

Einfluss von Herbst-Zwischenkulturen auf die Entwicklung von Honigbienenvölkern

Marie Gallot¹, Gérald Buchwalder¹, Bernard Beuret¹, Jean-Marie Cecilio², Marion Guinemer², Pierre Marigo³, Samuel Frosini³ und Jean-Daniel Charrière⁴

¹Fondation Rurale Interjurassienne, Courtemelon, 2852 Courtételle, Schweiz

²Association de Développement de l'Apiculture en Rhône Alpes (ADARA), 38 260 La Côte Saint-André, Frankreich

³ISETA, 74330 Poisy, Frankreich

⁴Agroscope, Zentrum für Bienenforschung, 3003 Bern, Schweiz

Auskünfte: Jean-Daniel Charrière, E-Mail: jean-daniel.charriere@agroscope.admin.ch



Während der Blütezeit wurden zehn Versuchsbieneneuten in einer Zwischenkultur (hier Phacelia) aufgestellt.

Einleitung

Honigbienen spielen aufgrund ihrer Fähigkeit Pflanzen zu bestäuben und Honig zu erzeugen eine äusserst wichtige ökologische (Kleijn *et al.* 2013) und ökonomische (Gallai *et al.* 2009) Rolle. Die Imker werden jedoch seit etwa zwanzig Jahren mit ungewöhnlichen und beunruhigenden Sterblichkeiten ihrer Bienenvölker konfrontiert (Neumann und Carreck 2010). Es werden mehrere Faktoren für diesen Rückgang angeführt wie beispielsweise Krankheiten, das geringe Vorhandensein und die schlechte Qualität von Nektar- und Pollenressourcen, Exposition gegenüber Pestiziden ebenso wie Imker-Praktiken. In der Landwirtschaft ist es mittlerweile üblich, den Boden im Herbst nach der Getreideernte zur Erosionsbegrenzung, Gründüngung und Nitratbindung mit einer Zwischenkultur zu bedecken. Diese Zwischenkulturen ermöglichen eine Pollen- und Nektarzufuhr, welche die Völker vor dem Winter stärken soll (Steffan-Dewenter und Tscharrntke 1996; Williams 1997; Petanidou 2003;

Horn 2009). Die Vorteile dieser landwirtschaftlichen Praxis werden jedoch in Frage gestellt. Es ist möglich, dass das späte Ausfliegen die Winterbienen frühzeitig erschöpft, wodurch das Überwintern der Völker wiederum verschlechtert werden könnte. Zudem könnte eine Zwischenfrucht, die direkt im Anschluss an eine mit Neonicotinoiden behandelte Kultur ausgesät wird, bei den Bienen zu Vergiftungen und somit zu Störungen innerhalb der Völker führen (Bonmatin *et al.* 2005).

Im vorliegenden Versuch wurden Antworten auf die nachfolgenden Fragen gesucht:

- Kommt es durch das späte Ausfliegen in Gründüngungskulturen zu einer Schwächung oder – im Gegenteil – zu einer Stärkung der Völker vor dem Winter und wird dadurch das Überwintern der Völker beeinflusst?
- Beeinflussen Neonicotinoide, die sich im Boden befinden, weil das Saatgut der Vorkultur mit diesem

Insektizid behandelt wurde, die Völker, die in die anschliessend angebaute Zwischenkultur ausfliegen?

Material und Methoden

Versuchsablauf

Der Versuch wurde während drei Saisons (2012, 2013 und 2014) in drei Regionen durchgeführt: Ein Versuchsstandort befand sich in der Ajoie (Schweizer Jura), einer in der Plaine de la Bièvre (Isère, Frankreich) und ein weiterer zwischen Annecy und Seyssel (Haute-Savoie, Frankreich). Das landwirtschaftliche Umfeld der Ajoie ähnelt einem Flickenteppich aus verschiedenen Getreidekulturen, Raps, Mais, Zuckerrüben, Wäldern und Grünlandstreifen. Der Versuchsstandort Isère ist eine lange Ebene mit Intensivkulturen von Mais, Getreide, Raps und Sonnenblumen. In der Haute-Savoie trifft man in erster Linie auf Mischkulturen und Viehhaltung (Gerste, Wälder und Mähwiesen). Die drei Versuchsstandorte befinden sich auf einer Höhe von ca. 430 m. An jedem Versuchsstandort wurden ausschliesslich während der Blüte der Zwischenfrüchte (Anfang Oktober bis Anfang November) unter verschiedenen Bedingungen drei homogene Gruppen aus jeweils zehn Völkern aufgestellt. Eine Kontrollgruppe (T) wurde in einer 2 km weiten Minimaldistanz von allen blühenden Zwischenkulturen platziert, um so den Zugang zu Herbstblühern zu begrenzen. Zwei Versuchsgruppen, P+ und P- wurden am Rand der Zwischenkultur aufgestellt. In der Ajoie handelte es sich um eine reine Phacelia-Kultur (*Phacelia tanacetifolia*), wohingegen in Isère und in der Haute-Savoie eine Trachtpflanzen-Mischung angebaut wurde, die aus Phacelia, Senf, Weissklee, Alexandrinerklee und Sonnenblume bestand. Die Gruppe der P- Völker wurde am Rand einer Zwischenkultur, bei welcher die Vorkultur ohne Neonikotinoide behandelt wurde, aufgestellt. Die Gruppe der Völker P+ wurde hingegen am Rand einer konventionell angebauten Zwischenkultur aufgestellt. Hier war das Saatgut der Vorkultur, die meistens ein Halmgetreide war, mit Neonikotinoiden behandelt worden. In der Ajoie wurde als aktive Substanz Clothianidin verwendet, in der Haute-Savoie und in Isère Imidacloprid. Die Versuchspartellen liegen mindestens 2 km weg von anderen blühenden Zwischenkulturen. Die Bekämpfung des Parasiten *Varroa destructor* erfolgte in der Ajoie basierend auf Ameisen- und Oxalsäure und in den beiden anderen Regionen mittels Apivar® Kontaktstreifen. Durch die regelmässige Zählung des natürlichen Milbenfalls auf den Beutenböden sollten starke Infektionen erkannt werden, die sich störend auf unseren Versuch hätten auswirken können.

