

Bericht 2012 - 2015

Einfluss von spätblühenden Gründüngungskulturen auf die Entwicklung und Überwinterung von Honigbienenkolonien

In Partnerschaft mit:





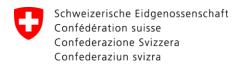
Mit Finanzierung von:











Inhaltsverzeichnis

1	Zu	sammenfassung	2					
2	Ein	Einleitung						
3	Me	ethode	4					
	3.1	Versuchsanordnung	4					
	3.2	Klima	4					
	3.3	Bewertungskriterien	4					
	3.4	Pollen	4					
	3.5	Flugintensität	5					
	3.6	Gewicht die Bienenstöcke	5					
	3.7	Varroa	5					
	3.8	Sterblichkeitsrate am Flugloch	5					
	3.9	Entwicklung der Völker	5					
	3.10	Chemische Anlayse	5					
	3.11	Statistik	5					
4	Re	sultate	6					
	4.1	Pollen	6					
	4.2	Flugintensität	e					
	4.3	Gewicht der Bienenstöcke	7					
	4.4	Varroa	7					
	4.5	Chemische Analyse	7					
	4.6	Sterblichkeitsrate am Flugloch	7					
	4.7	Entwicklung der Völker	7					
5	Di	skussion	8					
5	Sc	hlussfolgerungen	10					
7	Da	ınksagung	10					
3	Re	ferenzen	11					
9	Ta	bellen und Abbildungen	13					
1() Ar	nhang	33					

Autoren

Marie Gallot^{1,2}, Jean-Daniel Charrière¹, Bernard Beuret² et Gérald Buchwalder²

- ¹. Centre de recherche apicole, Agroscope, Schwarzenburgstrasse 161, 3003 Bern, Suisse
- ². Fondation Rurale Interjurassienne, Courtemelon, Case postale 65, 2852 Courtételle, Suisse

Deutsche Übersetzung von Marie Gallot und Ronald Schmidt

1 Zusammenfassung

Seit über 15 Jahren ist die Aussaat einer Gründüngungskultur von Phacelia nach der Ernte des Getreides gängige Praxis im Agrarbereich. Nun aber bemerken einige Bienenzüchter eine Schwächung der Honigbienen-kolonien nach dem Nektarsammeln auf diesen spätblühenden Gründüngungskulturen. Sie befürchten eine vorzeitige Erschöpfung der Winterbienen. Diese Studie versucht abzuschätzen, ob das späte Nektar- und Pollensammeln eine Schwächung der Kolonien verursacht. Ausserdem möchte die Studie ermitteln, ob die im Boden zurückbleibenden Neonikotinoide eine Einwirkung auf Honigbienen haben, wenn ein Zwischenfutter auf eine mit diesen Pestiziden behandelte Kultur folgt.

Die Studie zeigt, dass spätblühende Gründüngungskulturen von Phacelia weder einen negativen noch einen positiven Einfluss auf Bienenvölker haben. Die Winterverluste sind dadurch nicht erhöht. Chemische Analysen zeigen, dass man Spuren von Neonikotinoide im Boden finden kann unabhängig von der Behandlung der vorherigen Kultur. Diese Schadstoffe können sich infolgedessen in den gesammelten Pollen und im Bienenbrot innerhalb der Bienenstöcke befinden. Unter diesen Bedingungen ist es nicht möglich, den Effekt von zurückbleibenden Neonikotinoide auf die Kolonien zu bestimmen. Obwohl die vorherigen Kulturen mit Clothianidine behandelt wurden, findet man die Substanz nur in einzelnen Proben in geringen Mengen im Pollen und in anderen Imkereiprodukten und nicht in den toten Bienen die man vor den Bienenkasten gesammelt hat.

2 Einleitung

Seit mehrere Jahren haben schwerwiegende Verluste an Bienenvölkern die Imker sowohl in der Schweiz, als auch in ganz Europa und in Nordamerika vor grosse Probleme gestellt (Charrière and Neumann, 2010; Vanengelsdorp *et al.*, 2010). Eine Umfrage bei Imkern im Jura über die Winterverluste zwischen 2009 und 2015 zeigt, dass Imker in den letzten 6 Wintern über 24% ihren Kolonien verloren haben (Abb. 1, Aebi 2014 *In Prep.*). Diese Umfrage zeigt auch, dass die Imker in Franches-Montagnes weniger Verluste erlitten haben als die Imker, die ihre Bienen im Tal haben (Ajoie, Berner Jura und Delémont Tal), wo es mehr Grosskulturen gibt und mehr Pestizide eingesetzt werden. Die Ursache des Bienensterbens sind bisher nicht vollständig geklärt, aber man weiss, dass mehrere Faktoren eine Rolle spielen, unter anderem der Befall mit Varroamilben, die Anwendung von systemische Pestiziden und das Nektarsammeln auf späteren Gründüngungskulturen.

Seit der Einführung der Direktzahlungsverordnung im Jahr 1998 (DZV, 910.13.) wird bei Kulturen, die vor dem 31. August geerntet werden, Zwischenfutter oder Gründüngung gefördert. Die Anwendung von Phacelia als Zwischenfruchtpflanze im Spätherbst ist dann eine gängige Praxis geworden, sie wirkt als Bodenschutz, verhindert die Erosion und gibt eine gute Bodengare. Für die Bienenzucht ist Phacelia eine attraktive und reichhaltige Pollen- und Nektarpflanze, die eine gute Futterquelle für Bienen ergibt. Die aktuellen Kenntnisse beschränken sich aber auf Sommerblüten (Petkoff, 1958; Steffan-Dewenter and Tscharntke, 1996; Williams, 1997; Petanidou, 2003; Horn, 2009).

Anfänglich dachten Bienenzüchter, dass Phaceliakulturen ihre Kolonien vor dem Winter stärken würden. Doch dann haben manche Bienenzüchter eine intensive Aktivität von Bienen während der Phaceliablüte beobachtet, mit entsprechend grossem Energieverbauch. In dieser Jahreszeit sind die meisten Winterbienen in der Kolonie schon geboren, die über 5 Monate lange leben müssen, um die Frühlingsaktivität zu gewährleisten. Das späte Nektar- und Pollensammeln könnte eine vorzeitige Erschöpfung der Winterbienen

verursachen. Ausserdem könnte die Lagerung von unvollkommen umgewandeltem Nektar die Feuchtigkeit im Bienenstock erhöhen, was bei der Überwinterung schaden könnte.

Eine andere Hypothese, besagt, dass Zwischenfruchtpflanzen, die gleich nach dem Getreide angesät werden, Spuren von Neonikotinoide enthalten können und eine Gefahr für Bienen bilden können. Neonikotinoide sind weit verbreitet in der Saatgutbeizung von Mais, Raps, Getreide, Rüben und Salat. Diese systemische Substanz befindet sich danach im Boden, kann von Zwischenfruchtpflanze aufgenommen werden und kommt durch den Pollen und den Nektar in die Bienenstöcke. Neonikotinoide sind Neurotoxine, die sich störend auf das Zentralnervensystem von Insekten auswirken. Bienen werden beim Nektarsammeln direkt diesem Nervengift ausgesetzt. Der Einsatz dieser Substanzen ist aber in vielen Kulturen seit 2012 in EU und in der Schweiz stark beschränkt. Für Getreide und Rüben sind diese Substanzen noch erlaubt.

Die vorliegende Studie zielt darauf ab, die zwei folgenden Hypothesen zu beantworten:

- 1.) Ob das späte Nektarsammeln eine Schwächung der Kolonien durch die Erschöpfung der Winterbienen verursacht.
- 2.) Ob die im Boden zurückbleibenden Neonikotinoide, eine Auswirkung auf Honigbienen haben, wenn ein Zwischenfutter auf eine mit diesen Pestiziden behandelte Kultur folgt.

3 Methode

3.1 Versuchsanordnung

Die Studie fand in Ajoie, im Schweizer Jura, auf ca. 435 m.ü.M statt. Drei homogene Gruppen wurden gebildet, mit je 10 Kolonien. Bei der Phaceliablüte (Anfang Oktober bis Anfang November), wurde eine Kontrollgruppe (T) in Coeuve (JU) installiert, neben einer Parzelle, wo keine Gründüngungskulturen angesät wurde und die im Minimum 2 km von einer solchen Gründüngungskultur entfernt war. Eine andere Gruppe (P-) wurde in Vendlincourt (JU) installiert, am Rand eine Bio-Parzelle von Phacelia, die nicht mit Neonikotinoide behandelt wurde. Diese Parzelle ist seit 2010 im biologischen Landbau. Die dritte Gruppe (P+) wurde in Beurnevésin (JU) installiert, am Rand eines konventionell bewirtschafteten Phaceliafeldes (Abb.2a,b und c). Die vorherige Kultur war Gerste, die mit Smaragd (Wirkstoff Clothianidin) behandelt wurde. Nach der Blüte der Phacelia wurden die Kolonien von Gruppe P+ und P- auf Parzelle T zurückgebracht. Der Versuch wurde in drei aufeinanderfolgenden Jahren geführt zwischen 2012 und 2014 (Tab. 1). Jedes Jahr wurden die Kolonien so gebildet, indem Kunstschwärme auf neuen Honigwaben angesiedelt wurden und die Kolonien ausserhalb der Versuchszeit gleich behandelt wurden. Der Befall mit Varroamilben wurde mit Armeisensäure (Behandlung mittels eines Nassenheider Prof-Dispenser) und mit Oxalsäure (Winterbehandlung, gesprüht im brutfreien Zustand) behandelt.

