



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben

Bewertung von Anstrichen auf Bienenverträglichkeit

Projektpartner: Pigrol Farben GmbH
Hospitalstraße 39/71
D-91522 Ansbach

Projektlaufzeit: 01.09.2010 – 31.08.2011

Projektleitung: Dr. Ingrid Illies

Dienstgebäude:

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau · An der Steige 15 · 97209 Veitshöchheim ·
Zentral-Tel. 0931/9801-0... E-Mail: poststelle@lwg.bayern.de · Internet: <http://www.lwg.bayern.de>

1. Projekthintergrund

In der Imkerei ist eine Vielzahl von Arbeitsmitteln aus Holz gefertigt, die in der Regel einen Schutzanstrich benötigen. Diese Arbeitsmittel umfassen Bienenkästen wie Beuten und Ablegerkästen, Freiständer (Schutzhäuser für 5 bis 10 Völker) und Bienenhäuser. Bei der Auswahl des Anstrichs muss beachtet werden, dass von dem Produkt keine insektizide Wirkung ausgeht und Bienen nicht gefährdet sind. Neben einer unmittelbaren Gefährdung der Bienen dürfen die Anstriche auch das Volk im Verhalten nicht beeinträchtigen, wie dies z. B. durch intensiven Geruch der Fall sein kann. Die Farbe bzw. das Farbpigment sollte bei Einsatz als Fluglochmarkierung so gewählt sein, dass die Biene die Farbe bzw. die Farbkombinationen erkennen und nutzen kann.

Die Farbe darf zudem keine Rückstände in den Bienenprodukten (Honig und Wachs) hinterlassen. Hier gelten für die konventionelle Imkerei die Rückstandshöchstmengenverordnung und für die verschiedenen Bio- und Ökosiegel eigene Grenzwerte.

Der Gesetzgeber schützt mit diesem Vorgehen den Verbraucher vor Belastungen in Lebensmitteln. Es gibt jedoch keine gesetzlichen Regelungen zur Verwendung von Farben als Beutenanstrich. Farben mit insektizider Wirkung können Bienen beeinträchtigen und es gibt Hinweise auf entsprechenden Produkten, diese z. B. nicht in der Nähe von Bienenhäusern einzusetzen. Allerdings gibt es keine Einstufung von Farben oder Lasuren, wie es diese für Pflanzenschutzmittel gibt. Pflanzenschutzmittel müssen in Deutschland und in der EU vor ihrer Zulassung eine Prüfung auf Bienengefährlichkeit durchlaufen und erhalten nach deren Abschluss eine Bewertung als B1 (bienengefährlich), B2, B3 oder B4 (bienenungefährlich).

Verantwortlich für die Bewertung dieser Mittel ist in Deutschland das Julius-Kühn-Institut und für die Zulassung das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz. Die Bienenschutzverordnung gibt vor, dass nur bienenungefährliche Mittel in die offene Blüte ausgebracht werden dürfen.

Solche exakten Regelungen fehlen für Farben und Lasuren, die für Bienenkästen Verwendung finden. Im Rahmen dieses Projektes wurden zwei Produkte der Firma Pigrol Farben GmbH auf ihre Bienenverträglichkeit in verschiedenen Labor- und Freilandtests untersucht. Es wurde eine Lasur (Beutenschutz Lasur) und ein Lack (Beutenschutz Lack – Farbton grün) mit unbehandelten Kontrollen verglichen. In den Labortests kam zusätzlich eine Negativkontrolle (Anstrich mit insektizider Wirkung) und eine Variante mit Bienenwachs zum Einsatz.

Da bisher keine Erfahrungswerte zur Mortalität von Bienen bei Kontakt mit diesen Produkten vorlagen, wurden die Beobachtungszeiträume im Verlauf der Versuche angepasst, um aussagefähige Ergebnisse erzielen zu können.

2. Labortests

2.1 Zielsetzung der Labortests

In den Labortests wurden Bienen unter kontrollierten Bedingungen mit den Anstrichen in Kontakt gebracht. Dazu wurden zwei Versuche durchgeführt. Im Rahmen eines Lebensdauerversuches bestand der Kontakt aus einer Käfigwand, die mit einer angestrichenen Holz-

platte ausgestattet war. Die Holzplatte erhielt zwei Anstriche mit einem Produkt und eine mehrstündige Trocknungszeit. Die eingesetzten Biengruppen waren gezwungen, die Fläche zu belaufen und kamen in Kontakt mit der Platte. Die Bienen wurden mehr als drei Wochen in den Käfigen gehalten, um auch zeitverzögerte Effekte erfassen zu können. Dabei wurden Futter und Mortalität in zweitägigen Abständen kontrolliert und auch das Verhalten der Tiere beobachtet.

In einem weiteren Versuch wurden die Bienen mit den Farben im feuchten Zustand in Kontakt gebracht. Dazu wurden Bienen kleine Mengen feuchter Farbe auf den Thorax appliziert und die Tiere nach dieser Behandlung ebenfalls in Käfigen über mehrere Tage beobachtet. Dieser Versuch stellt eine Extremsituation dar, da üblicherweise die Bienen keine so großen Mengen Farbe in feuchtem Zustand auf ihren Körper erhalten. Allerdings zeigt die Versuchspraxis mit Pflanzenschutzmitteln, dass bienengiftige Substanzen bei einer Applikation auf den Thorax in den Bienenkörper gelangen können. Dies kann einerseits durch das direkte Eindringen des Wirkstoffs in die Biene erfolgen, andererseits auch durch das gegenseitige Ablecken der Substanz geschehen.