Zusammenfassung

Der Anbau von Zwischenkulturen und Gründung ist im Herbst zur Bedeckung des Bodens nach der Getreideernte eine in der Landwirtschaft geläufige Praxis. Einige Imker freuen sich über diese Möglichkeit des Ausfliegens, andere befürchten hingegen nach dem Ausfliegen in Zwischenkulturen eine Schwächung der Bienenvölker und eine vorzeitige Erschöpfung der Winterbienen. Der hier vorgestellte Versuch hatte zum Ziel zu klären, ob das späte Ausfliegen zu einer Schwächung oder einer Stimulierung der Völker vor dem Winter führt und ob die Überwinterung der Völker beeinflusst wird. Zudem zielt der Versuch darauf ab zu bestimmen, ob Zwischenkulturen, die im direkten Anschluss an die Ernte eines mit Neonikotinoiden gebeizten Halmgetreides angebaut werden, eine potenzielle Gefahr für die Honigbiene darstellen können. Die Studie zeigt, dass das Ausfliegen in Zwischenkulturen oder Gründung die Bienenvölker während der Blüte sowie in den darauffolgenden Monaten weder positiv noch negativ beeinflusste. Die Winterverluste wurden nicht erhöht. Die chemischen Analysen verdeutlichen, dass durch die Behandlung der Vorkultur Neonikotinoide im Boden vorhanden sein können und sich Spuren davon manchmal im Pollen, der in die Bienenbeuten zurückgebracht wird, sowie im Bienenbrot finden. Unter den gegebenen Bedingungen war keine unterschiedliche Exposition der beiden Gruppen möglich, durch welche die Wirkung der Anwendung von Neonikotinoiden bei Vorkulturen auf die Bienenvölker hätte überprüft werden können.

An den drei Versuchsstandorten untersuchte Kriterien

Um sicher zu sein, dass die Bienen in den Zwischenkulturen ausfliegen, haben wir die Menge und die botanische Herkunft des gesammelten Pollens sowie die Flugintensität auf den Parzellen P+ und P- gemessen. Um den Pollen zu sammeln, wurden drei Bienenbeuten pro Gruppe am Flugloch mit Pollenfallen ausgerüstet und der Pollen wurde an zwei bis sieben Tagen pro Woche gesammelt. Anschliessend wurde er während zwölf Stunden bei 40°C getrocknet und danach wurden die Pollenhöschen je nach Farbe in unterschiedliche Fraktionen getrennt. Jede Fraktion wurde gewogen und ihre botanische

Herkunft mittels palynologischer Analyse bestimmt. Die Flugintensität auf den Versuchspartellen wurde je nach Wetterbedingungen während der Blütezeit alle zwei bis vier Tage nachmittags gemessen. Die Flugintensität wurde durch die Anzahl Bienen bestimmt, die sich zum Zeitpunkt des Auszählens in fünf abgegrenzten 1 m² grossen Perimetern in den Zwischenkulturen befanden.

Um die Auswirkung auf die Bienensterblichkeit, die Entwicklung und die Überwinterung der Völker zu schätzen, wurde die Bienensterblichkeit während der Blüte am Flugloch und die Völkerstärke vor und nach dem Winter mit der sogenannten Liebefelder Schätzmethode (Imdorf *et al.* 1987) gemessen. Die Bienensterblichkeit wurde während der Blüte für alle Bienenvölker kontinuierlich erfasst mit Hilfe von «*underbasket*»-Fallen (Accorti *et al.* 1991) für die toten Bienen. Damit ein möglicher Gewichtszuwachs oder -verlust der Völker während der Blütezeit der Zwischenkulturen festgestellt werden konnte, wurden die Völker vor, während und nach der Blüte gewogen.