3.2 Klima

Im Jahr 2012 hat es während des ganzen Sommers und im Herbst sehr viel geregnet. 2013 war im Sommer besseres Wetter. Während des Versuchs hat es am Anfang viel geregnet und ab Mitte Versuch hat sich das Wetter deutlich verbessert. Der Winter 2013-2014 war weniger kalt als der Winter in den zwei anderen Versuchsjahren. 2014 hat es im Juli und August sehr viel geregnet und dann haben wir einen Altweibersommer gehabt. Während 10 Tagen des Versuchs hat es ziemlich viel geregnet, aber davor und danach waren die Bedingungen optimal (Abb. 3a,b,c). Der Winter 2014-2015 war auch ziemlich mild.

3.3 Bewertungskriterien

Um den Einfluss von Phacelia zu messen, wurde regelmässig die Menge und die botanische Herkunft des gesammelten Pollens analysiert, die Flugintensität auf den Parzellen P+ und P- und das Gewicht der Bienenstöcke gemessen. Um die Auswirkungen der Neonikotinoide zu messen, wurden Proben von Erde, Pflanzen, Pollen, Bienenbrot, Honig und tote Bienen analysiert. Diese Proben wurden auf das Vorhandensein von Imidacloprid, Thiametoxam, Clothianidin, Thiacloprid und Acetamipride getestet. Die Honig- und Bienenbrotproben wurden zusätzlich auf 5-Hydroxy-Imidacloprid, Olefine, 6-Chlornicotinsäure, Bifenthrin, Cypermethrin, Deltamethrin und Lamda cyhalothrine getestet.

Um die Auswirkung des späten Sammelns und der Neonikotinoide auf die Bienenkolonien zu bestimmen, wurde die Sterblichkeitsrate während der Phaceliablüte gemessen und die Stärke des Bienenvolkes vor und nach dem Winter bestimmt (Abb. 4).

3.4 Pollen

Je nach Wetter, wurden drei Bienenstöcke per Gruppe alle 2-4 Tage mit einer Pollenfalle (5mm Löcher) ausgestattet (Abb. 5). Am Abend wurde der gesammelten Pollen gleich gewogen und bei -20°C eingefroren. Frische Pollenproben wurden dann zur chemischen Analyse abgeschickt und der Rest wurde bei 40°C

während 12 Stunden getrocknet. Der botanische Ursprung des Pollens wurde durch die Farbe und mittels eines optischen Mikroskops bestimmt.

3.5 Flugintensität

Die Flugintensität in den Parzellen P+ und P- wurde bestimmt, indem man je nach Wetter alle 2-4 Tagen, die Anzahl Bienen in 5 Flächen von 1m² am Nachmittag gezählt hat (Abb. 6).

3.6 Gewicht die Bienenstöcke

Jeder Bienenstock wurde vor dem Transport auf die Parzellen, während des Versuchs und danach, mit einer elektronischen Waage gewogen (<u>www.capaz.de</u>). Ausserdem wurden je ein Bienenstock per Gruppe fortlaufend das ganzes Jahr hindurch gewogen, mithilfe der gleichen Waagen (Abb. 7).

3.7 Varroa-Milbe

Der Milbenfall wurde während der Versuchsperiode regelmässig ausgezählt und mit Hilfe von gittergeschützten Unterlagen erfasst.

3.8 Sterblichkeitsrate am Flugloch

Die Sterblichkeitsrate jeder Kolonien wurde durch Bienenfallen vom "underbasket"-Typ (Accorti *et al.*, 1991) unterhalb des Fluglochs geschätzt. Die Anzahl der toten Bienen, die reinfielen, wurde alle 2-3 Tage bestimmt (Abb. 8). Da die Kolonien von den Gruppen P+ und P- für die Studie bewegt worden sind, nicht jedoch die Kolonien von der Gruppe T, führt es zu einer Verzerrung der Sterblichkeitsrate. Darum wurden die Daten in einem Zeitfenster von 7 Tagen nach der Bewegung der Kolonien von der Analyse ausgeschlossen (blau gefärbt in Abbildung 13). Die Sterblichkeitsrate zwischen den Gruppen wurde mittels einer ANOVA-Analyse (Analysis of Variance) verglichen. Für das Jahr 2013 liegen besonders viele Sterblichkeitsdaten vor. Um die Gruppen miteinander zu vergleichen, wurden Datenblocks von 7 Tagen gebildet und eine ANOVA-Analyse in jedem Datenblock durchgeführt.

3.9 Entwicklung der Völker

Die Schätzung der Volksstärke wurde mittels der Liebefeldmethode durchgeführt (Imdorf *et al.*, 1987). Mit der ersten Schätzung der Bienen vor der Studie hat man die 30 Kolonien in 3 homogene Gruppen eingeteilt. Die zweite Schätzung während der Phaceliablüte entspricht der Volksstärke vor dem Winter. Die dritte Schätzung im Frühling des folgenden Jahres entspricht der Volksstärke nach dem Winter.

3.10 Chemische Analyse

Die chemische Analyse der verschiedenen Proben (Erde von den Parzellen, Getreide und Phaceliapflanzen, Pollen von der Pollenfalle und tote Bienen) wurden vom "Centre national de la recherche scientifique" (CNRS) in Solaize und in Orléans (Frankreich) ausgeführt. Die Analyse der Honig- und Bienenbrotproben wurden von der Wessling AG in Lyss (BE) ausgeführt.

3.11 Statistik

Der Einfluss von Gründüngungskulturen auf die Populationsentwicklung und die Sterblichkeitsrate wurde durch einen ANOVA-Test und einen Post hocl Tuckey-Test analysiert. Wenn der Unterschied zwischen P+ und P- nicht signifikant war, wurden diese Daten zusammengefügt und diese mit den Daten von der Kontrollgruppe (T) mittels eines Welch T-Test verglichen.

4 Resultate

Der Versuch von 2012 ist fragwürdig in mehrfacher Hinsicht. Zuerst waren die Schwärme ziemlich schwach (<10°000 Bienen) wegen schlechter Wetterbedingungen, was die Kolonienentwicklung stark begrenzt hat. Ausserdem hat Räuberei am Anfang des Versuchs die Sterblichkeit von Bienen deutlich erhöht. Danach wurde festgestellt, dass die Bienen von der Kontrollgruppe T, die keinen Kontakt mit Phacelia haben durften, doch Phaceliapollen gesammelt hatten. Dadurch sollte dieser Versuch mit Vorbehalten und eher als Pilotstudie betrachtet werden. In diesem ersten Versuch haben 3 Kolonien von Gruppe T (7, 14 und 22), eine Kolonie (29) von Gruppe P- und eine Kolonie (8) von Gruppe P+ den Winter nicht überlebt. Eine Kolonie wurde von der Analyse ausgeschlossen, da sie von anderen Bienen geraubt worden ist.

Im Versuch von 2013 wurde Kolonie 11 (T) von der Analyse ausgeschlossen, weil sie am Anfang des Versuchs besonders schwach war (4'000 Bienen). Die Kolonie 1 (P+) wurde wegen einer sehr hohen Anzahl Varroamilben nach der Ameisensäurebehandlung ausgeschlossen (zwischen 30 und 167 varroas/Tag natürlicher Milbenbefall), was bei die anderen Kolonien nicht der Fall war. Die Kolonie 19 (P+) wurde ebenfalls ausgeschlossen wegen zu hoher Anzahl Varroamilben im Januar (7.2 varroas/Tag). Diese Kolonie hat den Winter auch nicht überlebt.

In Herbst 2014 hatten die Kolonien 28 (P+) und 30 (P-) nach der Ameisensäurebehandlung immer noch eine abnormal hohe Anzahl natürlicher Varroamilben (6 und 21 varroas/Tag resp.). Deshalb wurde am 11. September eine zusätzliche Ameisensäurebehandlung bei diesen Kolonien durchgeführt, aber die Anzahl Varroamilben ist im Oktober immer noch hoch geblieben. Diese 2 Kolonien haben den Winter nicht überlebt und weil die Sterblichkeit sicher durch den Varroabefall verursacht wurde, wurden auch diese beiden Kolonien von der Analyse ausgeschlossen.

4.1 Pollen

In 2012 haben die Bienen von Gruppe T meistens Efeupollen (82.2%) und Phaceliapollen (14.3%) gesammelt. Die Bienen von Gruppe P+ haben Phaceliapollen (59.7%) und Efeupollen (37%) gesammelt und die Bienen von Gruppe P- haben meisten Pollen von Kreuzblütlern (50.3%), Phacelia (26%) und Efeu (23.2%) gesammelt.

In 2013 haben die Bienen von Gruppe T fast nur Efeupollen (93%) gesammelt. Die Bienen von Gruppe P+ haben fast nur Phaceliapollen (93.5%) gesammelt und die Bienen von Gruppe P- meistens Phaceliapollen (44.3%) und Efeupollen (32.4%). Die Bienen von allen drei Gruppen haben quasi alle gleich viel Pollen gesammelt (+/- 1g Unterschied zwischen den Gruppen).