2.2 Lebensdauertest

Versuchskäfige aus Edelstahl (siehe Abb. 1) wurden mit jeweils 50 Jungbienen besetzt und die Rückwand des Käfigs mit einem Holzplättchen (5 x 7 cm) ausgestattet (siehe Abb.1). Die Holzplättchen sind nach Anwendungsempfehlung des Herstellers zweimal mit den Produkten behandelt worden und konnten vor Verwendung 18 Stunden trocknen. Als Kontrolle dienten Käfige mit unbehandelten Holzplättchen und Käfige mit Holzplättchen, die einen Überzug aus reinem Bienenwachs erhalten haben. Eine Prüfgruppe erhielt Plättchen, die mit einem schwach-insektiziden Anstrich (Negativkontrolle) versehen wurden.

Für jede Behandlungsvariante wurden 10 Käfige eingerichtet und über 3 Wochen beobachtet. Die Käfige wurden im Brutschrank bei 27°C aufgestellt und mit Futter *ad libitum* versorgt. Die Mortalität wurde im Abstand von 2 Tagen erfasst, in dem die Anzahl toter Bienen im Käfig gezählt wurde. Tote Tiere wurden entfernt. Bei jeder Kontrolle wurde das Verhalten der Tiere beobachtet und Auffälligkeiten notiert.

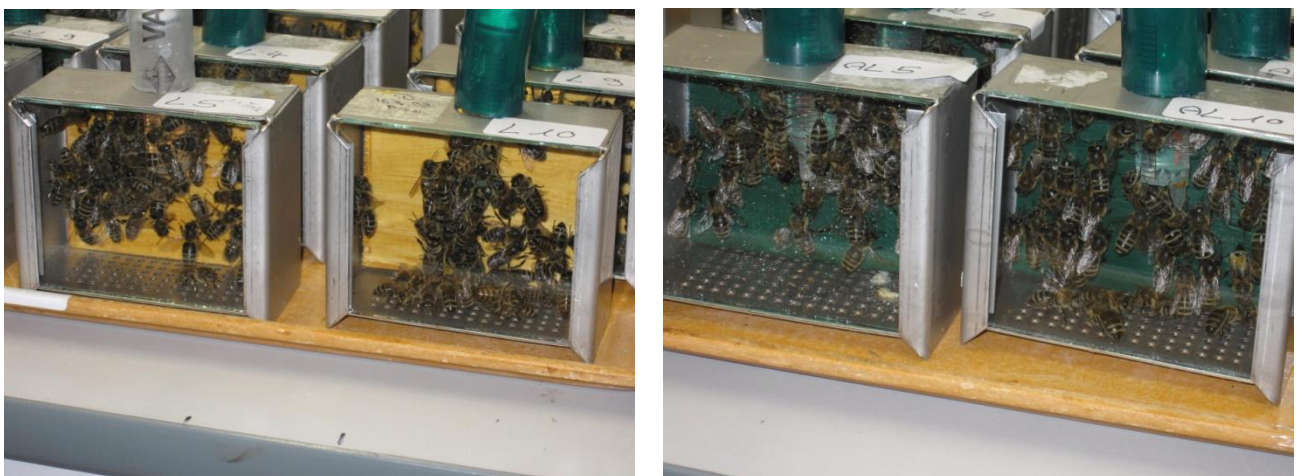


Abb. 1: Versuchskäfige mit behandelten Holzplättchen an der Rückwand

In die Auswertung sind nicht alle angesetzten Käfige eingegangen, da während des Versuches drei Käfige ausgefallen sind (jeweils ein Käfig im Prüfglied „Kontrolle unbehandelt“, „Wachs“ und „Negativkontrolle“). In einem Fall hatte sich das mit Wachs an der Rückwand befestigte Holzplättchen gelöst und mehrere Bienen gequetscht, in den beiden anderen Käfigen ist das Futtergefäß ausgelaufen, so dass die Tiere mit Futterlösung verklebt waren.

Auf Grund der geringen Mortalität wurde die Beobachtungszeit von 21 Tagen auf 25 Tage erweitert. Abb. 2 zeigt die Mortalität der Bienen in Prozent nach 9, 21 und 25 Tagen nach Einsatz der Tiere in die Käfige. Dargestellt sind die Mittelwerte der 10 resp. 9 Käfige und die Standardabweichung.

