Schwammtuchmethode. Am langsamsten schritt die Mortalität bei der Bekämpfung mit APILIVE VAR mit dem Überschreiten der 50% Grenze von nur 2 Bienenvölkern nach 23,5 Tagen fort. Außerdem kann ein Zusammenhang zwischen relativem Brut- und Bienenbefall und dem Wirkungsgrad nachgewiesen werden. Durch den Vergleich vom Behandlungsabfall sowie dem errechneten Behandlungsabfall über die Liebefelder Methode kann ebenfalls die Hypothese von Fink, dass APILIVE VAR über ein Abwandern der Varroamilben wirkt, verworfen werden. Der genaue Wirkungsmechanismus bleibt jedoch nach wie vor unbekannt.

Der letzte Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Frage um die Notwendigkeit und der Konzipierung eines Bekämpfungskonzeptes. Mithilfe der Erkenntnisse von Markus Renz über die Populationsdynamik von *Varroa destructor* und den in der Versuchsanordnung ermittelten Wirkungsgrade konnten zwei mögliche Jahresverläufe simuliert, die Notwendigkeit eines Konzeptes aufgezeigt und eines erarbeitet werden. Dieses enthält eine Frühjahresentmilbung mit regelmäßiger Drohnenbrutentnahme oder notfalls einer Arbeiterinnenbrutentnahme, eine zweimalige Hauptentmilbung durch Ameisensäureapplikation mit dem Liebig Dispenser oder dem Nassenheider Verdunster, sowie durch eine Kombination aus Brutstopp und einer Oxalsäurebehandlung. Am Jahresende sollte bei Brutfreiheit die Restentmilbung mit einer Oxalsäurebehandlung durchgeführt werden.

Am Ende soll darauf hingewiesen werden, dass die unter Imkern gängige Varroabehandlung einen enormen Stress für das Bienenvolk bedeutet und einen großen Arbeitsaufwand für den Imker darstellt. Außerdem birgt es ein Risiko von Rückständen in Bienenprodukten. Daher muss das mittel- und langfristige Ziel in der Erforschung der in Kapitel 4.3. thematisierten biologischen Bekämpfungsmethoden wie olfaktorischer Maßnahmen, der Verwendung von Antagonisten und der Varroatoleranz sein. Auf diesen Gebieten gibt es noch viele Forschungsgebiete und offene Fragen.

Literaturverzeichnis

Berger, H. (1. 16:33. 11. 2016). Von

<http://sortenhonige.ch/html/varroatoleranzzucht.pdf> abgerufen

Bieri, L. (19 14:28. 8 2016). *Varroamilbe*. Von

http://www.varroamilbe.ch/Zusammenfassung-Wirkung_Oxalsaure-auf-Varroamilben.pdf abgerufen

Bogdanov S., I. A. (4 17:29. 9 2016). *agroscope*. Von

www.agroscope.admin.ch/imkerei/01810/01822/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpJCDeHt7gmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A-- Thymol Rückstände im Wachs abgerufen

Boigenzahn, C. (3. 21:50. 11. 2016). *Biene Österreich*. Von [http://www.biene-](http://www.biene-oesterreich.at/biologische-varroose-bekaempfung-bbl-mv-aktuell+2500+1133500+1000376?env=bW9kZT1uZXh0JnBhZ2luZz15ZXNfXzA)

[oesterreich.at/biologische-varroose-bekaempfung-bbl-mv-aktuell+2500+1133500+1000376?env=bW9kZT1uZXh0JnBhZ2luZz15ZXNfXzA](http://www.biene-oesterreich.at/biologische-varroose-bekaempfung-bbl-mv-aktuell+2500+1133500+1000376?env=bW9kZT1uZXh0JnBhZ2luZz15ZXNfXzA) abgerufen

Brodtschneider, R. (28.. 1 2017). *www.bienenstand.at*. Von [http://bienenstand.at/wp-](http://bienenstand.at/wp-content/uploads/2015/01/ZukunftBieneZwischenbericht2016.pdf)

[content/uploads/2015/01/ZukunftBieneZwischenbericht2016.pdf](http://bienenstand.at/wp-content/uploads/2015/01/ZukunftBieneZwischenbericht2016.pdf) abgerufen