Im Jahr 2014 haben die Bienen von Gruppe T und P- fast keinen Pollen gesammelt, und davon quasi nur Efeupollen. Die Bienen von Gruppe P+ haben viel mehr gesammelt, meistens Phaceliapollen (51.3%) und Efeupollen (46%). Siehe Abbildung 9a,b,c.

4.2 Flugintensität

Die Flugintensität in den Parzellen P+ und P- war vergleichbar während der drei Versuche. In 2013 hat es am Anfang des Versuchs viel geregnet und die Bienen haben erst später Pollen und Nektar gesammelt. In 2014 hat das schöne Wetter am Anfang des Versuchs den Bienen erlaubt, zu fliegen, aber später im November hat es ziemlich oft geregnet und die Bienen konnten wenig fliegen (Abb. 10a,b,c).

4.3 Gewicht der Bienenstöcke

In Durchschnitt haben die Kolonien jedes Jahr während des Versuchs an Gewicht verloren. In 2012 haben die Kolonien von Gruppe P+ durchschnittlich mehr Gewicht verloren als die Kolonien der anderen Gruppen. In 2013 haben die Kolonien von Gruppe T am wenigsten Gewicht verloren und in 2014 haben die Kolonien von Gruppe T am meisten Gewicht verloren. Die Bienen, die vor einer Phacelia-Parzelle installiert waren, lagern also nicht mehr Nektar oder Pollen ein als die Bienen, die diesen zusätzlichen Nahrungsbeitrag nicht zur Verfügung haben (Abb. 11a,b,c und S1a,b,c).

4.4 Varroa

Der Befall durch Varroamilbe wurde kontrolliert in den Kolonien mit <5 nat. Milbenfällen/Tag ausser bei den Völkern die aus den Versuch ausgeschlossen wurden. Bei den Oxalsäurebehandlungen war den Milbenfall kleiner als 145 Milben (Abb. 12a,b,c).

4.5 Chemische Analyse

Im Jahr 2012 wurden kleine Mengen von Clothianidin und Imidacloprid in der Erde der Parzellen P+ und P- festgestellt. Thiacloprid wurde zusätzlich in der Parzelle P+ entdeckt. Ausserdem wurden Spuren von diesen 3 Pestiziden in Pflanzen und im Pollen gefunden. Die Futterproben von alle drei Gruppen waren vor dem Versuch von Thiacloprid kontaminiert und es wurde bewiesen, dass im Futtersirup keine Neonikotinoide enthalten war.

Im Jahr 2013 wurden Clothianidinspuren nur noch im Boden von Parzelle P+ gefunden, Imidaclopridspuren wurde jedoch sowohl in P+ als auch in P- gefunden. Besorgniserregend ist die Kontamination des Bienenbrots von allen drei Gruppen mit Thiacloprid.

2014 wurden erhebliche Mengen Imidacloprid im Boden von Parzellen P+ und P- gefunden. Clothianidin wurde auch in P+ gefunden. Spuren von Clothianidin wurde ausserdem noch in der Wintergerste gefunden, aber Bienenbrot, Honig und Bienen scheinen nicht kontaminiert zu sein. Eine einzelne Pollenprobe von P- enthielt Thiamethoxamspuren (Tab. 2a, b und c).

4.6 Sterblichkeitsrate am Flugloch

Im Jahr 2012 hat es eine hohe Sterblichkeitsrate am Anfang des Versuchs gegeben, hauptsächlich wegen der Räuberei. Diesen Daten wurden aber nur berücksichtigt, wenn die Sterblichkeitsrate stabil war. Man sieht keinen Unterschied in der Sterblichkeitsrate zwischen Gruppen, diese schwankt in jede Gruppe während des ganzen Versuchs. Der Sterblichkeitsrate in Gruppe T bleibt aber ein bisschen niedriger. In den Jahren 2013 und 2014 ist jedoch diese Tendenz klarer. Während der grössten Zeit der Versuchsperiode bleibt die Sterblichkeitsrate niedriger bei den Kolonien von Gruppe T als in denen von Gruppe P+ und P-(p<0.05). Siehe Abbildung 13a,b,c und 14a,b,c.

4.7 Entwicklung der Völker

Im Jahr 2012 sind die Völker von Gruppe P+ nach dem Winter stärker als diejenigen von P- und T. Die Brutfläche (offenen und geschlossen Brut) nimmt etwas langsamer ab in Gruppe P+ im Vergleich zu den zwei anderen Gruppen.

Im Jahr 2013 nehmen die Kolonien von Gruppe P+ und P- während des Winters deutlich mehr ab als die Kolonien von T. Die Bienenverluste (Differenz von Anzahl Bienen vor und nach dem Winter) sind im

Durschnitt 22.4% für Gruppe T, 38.3% für Gruppe P+ und 33.6% für Gruppe P-. Die Kolonien von Gruppe T hören ein wenig eher auf, Eier zu legen als die Kolonien von P+ und P-.

2014 bleiben die Völker während des ganzen Versuchs ziemlich ähnlich stark. Am Ende des Winters sind die Kolonien der Gruppe P+ leicht stärker als die zwei anderen Gruppen mit nur 6.5% Winterverlust. Der Brutentwicklung bleibt homogen zwischen den Gruppen (Abb. 15a,b,c und 16a,b,c).

5 Diskussion

Die Hypothese von einer höheren Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bienenstocks aufgrund die Lagerung von unvollkommen umgewandeltem Nektar scheint eine falsche Annahme zu sein. Im Durchschnitt sinkt das Bienenstockgewicht während des Versuchs in allen drei Versuchsgruppen, das heisst, die Bienen lagern keine zusätzliche Pollen oder Nektar, wenn sie vor einer Phaceliakultur installiert sind. Die Bienen, die neben einer Gründüngungskultur installiert sind, sammeln auch nicht mehr Pollen als diejenigen, die hauptsächlich Efeu zur Verfügung haben.

In den Jahren 2013 und 2014 sieht man eine höhere Sterblichkeitsrat in der Gruppe, die neben einer Gründüngungskultur installiert waren aber die Anzahl toten Bienen war generell unter 20. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Überwinterung von Kolonien. Es könnte zwei Ursachen haben. Die Kolonien neben Gründüngungskulturen sind vielleicht aktiver als die anderen, auch wenn es weder am Gewicht der Bienenstöcke noch an der gesammelten Pollenmenge zu erkennen ist. Die Bewegung der Kolonien könnte auch eine Rolle spielen, weil die Kolonien der Kontrollgruppe nicht bewegt wurden. Die Sterblichkeit am Flugloch spiegelt aber nicht die ganze Sterblichkeit der Kolonien wider, weil Bienen auch in den Feldern sterben.

Wir beobachten im Jahr 2014 eine bessere Überwinterung der Kolonien von Gruppe P+ im Vergleich zu den zwei anderen Gruppen. Hier ist anzumerken, dass die Bienen von Gruppe P+ in diesem Jahr deutlich mehr Pollen gesammelt hatten, was bei der Überwinterung vielleicht geholfen hat. Es hängt aber nicht davon ab, ob eine Gründüngungskultur vorhanden ist oder nicht, weil die Kolonien von P- auch Phaceliablüten zur Verfügung hatten und doch sehr wenig gesammelt haben.

Bezüglich der Remanenz von Neonikotinoiden in Gründüngungskulturen ist eine klare Aussage schwierig zu machen, weil keine Kontrollparzelle gefunden wurde, die komplett frei von Neonikotinoidspuren war. In der Erde bleibt die Kontamination ziemlich niedrig in den Jahren 2012 und 2013. Im Jahr 2014 ist aber der Boden von allen drei Parzellen mit Imidacloprid kontaminiert. Es ist bekannt, dass die Halbwertszeit von Imidacloprid bis zu 994 Tagen betragen kann und dass diese Substanz sich öfters im Boden, im Wasser und in wilden Blüten von angrenzenden Kulturen befindet. 2013 sind Neonikotinoidespuren im Bienenbrot von allen drei Parzellen vorhanden. 2014 ist nur eine Pollenprobe von P- kontaminiert. Diese Bedingungen machen es besonders schwierig, den Einfluss von Pestiziden auf Honigbienen zu bestimmen. Obwohl die vorherigen Kulturen von Parzelle P+ mit Clothianidine behandelt wurden, findet man die Substanz nur in geringen Mengen im Pollen und in anderen Imkereiprodukten.

Wissenschaftler haben nachgewiesen, dass eine niedrige und langfrisstige Einwirkung von Neonikotinoiden auf die Bienen eine chronische subletal Auswirkung hat (Van der Sluijs, et al, 2013). Anders gesagt, die

Bienen sterben nicht direkt durch den Kontakt mit schwachen Neonikotinoiddosen, sie verändern aber ihr Verhalten, verbringen weniger Zeit mit Pollensammeln und die Orientierung wird gestört (Bortolotti et al. 2003). Solche Anwirkungen sind nicht unbedingt sichtbar an den Faktoren, die wir betrachtet haben, wie Volksentwicklung und Sterblichkeit am Flugloch weil die Bienenvölker verfügen von Kompensationsmechanismen um eine nachteilige Situation zu bewältigen (Henry *et al.* 2015). Ausserdem ist es wichtig zu wissen, dass die Gründe des Bienensterbens vielfältig und komplex sind. Die Einwirkung von Neonikotinoiden stört das Immunsystem von Bienen und beeinflusst ihre Empfindlichkeit für manche Infektionserreger, z.B. Varroa (Alburaki, et al. 2015), oder den inneren Parasit *Nosema* (Vidau et al. 2011; Doublet et al. 2014). Es ist auch bekannt, dass ein chronisches Ausgesetzsein zu mehreren Pestiziden eine synergetische Wirkung auf die Kolonien haben kann, welche bis heute noch nicht verstanden ist (Van Lexmond *et al.* 2014). Zudem ist noch wichtig zu sagen, dass andere Faktoren auch eine Rolle spielen, wie Klimaerwärmung, vorhandene Pollenmenge und Diversität, Behandlungen usw. Weiter Studie sind also nötig, um die Einflüsse von all diesen Faktoren zu verstehen und zu entflechten. Wenn diese Studie wiederholt werden würde, wären verschiedene Punkte zu berücksichtigen:

Alle Bienenstöcke sollten am Anfang des Versuchs bewegt werden, nicht nur die Kolonien, die auf einer Gründüngungskultur installiert werden.

Die Studie sollte wieder über mehrere Jahre durchgeführt werden und das Wachs von den Waben sollte zwischen den Versuchsjahren nicht erneut werden.

Die Kontrollgruppe sollte frei von systemischen Pestiziden sein, wenn es überhaupt noch möglich ist, unbehandelte Parzellen zu finden.

Ein fundiertes statistisches Modell ist nötig, um die komplexen Zusammenhänge der beteiligten Faktoren zu verstehen.

6 Schlussfolgerungen

Die Studie gelangt zu dem Schluss, dass spät blühende Gründüngungskulturen weder einen negativen, noch einen positiven Einfluss auf Honigbienen haben. Wir beobachten eine höhere Sterblichkeitsrate in den Gruppen, die neben einer Gründüngungskultur installiert waren. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Überwinterung von diesen Kolonien. Allerdings wissen wir jetzt, dass sich Neonikotinoide, die von einer vorherigen oder angrenzenden behandelten Kultur stammen, im Boden befinden und entsprechend auch in den Gründüngungskulturen. Die Anwendung von Zwischenfutter oder Gründüngung kann also das Kontaminationsrisiko von Bienen durch schädliche Nervengifte erhöhen.

Der Einfluss von Neonikotinoide ist in dieser Feldstudie schwierig zu bestimmen, da sie sich überall befinden können, unabhängig von Bewirtschaftungsweise der Parzelle. Weitere Forschungsanstrengungen sind erforderlich, um diese komplexe Frage zu klären.

7 Danksagung

Wir bedanken uns ganz herzlich bei den Imkern, Zivildienstleistenden und Praktikanten, die sich mit den Kolonien beschäftigt und bei der Datenbearbeitung geholfen haben: Maurice Gigon, Nicolas Krischer, Cédric Jacot, Valentin Theubet, Charles Rey, Julian Boschung, Kevin Blake, Charlotte Mertenat, Karim Nicod, Marc Antoine Jacot, Valentin Berger, Georges Gerber und Benoît Droz. Herzlichen Dank ebenfalls den beiden Bauern, die am Projekt teilgenommen haben: Bernard Beer, Bio-Bauer in Vendlincourt und Claude André, Bauer in Beurnevésin. Danke auch an Verena Kilchenmann von Agroscope für ihre Hilfe im Laboratorium, Juan Herrera von Agroscope für die Statistik und an Jean-Marc Bonmatin vom CNRS, der uns bei der Interpretation der chemischen Analysen geholfen hat. Vielen Dank an Ronald Schmidt für seine Hilfe bei der Korrektur der Übersetzung.

8 Referenzen

- Accorti, M., Lutu, F., Tarducci, F. 1991. Methods for collecting data on natural mortality in bee. Ethology. *Ecology and Evolution.* 1: 123-126.
- Aebi, S. Analyses des pertes hivernales dans le Jura. In Prep.
- Alburaki, M., Boutin, S., Mercier, P-L., Loublier, Y., Chagnon, M., Derome, N. 2015. Neonicotinoid-Coated Zea mays Seeds Indirectly Affect Honeybee Performance and Pathogen Susceptibility in Field Trials. *PLoS ONE*. 10(5): e0125790. doi:10.1371/journal.pone.0125790
- Bonmatin, JM., Moineau, I., Charvet, R., Colin, M.E., Fléché, C., Bengsch, E.R. 2005. Behaviour of imidacloprid in fields. Toxicity for honey bees. Environmental Chemistry, *Green Chemistry and pollutants in Ecosystems*. XXVI, 483-494.
- Bortolotti, L., Montanari, R., Marcelino, J., Medrzycki, P., Maini, S., Porrini, C. 2003. Effects of sub-lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of honey bees. *Bulletin of Insectology*. 56 (1): 63-67.
- Charrière, J.D., Neumann, P. (2010) Surveys to estimate winter losses in Switzerland. *J. Apic. Res.* 49, 132-133.
- Dainat, B et al., (2012) Dead or Alive: Deformed Wing Virus and *Varroa destructor* Reduce the Life Span of Winter Honeybees, *Applied and Environmental Microbiology*, 78 (4), 981-987.
- Doublet, V., Labarussias, M., de Miranda, J. R., Moritz, R. F. A. and Paxton, R. J. 2015. Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology*. 17: 969–983. doi: 10.1111/1462-2920.12426
- Genersch, E., von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., Büchler, R., Berg, S., Ritter, W., Mühlen, W., *et al.* 2010. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 41, 332–352.
- Henry M, Cerrutti N, Aupinel P, Decourtye A, Gayrard M, Odoux JF, et al. (2015). "Reconciling laboratory and field assessment of neonicotinoid toxicity to honeybees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282: 1-8.
- Horn H. (2009) Die wichtigsten Trachtpflanzen und ihre Sortenhonige. Teil 11: Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*). *ADIZ*. 43, 7-9.
- Imdorf A., Bühlmann G., Gerig L., Kilchenmann V. & Wille H. 1987. Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern. *Apidologie*. 18 (2), 137-146.
- Matsuda, K., Buckingham, SD., Kleier, D., Rauh, JJ., Grauso, M., Sattelle, D.B. 2001 Neonicotinoids: insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors. *Trends Pharmacol Sci.* 22:573–580.

- Petanidou, T. 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost? Assessment of Phacelia tanacetifolia as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. *Plant Systematics and Evolution*. 238(1/4): 155-168.
- Petkoff V. 1958 An investigation of the nectareousness of the melliferous plants: Sainfoin (Sanum foenum); Phacelia; Borage; Buckwheat (Fagopyrum esculentum). *Scientific Works.* 1, 211-246.
- di Prisco, G., Cavaliere, V., Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio, E., Nazzi, F., Gargiulo, G., Pennacchio, F. 2013. Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 110 (46): 18466–18471.
- Steffan-Dewenter I.S., Tscharntke T. 1996. Profitieren Wildbienen oder Honigbienen von der Flächenstillegung in der Landwirtschaft? *Sonderdruck aus Natur und Landschaft.* 71, 255-261.
- Van der Sluijs, J.P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J.M and Belzunces, L. 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services§. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 5:293–305.
- Vanengelsdorp D., Hayes J., Underwood R.M., Pettis J.S. 2010. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. *J. Apic. Res.* 49, 7-14.
- Van Lexmond, M. B., Bonmatin, J.M., Goulson, D., Noome, D.A. 2014. Worldwide integrated assessment on systemic pesticides Global collapse of the entomofauna: exploring the role of systemic insecticides. *Environ Sci Pollut Res.* 22(1):1-4
- Vidau, C., Diogon, M., Aufauvre, J., Fontbonne, R., Viguès, B., Brunet, J-L., *et al.* 2011 Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by Nosema ceranae. *PLoS ONE*. 6(6): e21550. doi:10.1371/journal.pone.0021550
- Williams I.H., Christian D.G. (1991) Observations on *Phacelia tanacetifolia* Bentham (Hydrophyllaceae) as a food plant for honey bees and bumble bees. *J. Apic. Res.* 30, 3-12.

9 Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1 : Bewegungsdatum der Kolonien auf die Parzellen mit Gründüngungskulturen.

	Zeitspanne,	der	Installation	der
Versuchsjahr	Kolonien von	Gruppe	n P+ und P- n	eben
	Gründüngungs	skulture	en	
2012	2. Okt 8. No	v.		
2013	3. Okt 11. N	ov.		
2014	7. Okt 20. N	ov.		

Tabelle 2a, 2b und 2c Zusammenfassende Tabellen für die Versuchsjahre 2012, 2013 und 2014. Die Honigund Bienenbrotproben wurden zusätzlich auf 5-Hydroxy-Imidacloprid, 6-Chlornicotinsäure, Bifenthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Lamda cyhalothrine und Olefine getestet, aber keiner dieser Stoffe wurde nachgewiesen. LOD =Limit of detection, LOQ= Limit of quantification.

Versuch 2012									
Probe	Datum	Parzelle	Num.	Clothianidin (ng/g)	Thiamethoxam	Imidacloprid	Thiacloprid	Acetamiprid	
					(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)	
Wintergerste	26.06.2012	P-	A33	-	-	< 1	-	-	
w intergerste	26.06.2012	P+ traité	A35	-	-	< 1	-	-	
	26.06.2012	P+ non-traité	A36	-	-	-	-	-	
Boden	23.07.2012	P-	A39	0.003	-	0.121	-	-	
Bodeli	23.07.2012	P+ traité	A40	0.337	-	0.356	< 0.002	-	
	23.07.2012	P+ non-traité	A41	0.037	-	0.118	0.019	-	
	05.10.2012	P-	A42	-	-	< 1	< 1	-	
	05.10.2012	P+	A45	-	-	-	-	-	
Phacelia	25.10.2012	P-	A44	-	-	-	-	-	
	25.10.2012	P+	A47	-	-	-	-	-	
	09.11.2012	P-	A43	<1	-	-	-	-	
	09.11.2012	P+	A46	<1	-	-	< 0.002 - 0.019 - < 1	-	
	11.10.2012	T	A14	-	-	<1	-	-	
	11.10.2012	P-	A13	-	-	-	-	-	
	11.10.2012	P+	A15	-	-	-	-	-	
Pollen	19.10.2012	T	A17	< 1	-	< 1	< 1	-	
Tolicii	19.10.2012	P-	A16	-	-	-	-	-	
	19.10.2012	P+	A18	<1	-	-	-	-	
	25.10.2012	T	A20	< 1	-	-	< 1	-	
	25.10.2012	P-	A19	-	-	-	-	-	
	25.10.2012	P+	A21	< 1	-	-	-	-	
Phaceliapollen	19.10.2012	P+	A31	< 1	-	< 1	-	-	
	25.10.2012	P+	A32	< 1	-	< 1	< 1	-	
	25.09.2012	T	A1	-	-	-	-	-	
	25.09.2012	P-	A3	-	-	-	-	-	
Bienenbrot	25.09.2012	P+	A2	-	-	-	-	-	
	17.12.2012	T	A4	-	-	-	-	-	
	17.12.2012	P-	A6	-	-	-	-	-	
	17.12.2012	P+	A5	-	-	-	-	-	
_	25.09.2012	T	A9	-	-	-	0.14	-	
	25.09.2012	P-	A8	-	-	-	0.10	-	
Sirup-Honig	25.09.2012	P+	A7	-	-	-	0.27	-	
	17.12.2012	T	A12	-	-	-	< 0.1	-	
	17.12.2012	P-	A11	-	-	-	< 0.1	-	
	17.12.2012	P+	A10	-	-	-	0.13	-	
Kommerziellsirup	08.03.2013		S 213	-	-	-	-	-	
	11.10.2012	T	A63	-	-	-	-	-	

	11.10.2012	P-	A60	-	-	-	-	-
	11.10.2012	P+	A57	-	-	-	-	-
	19.10.2012	T	A64	-	-	-	-	-
Bienen	19.10.2012	P-	A59	-	-	-	-	-
	21.11.2012	P+	A62	-	-	-	-	-
	21.11.2012	T	A65	-	-	-	-	-
	21.11.2012	P-	A58	-	-	-	-	-
	19.10.2012	P+	A61	-	-	-	-	-
Limit of detection soil		LOD LOQ		0.0007 0.002	0.0007 0.002	0.0007 0.002	0.0007	0.0007 0.002
Limit of detection plants	•			0.06 1	0.03 1	0.01 1	0.07 1	0.03 1
Limit of detection pollen				0.03 1	0.01 1	0.2 1	0.01 1	0.05 1
Limit of detection beebread &			LOD LOQ		0.02 0.05	0.04 0.2	$0.02 \mid 0.1$	0.01 0.07
Limit of detection bees		LOD LOQ		0.07 0.5	0.03 0.5	0.1 0.5	$0.07 \mid 0.5$	0.03 0.5

				Versuch 2013				
Probe	Datum	Parzelle	Num.	Clothianidin	Thiamethoxam	Imidacloprid	Thiacloprid	Acetamiprid
				(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)
TT :: C C .	21.11.2012	P-	A34	< 1	_	-	_	_
Unreife Gerste	21.11.2012	P+	A37	< 1	_	-	< 1	_
	21.11.2012	P+	A38	20	-	-	< 1	_
	12.07.2013	P-	A333	-	-	1 -	-	_
Wintergerste	15.07.2013	P+ traité	A355	_	_	-	_	_
	15.07.2013	P+ non-traité	A366	_	-	-	-	-
D 1	09.08.2013	P-	A399	_	-	0.019	_	-
Boden	09.08.2013	P+ traité	A400	0.043	-	0.008	_	-
	09.08.2013	P+ non-traité	A411	0.003	-	0.009	_	-
	18.10.2013	P-	A422-1	-	-	-	_	-
Phacelia	18.10.2013	P+	A455-1	_	-	-	_	_
	07.11.2013	P-	A444-1	_	-	-	_	-
	07.11.2013	P+	A477-1	-	-	-	_	-
	11.10.2013	P-	A133	-	-	-	_	-
	11.10.2013	T	A144	-	-	-	-	-
	11.10.2013	P+	A155	_	-	-	_	-
D 11	22.10.2013	P-	A166	-	-	-	_	-
Pollen	30.10.2013	P-	A199	_	_	_	_	_
	30.10.2013	T	A200	_	_	_	_	_
	30.10.2013	P+	A211	-	_	-	_	_
	22.10.2013	T	A177	-	-	-	-	
	22.10.2013	P+	A188	-	-	-	-	
	24.09.2013	T	B1	_	_	-	< 0.1	
	24.09.2013	P-	B2	_	_	_	< 0.1	
Bienenbrot	24.09.2013	P+	B3	-	-	-	< 0.1	
	12.12.2013	T	B4	-	-	_	< 0.1	
	12.12.2013	P-	B5	-	< 0.05	< 0.2	- 0.1	
	12.12.2013	P+	B6	-	-	9.8	-	
	24.09.2013	P-	B7	-	_	-	-	
	24.09.2013	P+	B8	-	_	-	-	
Honig	24.09.2013	T	B9	-	-	-	-	1
. romg	12.12.2013	P-	B10	-	-	-	-	
	12.12.2013	P+	B11	-	-	-	-	
	12.12.2013	T	B12	-	_	-	-	
	11.10.2013	P-	A577-1	-	_	_	-	
	11.10.2013	P+	A600-1	-	-	-	-	
	11.10.2013	T	A633-1	-	-	-	-	
	22.10.2013	P-	A588-1	-	-	-	-	
Bienen	22.10.2013	P- P+	A588-1 A622-1	-	-	-	-	
	22.10.2013	T P+	A622-1 A644-1	-	_	-	-	
		P-	A599-1	-	-	-	-	
	04.11.2013	P- P+		-			-	
	04.11.2013	P+ T	A611-1 A655-1	-	-	-	-	
					0.0007 0.000	0.0007 0.002		
	mit of detection soil		LOD LOQ	0.0007 0.002	0.0007 0.002		0.0007 0.002	
	imit of detection plants		LOD LOQ	0.06 1	0.03 1	0.01 1	0.07¦ 1	
Limit of detection	•		LOD LOQ LOD LOQ	0.03 1 0.08 0.16	0.01 ¦ 1 0.02 ¦ 0.05	0.2 ¦ 1 0.04 ¦ 0.2	0.01¦ 1 0.02 ¦ 0.1	
Limit of detection Limit of detection			LOD	2	2	2	2	

				Versuch 2014				
Probe	Datum	Parzelle	Num.	Clothianidin	Thiamethoxam	Imidacloprid	Thiacloprid	Acetamiprid
				(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)	(ng/g)
Unreife Gerste	14.11.2013	P+ non-traité	A377	1.8	-	-	-	-
	14.11.2013	P+ traité	A388	5.65	-	-	-	-
Triticale	25.06.2014	P-	A3333	-	-	-	-	-
Wintergerste	25.06.2014	P+	A3666	< 0.5	-	-	-	-
	25.06.2014	P+	A3555	< 0.5	-	-	-	-
Boden	06.08.2014	P-	A3999	-	-	14.8	-	-
Doden	06.08.2014	P+ traité	A4000	15.2	-	53.9	-	-
	06.08.2014	P+ non-traité	A4111	2.38	-	29.2	-	-
Phacelia	27.11.2014	P-	A4222	-	-	-	-	-
	27.11.2014	P+	A4555	-	-	-	-	-
	07.10.2014	T	A1444	-	-	-	-	-
	07.10.2014	P+	A1555	-	-	-	-	-
Pollen	07.10.2014	P-	A1333	-	< 0.5	-	-	-
	03.11.2014	P+	A1888	-	-	-	-	-
	03.11.2014	T	A1777	-	-	-	-	-
	03.11.2014	P-	A1666	-	-	-	-	-
	26.09.2014	T	C7	-	-	-	-	-
	26.09.2014	P-	C8	-	-	-	-	-
Bienenbrot	26.09.2014	P+	C9	-	-	-	-	-
	12.12.2014	T	C10	-	-	-	-	-
	12.12.2014	P-	C11	-	-	-	-	-
	12.12.2014	P+	C12	-	-	-	-	-
	26.09.2014	T	C13	-	-	-	-	-
	26.09.2014	P-	C14	-	-	-	-	-
Honig	26.09.2014	P+	C15	-	-	-	-	-
	12.12.2014	T	C16	-	-	-	-	-
	12.12.2014	P-	C17	-	-	-	-	-
	12.12.2014	P+	C18	-	-	-	-	-
Bienen	20.11.2014	P-	A5777	-	-	-	-	-
Dielieli	20.11.2014	P+	A6000	-	-	-	-	-
	20.11.2014	T	A6333	-	-	-	-	-
Limit of detectio		1	LOD LOQ	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2; 0.5	0.2 0.5
Limit of dete	Limit of detection immature Limit of detection plants		LOD LOQ	0.06 1	0.03 1	0.01 1	0.07¦1	0.03 1
Limit of detectio			LOD LOQ	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5
	Limit of detection pollen			0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5
Limit of detectio			LOD LOQ LOD LOQ	0.08 0.16	0.02 0.05	0.04 0.2	0.02 0.1	0.01 0.07
Limit of detectio	n honey		LOD	2	2	2	2	2
Limit of detectio			LOD LOO	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5	0.2 0.5

Abbildung 1 Winterverluste im Jura zwischen 2009 und 2015. Die Teilnehmerquote (=Anzahl zurückgesendeten Formulare) ist am Fuss jedes Balkens angegeben. Die Studie wurde in Ajoie, Clos du Doubs, Franches-Montagnes, Jura-Bernois, Delémont und Umgebung durchgeführt.

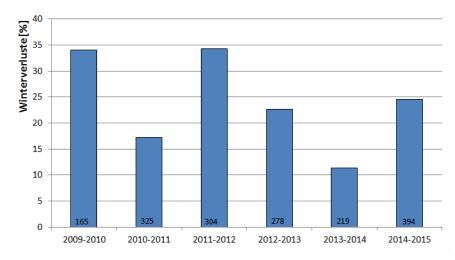


Abbildung 2a, 2b und 2c Karte mit den Orten, wo die Bienenstöcke von Kontrollgruppe T, und Gruppen P+, P- während der Versuchsperiode installiert waren in den Jahren 2012, 2013 und 2014. Die rote Pufferzone sind die Flugzonen in den Entfernungen von 1 km und 3 km rund um die Bienenstöcke.

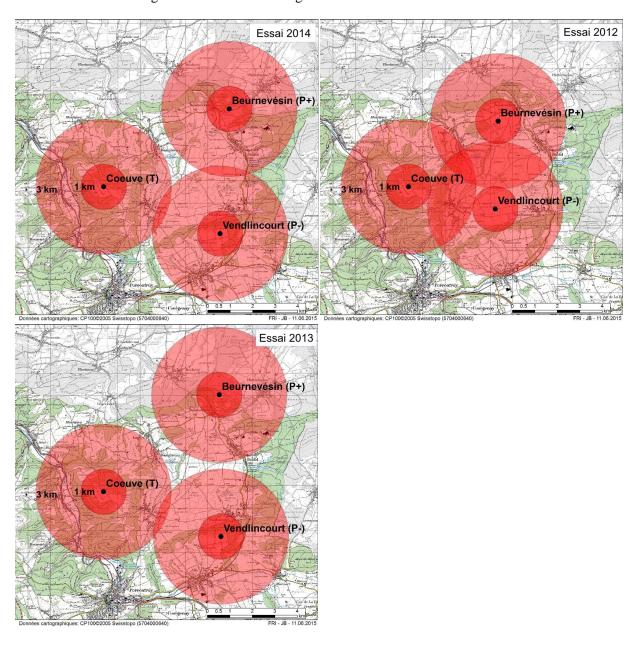


Abbildung 3a, b, c Grafik der Temperaturkurve (Minimum, Maximum und durchschnittliche Temperatur,) sowie den Niederschlag in den Versuchsperioden 2012, 2013 und 2014 (von oben nach unten). Quelle: Wetterstation Fahy (JU).

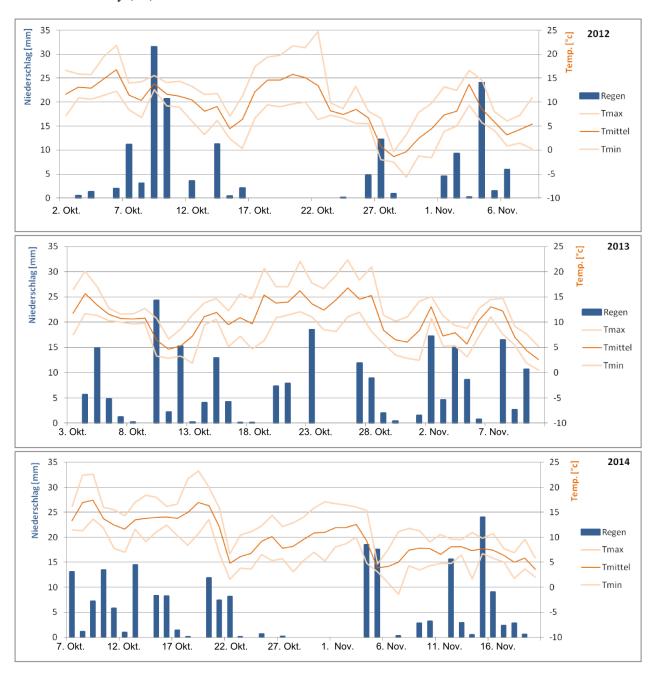


Abbildung 4 Zusammenfassung der Versuche 2013. Ein Ausschnitt der Bewegungsperiode ist unten dargestellt.

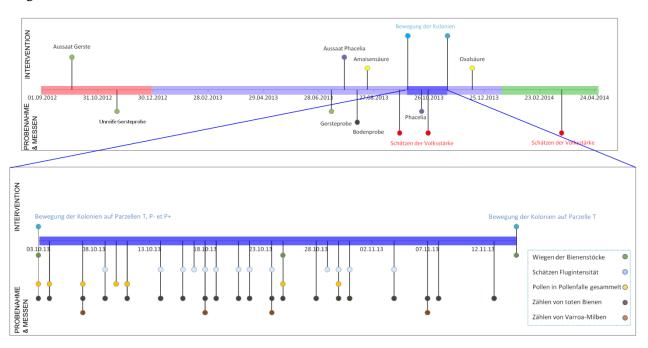


Abbildung 5 Drei Bienenstöcke per Gruppe wurden mit einer Pollenfalle (5mm Löcher) ausgestattet. Die Sammlerinnen sind gezwungen, durch die Löcher zu kriechen, , dabei streifen sie die Pollenkügelchen ab, die in der Falle gesammelt werden.



Abbildung 6 Diese Rahmen von 1 m² dienen dazu, die Flugintensität zu messen. Der Anzahl Bienen die während 30min in diese Fläche fliegt, wird gezählt.



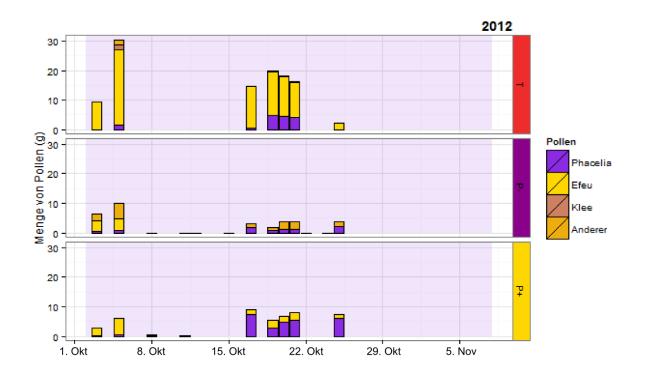
Abbildung 7 Drei Bienenstöcke waren mit *Capaz* Waagen ausgestattet, die uns erlaubten, fortlaufend das ganzes Jahr hindurch die Bienenstöcke zu wiegen.

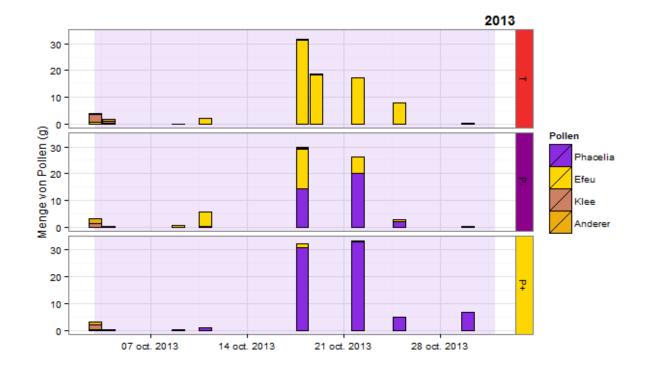


Abbildung 8 Die Sterblichkeitsrate wurde durch Bienenfallen vom underbasket-Typ (Accorti *et al.*, 1991) unterhalb des Fluglochs geschätzt.



Abbildung 9a, 8b, 8c Menge von gesammelten Pollen (in den Pollenfallen) bei den Bienen von jeder Parzelle während der Versuche 2012, 2013 und 2014 (von oben nach unten).