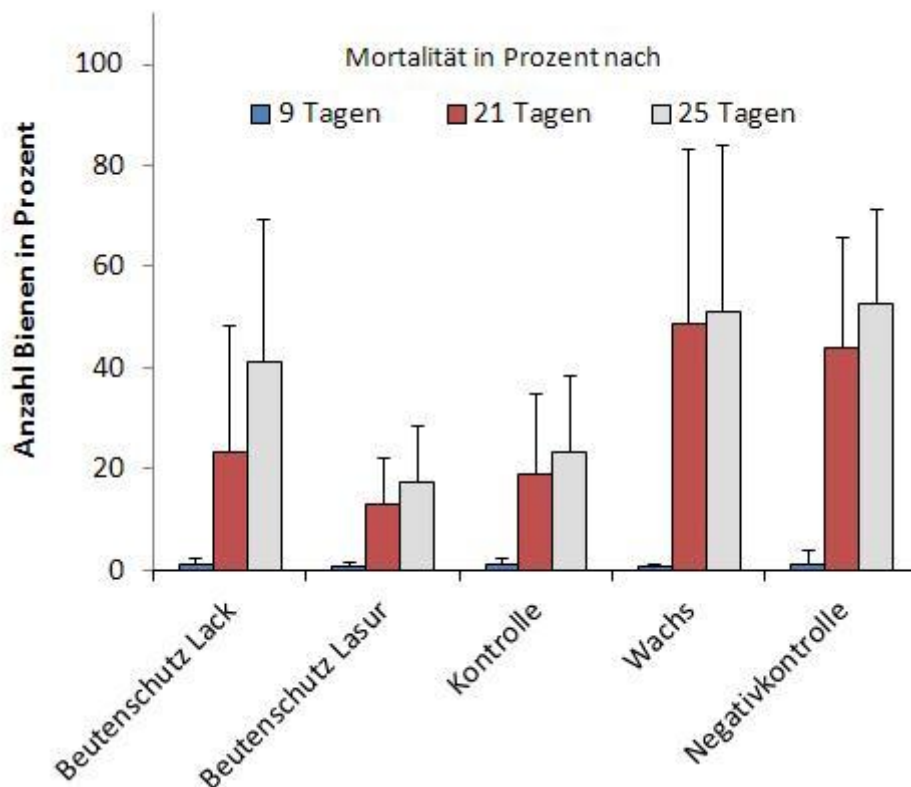


Abb. 2: Mortalität im Lebendauertest nach 9, 21 und 25 Tagen in Prozent. Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichung;

Nach 9 Tagen lag die mittlere Mortalität in allen Prüfgliedern unter 5 Prozent. Es konnten zu diesem Zeitpunkt keine statistischen Unterschiede ermittelt werden ($X^2 = 3,50$; $df = 4$; $p = 0,477$; H-Test nach Kruskal-Wallis). Unterschiede treten jedoch nach 21 und 25 Tagen auf.

Die höchste Mortalität trat nach 21 bzw. 25 Tagen bei den Prüfgliedern Wachs und Negativkontrolle mit knapp 50 Prozent im Mittel auf. Bei Verwendung von Beutenschutz Lack lag die mittlere Mortalität nach 21 Tagen bei 21 Prozent und nach 25 Tagen bei 41 Prozent. Die Verwendung von Beutenschutz Lasur führte zu ähnlichen Mortalitätsraten (13 bzw. 18 Prozent) im Vergleich zur Kontrolle (19 bzw. 23 Prozent). Zwischen Beutenschutz Lasur und Kontrolle gibt es weder nach 21 noch nach 25 Tagen signifikante Unterschiede, gleiches gilt für den Vergleich Beutenschutz Lack mit der Kontrolle (siehe Anhang I).

Die Mortalität nach 21 und 25 Tagen ist bei Beutenschutz Lasur im Vergleich zum Prüfglied Negativkontrolle signifikant geringer, bei Beutenschutz Lack ist der Unterschied nur nach 21 Tagen statistisch abzusichern (U-Test nach Mann und Whitney; siehe Anhang 1).

Auffällig ist die hohe mittlere Mortalität bei Verwendung von Bienenwachs. Die erhöhte Mortalität lässt sich eventuell durch die größere Aktivität erklären, die die Tiere auf den mit Wachs behandelten Platten zeigten, während sie bei den anderen Varianten eher eine Traube auf dem Holzplättchen bildeten. Diese erhöhte Aktivität kann evt. die Lebensdauer beeinflussen haben.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Mortalität der Prüfglieder Beutenschutz Lack und Lasur zu keinem der drei Zeitpunkte gegenüber der unbehandelten Kontrolle, der Negativkontrolle oder auch der Prüfvariante mit Bienenwachs signifikant erhöht ist. Genaue Angaben zur statistischen Analyse sind im Anhang 1 dargestellt.

2.3 Kontakttest

In einem Kontakttest wurden kleine Mengen der Produkte einzelnen Bienen direkt auf den Thorax appliziert. Als Kontrolle diente hier ein Zeichenstift (Edding 751, permanent, geruchsarm, ohne Zusatz von Xylol Toluol), der in der Königinnenzucht für die Markierung von Königinnen verwendet wird. Die Negativkontrolle entspricht dem gleichen Produkt wie im Lebensdauertest.

Für diesen Versuch wurden zunächst 20 Jungbienen in Käfige eingesetzt und 24 h im Brutschrank gehalten. Jedes Prüfglied bestand aus fünf Käfigen mit jeweils 20 Bienen. Am Folgetag erhielten die Tiere Einzelapplikationen auf den Thorax. Für die Applikation ist eine kurzzeitige Betäubung der Bienen durch Abkühlung erforderlich, da die Tiere sich sonst putzen und die feuchte Farbe Antennen und Flügel verklebt. Im Anschluss an die Applikation werden die Tiere wieder in die Käfige gesetzt und analog zum Lebensdauertest beobachtet, allerdings wird die Beobachtungszeit auf 15 Tage verkürzt, da die Verkleinerung der Gruppengröße sich in der Regel auf die Lebensdauer der Tiere auswirkt.

