

Blühstreifen und Ackerbegleitflora fördern Nützlinge im Kohlanbau

Henryk Luka¹, Michelle Knecht², Luana Whiting², Michael Studer³, Agata Luka-Stan¹, Lukas Forlin⁴ und Fabian Cahenzli¹

¹Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 5070 Frick, Schweiz

²Kantonsschule Wettingen, 5430 Wettingen, Schweiz

³Neue Kantonsschule Aarau, 5001 Aarau, Schweiz

⁴Universität Basel, Departement Umweltwissenschaften, 4056 Basel, Schweiz

Auskünfte: Henryk Luka, E-Mail: henryk.luka@fibl.ch

<https://doi.org/10.34776/afs12-90> Publikationsdatum: 29. April 2021



Biodiversitätsförderfläche «Blühstreifen für Bestäuber und andere Nützlinge», Saatmischung «Nützlinge Kohlanbau», Gürbetal (BE), Juli 2018. (Foto: Henryk Luka, FiBL)

Zusammenfassung

In einer Feldstudie in den Jahren 2016 und 2018 wurde untersucht, ob Blühstreifen der Saatmischung «Nützlinge Kohlanbau» am Rand von Kohlfeldern im Schweizer Mittelland räuberische Nützlinge (Lauf- und Kurzflügelkäfer sowie Spinnen) und Bestäuber (Schwebfliegen und Bienen) fördern können. In beiden Untersuchungsjahren war die Artenvielfalt der spontanen und angesäten Ackerbegleitflora in den Blühstreifen durchschnittlich doppelt so hoch wie in den Kohlfeldern. Fallenfänge im Zentrum von acht Kohlfeldern und in den dazugehörigen Blühstreifen am Rand zeigten 2016, dass durch die gesteigerte Artenvielfalt der Begleitpflanzen Bienen, Laufkäfer und Spinnen gefördert wurden. Zudem wurde festgestellt, dass ein hoher Bodendeckungsgrad der spontanen Ackerbegleitflora die Schwebfliegen förderte.

Im Jahr 2018 zeigte der Direktvergleich zwischen Blühstreifen und den Rändern von sechs Kohlfeldern, dass signifikant mehr Bienenindividuen und -arten und marginal mehr Kurzflügel- und Laufkäferarten in den Blühstreifen vorkamen. Sowohl 2016 als auch 2018 wurden über 90 Arten ausschliesslich in den Blühstreifen festgestellt, rund doppelt so viele wie in den Kohlfeldern. Biodiversitätsförderflächen bieten einen periodischen Lebensraum für diverse räuberische Nützlinge und Bestäuber und können somit die positiven Effekte der spontanen Ackerbegleitflora stärken, was eine ökologische Aufwertung von Produktionsflächen im Kohlanbau ermöglicht.

Key words: flower strips, vegetable, biodiversity, predators, pollinators

Einleitung

Eine mehrstufige Pflanzenschutzstrategie mit Extensivierung der Produktion, Aufwertung und Vernetzung der Landschaft, angepasster Standort- und Sortenwahl, geeigneten Kulturmassnahmen sowie gezielter Nützlingsförderung ermöglicht es, die natürliche Schädlingsregulation und Bestäubung zu verbessern (Balmer *et al.*, 2013 und 2014; Ramseier *et al.*, 2016; Tschumi *et al.*, 2016; Albrecht *et al.*, 2020). Für eine gezielte Förderung von parasitoiden Wespen im Kohlanbau werden Blühstreifen am Feldrand und/oder Blühpflanzen in den Kulturen angelegt (Belz *et al.*, 2013; Géneau *et al.*, 2012 und 2013; Luka *et al.*, 2016; Fataar *et al.*, 2019). Neben parasitoiden Wespen als Zielorganismen können diese Streifen weitere Insektengruppen fördern (Ditner *et al.*, 2013).

2016 und 2018 wurden Effekte von Blühstreifen, basierend auf der Saatmischung «Nützlinge Kohlanbau», auf die Artenvielfalt und Abundanz der räuberischen Nützlinge (Lauf- und Kurzflügelkäfer sowie Spinnen) sowie Bestäuber (Schwebfliegen und Bienen) untersucht. Dabei gingen wir auf folgende Fragen ein:

- Fördert die Ackerbegleitflora im Kohlfeldzentrum selbst und in Blühstreifen am Feldrand die Arten- und Individuenzahlen der räuberischen Nützlinge und Bestäuber (Versuche 2016)?
- Beherbergen Blühstreifen am Feldrand mehr Arten und Individuen von räuberischen Nützlingen und Bestäubern im Vergleich zu den Kohlfeldrändern (Versuche 2018)?
- Wie unterscheiden sich die Artengemeinschaften in den Blühstreifen, den Kohlfeldzentren und den Kohlfeldrändern in Bezug auf
 - Artenzusammensetzung?
 - funktionelle Gruppen?
 - Anzahl seltener und gefährdeter Arten?