Brodtschneider, R. (1 18:07. 2 2017). *www.bienenstand.at*. Von

<http://bienenstand.at/winterverluste/winterverluste-201415/> abgerufen

Brodtschneider, R. (1 18:09. 2 2017). *www.bienenstand.at*. Von

<http://bienenstand.at/winterverluste/winterverluste-201516/> abgerufen

Dr. Eva Rademacher, M. H. (18 16:38. 8 2016). *Freie Universität Berlin fu-*

Neurobiologie. Von [http://www.neurobiologie.fu-](http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/menzel/Pub_AGmenzel/RademacherHarz_2006_ADIZ_Oxalsaure.pdf)
[berlin.de/menzel/Pub_AGmenzel/RademacherHarz_2006_ADIZ_Oxalsaure.p](http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/menzel/Pub_AGmenzel/RademacherHarz_2006_ADIZ_Oxalsaure.pdf)
[df](http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/menzel/Pub_AGmenzel/RademacherHarz_2006_ADIZ_Oxalsaure.pdf) abgerufen

Dr. Hans-Peter Liebig. (27 13:50. 8 2016). *bienenkunde.uni-hohenheim*. Von

[https://bienenkunde.uni-](https://bienenkunde.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/bienenkunde/Varroa/Diagnose_Bodeneinlage.pdf)
[hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/bienenkunde/Varroa/Diagnose_Bodene](https://bienenkunde.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/bienenkunde/Varroa/Diagnose_Bodeneinlage.pdf)
[inlage.pdf](https://bienenkunde.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/bienenkunde/Varroa/Diagnose_Bodeneinlage.pdf) abgerufen

ECODESIGN company GmbH. (16 15:34. 8 2016). *Varroa-Controller*. Von

http://df.varroa-controller.com/de_DE/waermebehandlung/ abgerufen

- Fink, I. M. (20 12:05. 8 2016). *Imkerhof Salzburg*. Von http://www.imkerhof-salzburg.at/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=73&Itemid=84 abgerufen
- Fluri, H. B. (18 15:03. 8 2016). *Archive ouverte HAL*. Von <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00891056/document> abgerufen
- Frey, E. (2009). *Beeinflussung der Reproduktion der parasitischen Bienenmilbe Varroa destructor durch spezifische Eigenschaften der Wirtslarve (Apis mellifera L.)*. Stuttgart, Hohenheim: Universität Hohenheim, Landesanstalt für Bienenkunde (Masterarbeit).
- Gerig, A. i. (27 15:41. 8 2016). *Agroskope*. Von <http://www.agroscope.admin.ch/imkerei/00000/00294/02107/index.html?lang=de> abgerufen
- Gritsch, H. (3 2016). Brutunterbrechung für wirkungsvolle Bekämpfung. *Bienen aktuell*, S. 12-16.
- Hirsch, M. I. (November 2015). Im Gespräch mit Dr. Rudolf Moosbeckhofer. *Bienenaktuell*, 22-23.
- Holt, M. (1. 17:47. 11. 2016). *Ruhr-Uni-Bochum*. Von <http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/HoltMarkus/diss.pdf> abgerufen
- Kopp, K. (18. 8 2016). *www.nassenheider.com*. Von <http://www.nassenheider.com/files/presse/imkerfreund%208-1996.pdf> abgerufen
- Kubersky, D. O. (18 15:26. 8 2016). *Organic Eprints*. Von <http://orgprints.org/10384/1/10384-02OE554-laves-boecking-2004-varroazide.pdf> abgerufen
- Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen. (27. 2 2013). Varroa Befallskontrolle mit Puderzucker. Kassel, Hessen. Abgerufen am 19. 2 2017 von <https://www.youtube.com/watch?v=-ZQmm78nMnE>

- Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen. (2 20:56. 4 2017). *www.llh.hessen.de*. Von https://www.llh.hessen.de/downloads/bieneninstitut/veroeffentlichungen/v/Varroa-Befallsmessung%20mit%20Puderzucker_07-2011.pdf abgerufen
- Lüneburg, C. G. (2004). *Reproduktionssteuerung bei der parasitischen Bienenmilbe Varroa destructor Anderson & Trueman (ehemals Varroa jacobonis Oudemans)*. Hohenheim.
- Mellifera e.V. (19 11:40. 8 2016). *imkerei-fischermuehle*. Von <http://www.imkerei-fischermuehle.de/fix/doc/OS0110.pdf> abgerufen
- Mellifera e.V.,. (19 12:12. 8 2016). *imkerei-fischermuehle*. Von http://www.imkerei-fischermuehle.de/fix/doc/Oxals%E4ureSpr%FChverfahren_Juni1994_8Seiten.pdf abgerufen
- Mellifera e.V.,. (2. 12:13. 10. 2016). *imkerei-fischermuehle*. Von <http://www.imkerei-fischermuehle.de/fix/doc/Bericht%20Kleinzellen%2002-2009.2.pdf> abgerufen
- Messner, W. (1986). *Untersuchungen über biotechnische und chemische Diagnosemethode der Varroa-Milbe*. Wien: Universität für Bodenkultur .
- Mitteregger, M. (1993). *Verhalten nicht parasitierter und durch Varroa Jacobsoni Oudemans parasitierter Arbeitsbienen*. Wien: Universität für Bodenkultur Wien.
- Moosbeckhofer, R. (5 1996). Noch immer aktuell-Ameisensäure zur Varroabehandlung. *Bienenvater*, S. 188-195.
- Moosbeckhofer, R. (2012). *Der erfolgreiche Imker*. Graz: Leopold Stocker Verlag GmbH.
- Niessner, D. (2000). *Die Varroabehandlung der Honigbiene mit Ameisensäure*. Wien: Institut für Nutztierwirtschaft der Universität für Bodenkultur.
- Oberrisser, R. M. (13 15:02. 8. 2016). *www.ages.at*. Von http://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Themen/Bienen/Varroa_Broschuere_2015.pdf abgerufen
- Odemer, R. (2009). *Reproduktion und Reproduktionslenkung von Varroa destructor (Anderson & Trueman 2000) in Drohnen- und Arbeiterinnenbrut von*

- Bienenvölkern (Apis mellifera L.) unterschiedlicher Herkunft*. Stuttgart, Hohenheim: Universität Hohenheim der Landesanstalt für Bienenkunde (Diplomarbeit).
- Pechhacker, M. (2002). *Beurteilung alternativer Selektionskriterien zur Varroatoleranzzucht*. Wien: Universität für Bodenkultur Wien.
- Rademacher, E. (1986). *Die Varroatose der Bienen*. Berlin: Schelzky & Jeep.
- Reinbacher, L. (2014). *Effects of Metarhizium anisopliae on host choice of the bee-parasitic mite Varroa destructor and the chemical profiles of the western honeybee Apis mellifera*. Wien: Universität für Bodenkultur Wien (Masterarbeit).
- Renz, M. (2003). *Die Populationsdynamik der Bienenmilbe Varroa destructor (Anderson) bei Völkern von Apis mellifera unter besonderer Berücksichtigung der Reinvasion*.
- Ritter, W. (2012). *Bienen gesund erhalten*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Rosenkranz, D. P. (22. 06 2016). *Universität Hohenheim*. Von https://bienenkunde.uni-hohenheim.de/uploads/media/Rosenkranz_Varroa_Juli012_Parasitenkurs.pdf abgerufen
- Schneider, V. (2010). *Untersuchungen zur genetischen Populationsstruktur von Varroa destructor*. München: Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Schreier, J. (2014). *Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit von Varroamilben in vitro unter verschiedenen Umgebungsbedingungen*. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Stefan Bogdanov, V. K. (18 12:23. 8 2016). *www.agroscope.ch*. Von http://www.agroscope.ch/publikationen/suche/index.html?sb_pubsearch=1&pubkeywords=einfluss+von+Organischen+Säuren&pubautor=&pubjahrvon=&pubjahrbis=&pubtyp=&pubsprache=&lang=de&pubsuche=Suchen abgerufen
- Wallner, I. A. (Februar 2016). Messbare Varroaresistenz im Test. *Bienenaktuell*, 22-23.