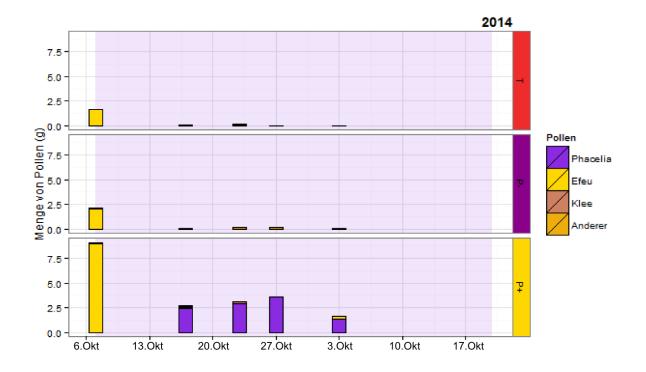
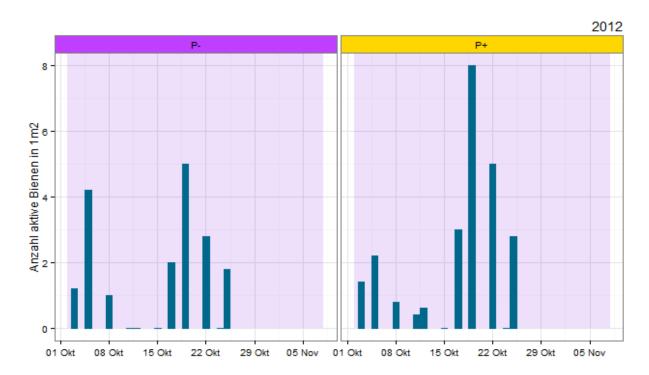
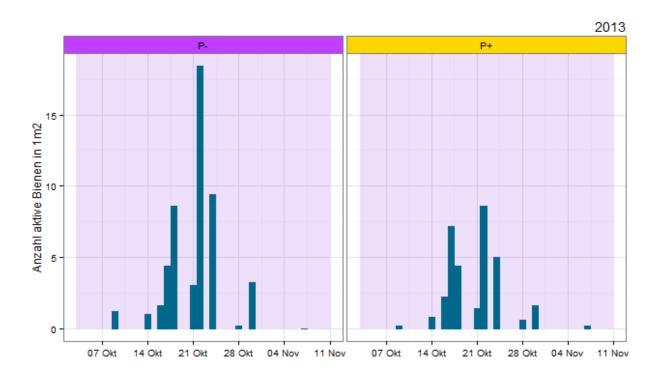


Abbildung 10a, 9b, 9c Flugintensität, gemessen als Anzahl aktive Bienen innerhalb von 1m² Fläche in den Parzellen P+ und P- während der Versuche 2012, 2013 und 2014 (von oben nach unten). Beide Achsen haben unterschiedliche Massstäbe. Die Messungen sind immer am Nachmittag vorgenommen worden.





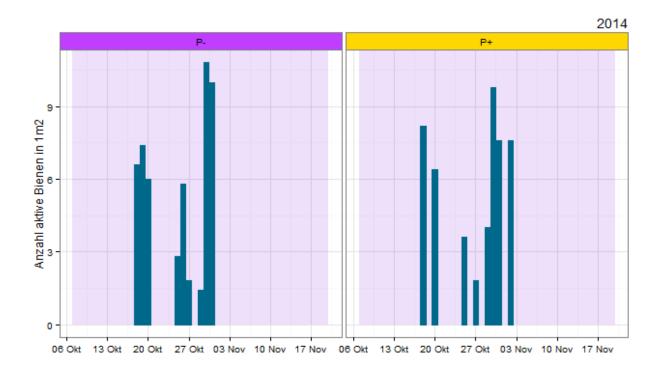


Abbildung 11a, b, c Variation des Bienenstockgewichts während der Versuche 2012 (zwischen dem 22. Okt. und dem 8. Nov.), 2013 (zwischen dem 25. Okt. und dem 15. Nov.) und 2014 (7. Okt. bis 20. Nov.).

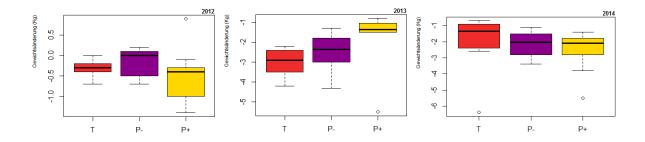
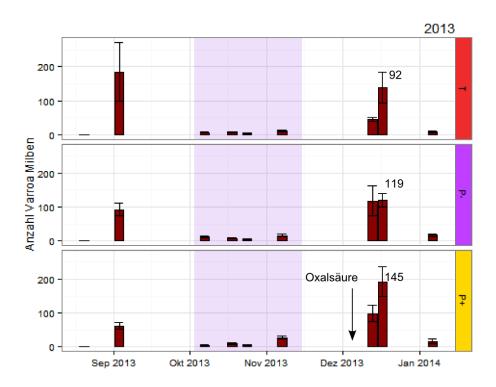


Abbildung 12a, b Täglicher Varroamilbenbefall während der Versuchperiode 2013 (oben) und 2014 (unten). Die Behandlung mit Oxalsäure ist mit einem Pfeil dargestellt. Die durchschnittliche Anzahl Varroamilben, die nach der Behandlung gesammelt wurde, ist ausgewiesen.



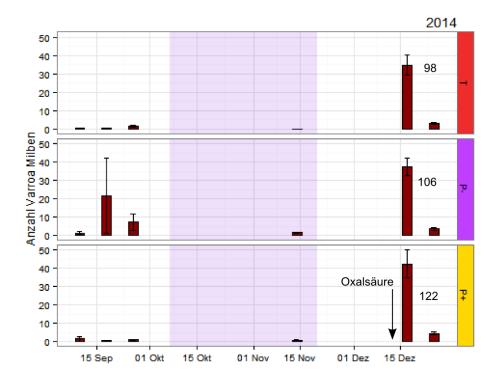
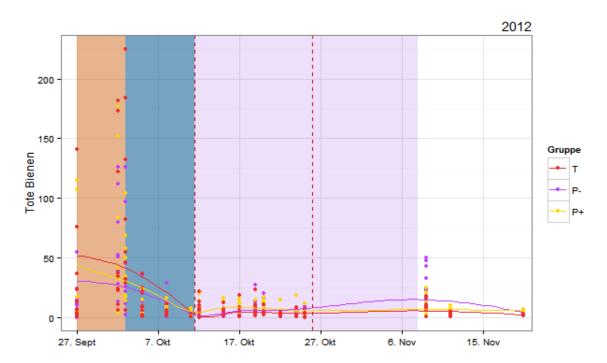
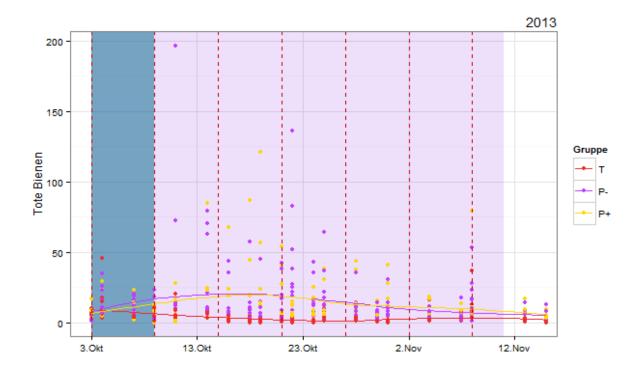


Abbildung 13a,b und c Sterblichkeitsrate am Flugloch. Die Braunschattierten Bereich des Diagramms (2012) kennzeichnet die Zeitspanne wo die Kolonien geplündert worden sind und die für die Analyse nicht betrachtet wurde. Blauschattierten Bereiche des Diagramms kennzeichnen die Zeitspanne nach der Bewegung der Kolonien, die für die Analyse nicht betrachtet wurden. Jeder Punkt ist eine Messung der Sterblichkeit. Die Kurve gründet sich auf eine lokale polynomiale Regression. Die Daten zwischen den gestrichelten roten Vertikallinien sind in Abb. 14 mit Boxplots dargestellt.





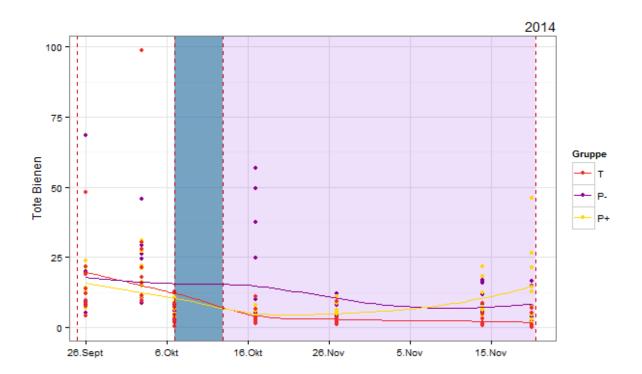
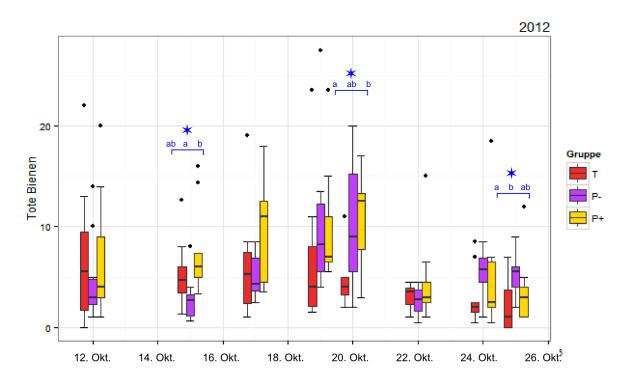
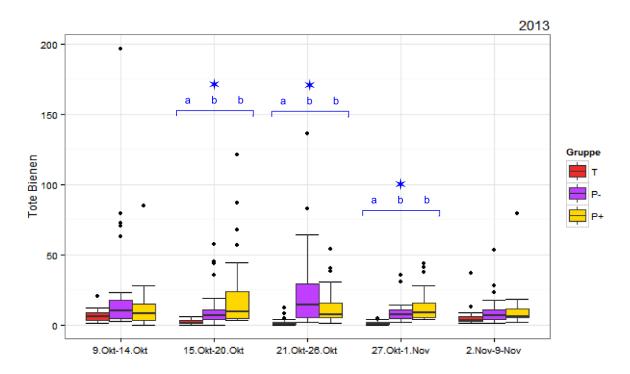


Abbildung 14a, b und c Sterblichkeitsrate am Flugloch. Im Jahr 2013 gab es besonders viele Daten, darum haben wir die Daten in Blocks von 7 Tagen zusammenfasst. Die signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen sind mit blauen Sternen ausgewiesen (p<0.05). In den Jahren 2013 und 2014 haben die Gruppen P- und P+ oft eine höhere Sterblichkeitsrate am Flugloch als die Kolonien von Kontrollgruppe T.





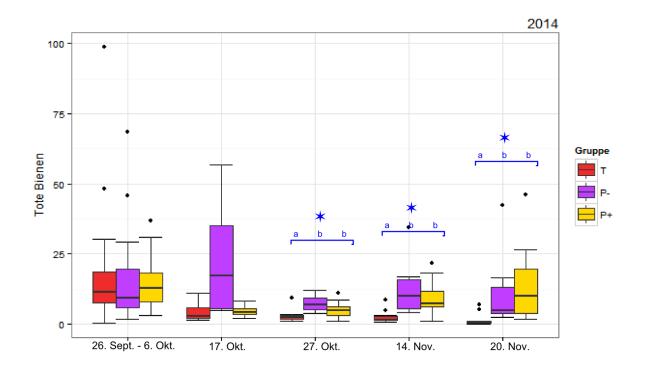
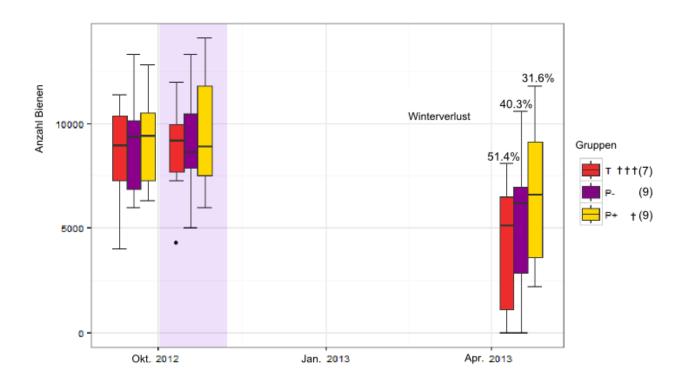
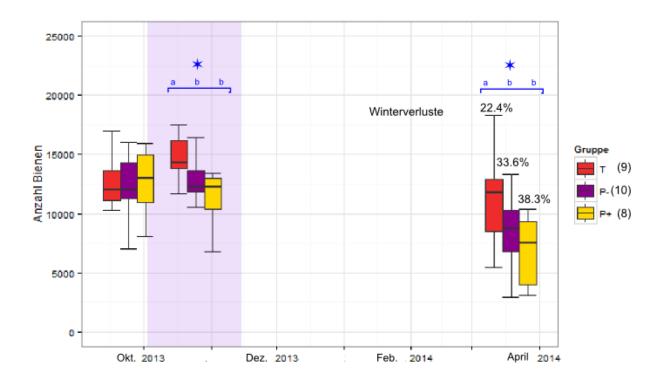


Abbildung 15a, b, und c Anzahl Bienen in den Bienenstöcken währen des Versuchs 2012, 2013 und 2014. Die Anzahl Kolonien in jeder Gruppe ist in Klammer angegeben. Die Kreuze in der Legende sagen aus, wie viele Kolonien den Winter nicht überlebt haben. Die Winterverluste sind als Prozent von der Anzahl vorhandener Bienen nach dem Winter berechnet worden. In 2013 haben die Kolonien, die auf Gründüngungskulturen waren, mehr Winterverluste als die Kontrollgruppe (p<0.05). Die schwächste Gruppe in 2013 ist der P+, während es genau das Gegenteil ist in 2014.





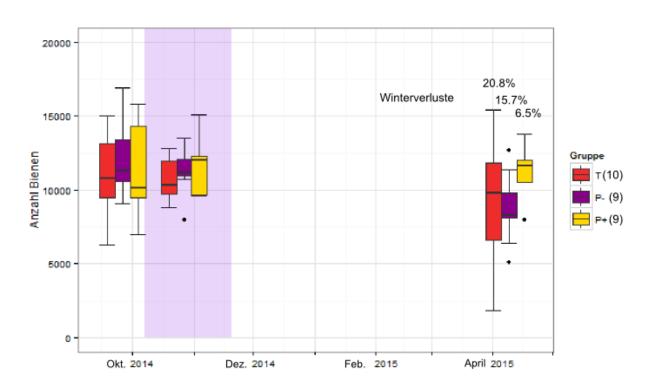
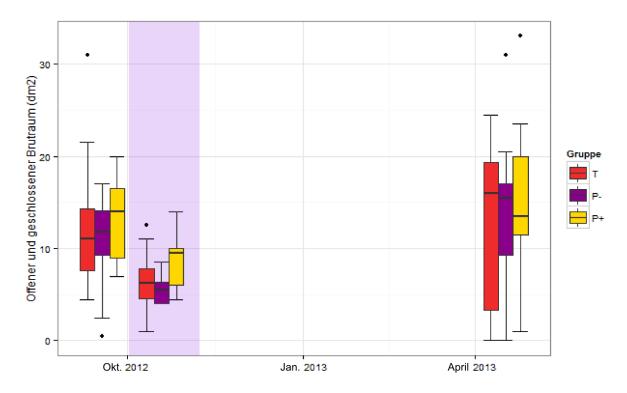
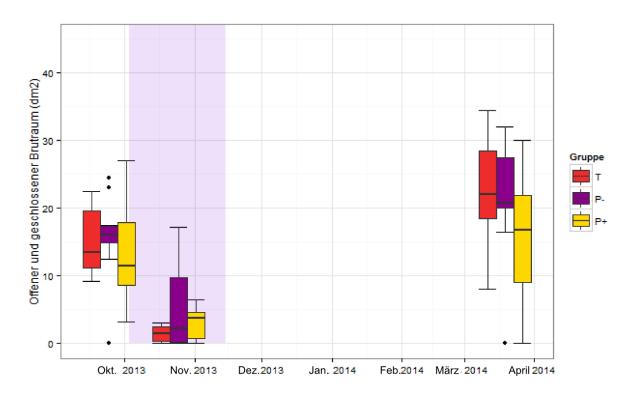
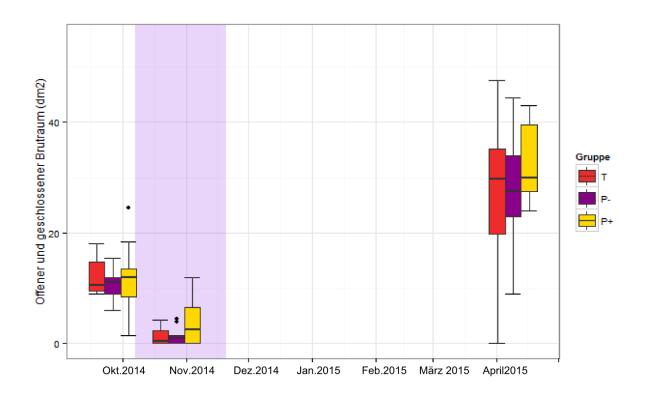


Abbildung 16a, b und c Fläche des Brutraums in den Bienenstöcken (Summe von geschlossenen und geöffneten Brut) in dm². Es gibt keine bedeutenden Unterschiede zwischen den Gruppen während aller Versuchsjahre.







10 Anhang

Abbildung S1a, b und c: Kontinuierliche Messung der Bienenstöcke in 2012, 2013 und 2014. In 2012 wurden die Bienstöcke 1 (T), 16 (P-) und 29 (P+) gewogen. Man sieht deutlich wann Kolonie 29 ausgeraubt wurde und wo man die Waage unter Bienenstock 4 verstellt hat (19.10.12). In 2013 wurden die Bienstöcke 4 (T), 26 (P-) und 1 (P+) gewogen. In 2014 wurden die Bienenstöcke 26 (T), 4 (P-) und 25 (P+) gewogen. Während jedes Versuchs sinkt das Gewicht.

