

Bienen mit mangelhafter Nahrung reagieren

Der Verlust von Blühangebot und der übermässige Einsatz von Pflanzenschutzmitteln stehen im Verdacht, die Hauptursachen für den Rückgang von Bienenarten zu sein. In einem Forschungsversuch mit der Roten Mauerbiene (*Osmia bicornis*) wurde von Agroscope untersucht, ob ein optimales Blühangebot die negativen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bienen verringern kann.

ANINA KNAUER (anina.knauer@agroscope.admin.ch) UND MATTHIAS ALBRECHT (matthias.albrecht@agroscope.admin.ch)

Viele Wildbienenarten verzeichnen eine Verkleinerung ihres Verbreitungsgebietes, wodurch es in vielen Regionen zu einem Rückgang der Bienenartendiversität und -häufigkeit kommt. Ein zu geringes Blühangebot, eine falsche oder übermässige Verwendung von Pflanzenschutzmitteln, der Klimawandel sowie die Verbreitung von Pathogenen werden als Hauptursachen dieser Abnahme angesehen.^{1,2} Die verschiedenen Stressfaktoren können sich zudem gegenseitig in ihrer Wirkung verstärken. Es wurde zum Beispiel gezeigt, dass gewisse

Fungizide den Entgiftungsprozess der Bienen behindern und dadurch die schädliche Wirkung von Insektiziden bei einer gleichzeitigen Anwendung um ein Vielfaches erhöhen können.³ Auch Mangelernährung schwächt die Bienen nicht nur direkt, sondern erhöht auch ihre Anfälligkeit gegenüber Pflanzenschutzmitteln. Laborexperimente haben gezeigt, dass beispielsweise ein geringer Proteinanteil im Pollen sowie eine tiefe Zuckerverfügbarkeit im Nektar das Vermögen der Bienen vermindern, aufgenommene Pflanzenschutzmittel zu entgiften.^{4,5}

Wie relevant diese Wechselwirkung für Bienen unter feldrealistischen Gegebenheiten und unter den dort anzutreffenden Mengen an Pflanzenschutzmitteln ist, wurde bisher noch nicht untersucht.

Solche möglichen Wechselwirkungen werden in der bisherigen Risikobeurteilung von Pflanzenschutzmitteln nicht berücksichtigt, wodurch es zu einer Unterschätzung des Risikos für Bienen und andere Nichtzielorganismen kommen kann und somit zu Zulassungen von Mitteln, welche Bienen gefährden könnten. Mit dem



Flugkäfige (oben links) mit unterschiedlichen Nahrungspflanzen wie Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) (oben rechts), Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) (unten links), Büschelblume (*Phacelia tanacetifolia*) (unten rechts).

FOTOS: JONAS WINIKZI UND ANINA KNAUER

sensitiver auf ein Pflanzenschutzmittel

Ziel, die Massnahmen zum Schutz der Bienen zu optimieren, untersucht ein europaweites Forschungsprojekt mit der Beteiligung von 13 Ländern (www.poshbee.eu), wie sich Nahrungsmangel, Krankheiten, Agrochemikalien und ihre Wechselwirkungen auf Honig- und Wildbienen auswirken. Anina Knauer, Janine Schwarz und Matthias Albrecht (Agroscope) beteiligen sich an dieser Forschung mit verschiedenen Labor- und Halbfreiland-Versuchen mit Roten Mauerbienen. Diese solitär lebenden Bienen sind u. a. wichtige Bestäuber von Obstkulturen wie Apfel oder Kirsche.

In einem kürzlich durchgeführten Halbfreiland-Versuch wurde der Einfluss des Insektizids Flupyradifuron auf das Überleben, die Fortpflanzung und das Verhalten der Bienen untersucht, wenn diese unterschiedlich gute Nahrungspflanzen zur Verfügung haben. Das verwendete Insektizid gehört zur Gruppe der Butenolide, hat jedoch eine ähnliche Wirkungsweise wie die Neonikotinoide und stört wie diese die Signalübertragung der Nerven bei Insekten. Im Gegensatz zu den Neonikotinoiden, von denen viele wegen möglichen schädlichen Wirkungen auf Bienen verboten wurden, gilt Flupyradifuron als bienenverträglich und kann deshalb auch in blühende Kulturen gespritzt werden. Das Mittel ist in der Schweiz bisher nicht zugelassen, wird aber in vielen anderen Ländern angewendet, auch in Europa.

Der Versuchsaufbau

Um die Wirkung von Flupyradifuron auf die Roten Mauerbienen (*Osmia bicornis*) bei unterschiedlicher Nahrungsqualität zu untersuchen, wurden die Bienen in grossen Flugkäfigen mit drei unterschiedlichen Nahrungspflanzen gehalten (Fotos vorangehende Seite) – Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), Büschelblume (*Phacelia tanacetifolia*) und Acker-Senf (*Sinapis arvensis*). Diese Pflanzenarten unterscheiden sich insbesondere im Proteinanteil des Pollens, aber auch im Nektarangebot und stellen somit



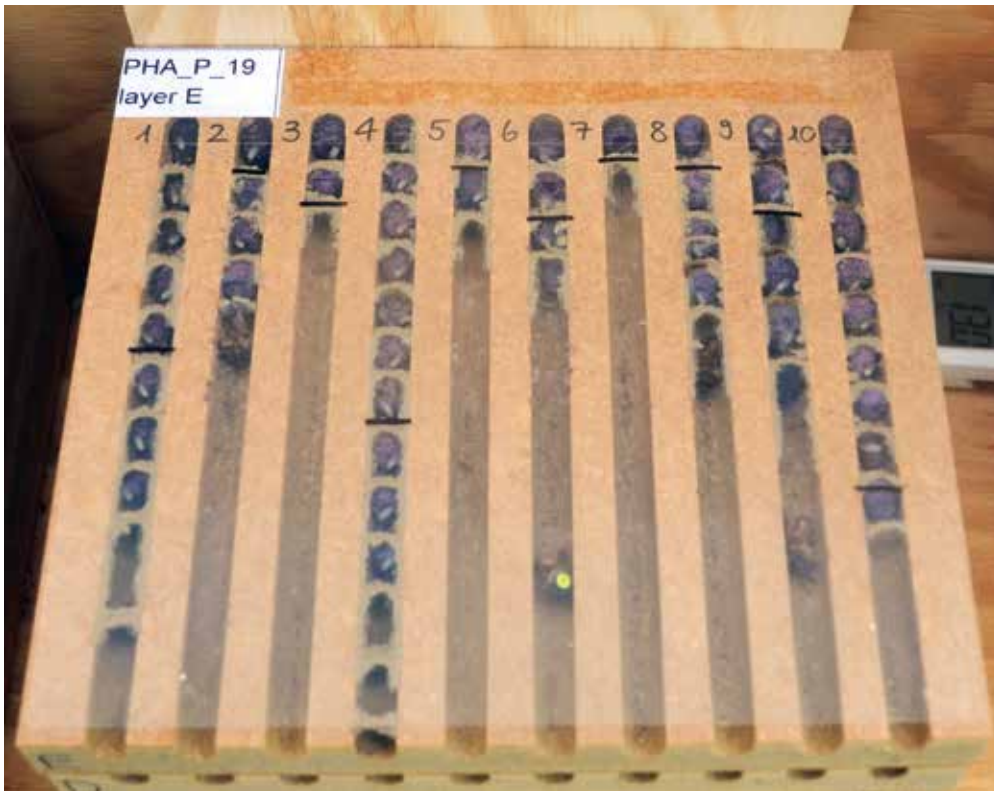
Eine individuell markierte Biene auf einer Büschelblumenblüte.

unterschiedlich gute Nahrungsquellen für die Mauerbienen dar. Um die Auswirkung von Flupyradifuron auf die Rote Mauerbiene zu messen, wurden in jedem Flugkäfig kleine Populationen von Mauerbienen freigelassen. Vor der Freilassung wurden sämtliche Weibchen mit einer individuellen Farb-Zahlen-Kombination markiert, welche es erlaubte, Daten zu jeder einzelnen Biene aufzunehmen (Foto oben). Nach der Paarung begannen die Weibchen, in den bereitgestellten Nisthilfen ihre Nester zu bauen und für sich und ihre Nachkommen Pollen und Nektar zu sammeln.

Zu diesem Zeitpunkt wurde in der Hälfte der Flugkäfige das Insektizid Flupyradifuron mit der empfohlenen Dosierung appliziert, während in der anderen Hälfte der Käfige nur Wasser gespritzt wurde (Kontrollbehandlung). Nach der Applikation massen die Forschenden während mehrerer Tage das Überleben der Weibchen, indem sie die Nester nachts fotografierten, wenn sich die Bienen im Nest

befinden. Anhand dieser Fotos konnte ausserdem ermittelt werden, wie viele Brutzellen und Nachkommen die Weibchen im Verlauf des Tages produziert hatten (Foto folgende Seite). Zusätzlich filmten die Forschenden während mehrerer Stunden pro Tag das Bienenhäuschen mit den Nestern. In den entstandenen Videos konnte anschliessend ermittelt werden, welche Bienen flugaktiv waren und wie lange sie für einen Sammelflug benötigen. Für diese Videoanalyse entwickelte das Team eine Software, welche mittels künstlicher Intelligenz die gewünschten Parameter ermitteln kann. Damit liegt erstmals eine für Solitärbienen verwendbare Methode vor, welche analog zu der bei Honigbienen verwendeten RFID-Technologie funktioniert (RFID bezeichnet ein Sender-Empfänger System, welches das Verlassen und Zurückkommen der Bienen zum Stock mittels Radiowellen aufzeichnet).

Da Pflanzenschutzmittel auch negative Auswirkungen auf das Überleben

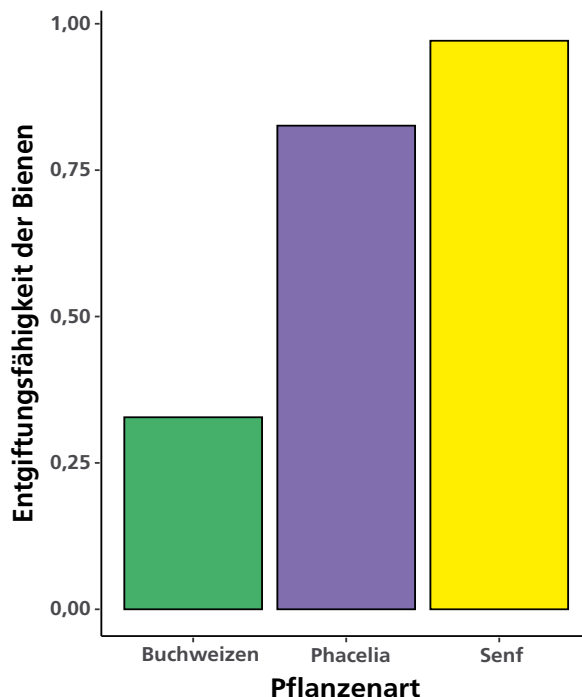


Nester der Weibchen der Roten Mauerbiene (*Osmia bicornis*). In jeder Brutzelle entwickelt sich eine Larve.

und die Entwicklung der Brut haben können, ist ausserdem angedacht, die Auswirkungen von Flupyradifuron auf die Schlupfrate und die Körpergrösse der nächsten Generation zu untersuchen. Zurzeit befinden sich die Nachkommen aus den Flugkäfigen jedoch noch in der Winterruhe. Wie sie sich in Abhängigkeit der Nahrung und des Insektizides entwickelt haben, wird sich somit erst noch zeigen.

Einfluss der Nahrungspflanzen auf das Entgiftungsvermögen der Bienen

In Ergänzung zu diesen Erhebungen massen die Forscher/-innen, wie gut Rote Mauerbienen, welche sich von den verschiedenen Pflanzenarten mit unterschiedlicher Blütenqualität ernährten, Flupyradifuron entgiften konnten. Dazu wurden Bienen aus den Flugkäfigen abgefangen und mit einer bestimmten Menge von Flupyradifuron (gelöst in einer Zuckerlösung) gefüttert. Anschliessend wurden die Insektizid-Rückstände in den Bienen mittels chemischer Analyse gemessen. Von der Menge der gemessenen Rückstände in den Bienen kann auf deren Vermögen, Flupyradifuron zu entgiften, geschlossen werden. Diese chemischen



Entgiftung von Flupyradifuron bei Weibchen der Roten Mauerbiene (*Osmia bicornis*), welche Buchweizen-, Büschelblumen- oder Acker-Senfbüthen besuchten.