Um den Einfluss der Abkühlung zu erfassen wurde eine zusätzliche Käfiggruppe eingerichtet, in der die Bienen nur abgekühlt wurden. Diese Gruppe wird in diesem Versuch als „Kontrolle“ bezeichnet. Die Tiere dieser Gruppe erhielten keine Applikation. Die Farben wurden mit Hilfe eines Holzstäbchens als gleichmäßig große Tropfen auf den Thorax aufgetragen (siehe Abb. 3). Eine genaue Abmessung der Menge (z. B. mit einer Pipette) war auf Grund der hohen Viskosität der Farben nicht möglich.



Abb. 3: Markierung einer abgekühlten Biene mit Lasur. Die Farbe darf nur mittig auf den Thorax aufgetragen werden, damit weder Atemöffnungen noch Flügel verklebt werden.

Tiere, die im Kontakttest starben, starben zu einem überwiegenden Anteil in den ersten 72 h nach Applikation. In allen Prüfgliedern, mit Ausnahme der Negativkontrolle, liegt die Mortalität nach 15 Tagen unter 50 Prozent (siehe Abb. 4). Die geringste Mortalität trat bei der Kontrolle (bis 10 Prozent) auf, die höchste bei der Negativkontrolle (bis 89 Prozent).

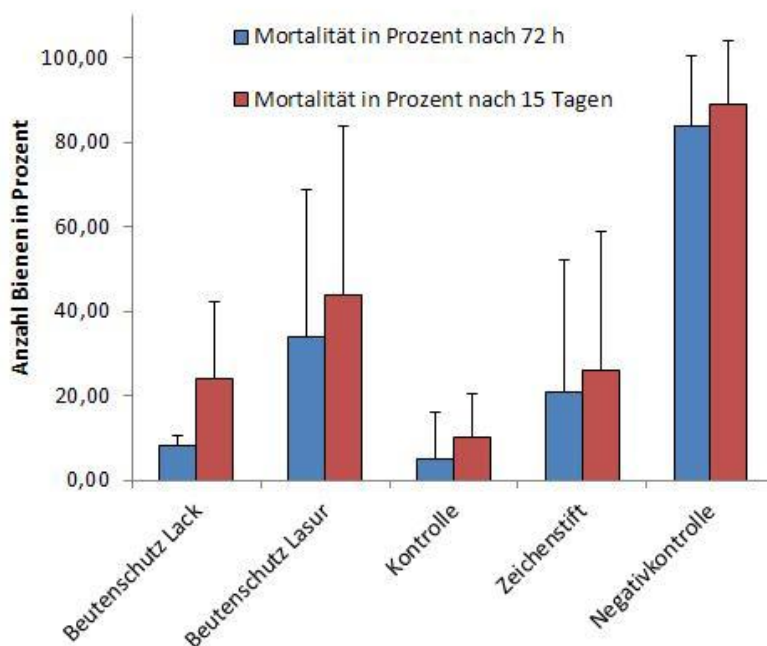


Abb. 4: Mortalität im Kontakttest nach 72 h und 15 Tagen in Prozent. Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen.

Die Mortalität im Prüfglied „Beutenschutz Lack“ entspricht der Größenordnung bei Verwendung eines Zeichenstiftes. Signifikante Unterschiede zwischen „Beutenschutz Lack“ und den anderen Prüfgliedern sind ausschließlich bei Vergleich mit der Negativkontrolle festzustellen

(U-Test nach Mann und Whitney, siehe Anhang 2). Die Negativkontrolle wies eine höhere Mortalität auf.

Die Mortalität im Prüfglied „Lasur“ ist im Vergleich zum „Lack“ etwas erhöht, liegt aber im Mittel unter der Negativkontrolle. Die Unterschiede zur Negativkontrolle sind nach 72 Stunden signifikant ($U = 2,5$; $z = -2,095$; $p = 0,032$; U-Test nach Mann und Whitney), nach 15 Tagen allerdings nicht mehr ($U = 4$; $z = -1,844$; $p = 0,95$; U-Test nach Mann und Whitney). Gegenüber der unbehandelten Kontrolle ist die Mortalität bei der Variante „Lasur“ erhöht, allerdings nicht signifikant (72 Stunden: $U = 3$; $z = -2,048$; $p = 0,056$; 15 Tage: $U = 5$; $z = -1,591$; $p = 0,151$).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Applikation beider Anstriche – Beutenschutz Lack und Lasur - auf den Thorax der Tiere im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle eine im Mittel leicht erhöhte Mortalität auslöste, dies aber statistisch nicht signifikant war. Im Vergleich mit einem in der imkerlichen Praxis angewendeten Zeichenstift konnten bei Verwendung von Beutenschutz Lack keine erhöhte Mortalität beobachtet werden. Die Applikation von Beutenschutz Lasur führte gegenüber dem Zeichenstift zu einer erhöhten Mortalität, diese Erhöhung ist aber statistisch nicht signifikant.