- Wirthumer-Hoche, D. D. (20 11:58. 8 2016). *Bundesamt für Sicherheit in Gesundheitswesen*. Von https://aspreregister.basg.gv.at/aspreregister/faces/aspreregister.jspx?_afLoop=28941519361569404&_afWindowMode=0&_adf.ctrl-state=ojlhws6y_4 abgerufen
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. (4 13:44. 2 2017). *www.wko.at*. Von <https://www.wko.at/Content.Node/branchen/w/Dachdecker-Glaser-und-Spengler/2016-08-anzeiger-ZAMG.pdf> abgerufen
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. (4 13:46. 2 2017). *www.wko.at*. Von <https://www.wko.at/Content.Node/branchen/w/Dachdecker-Glaser-und-Spengler/2016-09-anzeiger-ZAMG.pdf> abgerufen
- Ziegelmann, B. (2008). *Steuerung des Kopulationsverhaltens bei der Bienenmilbe Varroa destructor durch Duftstoffe des Weibchens*. Hohenheim: Fakultät II – Biologie der Universität Hohenheim (Diplomarbeit).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <http://teca.fao.org/fr/read/8712>

Abbildung 2: https://bienenkunde.unihoehenheim.de/uploads/media/Rosenkranz_Varroa_Juli012_Parasitenkurs.pdf

Abbildung 3: www.toleranzzucht.de

Abbildung 4: edoc.ub.uni-muenchen.de

Abbildung 5: de.fotolia.com

Abbildung 6: www.bienengesundheit.at

Abbildung 7: Renz, M. (2003). Die Populationsdynamik der Bienenmilbe *Varroa destructor* (Anderson) bei Völkern von *Apis mellifera* unter besonderer Berücksichtigung der Reinvansion.

Abbildung 8: Renz, M. (2003). Die Populationsdynamik der Bienenmilbe *Varroa destructor* (Anderson) bei Völkern von *Apis mellifera* unter besonderer Berücksichtigung der Reinvansion.

Abbildung 9: Renz, M. (2003). Die Populationsdynamik der Bienenmilbe *Varroa destructor* (Anderson) bei Völkern von *Apis mellifera* unter besonderer Berücksichtigung der Reinvansion.

Abbildung 10: eigenes Photo: vom 7.10.2016

Abbildung 11: eigenes Photo: vom 7.10.2016

Abbildung 12: eigenes Photo: vom 7.10.2016

Abbildung 13: eigenes Photo: vom 7.10.2016

Abbildung 14: eigenes Photo: vom 19.11.2016

Abbildung 15: eigenes Photo: vom 19.11.2016

Abbildung 16: eigenes Photo: vom 2.8.2016

Abbildung 17: eigenes Photo: vom 2.8.2016

Abbildung 18: <https://www.wko.at/Content.Node/branchen/w/Dachdecker-Glaser-und-Spengler/2016-08-anzeiger-ZAMG.pdf>

<https://www.wko.at/Content.Node/branchen/w/Dachdecker-Glaser-und-Spengler/2016-09-anzeiger-ZAMG.pdf>

Abbildung 19: eigenes Diagramm

Abbildung 20: eigenes Diagramm

Abbildung 21: eigenes Diagramm

Abbildung 22: eigenes Diagramm

Abbildung 23: eigenes Diagramm

Abbildung 24: eigenes Diagramm

Abbildung 25: eigenes Diagramm

Abbildung 26: eigenes Diagramm

Abbildung 27: eigenes Diagramm

Abbildung 28: eigenes Diagramm

Abbildung 29: eigenes Diagramm

Abbildung 30: eigenes Diagramm

Abbildung 31: eigenes Diagramm

Tabelle 1: eigene Tabelle

Tabelle 2: eigene Tabelle

Tabelle 3: eigene Tabelle

Tabelle 4: eigene Tabelle

Tabelle 5: eigene Tabelle

Tabelle 6: eigene Tabelle

Tabelle 7:https://www.lfh.hessen.de/downloads/bieneninstitut/veroeffentlichungen/v/Varroa-Befallsmessung%20mit%20Puderzucker_07-2011.pdf

Abkürzungsverzeichnis

N	Nassenheider Verdunster
L	Liebig Dispenser
V	Schwammtuch
A	APILIVE VAR
S	Summe
M	Mittelwert
St	Standardabweichung