Analysen zeigten, dass Bienen, die sich vom Pollen und Nektar der Acker-Senfbüthen ernährten, Flupyradifuron am besten entgiften konnten, da sie die tiefsten Rückstandsmengen aufwiesen. In den Bienen, welche sich von Buchweizenblüthen ernährten, wurden hingegen die höchsten Werte nachgewiesen, was darauf hindeutet, dass diese Bienen das Insektizid wesentlich

schlechter entgiften konnten. Bienen aus Phacelia-Käfigen wiesen Werte im mittleren Bereich auf (siehe Diagramm unten). Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit den aus der Literatur verfügbaren Werten zur Pollenqualität dieser Nahrungspflanzen. Der Proteinanteil des Pollens ist bei Buchweizen beispielsweise wesentlich tiefer als bei den anderen beiden Pflanzenarten.⁶⁻⁸

Nahrungstress für Bienen erhöht die schädliche Wirkung von Flupyradifuron

Erste Analysen deuten darauf hin, dass die Qualität der Nahrungspflanzen auch die Auswirkungen von Flupyradifuron auf das Verhalten und das Überleben der Bienen beeinflusst. Die Applikation von Flupyradifuron verursachte in den Buchweizen-Käfigen eine Mortalität von über 40 % der Weibchen (in den Buchweizen-Käfigen ohne Flupyradifuron-Applikation war die Mortalität 1 %), wohingegen das Mittel in den Flugkäfigen mit Acker-Senf und Büschelblume keine erhöhte Mortalität bewirkte. Zudem beeinflusste Flupyradifuron das Flug- und Sammelverhalten, wobei auch in diesem Fall in den Buchweizen-Käfigen die stärksten Effekte auftraten. So reduzierte sich im Buchweizen nach der Applikation die Anzahl der Bienen, welche Flugaktivität zeigten, deutlich. Auch die Anzahl der Blüten, die die Bienen in einer Minute besuchten, wurde durch das Mittel stark herabgesenkt, wobei der Effekt in Buchweizenkäfigen abermals am stärksten auftrat, jedoch auch in den Käfigen mit den anderen beiden Pflanzenarten beobachtet werden konnte.

Schlussfolgerungen

Erste Daten aus diesem Versuch deuten darauf hin, dass Flupyradifuron eine schädliche Wirkung auf Rote Mauerbienen haben kann. Für die Zulassung von Flupyradifuron wurde dessen Wirkung auf Honigbienen in einer Feldstudie untersucht, wobei keine negativen Effekte auf die Volkentwicklung gemessen werden konnten.⁹ Solche Ergebnisse trugen dazu bei, dass das Mittel als bienensicher eingestuft und für die Anwendung in blühenden Kulturen und während

DIAGRAMM: ANINA KNAUER



des Bienenfluges zugelassen wurde. Jedoch können sich unterschiedliche Bienenarten in ihrer Sensitivität gegenüber Pflanzenschutzmitteln unterscheiden. Zudem könnte auch die Biologie der Bienenart beeinflussen, wie stark sich allfällige negative Effekte auf die Populationsentwicklung auswirken. Während völkerbildende Bienenarten wie die Honigbienen temporäre Verluste von Arbeiterinnen zu einem späteren Zeitpunkt eventuell wieder kompensieren können, wirkt sich eine erhöhte Mortalität bei solitär nistenden Arten unmittelbar auf die Populationsentwicklung aus. Um eine umfassende Risikoeinschätzung machen zu können, werden bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln deshalb vermehrt unterschiedliche Bienenarten getestet.

Die reduzierte Entgiftungsfähigkeit von schlecht ernährten Bienen sowie erste Ergebnisse aus den Flugkäfigen zu Überleben und Verhalten der Bienen lässt zudem vermuten, dass allfällige negative Effekte von Flupyradifuron durch die Kombination mit einer mangelhaften Nahrung verstärkt werden. Insbesondere Wildbienenarten mit einer langen Aktivitätsperiode (z. B. Hummelarten) und Arten, welche auf bestimmte Nahrungspflanzen spezialisiert sind, können durch Trachtenlücken und eine geringe Pflanzendiversität in intensiv genutzten und von Ackerbau geprägten Agrarlandschaften betroffen sein. Solche Wechselwirkungen von Stressfaktoren sowie Unterschiede in der Exposition und Sensitivität verschiedener Bienenarten sollten bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln vermehrt berücksichtigt werden, um Bienen besser schützen zu können.

Massnahmen wie Blühstreifen können helfen, die Trachtenlücke im Sommer zu verkleinern. Es wurde für sieben Wildbienenarten gezeigt, dass Wildbienen von Blühstreifen profitieren, indem sie effizienter Blütennahrung sammeln können, was sich positiv auf die Produktion von Nachkommen und das Populationswachstum auswirkt.¹⁰ Ein hoher Anteil von Blühstreifen kann ausserdem allfällige negative Auswirkungen gewisser Agrochemikalien auf Bienen aufheben, da die Bienen

vermehrt unbelastete Wildblumen besuchen.¹¹ Gemäss den ersten Resultaten dieses Versuches könnten blütenreichen Biodiversitätsförderflächen in der Agrarlandschaft Wildbienen und weitere Bestäuber nicht nur direkt, sondern zusätzlich auch indirekt unterstützen, indem besser ernährte Bienen besser mit einer allfälligen Belastung durch Pflanzenschutzmitteln umgehen können.

In den letzten Jahren wurden viele Anstrengungen unternommen, um die Auswirkungen der intensiven Landwirtschaft in der Schweiz zu vermindern und das Nahrungsangebot von Bienen zu verbessern. Beispielsweise konnte der Flächenanteil und die ökologische Qualität von Biodiversitätsförderflächen (BFF), welche Bienen und weiteren Gruppen von Insekten ein wertvolles Blütenangebot bieten, erhöht werden. Der Anteil und die Qualität von artenreichen Biodiversitätsförderflächen, insbesondere im Ackerbauggebiet, ist gegenwärtig aber immer noch zu gering und soll zukünftig weiter erhöht werden (Bundesrat, 2020)¹². ◊

Literatur

1. Bongaarts, J. (2019) IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science. Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In: Wiley Online Library.
2. Potts, S. G.; Imperatriz-Fonseca, V.; Ngo, H. T.; Aizen, M. A.; Biesmeijer, J. C.; Breeze, T. D.; Dicks, L. V.; Garibaldi, L. A.; Hill, R.; Settele, J.; Vanbergen, A. J. (2016) Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540(7632): 220–229.
3. Pilling, E. D.; Jepson, P. C. (1993) Synergism between EBI fungicides and a pyrethroid insecticide in the honeybee (*Apis mellifera*) *Pesticide Science* 39(4): 293–297 (doi:10.1002/ps.2780390407).
4. Archer, C. R.; Pirk, C. W.; Wright, G. A.; Nicolson, S. W. (2014) Nutrition affects survival in African honeybees exposed to interacting stressors. *Functional Ecology*: 28: 913–923.

5. Tosi, S.; Nieh, J. C.; Sgolastra, F.; Cabbri, R.; Medrzycki, P. (2017). Neonicotinoid pesticides and nutritional stress synergistically reduce survival in honey bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284 (1869), 20171711.
6. Pamminger, T.; Becker, R.; Himmelreich, S.; Schneider, C. W.; Bergtold, M. (2019) Pollen report: quantitative review of pollen crude protein concentrations offered by bee pollinated flowers in agricultural and non-agricultural landscapes. *PeerJ*, 7, e7394 (<https://doi.org/10.7717/peerj.7394>).
7. Pernal, S. F.; Currie, R. W. (2000) Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 31(3):387–409 (<https://doi.org/10.1051/apido:2000130>).
8. Yang, K.; Wu, D.; Ye, X.; Liu, D.; Chen, J.; Sun, P. (2013) Characterization of chemical composition of bee pollen in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61(3): 708–718 (doi: 10.1021/jf304056b).
9. Campbell, J. W.; Cabrera, A. R.; Stanley-Stahr, C.; Ellis, J. D. (2016). An evaluation of the honey bee (Hymenoptera: Apidae) safety profile of a new systemic insecticide, flupyradifurone, under field conditions in Florida. *Journal of Economic Entomology* 109(5): 1967–1972.
10. Ganser, D.; Albrecht, M.; Knop, E. (2020) Wildflower strips enhance wild bee reproductive success. *Journal of Applied Ecology* 58(3): 486–495 (<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13778>).
11. Klaus, F.; Tschamtké, T.; Bischoff, G.; Grass, I. (2021) Floral resource diversification promotes solitary bee reproduction and may offset insecticide effects—evidence from a semi-field experiment. *Ecology Letters* 24(4): 668–675 (<https://doi.org/10.1111/ele.13683>).
12. Bundesrat. (2020) Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik ab 2022. BBl 2020 3955.