3 Freilandversuch

Für den Freilandversuch wurden unbehandelte Bienenkästen mit den beiden Anstrichen versehen. Um mögliche Effekte deutlich nachweisen zu können, wurden die Kästen entgegen der imkerlichen Praxis nicht nur von außen sondern auch von innen gestrichen (siehe Abb. 5). Als Kontrolle wurden Kästen ohne Anstrich genutzt. Diese Kästen wurden Mitte September 2010 mit Jungvölkern besetzt und die Beuten mit Totenfallen ausgestattet (siehe Abb. 6). Diese Totenfallen ermöglichen eine Erfassung der Mortalität im Bienenvolk. Die Totenfallen wurden im Herbst über mehrere Wochen kontrolliert. Für jedes Prüfglied wurden fünf Beuten mit Jungvölkern besetzt.



Abb. 5: Auftragen der zu prüfenden Anstriche. Die Anstriche wurden auch im Inneren der Beuten angewendet.



Abb. 6: Bienenvölker in gestrichenen und unbeschichteten Beuten mit vorgebauter Totenfalle zur Bestimmung der Mortalität

Im Herbst 2010 und im Frühjahr 2011 wurden an den Völkern Populationsschätzungen nach der Liebefelder Methode durchgeführt. Dabei wird die Anzahl Bienen und Brutzellen ermittelt, so dass die Stärke der Völker verglichen werden kann.

Im Zeitraum vom 28.09.2010 bis zum 28.10.2010 wurden die Totenfällen wöchentlich geleert und die Anzahl toter Tiere gezählt. In den ersten drei Wochen lag der Totenfall im Mittel unter 100/Tieren pro Woche und Volk (siehe Abb. 7). Diese Werte sind für Bienenvölker im Herbst normal. Zwischen den einzelnen Prüfgliedern gab es keine Unterschiede ($p = 0,420$; $X^2 = 1,733$; $df = 2$; H-Test nach Kruskal-Wallis). Bei der letzten Kontrolle war der Totenfall etwas erhöht, allerdings wurden in den Totenfällen der Kontrollvölker die meisten toten Tiere gefunden.

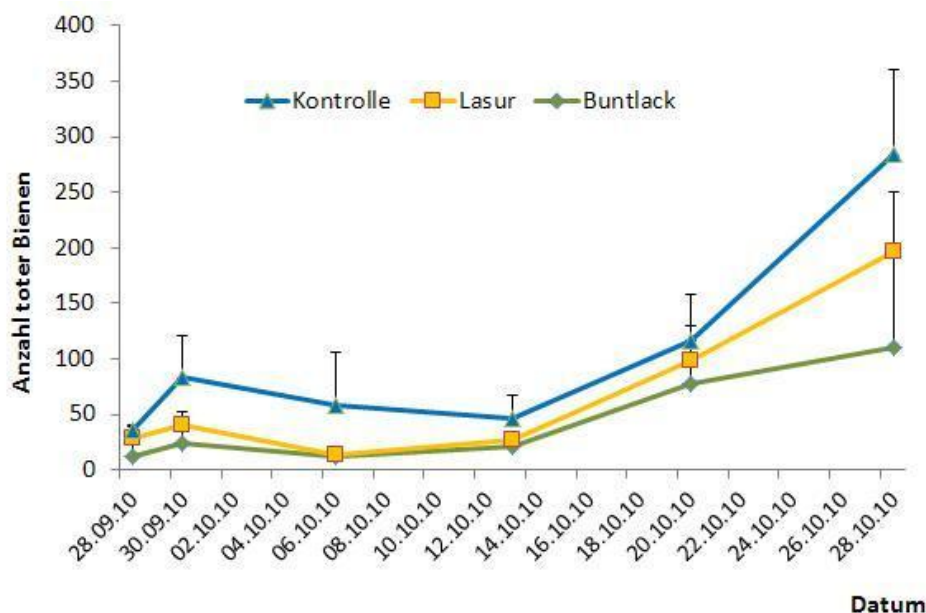


Abb. 7: Anzahl toter Bienen in den Totenfällen; Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichungen von jeweils 5 Völkern.

Von den insgesamt 15 Völkern wurden 14 ausgewintert, ein Volk aus der Gruppe „Beutenschutz Lack“ musste auf Grund einer hohen Varroabelastung und damit einhergehender geringer Volksstärke im Frühjahr 2011 aufgelöst werden.

Im Frühjahr 2011 wurden mögliche Effekte auf die Brut überprüft, indem die Brutmortalität bestimmt wurde. Dazu wurden an allen Völkern Folienprotokolle angefertigt. Im Rahmen der Folienprotokolle werden mindestens 100 Brutzellen individuell markiert und die Entwicklung der Brut vom Ei bis kurz vor dem Schlupf verfolgt. Die markierten Waben werden mittels Gitter von der Königin abgesperrt, so dass diese bei Absterben der Brut keine neue Brut anlegen kann. Das Gitter kann aber von den Arbeiterinnen passiert werden, d. h. die offene Brut wird gepflegt.

Die Mortalität lag bei allen Prüfgliedern und der Kontrolle im Mittel unter 10 Prozent und ist damit als geringfügig einzustufen. Die Ergebnisse sind in Abb. 8 dargestellt. Im Prüfglied „Beutenschutz Lack“ konnten nur 4 Völker getestet werden, da ein Volk aufgelöst werden musste. Die breite Streuung im Prüfglied „Beutenschutz Lack“ ist auf einen Ausreiser (24 Prozent) zurückzuführen, die drei weiteren Völker wiesen eine Brutmortalität unter sechs Prozent auf. Unterschiede zwischen den Gruppen konnten nicht nachgewiesen werden ($X^2 = 0,561$; $df = 2$; $p = 0,744$; H-Test nach Kruskal-Wallis).