Glossar

Apis cerena: Honigbienenart des Asiatischen Kontinents

Apis mellifera: ursprünglich nur in Europa beheimatete Honigbienenart

Apis mellifera carnica: Honigbienenrasse des mitteleuropäischen Gebietes

Sexualdimorphismus: Geschlechtsspezifische Unterschiede innerhalb einer Art von Gestalt, Physiologie oder Verhalten

Idiosoma: Hinterleib bei Milben

Gnathosoma: Mundgebiet bei Milben, bestehend aus Pedipalpen und Chelicelarien

sklerotisiert: Einlagerung des Strukturproteins Sklerotin in die Kutikula

Kutikula: äußere Körperdecke des Exoskelettes

Ventralschild: Chitinschild der Bauchseite von *Varroa destructor*

Pedipalpen: zwei fühlartige Extremitäten, Teil der Mundwerkzeuge

Chelicere: vor dem Mund liegende Kieferklaue

Intersegmentalhäutchen: Häutchen zwischen den Chitinpanzersegmenten bei Insekten

Hämolymphe: Körperflüssigkeit von Insekten (besitzt blutähnliche Aufgaben)

Spermatodaktyl: zur Spermaübergabe umfunktionierte Cheliceren der männlichen Varroamilbe

phoretische Phase: Phase des Lebenszyklus von *Varroa destructor* auf der adulten Biene

Thorax: Brustsegment der Biene

Abdomen: Hinterleib der Biene

Perithreme: schnorchelartiges Röhrchen, zum Atmen, von *Varroa destructor*

Ovoviviparie: Embryo befindet sich im Ei, schlüpft direkt vor oder nach der Geburt

Protonympe: erstes Larvenstadium von Varroa destructor

Deutonympe: zweites Larvenstadium von Varroa destructor

Pathogenese: beschreibt Infektion und Entwicklung einer Krankheit

Morphologie: beschreibt Struktur, Form und Farbe des Körperbaus

Hypopharynxdrüse: auch Futtersaftdrüse, Drüse im Kopf von Arbeitsbienen die den Futtersaft produziert

Baurahmen: Rähmchen ohne Mittelwand, wird mit Drohnenzellen ausgebaut

Brutscheune: vom Imker geschaffene Brutansammlung ohne Bienen, Brut schlüpft und läuft aus

käfigen: der Vorgang bei dem die Königin in einen Käfig gesperrt in das Bienenvolk eingehängt wird

Bannwabe: Wabe mit darauf gekäfigter Königin

Ableger: Jungvolk

Tracht: Pflanzen die Nektar produzieren

Einweiseln: Zusetzen einer Königin in ein Bienenvolk

Weisel: Königin im Imkerjargon

Stift: Ei der Bienenkönigin

Hyperthermie: Behandlung durch hohe Temperaturen

Varroacontroller: Gerät zur Behandlung durch Hyperthermie

Goliath: Gerät zur Behandlung durch Hyperthermie

Varroa Kill II: Gerät zur Behandlung durch Hyperthermie

Traubenbildung: Bienen bilden eine enge Kugel (Traube)

Windel: weiße vor Bienen und Ameisen geschützte Platte die unter das Bienenvolk eingeschoben wird

Anhang

	50%	80%	90%
N			
Mittelwert	9,6	14,8	22
Standartabweichung	1,140	0,447	3
L			
Mittelwert	6,4	11,2	19
Standartabweichung	0,548	0,837	6,377
V			
Mittelwert	9,5	18,75	-
Standartabweichung	0,577	4,992	-
A			
Mittelwert	23,5	-	-
Standartabweichung	0,707	-	-

Tabelle 3: Mortalitätsgrenzen bei den Behandlungsmethoden

Gesamtbefall/Wirkungsgrad	N	L	V*	V	A	Ges
Regressionsgerade(y=)	6E-06x + 0,8664	6E-06x + 0,886	2E-05x + 0,7481	5E-05x + 0,5045	3E-05x + 0,2857	2E-05x + 0,6716
Bogenmaß(R ²)	0,7787	0,3951	0,9391	0,5668	0,6446	0,0725

Tabelle 6: Regressionsgeraden und Bogenmaß der Korrelation von Gesamtbefall zu Wirkungsgrad

Eidesstaatliche Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Vorwissenschaftliche Arbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepten gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Wien am 15.2.2017

Unterschrift: