



Wildbienen und Bestäubung

Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass Wildbienen und andere Insekten bei der Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen eine entscheidende Rolle spielen. Ihre Häufigkeit und Vielfalt hat in den letzten Jahrzehnten durch den Verlust von Nahrungs- und Nistressourcen dramatisch abgenommen. Dies hat auch Auswirkungen auf die Landwirtschaft. Nachhaltige, agrarökologisch ausgerichtete Anbausysteme tragen nachweislich zur Erhaltung der Wildbienen bei. Das Potenzial zur Förderung der Wildbienen wird bisher jedoch bei Weitem nicht ausgeschöpft.

Bestäuber sind Schlüsselakteure für die Erhaltung der Biodiversität. Sie ermöglichen durch ihre Aktivität die Fortpflanzung der grossen Mehrheit der Wild- und Kulturpflanzen. Ein Rückgang der Bestäuber führt nicht nur zu einer Abnahme der biologischen Vielfalt und zum Verlust vielfältiger Ökosystemdienstleistungen, sondern auch zu empfindlichen Ertragsverlusten in der Landwirtschaft.

Insekten wie Bienen, Wespen, Fliegen und Käfer sind die wichtigsten Bestäuber von Wild- und Kulturpflanzen und erbringen dadurch eine enorme ökologische und ökonomische Leistung für Natur und Mensch. 78 % aller Blütenpflanzenarten der gemässigten Breiten sind für ihre Bestäubung auf Insekten angewiesen^[1]. Von den 109 wichtigsten Kulturpflanzen sind nicht weniger als 87 Arten (oder 80 % der Arten!) vollständig von tierischen Bestäubern abhängig^[2]. Zu diesen Arten zählen ökonomisch wichtige Kulturpflanzen wie Apfel, Erdbeere, Mandel, Tomate und Melone. Der wirtschaftliche Wert der Bestäuberleistung in der Landwirtschaft wird weltweit auf 153 Milliarden Euro pro Jahr geschätzt^[3].

Bienen, die weltweit mit über 20 000 Arten und in Mitteleuropa mit 750 Arten vertreten sind, bilden die wichtigste Bestäubergruppe unter den Insekten^{[4][5]}. Ihre zentrale Rolle beruht darauf, dass sie nicht nur für die eigene Ernährung, sondern auch für die Ernährung ihrer Larven grosse Mengen an Pollen und Nektar benötigen und dadurch im Vergleich zu anderen Blütenbesuchern sehr häufig Blüten besuchen müssen.

Wildbienen als Bestäuberinnen unterschätzt

Natürliche Bestäuberinnen wie Wildbienen (dazu zählen solitäre Bienen und Hummeln) und Schwebfliegen übernehmen den Grossteil der Bestäubungsleistung. Eine englische Untersuchung zeigt auf, dass die Honigbienenpopulation in Grossbritannien höchstens ein Drittel der gesamten Bestäubungsleistung erbringt; der Rest geht auf das Konto von wilden Bestäuberinnen^[6]. Eine andere Untersuchung weist nach, dass blütenbesuchende Wildbienen und Schwebfliegen auch dann den Fruchtansatz von landwirtschaftlichen Kulturen



Die Honigbiene ist eine von rund 750 Bienenarten in Mitteleuropa.



Die Gehörnte Mauerbiene (*Osmia cornuta*) bestäubt Obstkulturen um ein Vielfaches effizienter als die Honigbiene.

erhöhen, wenn die Honigbiene häufig ist^[7]. Dass Honigbienen die Bestäubung durch wilde Blütenbesucher lediglich ergänzen, aber nicht ersetzen können, wurde auch in einer global angelegten Studie nachgewiesen, welche die Bestäubungsleistung von Honigbienen und wilden Blütenbesuchern in 41 Kulturen auf allen Kontinenten verglichen hatte^[8].

Unersetzliche Bestäuberinnen

Dank der grossen Vielfalt an Arten mit unterschiedlichen Blütenpräferenzen, Flugzeiten und/oder Witterungsabhängigkeiten sind Wildbienen im Vergleich zur Honigbiene oftmals die effizienteren oder gar die alleinigen Bestäuber bestimmter Blütenpflanzen. Die Bestäubungsleistung hängt auch von der geografischen Region, dem Landschaftstyp, den Wetterbedingungen oder dem Blütenbau ab. So fliegen mehrere Wildbienenarten auch bei geringer Sonnenstrahlung und tiefen Temperaturen. Sie spielen somit gerade während längerer Schlechtwetterperioden eine wichtige Rolle bei der Bestäubung von z. B. Obstarten^[9]^[10]. Schwierig ausbeutbare Blüten, die von der Honigbiene gemieden werden, wie Rotklee, Luzerne oder Tomate, werden durch spezialisierte Wildbienenarten bestäubt^[5].

Wildbienen sind in der Regel sehr effektive Bestäuberinnen: Für die Bestäubung einer Hektare Apfel- oder Mandelbäume sind nur wenige hundert Weibchen der Gehörnten Mauerbiene *Osmia cor-*

nuta nötig im Vergleich zu mehreren zehntausend Arbeiterinnen der Honigbiene^[11]^[12]. Für die Bestäubung von Kirschbäumen und Rapspflanzen erwiesen sich Wildbienen in Versuchen als die deutlich bessere Pollenüberträgerinnen als die Honigbiene^[13]^[14].

Der Frucht- und Samenansatz von Kulturpflanzen scheint sich mit zunehmender Vielfalt an Blütenbesuchenden Bienenarten zu erhöhen. In Untersuchungen an Sonnenblumen und Mandelbäumen resultierten Interaktionen zwischen Honigbienen und verschiedenen Wildbienenarten in einer höheren Bestäubungsleistung^[15]^[16]. Bei Kaffee stieg der Fruchtsatz mit der Anzahl verschiedener Bienenarten deutlich an, nicht aber mit der Anzahl Bienenindividuen^[17].

Der wichtigste Garant für eine sichere Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen ist demnach ein gesunder Honigbienenbestand in Kombination mit arten- und individuenreichen Gemeinschaften von Wildbienen und anderen Wildbestäubern wie beispielsweise Schwebfliegen^[18]. Allerdings sind Schwebfliegen in der Bestäubung bis zu fünfmal weniger effizient als Wildbienen^[19] und nutzen im Vergleich zu Wildbienen nur einen Teil des Blütenpektrums. Die Förderung der Lebensgrundlagen für die wilden Bestäuber und insbesondere für die Wildbienen drängt sich somit nicht nur aus Sicht des Naturschutzes, sondern auch aus Sicht der Landwirtschaft auf.

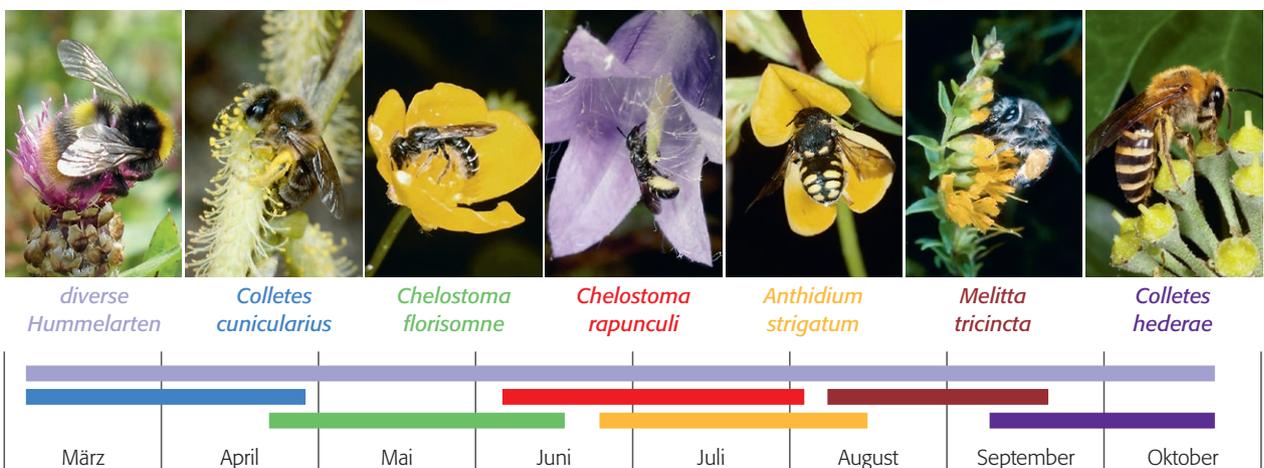


Abb. 1: Wildbienen benötigen ein kontinuierliches Blütenangebot über die gesamte Vegetationszeit, um ihren Fortbestand sichern zu können, da die meisten Arten unterschiedliche, nur 1–2 Monate dauernde Flugzeiten haben. Staatenbildende Arten wie Hummeln sind auf ein durchgehendes Blütenangebot von März bis Oktober angewiesen.



Die Luzerne wird ausschliesslich durch Wildbienen bestäubt, zum Beispiel durch die Luzerne-Sägehornbiene (Melitta leporina).



Die seltene Mörtelbiene (Megachile parietina) benötigt pro Nachkommen den Pollen von über tausend Blüten der Esparsette.

Arten mit spezifischen Ansprüchen

Die Blütenvielfalt hat einen entscheidenden Einfluss auf die Artenvielfalt der Wildbienen, da knapp die Hälfte der mitteleuropäischen Arten den Pollen ausschliesslich auf einer einzigen Pflanzengattung oder -familie sammelt^[20]. Nicht weniger als 28 verschiedene Pflanzengattungen bzw. 22 verschiedene Pflanzenfamilien dienen diesen spezialisierten Arten als exklusive Pollenquellen^[20].

Die Blütenmenge bestimmt die Fortpflanzungsleistung massgeblich mit, da die Wildbienen für die Ernährung ihrer Larven auf enorme Pollenmengen angewiesen sind. So benötigt die Mörtelbiene *Megachile parietina* für die Erzeugung eines einzigen Nachkommens den gesamten Pollengehalt von 1140 Blüten der Futteresparsette *Onobrychis vicifolia*^[21], und eine Population von 50 Weibchen der Sandbiene *Andrena hattorfiana* ist auf den Pollen von 920 Pflanzen der Acker-Witwenblume *Knautia arvensis* angewiesen, um sich selbst zu erhalten^[22]. Da die Wildbienen eine meist nur wenige Wochen dauernde Flugzeit haben und je nach Art entweder im Frühling, Frühsommer oder Spätsommer aktiv sind, stellt ein kontinuierliches Blütenangebot vom frühen Frühling bis in den Spätsommer einen wesentlichen Faktor für die Erhaltung der Artenvielfalt der Wildbienen in einem Landschaftsraum dar^[23] (Abb. 1).

Ausschlaggebend für die Wildbienendiversität auf Landschaftsebene ist auch das Angebot an gut besonnten Kleinstrukturen, die für den Nestbau benötigt werden^[24]. Die wichtigsten Nistplätze der mitteleuropäischen Wildbienen sind je nach Art vegetationsarme Bodenstellen, Totholz-, Fels- und Steinstrukturen sowie ungemähte Flächen mit Stängelstrukturen und leeren Schneckengehäusen^[20].

Weil die Wildbienen für die Versorgung ihrer Brutzellen vielfach zwischen Nahrungspflanzen und Nest hin- und herfliegen müssen, entscheidet die räumliche Distanz zwischen Nistplatz und geeigneten Futterpflanzen über den Fortpflanzungserfolg. Die maximalen Flugdistanzen zwischen Nist- und Nahrungshabitaten liegen für die meisten Wildbienenarten zwischen 100 und 1500 Metern^[25]^[26] (Abb. 2). Lange Sammelflughdistanzen sind jedoch mit hohen Einbussen verbunden: Bereits eine Zunahme der Distanz zwischen Nest und Futterpflanzen um lediglich 150 m kann zu einer Verringerung der Anzahl versorgter Brutzellen um nahezu 25%^[26]^[27] und zu einer Reduktion der Anzahl überlebensfähiger Nachkommen um über 70% führen^[28].

Aufgrund der hohen Ansprüche an ihre Nahrungs- und Nistressourcen reagieren Wildbienenpopulationen empfindlich auf alle Landschafts- und Lebensraumveränderungen, die zu einer Verringerung oder zu einer räumlichen Veränderung des Angebots an Blüten und Kleinstrukturen führen.

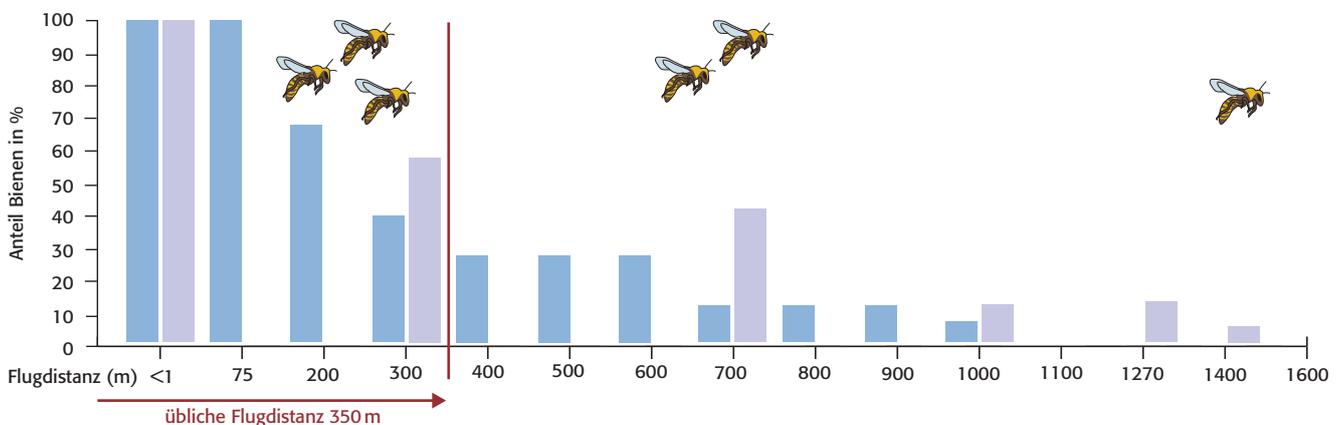


Abb. 2: Sammelflughdistanzen der Natterkopf-Mauerbiene (*Osmia adunca*) an zwei Standorten (Farben). Anteil der ursprünglich markierten Weibchen, die beim Pollensammeln auf eingetopften Wirtspflanzen in zunehmenden Distanzen von ihrem Nistplatz beobachtet wurden. Obwohl vereinzelt Weibchen über 1 km weit flogen, gab die Hälfte der Individuen bereits bei einer Distanz von 300 m die Nistaktivitäten auf^[26].



Käferfrassgänge in besonntem Totholz sind wichtige Nistplätze für zahlreiche Wildbienenarten.



Die Hälfte der mitteleuropäischen Wildbienenarten nistet in selber gegrabenen Gängen an besonnten, vegetationsarmen Bodenstellen.

Alarmierender Rückgang der Wildbienen in den letzten Jahrzehnten

Seit den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts haben sich die Landschaft und die Landnutzung drastisch verändert^[29]. Im Rahmen der intensiven, teils industriellen Landwirtschaft wurden einerseits viele magere und extensiv genutzte, blüten- und kleinstrukturreiche Lebensräume zerstört. Andererseits verbrachten bzw. verwaldeten wertvolle Grenztragsstandorte durch Nutzungsaufgabe. Insbesondere die Nutzungsintensivierung im Grünland durch Einsatz von Mineraldüngern und Herbiziden und

der Wechsel von Heu- zu Silagenutzung führten zu blütenarmen, ausgeräumten Landschaften. Das heutzutage stark verminderte Angebot an Nahrungs- und Nistressourcen sowie die zunehmende Verinselung blüten- und kleinstrukturreicher Flächen haben zu einem starken Rückgang der Häufigkeit und Artenvielfalt der Wildbienen geführt (Tab. 1).

In Mitteleuropa sind je nach Land und Region zwischen 25 % und 68 % aller Wildbienenarten gefährdet^[20]. Damit gehören Wildbienen zu den Insektengruppen mit den höchsten Anteilen an gefährdeten Arten.

Tab. 1: Einschätzung der gegen Wildbienen wirkenden Faktoren

A. Vom Menschen beeinflusste Faktoren	
	Relevanz
Zerstörung und Beeinträchtigung geeigneter Lebensräume	
Rückgang der Blütenvielfalt	+++
Rückgang der Blütenmenge	+++
Verlust an besonnten Kleinstrukturen	+++
Verinselung blüten- und strukturreicher Habitate (Fragmentierung)	+++
Gleichförmige Nutzung grosser Flächen (z. B. Schnittzeitpunkt)	++
Einsatz landwirtschaftlicher Hilfsstoffe	
Herbizide	++
Pestizide	++
Weitere mögliche Faktoren	
Neozoen (nicht einheimische Arten)	-
Klimaerwärmung	- / ?
Gentechnisch veränderte Pflanzen	- / ?
Neophyten	-
B. Natürliche Faktoren	
Verpilzung der Nahrungsvorräte	+
Parasiten	+
Räuber	-
Schlechtwetterperioden	+

+++ = sehr hoch; ++ = hoch; + = mässig; - = marginal; ? = unbekannt

Negative Auswirkungen des chemischen Pflanzenschutzes

Die weit verbreitete Anwendung systemisch wirkender Insektizide wie Neonicotinoide^[30] und Pyrethroide in Europa bewirkt, dass diese Giftstoffe via Nektar und Pollen der Kulturpflanzen unkontrolliert in Spuren an viele blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft weitergegeben werden. Wild- und Honigbienen, Schwebfliegen, Käfer und viele andere Blütenbesucher sind auf diese Weise diesen Giftstoffen ausgesetzt.

Neben der unmittelbar tödlichen Wirkung von Pestiziden sind verschiedene subletale Auswirkungen auf die Gesundheit und das Verhalten der Bienen nachgewiesen worden^{[31][32]}. So haben Neonicotinoide negative Auswirkungen auf das Verhalten, die Fortpflanzung und die Gehirnentwicklung von Honigbienen, Hummeln und stachellosen Bienen^[31-38]. Demzufolge sind auch schädigende Einflüsse auf die Bestände von solitären Wildbienen zu erwarten.

Neue Untersuchungen zeigen, dass die Immunabwehr durch Pestizide vermindert und dadurch Darmpathogene und -parasiten die Gesundheit der Bienen beeinträchtigen können^[39].

Der biologische Landbau verzichtet auf chemisch-synthetische Pestizide und verwendet Pflanzenschutzmittel, die meist keine oder mässige Nebenwirkungen auf Nicht-Zielorganismen wie Insekten, andere Klein- und Wirbeltiere haben.



Eine Zunahme der Distanz zwischen Nest und Futterpflanzen um 150 m führt bei der Mauerbiene (*Hoplitis adunca*) zu zirka 25 % weniger versorgten Brutzellen.



Vertikale Stängelstrukturen auf ungemähten Bracheflächen werden von einer Reihe seltener Wildbienenarten als Nistplatz genutzt.

Förder- und Schutzmassnahmen

Wildbienen können durch gezielte Massnahmen erfolgreich gefördert werden (Tab.2). Der Erhaltung blüten- und kleinstruktureicher Lebensräume kommt dabei höchste Priorität zu. Jede Massnahme zur Erhöhung der Menge, Vielfalt und Verteilung von Blütenpflanzen und gut besonnten Kleinstrukturen in der Landschaft fördert die Artenvielfalt und vergrössert die Wildbienenpopulationen. Eine enge Nachbarschaft von Nahrungs- und Nistressourcen und ein kontinuierliches Blütenangebot vom frühen Frühling bis in den Spätsommer sind dabei von entscheidender Bedeutung.

Positive Effekte biologischer Bewirtschaftung

Der biologische Landbau wirkt sich als Gesamtsystem vorteilhaft auf die Erhaltung und Förderung der Wildbienen aus. Folgende Massnahmen tragen dazu bei:

1. Verzicht auf chemisch-synthetische Pestizide
2. Kein Einsatz von Kunstdüngern
3. Vermehrter Anbau von Klee gras in Ackerfruchtfolgen. Diverse Hummel- und andere Wildbienenarten werden durch Leguminosen wie Luzerne, Rot- und Weissklee gefördert, wo sie reichlich Nahrung finden können.
4. Anwendung nicht-chemischer Unkrautregulierung. Dies führt zu einer blütenreichen Ackerflora mit Pflanzen, die reich an wichtigen Nektar- und Pollenquellen sind^[40].
5. Extensive Graslandnutzung führt zu blütenreicheren, weniger grasdominierten Beständen und letztlich zu mehr insektenbestäubten Pflanzen^[41].
6. Schweizer Biobetriebe weisen im Durchschnitt je nach Höhenzone 46% bis 72% mehr Biodiversitätsförderflächen auf als Nicht-Biobetriebe^[42] und verfügen somit potenziell über ein grösseres Blütenangebot und mehr Kleinstrukturen mit Nistplätzen als Nicht-Biobetriebe.

Tab. 2: Empfehlenswerte Massnahmen zum Schutz und zur Förderung der Wildbienen auf dem Landwirtschaftsbetrieb

	Relevanz
Erhaltung blüten- und kleinstruktureicher Lebensräume	+++
Artenreiche Wiesen und Weiden	
Böschungen, Brachen, Kiesgruben, Pionierflächen	
Erhöhung der Blütenvielfalt und -menge	+++
Extensivierung von Grünland	
Anlage von Blühstreifen entlang von Feldern, Hecken, Waldrändern, Fließgewässern und Wegen	
Erhaltung und Schaffung gut besonnener Kleinstrukturen	+++
Offene Bodenstellen (Erdanrisse, Abbruchkanten, unversiegelte Wege, Wegränder) und Steinstrukturen (Felsen, Trockenmauern, Findlinge)	
Totholzstrukturen (liegende oder stehende Stämme, Starkäste, Stubben)	
Ungemähte Flächen mit Stängelstrukturen, leere Schneckengehäuse als Überwinterungsorte	
Vernetzung blüten- und kleinstruktureicher Lebensräume	+++
Distanz zwischen Nist- und Nahrungsort höchstens 100–300 m	
Zeitlich gestaffelte Mahd und Beweidung von Grünland	++
Reduktion des Herbizid- und Pestizideinsatzes	++
Mechanische statt chemische Unkrautregulierung	
Verzicht auf Pestizide mit Nebenwirkungen auf Nicht-Zielorganismen	
Reduktion der Stickstoffdüngung im Grünland	++
Verzicht auf Stickstoffmineraldünger	
Ausbringung von Kompost statt Gülle	
Verzicht auf die Düngung ausgewählter Flächen	

+++ = sehr hoch; ++ = hoch



Viele Wildbienenarten sind auf eine arten- und blütenreiche Ackerflora angewiesen.



Mehrfährige Blühflächen sind unentbehrliche Nahrungsressourcen für Wildbienen und überlebenswichtige Winterquartiere für Stängelhister.

Biologischer Landbau kann die Wildbienenvielfalt und -häufigkeit nicht nur auf Betriebs-, sondern auch auf Landschaftsebene fördern^[43]. Mehrere Studien belegen, dass Biolandbau die Artenvielfalt, die Individuenzahl und die Vermehrungsraten der Wildbienen fördert^[43-47] (Abb. 3). Die reproduktive Vermehrung (Nistplätze) von solitären Wildbienen wie *Osmia lignaria* wird vor allem in Landschaften mit einer geringen Strukturierung durch Biobetriebe begünstigt^[48].

Die Bestäubung der Kulturpflanzen, vor allem anspruchsvoller Kulturen wie der Wassermelone, kann auf Biobetrieben durch Wildbienen teilweise besser sichergestellt werden und ist so letztlich weniger auf kostenintensive Bestäuber wie Hum-

meln und Honigbienen angewiesen^{[49][50]}. Dabei spielt die grössere Vielfalt und Anzahl der Bestäuber auf diesen Betrieben eine zentrale Rolle. Anderson et al.^[50] haben in biologisch bewirtschafteten Erdbeerkulturen einen höheren Bestäubungserfolg festgestellt als in konventionellen. Dies führte bei biologischem Anbau schon nach einer Umstellungsphase von 2 bis 4 Jahren zu einem höheren Frucht-ertrag und geringeren Verlusten durch unförmige bzw. deformierte und somit unverkäufliche Beeren (Abb. 4). Die Bestäubung insektenbestäubter Kulturpflanzen verbessert sich mit steigender Abundanz und Diversität der Bestäuber.

Schlussfolgerungen für die Landwirtschaft und die Gesellschaft

Aufgrund der bisherigen Untersuchungen sollte das Angebot an blüten- und strukturreichen, natur-nahen Flächen so erhöht werden, dass diese eine maximale Distanz von 100–300 m zueinander aufweisen. Dies würde das Überleben der Wildbienenarten sichern und die Bestäubung und somit die Erträge in der Landwirtschaft gewährleisten. Ergänzt würde diese Massnahme am besten durch eine vielfältige Landnutzung kombiniert mit schonenden Anbauformen wie Low-Input, Bioackerbau und Verzicht auf chemische Hilfsstoffe. Mit der Förderung der Wildbienen, dem Schutz der Honigbiene und der Förderung landwirtschaftlicher Nützlinge können beträchtliche Synergien erzielt werden.

Um den Rückgang der Wildbienenbestände zu stoppen, braucht es vermehrt blühende Landschaften, in denen – zusätzlich zu den bekannten Biodiversitätsförderflächen – massgeschneiderte, bestäuberfördernde Blühflächen eingerichtet werden^{[51][52]}.

Die Bestäubung von Kultur- und Wildpflanzen durch wildlebende Insekten ist letztendlich die Grundlage für eine nachhaltige Ernährungssicherung und trägt wesentlich zur Erhaltung unserer Lebensgrundlage Biodiversität und zur Absicherung vieler zentraler Ökosystemleistungen bei.

Dazu können agrarökologisch optimierte Anbausysteme, die Synergien von ökologischen Aufwertungs-massnahmen intelligent nutzen, zur Verbesserung der Bestäubung und Selbstregulation von Schadorganismen beitragen, und so letztlich einen beträchtlichen Fortschritt für Bewirtschafteter und Umwelt generieren^[53].

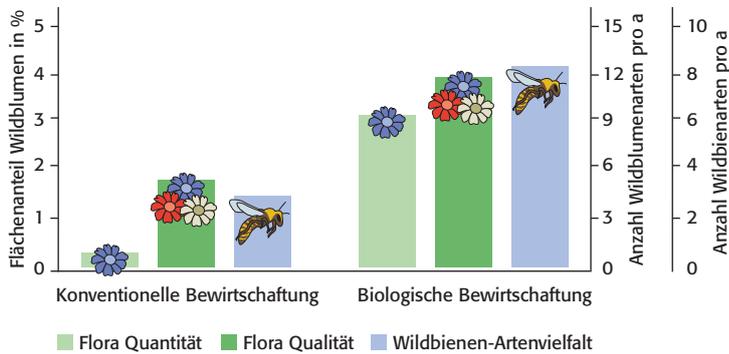


Abb. 3: Biologische Bewirtschaftung von Ackerland fördert die Wildbienenvielfalt dank einem höheren Blütenangebot und einer höheren Blütenpflanzenvielfalt (Darstellung vereinfacht nach Ergebnissen von Holzschuh et al., 2007)^[45].

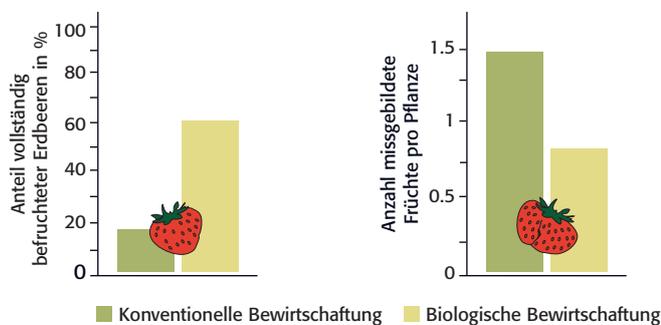


Abb. 4: Biologischer Anbau kann zu einer besseren Bestäubung von Kulturpflanzen beitragen und so in einem höheren Anteil verkäuflicher Ware resultieren (Beispiel Erdbeeren)^[50].



Blühstreifen entlang von Wegen, Hecken und Feldern sind ein geeignetes Mittel, um Wildbienen zu fördern.



Lückige Pionier- und Ruderalflächen sind vor allem für Boden- und Stängelnistler unentbehrlich.

Literatur

- [1] Ollerton, J. Winfree, R. & Tarrant, S. (2011): How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120, 321-326.
- [2] Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. & Tscharntke, T. (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303-313.
- [3] Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J. & Vaissiere, B. E. (2009): Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economy*, 68, 810-821.
- [4] Michener, C. D. (2007): *The bees of the world*. 2nd edition. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- [5] Westrich, P. (1990): *Die Wildbienen Baden-Württembergs*. Stuttgart, Ulmer.
- [6] Breeze, T. D., Bailey, A. P., Balcombe, K. G. & Potts, S. G. (2011): Pollination services in the UK: How important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142, 137-143.
- [7] Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A. & Klein, A. M. (2011): Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14, 1062-1072.
- [8] Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A. & Klein, A. M. (2013): Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339, 1608-1611.
- [9] Schindler, M. & Peters, B. (2011): Eignen sich die Mauerbienen *Osmia bicornis* und *Osmia cornuta* als Bestäuber im Obstbau? *Erwerbs-Obstbau*, 52, 111-116.
- [10] Brittain, C., Kremen, C. & Klein, A. M. (2013a): Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. *Global change biology*, 19, 540-547.
- [11] Vicens, N. & Bosch, J. (2000): Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (*Hymenoptera: Megachilidae, Apidae*) on "Red Delicious" apple. *Environmental Entomology*, 29, 235-240.
- [12] Bosch, J. & Kemp, W. (2001): How to manage the blue orchard bee as an orchard pollinator. *Sustainable Agriculture Network handbook series*, book 5.
- [13] Holzschuh, A., Dudenhöffer, J.-H. & Tscharntke, T. (2012): Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. *Biological Conservation*, 153, 101-107.
- [14] Woodcock, B. A., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W. R., Nuttall, P., Falk, S., Nowakowski, M. & Pywell, R. F. (2013): Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 171, 1-8.
- [15] Greenleaf, S. S. & Kremen, C. (2006): Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 13890-13895.
- [16] Brittain, C., Williams, N., Kremen, C. & Klein, A. M. (2013b): Synergistic effects of non-*Apis* bees and honey bees for pollination services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280, 20122767.
- [17] Klein, A. M., Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. (2003): Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270, 955-961.
- [18] Aebi, A., Vaissière, B. E., van Engelsdorp, D., Delaplane, K. S., Roubik, D. W. & Neumann, P. (2012): Back to the future: *Apis* versus non-*Apis* pollination. *Trends in Ecology and Evolution*, 27, 142-143.
- [19] Jauker, F., Bondarenko, B., Becker, H. C. & Steffan-Dewenter, I. (2012): Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape. *Agricultural and Forest Entomology*, 14, 81-87.
- [20] Zurbuchen, A. & Müller, A. (2012). *Wildbienenschutz – von der Wissenschaft zur Praxis*. Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt-Verlag, Bern.
- [21] Müller, A., Diener, S., Schnyder, S., Stutz, K., Sedivy, C. & Dorn, S. (2006): Quantitative pollen requirements of solitary bees: implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. *Biological Conservation*, 130, 604-615.
- [22] Larsson, M. & Franzen, M. (2007): Critical resource levels of pollen for the declining bee *Andrena hattorfiana* (*Hymenoptera, Andrenidae*). *Biological Conservation*, 134, 405-414.
- [23] Oertli, S., Müller, A. & Dorn, S. (2005a): Ecological and seasonal patterns of diversity in a species-rich bee assemblage (*Hymenoptera: Apoidea: Apiformes*). *European Journal of Entomology*, 102, 53-63.
- [24] Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G. & Willmer, P. (2005): Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30, 78-85.
- [25] Zurbuchen, A., Bachofen, C., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. (2010a): Are landscape structures insurmountable barriers for foraging bees? A mark-recapture study with two solitary pollen-specialist species. *Apidologie*, 41, 497-508.
- [26] Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. (2010c): Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143, 669-676.
- [27] Zurbuchen, A., Cheesman, S., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. (2010b): Long foraging distances impose high costs on offspring production in solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 79, 674-681.
- [28] Peterson, J. H. & Roitberg, B. D. (2006): Impacts of flight distance on sex ratio and resource allocation to offspring in the leafcutter bee, *Megachile rotundata*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 589-596.
- [29] Ewald, K. & Klaus, G. (2009): *Die ausgewechselte Landschaft. Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource*. Haupt Verlag, Bern.
- [30] Anonym (2015): *Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids*. European Academies, Science Advisory Board (EASAC). Policy report 26. 70, download: www.easac.eu.
- [31] Gill, R. J., Ramos-Rodriguez, O. & Raine, N. E. (2012): Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature*, 491, 105-109.



Blütenreiche Mager- und Glatthaferwiesen gehören zu den wichtigsten Lebensräumen der Wildbienen.



Langjährige, artenreiche Blühstreifen tragen im Beerenanbau zu einer besseren Bestäubung bei und helfen damit, die Erträge abzusichern.

- [32] Whitehorn, P.R., O'Connor, S., Wäckers, F.L. & Goulson, D. (2012): Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science*, 336, 351-352.
- [33] Mommaerts, V., Reynders, S., Boulet, J., Besard, L., Sterk, G. & Smagghe, G. (2010): Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behavior. *Ecotoxicology*, 19, 207-215.
- [34] Henry, M., Béguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J.-F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S. & Decourtye, A. (2012): A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. *Science*, 336, 348-350.
- [35] Laycock, I., Lenthall, K.M., Barratt, A.T. & Cresswell, J.E. (2012): Effects of imidacloprid, a neonicotinoid pesticide, on reproduction in worker bumble bees (*Bombus terrestris*). *Ecotoxicology*, 21, 1937-1945.
- [36] Tomé, H.V.V., Martins, G.F., Lima, M.A.P., Campos, L.A.O. & Guedes, R.N.C. (2012): Imidacloprid-induced impairment of mushroom bodies of the native stingless bee *Melipona quadriasciata anthidioides*. *PLoS ONE*, 7, e38406.
- [37] Elston, C., Thompson, H.M. & Walters, K.F.A. (2013): Sublethal effects of thiamethoxan, a neonicotinoid pesticide, and propiconazole, a DMI fungicide, on colony initiation in bumblebees (*Bombus terrestris*) micro-colonies. *Apidologie*, 44, 563-574.
- [38] Rundlöf, M., et al. (2015): Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature* 521: 77-80.
- [39] Di Prisco, G., Cavaliere, V., Desiderato 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 *PNAS* 110 (46) 18466-18471.
- [40] Clough, Y., Holzschuh, A., Gabriel, D., Purtauf, T., Kleijn, D. et al. (2007): Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat fields *Journal of Applied Ecology* 44: 804-812.
- [41] Power, E.F. & Stout, J.C. (2011): Organic dairy farming: impacts on insect-flower interaction networks and pollination. *Journal of Applied Ecology*, 48: 561-569.
- [42] Schader C., Pfiffner L., Schlatter C. & Stolze M. (2008): Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben. *Agrarforschung* 15: 506-511.
- [43] Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. & Tschamtker, T. (2008): Agricultural landscapes with organic crop support higher pollinator diversity. *Oikos* 117: 354-361.
- [44] Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Kleijn, D. & Tschamtker, T. (2007): Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44: 41-49.
- [45] Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. & Tschamtker, T. (2010): How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *Journal of Animal Ecology* 79: 491-500.
- [46] Rundlöf, M., Nilsson, H. & Smith, H.G. (2008): Interacting effects of farming practice and landscape context on bumble bees. *Biological Conservation* 141: 417-426.
- [47] Morandin, L.A. and Winston, M. (2005): Wild bee abundance and seed production in conventional, organic and genetically modified canola. *Ecological Applications* 15: 871-881.
- [48] Williams, N.M. & Kremen, C. (2007): Resource distributions among habitats determine solitary bee offspring production in a mosaic landscape. *Ecological applications* 17: 910-921.
- [49] Kremen, C., Williams, N.M. & Thorp, R.W. (2002): Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99: 16812-16816.
- [50] Andersson, G.K.S., Rundlöf, M. & Smith, H.G. (2012): Organic Farming Improves Pollination Success in Strawberries. *PLoS ONE* 7(2): e31599. doi:10.1371/journal.pone.0031599.
- [51] Jönsson, A.M., et al. (2015): Sown flower strips in southern Sweden increase abundances of wild bees and hoverflies in the wider landscape. *Biological Conservation* 184: 51-58.
- [52] Sardiñas, H.S. and Kremen, C. (2015): Pollination services from field-scale agricultural diversification may be context-dependent. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 207: 17-25.
- [53] Saunders, M.E., Peisley, R.K., Rader, R., & Luck, G.W. (2015): Pollinators, pests, and predators: Recognizing ecological trade-offs in agroecosystems. *Ambio*, 1-11.

Impressum

Herausgeber:

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 8657-272, Fax -273
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Autoren: Lukas Pfiffner (FiBL) und Andreas Müller (Natur Umwelt Wissen GmbH Zürich)

Redaktion: Gilles Weidmann (FiBL)

Gestaltung: Brigitta Maurer (FiBL)

Bildnachweis: Véronique Chevillat (FiBL): Seite 1; Mike Hermann: S. 2 (2); Andreas Müller: S. 2 (8, 9), 3; ETH-Bibliothek Zürich, Albert Krebs, Winterthur: S. 2 (1, 4-7), 4 (2), 5 (2), 7 (2); Lukas Pfiffner: S. 2 (3), 4 (1), 5 (1), 6, 7 (1), 8

Schutzgebühr: 4.80 CHF (inkl. MwSt.)

FiBL-Best. Nr. 1633

ISBN Druckversion 978-3-03736-293-8
ISBN PDF 978-3-03736-300-3

© FiBL 2016

Das Faktenblatt ist unter www.shop.fibl.org kostenlos abrufbar.

Titelbild: Reich strukturierte, blütenreiche Lebensräume in einer vielfältig genutzten Landschaft fördern Wildbienen und stellen die natürliche Bestäubung vieler Wild- und Kulturpflanzen sicher.