Um das Vorhandensein von Neonicotinoiden im Boden zu messen und die Pestizidexposition zu beurteilen, haben wir Analysen durchgeführt: von der Erde jeder P-Parzelle, welche vor der Aussaat der Zwischenkulturen beprobt wurde, von den Pollen in der Falle, dem Bienenbrot, dem vor und nach dem Ausfliegen in den Zwischenkulturen produzierten Honig sowie von den toten Bienen. Die chemischen Analysen konzentrierten sich auf die Insektizide der Gruppe der Neonicotinoide (Imidacloprid, Thiametoxam, Clothianidin, Thiacloprid und Acetamiprid). Untersucht wurden die Proben von den CNRS in Villeurbanne und in Orléans (F), vom ANSES in Sophia Antipolis (F) sowie von der Wessling AG in der Schweiz.

Der statistische Vergleich der Populationsmessungen zwischen den Varianten «Versuch» und «Kontrolle» erfolgte mit einer Varianzanalyse mit anschliessendem Tukey-Test ($p < 0,05$, R Software).

Resultate

Die drei Versuchsjahre waren in jeder Region durch kontrastreiche herbstliche Witterungsbedingungen gekennzeichnet, die wiederum das Ausfliegen sowie die Entwicklung der Völker und ihre Stärke am Ende des Winters beeinflussten.

In jeder Region und in jedem Versuchsjahr wurde das Ausfliegen der Bienen in den Zwischenkulturen durch die Flugintensität auf diesen Partellen bestätigt (Tab. 1) sowie durch die palynologische Untersuchung des in den Pollenfallen gesammelten Pollens (Abb. 1). Die in den Zwischenkulturen aufgestellten Bienen sammeln nicht

Tab. 1 | Durchschnittliche Flugintensität in jeder Region während der Blütezeit der Zwischenkulturen (Anzahl Bienen pro m²).

Region	2012		2013		2014	
	P+	P-	P+	P-	P+	P-
Ajoie	1,6	2,2	4,6	2,9	5,8	6,1
Isère	1,2	1,1	2,9	2,9	0,2	0,3
Haute-Savoie	1,2	1,3	–	–	–	–

P- : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine nicht mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

P+ : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

Tab. 2 | Durchschnittliche Änderung der Bienenanzahl pro Volk zwischen der letzten Messung vor dem Überwintern und der Messung am Ende des Überwinterns sowie prozentuale Winterverluste der Völker bei den drei Versuchsvarianten in den drei Versuchsjahren.

	Änderung der Population im Winter (% Bienen)			Winterverluste (% Völker)		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Ajoie						
T	-51	-22	-21	30	0	0
P-	-40	-34	-16	0	0	0
P+	-32	-38	-7	10	0	0
Isère						
T	-27	-31	+30	20	0	10
P-	-45	-55	+7	20	10	0
P+	-34	-44	-41	20	0	10
Haute-Savoie						
T	-31	-22	-22	0	0	10
P-	-55	-1	+36	0	0	0
P+	-44	-27	-11	10	10	0

T : Völker, ohne direkten Zugang zu Zwischenkulturen.

P- : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine nicht mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

P+ : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

unbedingt mehr Pollen als die Bienen der Kontrollgruppe, jedoch ist die botanische Zusammensetzung eine andere. Während der Blüte der Zwischenkulturen ist das Gewicht der Völker gleich, unabhängig davon, ob sie Zugang zu diesen Kulturen hatten oder nicht. Dies zeigt, dass die Bienen, die Zugang zu den Zwischenkulturen hatten, keinen zusätzlichen Nektar oder Pollen einlagerten.

Die Rückstandsanalysen weisen auf das Vorhandensein von Neonicotinoiden im Boden von den Partellen P+, aber auch in kleineren Menge von den Partellen P- hin. Unabhängig davon, ob bei der Vorkultur behandel-

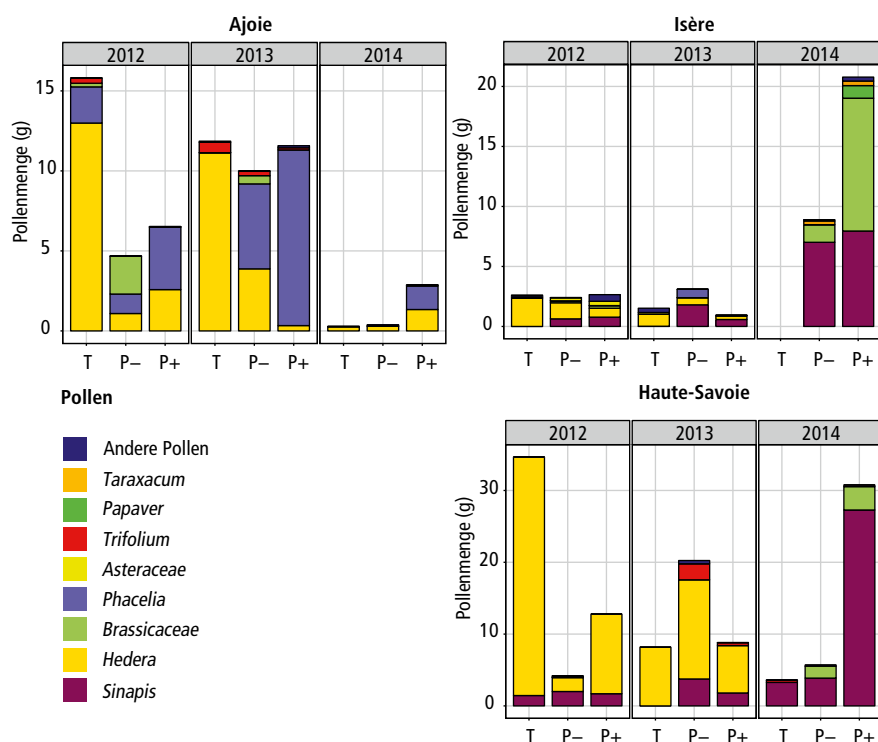


Abb. 1 | Durchschnittswerte der getrockneten Pollenmasse, die pro Tag und Volk während der Blütezeit der Zwischenkulturen in den Pollenfallen gesammelt wurde.

T : Völker, ohne direkten Zugang zu Zwischenkulturen.

P- : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine nicht mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

P+ : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

tes Saatgut verwendet worden war, wies der von den Bienen gesammelte Pollen einige Male Spuren von Neonicotinoiden mit Maximalwerten von 10ng/g auf. In einem Jahr wurden diese Insektizide auch im Bienenbrot der Versuchsvarianten P+ und P- nachgewiesen mit einem Maximalwert von 9,8 ng/g Imidacloprid im Bienenbrot von den Völkern P+ in der Ajoie. Generell konnten Pestizidrückstände in den Böden und gelegentlich in anderen Matrices nachgewiesen werden. In der Regel waren diese Werte auf den Parzellen P+ höher als auf den Parzellen P-. Von allen Proben der toten Bienen, die in den drei Regionen in den Fallen vor den Bienenkästen entnommen wurden, wiesen nur zwei Rückstände auf, die unterhalb der Bestimmungsgrenze (0,5 ng/g) lagen.

Die Winterverluste der Völker wie auch die Änderung der Anzahl an Bienen sind in Tabelle 2 ersichtlich. Die jährlichen Unterschiede lassen sich teilweise mit den von Jahr zu Jahr unterschiedlichen Witterungsbedingungen erklären.

Versuch 2012–2013

- Aufgrund von Räuberei war in der Ajoie die Sterblichkeit zu Beginn der Versuchsperiode in allen drei Gruppen erhöht; später verringerte sie sich (Abb. 2).

Vor allem durch den Verlust von drei Völkern überstand die Kontrollgruppe den Winter tendenziell am schlechtesten.

- In Isère waren die Völker von P- am Ende des Winters am schwächsten, die Gruppen waren jedoch sehr heterogen.
- In der Haute-Savoie war die Sterblichkeit der Bienen, die in den Zwischenkulturen ausflogen, etwas höher. Die Völker, die auf den Parzellen P- ausflogen, waren am Ende des Winters tendenziell stärker (Abb. 3).

Versuch 2013–2014

In der Ajoie liess sich bei den Bienen, die in den Zwischenkulturen ausflogen, eine höhere Sterblichkeit beobachten (signifikante Unterschiede über mehr als die Hälfte der Versuchsdauer), aber das Niveau bleibt mit weniger als 30 toten Bienen pro Tag dennoch tief. In dieser Saison war die Population am Ende des Winters jedoch signifikant schwächer als die der Bienen, die in die Zwischenkulturen ausflogen.

- In Isère war die Sterblichkeit bei P- während des gesamten Versuchs höher. Diese Völker waren zudem am Ende des Winters am schwächsten.

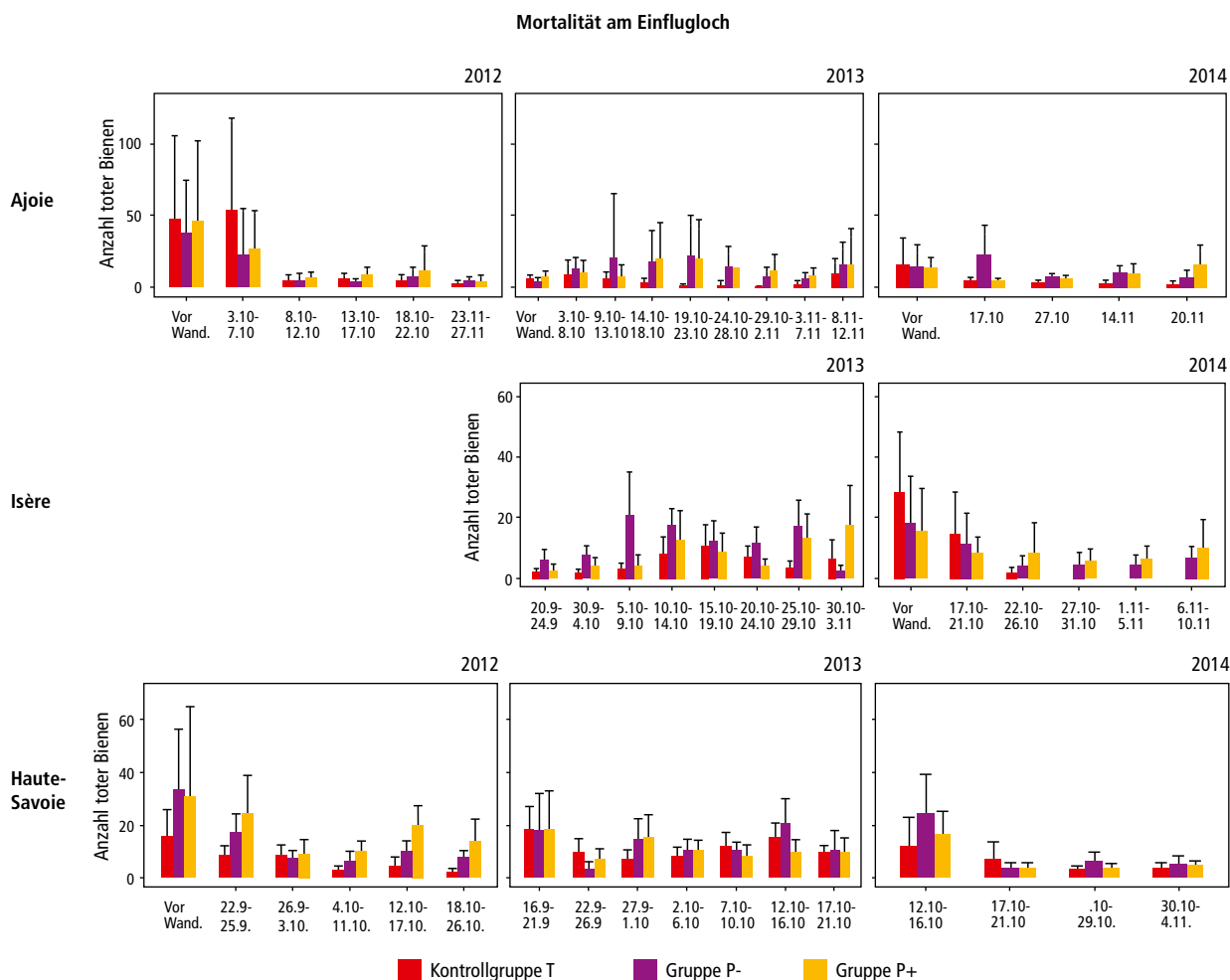


Abb. 2 | Sterblichkeit am Flugloch (Durchschnitt pro Tag und Standardabweichung), bestimmt durch Zählung der toten Bienen in den Bienenfallen während der Blütezeit der Zwischenkulturen. Wir verfügen nicht über genügend Daten aus dem Jahr 2012 in Isère. Vor Wand.: tägliche Mortalität vor der Wanderung in den Zwischenkulturen/Gründung.

T : Völker, ohne direkten Zugang zu Zwischenkulturen.

P- : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine nicht mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

P+ : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine mit Neonicotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

- In der Haute-Savoie liessen sich die gleichen Tendenzen wie im Jahr 2012 beobachten.

Versuch 2014–2015

2014 waren die herbstlichen Witterungsbedingungen während der Versuchsperiode weniger mild als im Vorjahr, wodurch die Völker weniger in den Spätblüher ausflogen.

- In der Ajoie liess sich ebenso wie im Vorjahr bei den Bienen, die in den Zwischenfrüchten ausflogen, eine etwas höhere Sterblichkeit beobachten (signifikante Unterschiede über mehr als die Hälfte der Versuchsdauer). Sie bleibt jedoch unter einer Anzahl von 25 toten Bienen pro Tag. Die Völker sind am Ende des Winters homogen, die Völker P+ sind etwas stärker.
- In Isère ist die Sterblichkeit zu Versuchsbeginn höher. Im Frühjahr sind die Bienenpopulationen in der Kontrollgruppe grösser.
- In der Haute-Savoie ist die Tendenz gleich wie in den Jahren 2012 und 2013. Das bedeutet, dass die

Bienenverluste bei den Völkern, die in Zwischenkulturen ausflogen, leicht erhöht waren und die Völker der Variante P- im Frühjahr stärker waren.

Was die Brutentwicklung betrifft, scheinen die Völker der Kontrollgruppe die Brutablage früher beenden als die in den Zwischenkulturen platzierten Völker.

Diskussion

Während der drei Versuchsjahre wurden die Bedingungen erfüllt, die für eine Überprüfung der Wirkung des späten Ausfliegens erforderlich sind. Dies zeigt sich durch die Präsenz der Bienen auf den Versuchspartellen sowie die botanische Herkunft des Pollens in den Pollenfallen. Die Völker, die in den Zwischenkulturen ausflogen, scheinen während der Blütezeit eine höhere Sterblichkeit am Flugloch zu erleiden, die sich wahrscheinlich auf ein intensiveres Ausfliegen zurückführen lässt. Diese Sterblichkeit steht aber scheinbar in keinem direkten

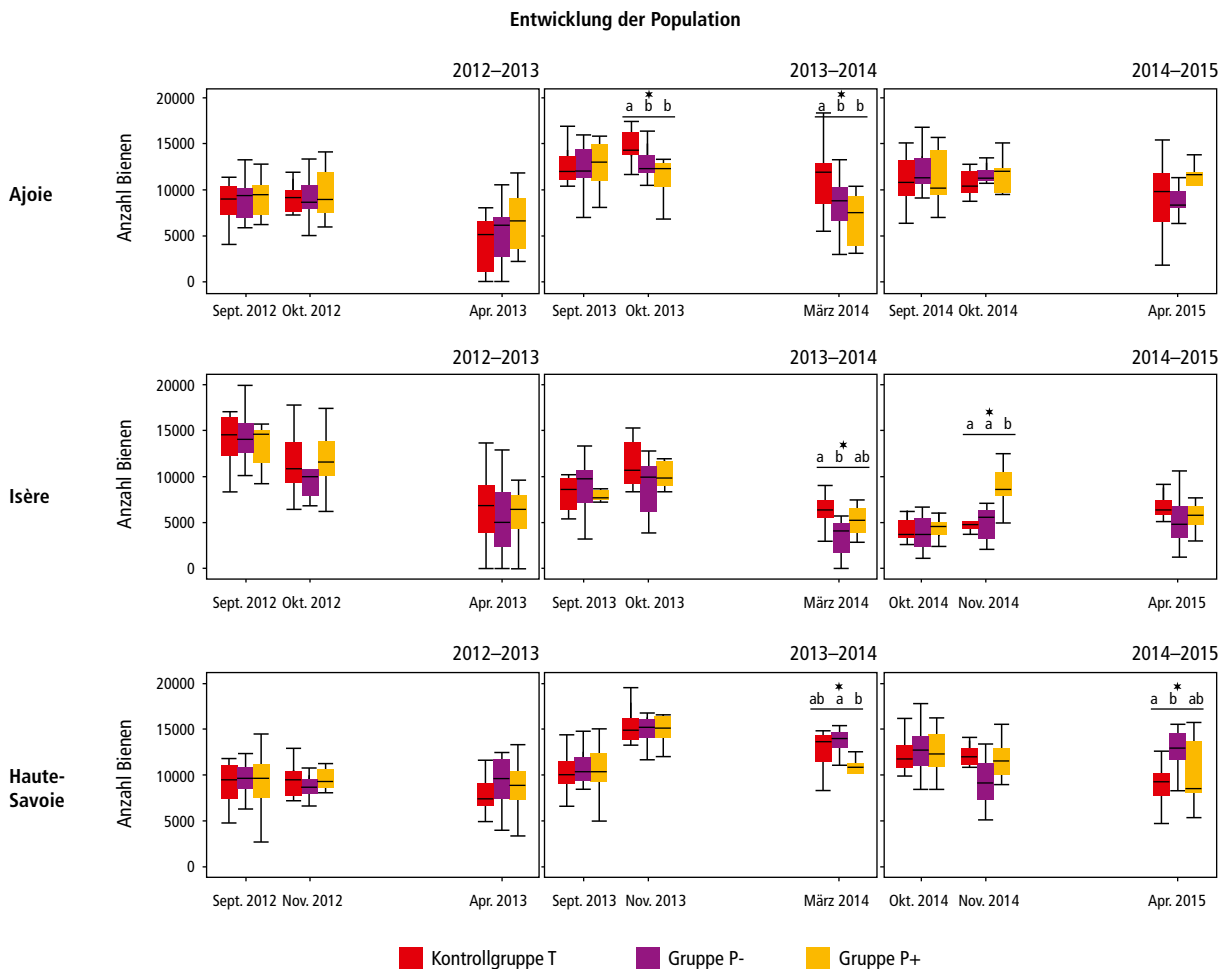


Abb. 3 | Entwicklung der Völker. Durchschnittliche Anzahl Bienen pro Volk bei Populationsmessungen, die ab September bis zum Frühjahr des Folgejahres durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen sind über den Boxplots ersichtlic. Ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den Gruppen ist jeweils mit einem Stern gekennzeichnet.

T : Völker, ohne direkten Zugang zu Zwischenkulturen.

P- : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine nicht mit Neonikotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

P+ : Völker, die in einer Zwischenkultur aufgestellt wurden, die auf eine mit Neonikotinoiden behandelte Vorkultur folgte.

Zusammenhang mit der Wintersterblichkeit, die zwischen den Versuchsvarianten von einem Jahr zum anderen und von Region zu Region variiert. In der Ajoie und in Isère ist keine eindeutige positive oder negative Auswirkung der Zwischenkulturen auf die Entwicklung der Bienenvölker feststellbar. In der Haute-Savoie sind hingegen diejenigen Völker, die in den Parzellen P- ausflogen, in allen drei Jahren in Folge tendenziell im Frühjahr stärker. In diesem Umfeld scheinen die Zwischenkulturen die Überwinterung der Bienenvölker positiv zu beeinflussen.

Das von der Versuchsvariante unabhängige Vorhandensein von Neonikotinoiden im Boden, im Pollen und sogar im Bienenbrot spricht uns an. Ausführungen zu dieser Problematik finden sich bereits in der Literatur (Bijleveld van Lexmond *et al.* 2014, Bonmatin *et al.* 2014).

In der vorliegenden Studie liess sich die Auswirkung einer möglichen Pestizidexposition von Bienen während des Ausfliegens in Zwischenkulturen, die auf eine Kultur mit gebeiztem Saatgut folgten, nicht einfach klären.

Dies aus folgenden Gründen: Erstens wurden diese aktiven Substanzen nicht nur in den Matrices aus den Varianten P+ gefunden, sondern mit geringeren Werten auch in den Matrices der Varianten T und P-. Somit verfügten wir nicht über eine von Neonikotinoiden freie Umgebung, um einen unwiderlegbaren Vergleich ziehen zu können. Zweitens zeigen Wissenschaftler, dass bei einer gering dosierten Exposition über einen langen Zeitraum, also bei einer chronischen Exposition, die Pestizide überwiegend subletale Effekte auf die Bienen haben (Van der Sluijs *et al.* 2013). Solche Auswirkungen spiegeln sich nicht unbedingt in den Populationsmessungen oder der Mortalität am Flugloch wider (Henry *et al.* 2015). Unter diesem Aspekt sind weitere Feldforschungen erforderlich.

Von 2012 bis 2014 hat das ITSAP-Institut in Frankreich ein ähnliches Projekt durchgeführt, das darauf abzielte, den Einfluss der Pollen von Zwischenkulturen auf die Dynamik der Bienenvölker in einem Ackerbauggebiet zu untersuchen (Allier *et al.* 2014). Die Schlussfolgerungen

dieses grossangelegten Projekts lauten, dass die Diversifizierung des Pollenangebots im Herbst die physiologischen Merkmale der Bienen (Erhöhung des Vitellogenin-gehalts) verbessert, wodurch indirekt auch das Überleben der Völker im Winter verbessert und zur Brutentwicklung beigetragen wird.

Schlussfolgerungen

Die hier vorgestellte Studie zeigt, dass das herbstliche Ausfliegen in einer blühenden Zwischenkultur oder Gründüngung die Fähigkeit des Volkes den Winter zu überstehen, nicht beeinflusst. Es lässt sich keine eindeutige und systematische Auswirkung des Ausfliegens in Zwischenkulturen auf die Entwicklung der Völker feststellen und die Tendenzen können je nach Jahren und Regionen widersprüchlich sein. Folglich hatten Zwischenkulturen und Gründüngung gemäss unserem Versuch weder einen positiven noch einen negativen Einfluss auf die Entwicklung der Bienenvölker im Winter.

Basierend auf den während der drei Versuchsjahre erzielten Resultaten ist es nicht gerechtfertigt, die Zwischenkulturen als Ursache für die Winterverluste bei den Völkern zu bezeichnen und das Mähen der blühenden Pflanzen zu empfehlen, um ein Ausfliegen der Bienen in diesen Kulturen zu vermeiden.

Wir können bestätigen, dass Neonikotinoide, die von vorhergehenden oder benachbarten Kulturen stammen, möglicherweise im Boden nachweisbar sind und von den als Gründüngung verwendeten Pflanzen assimiliert werden können. Die Verwendung einer Gründüngung kann folglich das Expositionsrisiko der Völker gegenüber diesen Molekülen erhöhen. Eine Zwischenkultur mit dem Zweck das Nahrungsangebot für Bienen zu diversifizieren, sollte also mit einem vorsichtshalber reduzierten Gebrauch von Neonikotinoiden einhergehen. So kann das Kontaminationsrisiko reduziert werden. Um den Einfluss von Neonikotinoiden im Pollen und Nektar von Zwischenkulturen auf die Bienenvölker zu beleuchten, sind jedoch zusätzliche Untersuchungen erforderlich. ■

Dank

Die Autoren danken der Fondation sur la Croix, La République et Canton du Jura, dem Kanton Bern, dem BLW und der Interreg France-Suisse, la Région Rhône-Alpes für die finanzielle Unterstützung und den Landwirten für die Bereitstellung der Felder.

Literatur

- Accorti M., Lutu F. & Tarducci F., 1991. Methods for collecting data on natural mortality in bee. *Ethology. Ecology and Evolution*. 1, 123-126.
- Allier F., Allaux C., Aupinel P., Baechler F. et al. 2014. Enjeux sur l'amélioration des ressources alimentaires pour l'abeille mellifère – Projet InterAPI. Colloque de restitution de projet. Zugang: http://itsap.acta-informatique.fr/wp-content/uploads/2014/06/colloque_interapi_resume_des_interventions_nov_2014_2.pdf
- Bijleveld van Lexmond M., 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*. doi:10.1007/s11356-014-3220-1.
- Bonmatin J.M., 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.
- Bonmatin J.M., Giorio C., Girolami V., Goulson D., Kreuzweiser D., Krupke C., Liess M., Long E., Marzaro M., Mitchell E.A.D., Noome D.A., Simon-Delso N. & Tapparo A., 2014. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environ Sci Pollut Res*. doi:10.1007/s11356-014-3332-7.
- Gallai N., Salles J.-M., Settele J. & Vaissière B.E., 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68 (3), 810-21. doi. 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.
- Henry M., Cerrutti N., Aupinel P., Decourtye A., Gayraud M., Odoux J.F., Pissard A., Rüger C. & Bretagnolle V. 2015. Reconciling laboratory and field assessment of neonicotinoid toxicity to honeybees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. doi: 10.1098/rspb.2015.2110
- 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.
- Kleijn D., Winfree R., Bartomeus I., Carvalheiro L.G., Henry V., Isaacs R., Klein A.-M., Kremen C., M'Gonigle L.K., Rader R., Ricketts T.H., Williams N.M. et al. 2015. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nat Commun*, 6, p. 7414. doi:10.1038/ncomms8414
- Neumann P., Carreck N.L., 2010. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research* 49 (1), 1-6.
- 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.
- Steffan-Dewenter I.S., Tscharnkte T., 1996. Profitieren Wildbienen oder Honigbienen von der Flächenstilllegung 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. & Belzunces L., 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5, 293–305.
- 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.

Riassunto**Colture intercalari autunnali et sviluppo delle colonie di api mellifere**

La disposizione di una copertura vegetale autunnale in seguito alla raccolta di cereali è una pratica diffusa nel mondo agricolo. Mentre alcuni apicoltori si rallegrano di queste possibilità di bottinatura, altri sospettano un indebolimento delle colonie di api dopo la bottinatura in queste colture intercalari e temono che le api si stanchino troppo presto durante l'inverno. Lo studio qui presentato si prefigge di valutare se la bottinatura tardiva provoca un indebolimento o uno stimolo delle colonie prima dell'inverno e se vi è un impatto sull'invernamento. Inoltre, lo studio vuole determinare se le colture intercalari seminate direttamente dopo un cereale da paglia, ricoperto di neonicotinoidi, possono rappresentare un potenziale pericolo per le api. Lo studio dimostra che la bottinatura nelle colture intercalari non ha né effetti nocivi né positivi sulle colonie di api durante la fioritura e nei mesi seguenti. Le perdite invernali non sono più elevate. Le analisi chimiche dimostrano che i neonicotinoidi possono essere presenti nel suolo, indipendentemente dal trattamento della coltura precedente, e che le tracce si trovano a volte nel polline riportato nell'alveare così come nel pane di api. Le condizioni non hanno permesso un'esposizione differenziata tra due gruppi al fine di valutare l'effetto dei neonicotinoidi nella coltura precedente sulle colonie.

Summary**Autumn intermediate crops and development of honey-bee colonies**

Establishing an autumn vegetation cover following the grain harvests is common practice in the farming community. Although certain beekeepers look forward to this foraging opportunity, others suspect a weakening of the bee colonies after they forage on these cover crops, and fear the premature exhaustion of the winter bees. The experiment presented here attempts to evaluate whether late foraging weakens or stimulates the colonies before winter, and whether it has an impact on overwintering. It also aims to determine whether the intermediate crops established directly after a straw cereal coated in neonicotinoids may represent a potential danger for bees. The study shows that foraging on intermediate crops has neither an adverse nor a positive effect on bee populations during flowering and in the following months. Moreover, winter losses are no greater. Chemical analyses show that neonicotinoids may be present in the soil whatever the treatment of the previous crop, and that traces are sometimes found in the pollen brought back to the hive, as well as in the bee bread. These conditions prevent us from comparing two groups with clear different exposures, which would allow us to test the effect of the neonicotinoids in the previous crop on the colonies.

Key words: *Apis mellifera*, honey bee, intermediate crop, winter losses, neonicotinoid.