Der Ausreisser von 24 Prozent ist vermutlich auf Grund der geringen Volksstärke erklärbar. Für die Bestimmung der Brutmortalität muss die Wabe gekäfigt werden, dies führt immer dazu, dass einzelne Brutbereiche weniger gut von den Bienen gewärmt werden können. Starke Völker können dies besser abfangen als schwächere Völker. Das betroffene Bienenvolk wies zum Zeitpunkt der Erfassung der Brutmortalität die geringste Volksstärke auf.

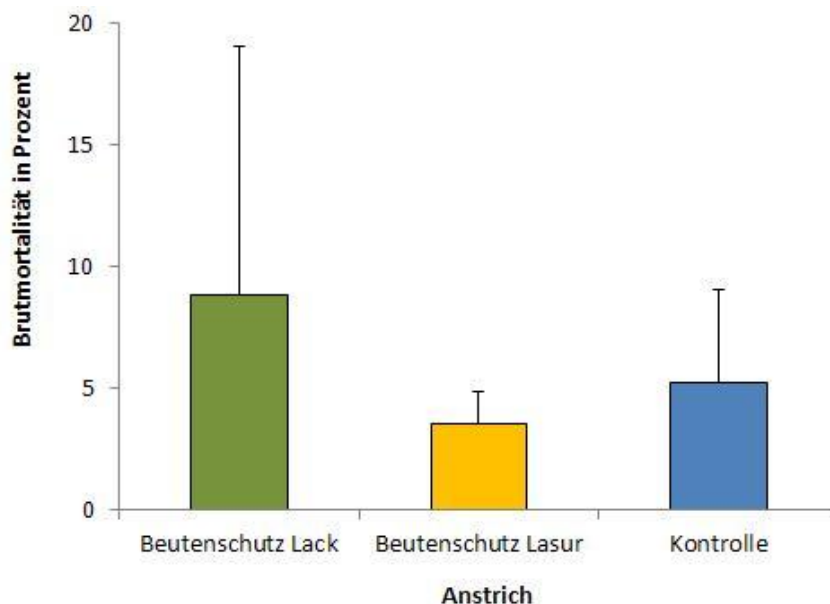


Abb. 8: Brutmortalität im Freilandversuch; Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichung.

Die Ergebnisse der Populationsschätzungen sind in Abb. 9 dargestellt. Die Völker waren zu Versuchsbeginn im September 2010 einräumig und wurden auch als einräumige Völker überwintert. Dies bedeutet, dass die Bienen eine Zarge mit 10 Waben im Zandermaß zur Verfügung hatten. Diese Form der Überwinterung ist für Jungvölker üblich und ist im Imkereibetrieb des Fachzentrums Bienen gut erprobt.

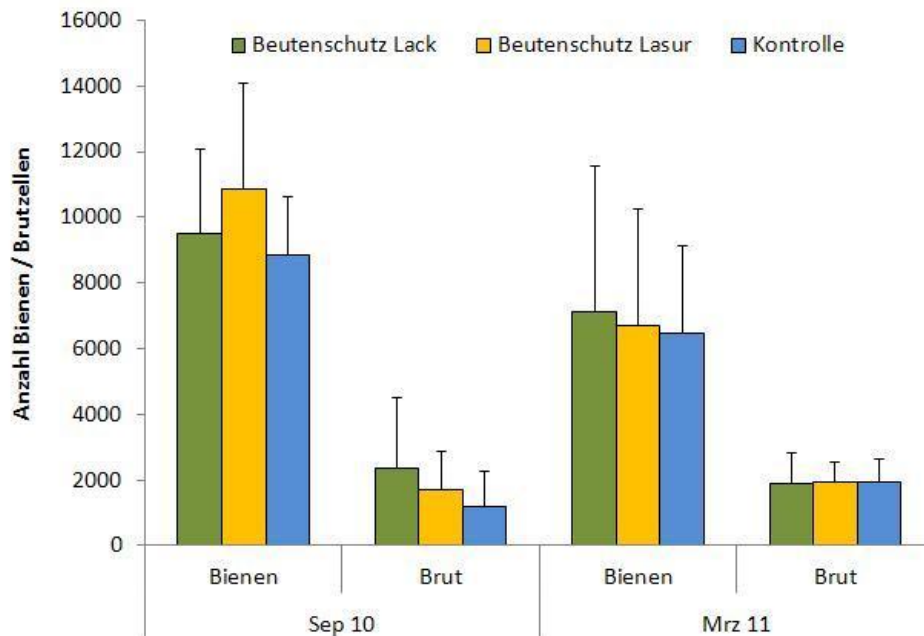


Abb. 9: Volksstärke der beobachteten Völker in unterschiedlich behandelten Beuten im September 2010 und März 2011; Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichung von Bienenzahl und Anzahl der Brutzellen.