Nützlinge

Die Lauf- und Kurzflügelkäfer sowie Spinnen gelten unter den epigäischen (auf der Bodenoberfläche lebenden) Gliedertieren als geeignete Bioindikatoren für verschiedenste Fragestellungen (Luka, 2004). Aufgrund der spezifischen Ansprüche vieler Arten an bestimmte Lebensraumtypen und/oder Mikrohabitate eignen sie sich zur qualitativen Beurteilung von Gross- wie von Kleinlebensräumen. Die Mehrheit der Arten lebt räuberisch, weshalb sie als wichtige Nützlinge gelten (Lauf- und Kurzflügelkäfer: Luka, 1996; Bohac, 1999; Holland, 2002; Spinnen: Blick, 1999; Hänggi *et al.*, 1995).

Durch die enge Beziehung zwischen Bienen und Blüten und die häufigen Blütenbesuche gelten Bienen als die wichtigsten Bestäuber (Winfree *et al.*, 2011; Ollerton *et al.*, 2011). Aber auch adulte Schwebfliegen sind effiziente Bestäuber und kommen an blütenreichen Standorten mit hoher Abundanz vor (Stubbs & Falk, 2002). Dazu tragen die blattlausfressenden Schwebfliegenlarven zur biologischen Schädlingsbekämpfung bei (Sommaggio, 1999; Tschumi *et al.*, 2016).

Blühstreifen für den Kohlanbau

Für den Kohlanbau wurde am FiBL ein Blühstreifen entwickelt, der die parasitoiden Wespen als Gegenspieler von Schadfaltern, zum Beispiel der Kohleule (*Mamestra brassicae*), in den Kohlgewächsen fördert (Geneu *et al.*, 2012; Balmer *et al.*, 2013; Luka *et al.*, 2016). In der Mischung sind Kornblume (*Centaurea cyanus*), Futterwicke (*Vicia sativa*), Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) und Klatschmohn (*Papaver rhoeas*) enthalten. Seit 2015 ist die Ansaat dieser Mischung als Biodiversitätsförderfläche «Nützlinge Kohlanbau» nach Direktzahlungsverordnung beitragsberechtigt.



Abb. 1 | Gelbschale (links), neu entwickelte Farbschale mit gelben, weissen und blauen Streifen (Mitte) sowie eine Trichterbodenfalle (rechts).

Material und Methoden

Die Versuche wurden 2016 in acht (alle Bio) und 2018 in sechs (drei Bio und drei IP) Kohlfeldern im Schweizer Mittelland, in den Regionen Oberaargau und Gürbetal durchgeführt. Zur Erfassung der Bestäuber wurden pro Feld 2016 vier Gelbschalen und 2018 zwei Gelbschalen und zwei Farbschalen eingesetzt; die Bodenarthropoden wurden mit vier Trichterbodenfallen pro Feld gefangen (Abb. 1). Um alle statistischen Annahmen der Modelle zu gewährleisten, wurden die Variablen Anbausystem, Fallentyp und Versuchsregion bei Bedarf zur Erklärung der Varianz zu den statistischen Modellen hinzugefügt. Wegen der tiefen Anzahl repräsentativer Replikate gingen wir aber nicht näher auf diese Variablen ein.

2016 wurden pro Feld je zwei Gelbschalen und zwei Trichterbodenfallen im Blühstreifen sowie 20 Meter vom Feldrand entfernt im Kohlfeldzentrum platziert (Abb. 2). 2018 wurden pro Feld je eine Gelb- und eine Farbschale und zwei Trichterbodenfallen im Blühstreifen sowie gegenüber am Kohlfeldrand platziert (Abb. 2). Die Erhebungen des Jahres 2016 aus den Feldzentren sollten kohlfeldtypische, vom Feldrand unabhängige Ergebnisse ermöglichen. Dagegen wurden 2018 Kohlfelder am Rand beprobt, um sie direkt mit den an den Feldrändern gelegenen Blühstreifen vergleichen zu können. Dass Fallen am selben Standort räumlich nicht voneinander unabhängig sind, wurde mit zufälligen Effekten (*random effects*) in den statistischen Modellen berücksichtigt. Alle Fallen wurden 2016 und 2018 während acht Wochen von Juni bis August exponiert.