Die Populationsschätzung im Herbst fand Ende September 2010 statt, eine Woche nach Umsetzen der Völker, die Datenaufnahme im Frühjahr nach der Auswinterung im März 2011. Die Völker waren bewusst mit ähnlicher Stärke ausgewählt worden, um die Gruppen besser vergleichen zu können. Die Völker besetzten 9 bis 10 Waben und hatten im Mittel knapp 10.000 Bienen. Die Völker im Prüfglied Beutenschutz Lasur waren geringfügig stärker als die Völker der beiden anderen Gruppen, allerdings waren diese Unterschiede statistisch nicht signifikant. Auch die Brutnester der Völker waren mit knapp 2000 Brutzellen im Mittel vergleichbar.

Zum Zeitpunkt der Auswinterung im März 2011 hatte die Bienenzahl gegenüber der Messung im September abgenommen. Diese Entwicklung ist für Bienenvölker normal. Ein Volk musste aufgelöst werden und konnte bei der Auswinterung nicht mehr erfasst werden. Dies reduziert die Stichprobengröße für das Prüfglied „Beutenschutz Lack“ bei der Populationsschätzung auf vier.

Es konnten im Frühjahr zwischen den Völkern keine Unterschiede in der Bienenzahl und in der Anzahl Brutzellen beobachtet werden. Aus den Daten der Populationsschätzungen wurde der Überwinterungsquotient der Völker ermittelt (siehe Abb. 10), der es ermöglicht, die Überwinterung der Völker miteinander zu vergleichen. Dabei wird die Bienenzahl zur Auswinterung durch die Bienenzahl bei der Einwinterung geteilt. Liegt der Quotient nahe eins, hat

sich die Volksstärke über den Winter kaum verändert, ist der Quotient größer eins ist das Volk über den Winter gewachsen, ist der Quotient kleiner eins hat das Volk über den Winter an Bienenmasse verloren.

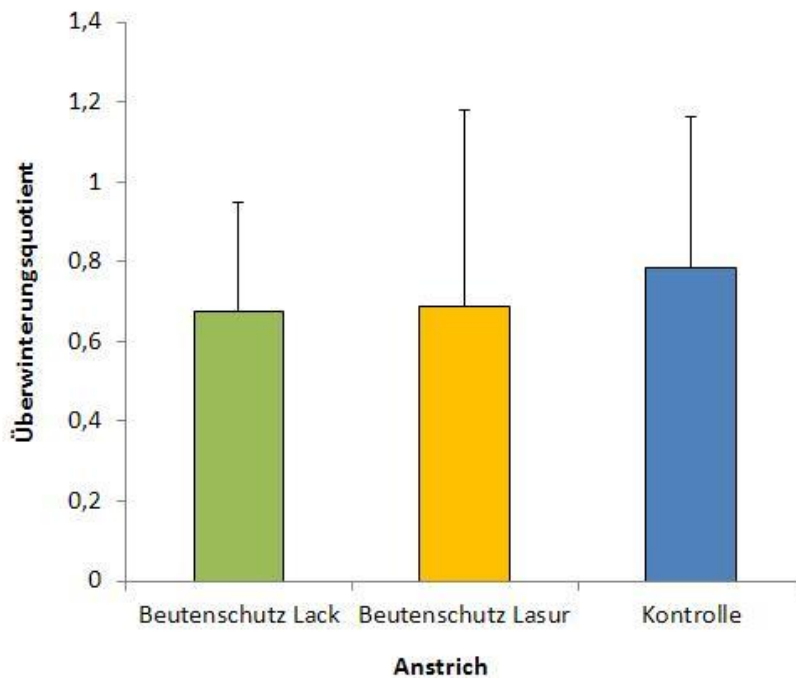


Abb. 10: Überwinterungsquotient der Völker, die in unterschiedliche behandelten Beuten überwintert wurden; Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichung von Bienenzahl und Anzahl der Brutzellen.

Der Überwinterungsquotient lag im Mittel zwischen 0,6 und 0,8, was für die Überwinterung 2010 / 2011 als normal einzustufen ist. Ein Vergleich der Überwinterungsquotienten ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede ($X^2 = 0,386$; $df = 2$; $p = 0,825$; H-Test nach Kruskal-Wallis).

In den Freilandversuchen konnten somit weder bei der Mortalität im Bienenvolk noch bei der Volksentwicklung oder der Brutmortalität negative Effekte der Anstriche im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle beobachtet werden.

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die getesteten Produkte Beutenschutz Lack und Beutenschutz Lasur zeigten weder in Labor- noch in Freilandversuchen negative Effekte auf Honigbienen. In Versuchen zur Lebensdauer konnten keine Unterschiede im Vergleich zu unbehandelten Kontrollen nachgewiesen werden.

Eine direkte Applikation der Produkte auf den Körper von Bienen führte zu einer Mortalitätsrate, die gegenüber der unbehandelten Kontrolle erhöht war, dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant. Im Vergleich mit einem in der Königinnenzucht verwendeten Zeichenstift konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden.

Bienenvölker, die in behandelten Beuten unter praxisnahen Bedingungen gehalten wurden, wiesen im Vergleich zu Völkern in unbehandelten Beuten eine vergleichbare Volksentwicklung auf und es wurde weder ein erhöhter Totenfall am Flugloch noch eine erhöhte Brutmortalität beobachtet.

Veitshöchheim im August 2011

Dr. Ingrid Illies

Anhang 1: Statistische Analyse zum Lebensdauerversuch

Anhang 2: Statistische Analyse zum Kontakttest

Anhang I: Statistische Analyse – Lebensdauerversuch

Vergleich der Prüfglieder in einem nicht-parametrischen Test für ungepaarte Stichproben

Test: U – Test nach Mann und Whitney

Abkürzung: BS = Beutenschutz

Keine Analyse im U-Test nach 9 Tagen, da H-Test nach Kruskal und Wallis als Vortest keine Unterschiede aufzeigte.

Mortalität nach 21 Tagen

Vergleich 1:2	Mittler Rang 1	n ₁	Mittlerer Rang 2	n ₂	U- Wert	Z	p
BS Lack : BS Lasur	11,85	10	9,15	10	36,50	-1,022	0,315
BS Lack : Negativkontrolle	7,00	10	13,33	9	15,00	-2,449	0,013
BS Lack : unbehandelte Kontrolle	10,40	10	9,56	9	41,00	-0,327	0,780
BS Lack : Kontrolle Wachs	8,10	10	12,11	9	26,00	-1,552	0,133
BS Lasur : Negativkontrolle	6,00	10	14,44	9	5,00	-3,269	0,001
BS Lasur : unbehandelte Kontrolle	8,85	10	11,28	9	33,50	-0,940	0,356
BS Lasur : Kontrolle Wachs	7,00	10	13,33	9	15,00	-2,453	0,013
Negativkontrolle : unbeh. Kontrolle	12,72	9	6,28	9	11,50	-2,562	0,008
Negativkontrolle : Kontrolle Wachs	9,44	9	9,56	9	40,00	-0,044	1,000
unbeh. Kontrolle : Kontrolle Wachs	7,00	9	12,00	9	18,00	-1,988	0,050

Mortalität nach 25 Tagen

Vergleich 1:2	Mittler Rang 1	n ₁	Mittlerer Rang 2	n ₂	U- Wert	Z	p
BS Lack : BS Lasur	12,65	10	8,35	10	28,50	-1,626	0,105
BS Lack : Negativkontrolle	8,30	10	11,89	9	28,00	-1,388	0,165
BS Lack : unbehandelte Kontrolle	11,70	10	8,11	9	28,00	-1,388	0,182
BS Lack : Kontrolle Wachs	9,20	10	10,89	9	37,00	-0,653	0,549
BS Lasur : Negativkontrolle	5,50	10	15,00	9	0,00	-3,674	0,001
BS Lasur : unbehandelte Kontrolle	9,45	10	10,61	9	39,50	-0,449	0,661
BS Lasur : Kontrolle Wachs	7,05	10	13,28	9	15,50	-2,411	0,013
Negativkontrolle : unbeh. Kontrolle	13,22	9	5,78	9	7,00	-2,958	0,002
Negativkontrolle : Kontrolle Wachs	9,89	9	9,11	9	37,00	-0,309	0,796
unbeh. Kontrolle : Kontrolle Wachs	7,33	9	11,67	9	21,00	-1,723	0,094

Anhang II: Statistische Analyse – Kontakttest

Vergleich der Prüfglieder in einem nicht-parametrischen Test für ungepaarte Stichproben

Test: U – Test nach Mann und Whitney; $n_1 = 5$, $n_2 = 5$

Abkürzung: BS = Beutenschutz

Mortalität nach 72 Stunden

Vergleich 1:2	Mittlerer Rang 1	Mittlerer Rang 2	U-Wert	Z	p
BS Lack : BS Lasur	4,10	6,90	5,50	-1,529	0,151
BS Lack : unbehandelte Kontrolle	7,00	4,00	5,00	-1,643	0,159
BS Lack : Zeichenstift	5,60	5,40	12,00	-0,109	1,000
BS Lack : Negativkontrolle	3,00	8,00	0,00	-2,652	0,008
BS Lasur : unbehandelte Kontrolle	7,40	3,60	3,00	-2,048	0,056
BS Lasur : Zeichenstift	6,50	4,50	7,50	-1,061	0,289
BS Lasur : Negativkontrolle	3,50	7,50	2,10	-2,095	0,032
unbehandelte Kontrolle: Zeichenstift	4,20	6,80	6,00	-1,453	0,222
unbehandelte Kontrolle: Negativkontrolle	3,00	8,00	0,00	-2,694	0,008
Zeichenstift : Negativkontrolle	3,30	7,70	1,50	-2,312	0,016

Mortalität nach 15 Tagen

Vergleich 1:2	Mittlerer Rang 1	Mittlerer Rang 2	U-Wert	Z	p
BS Lack : BS Lasur	4,10	6,90	10,00	-0,530	0,690
BS Lack : unbehandelte Kontrolle	6,80	4,20	6,00	-1,388	0,222
BS Lack : Zeichenstift	6,10	4,90	9,50	-0,631	0,548
BS Lack : Negativkontrolle	3,00	8,00	0,00	-2,652	0,008
BS Lasur : unbehandelte Kontrolle	7,00	4,00	5,00	-1,591	0,151
BS Lasur : Zeichenstift	6,40	4,60	8,00	-0,952	0,421
BS Lasur : Negativkontrolle	3,80	7,20	4,00	-1,844	0,095
unbehandelte Kontrolle: Zeichenstift	4,90	6,10	9,50	-0,636	0,548
unbehandelte Kontrolle: Negativkontrolle	3,00	8,00	0,00	-2,652	0,008
Zeichenstift : Negativkontrolle	3,40	7,60	2,00	-2,220	0,032