In den Blühstreifen sowie an den Rändern und in den Zentren der Kohlfelder wurden auf je 45 Quadratmetern (3 × 15 m) um die Fallenstandorte in beiden Jahren Anfang Juli und Anfang August pflanzensoziologische Aufnahmen durchgeführt.

Resultate

Alle Mittelwerte werden ± Standardfehler angegeben. Insgesamt wurden 2016 und 2018 über 48000 Individuen und 381 Arten von Nützlingen nachgewiesen. Die höchsten Individuenzahlen wiesen die Laufkäfer auf, gefolgt von Bienen und Spinnen. Die höchste Artenvielfalt wurde bei den Kurzflügelkäfern festgestellt, gefolgt von Bienen und Laufkäfern.

Lineare gemischte Modelle (LMMs) zeigten, dass 2016 ($\chi^2=38,1$; $P<0,001$) und 2018 ($\chi^2=13,4$; $P<0,001$) die Ackerbegleitflora (spontan und angesät) in den Blühstreifen (2016: $24,4 \pm 1,6$; 2018: $20,7 \pm 1,9$) signifikant artenreicher war als in den Kohlfeldern (2016: $11,1 \pm 1,5$; 2018: $11,2 \pm 1,9$). Mithilfe generalisierter additiver gemischter Modelle (GAMMs) wurde 2016 ein positiver Zusammenhang zwischen der zunehmenden Diversität der spontanen und angesäten Ackerbegleitflora und der Anzahl der Bienenarten ($F=2,3$; $P=0,005$), Laufkäferindividuen ($F=4,8$; $P<0,001$), Laufkäferarten ($F=4,0$; $P<0,001$) und Spinnenarten ($F=5,2$; $P<0,001$) beschrieben (Abb. 3). Zudem ergaben GAMMs mit Poisson-verteilten Fehlern, korrigiert für Überverteilung (*overdispersion*) der Individuendaten, positive Zusammenhänge zwischen der Bodendeckung der spontanen Ackerbegleitflora und der Anzahl Individuen ($F=4,6$; $P=0,004$) und Arten der Schwebfliegen ($F=2,6$; $P=0,015$; Abb. 3). LMMs belegten hingegen die nichtsignifikanten Zusammenhänge zwischen der Diversität der spontanen und angesäten Ackerbegleitflora und der Anzahl Bienenindividuen ($\chi^2=0,2$; $P=0,651$), Kurzflügelkäferindividuen ($\chi^2=0,1$; $P=0,819$), Kurzflügelkäferarten ($\chi^2=0,1$; $P=0,805$) und Spinnenindividuen ($\chi^2=0,4$; $P=0,543$).

Im Direktvergleich der Blühstreifen gegenüber den Kohlfeldrändern im Jahr 2018 belegten LMMs lediglich bei den Bienen signifikante und bei den Kurzflügel- und

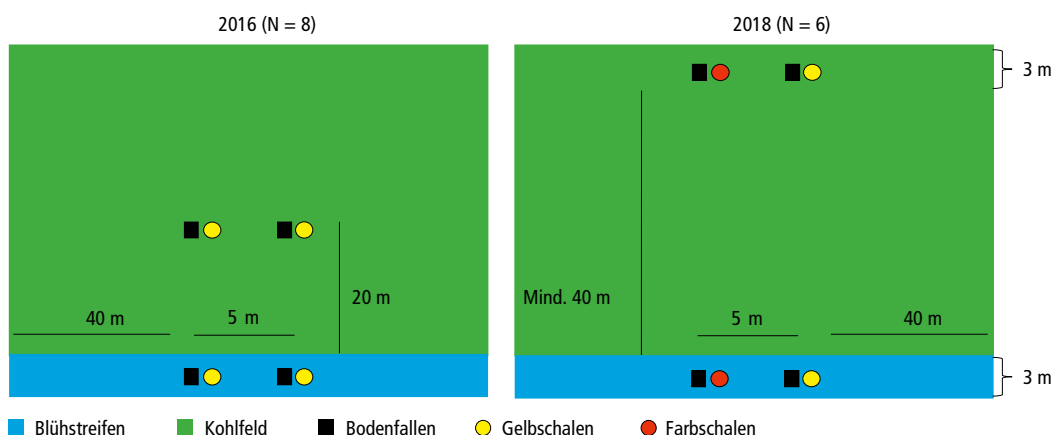


Abb. 2 | Versuchsanordnung an acht Standorten 2016 (links) und sechs Standorten 2018 (rechts).

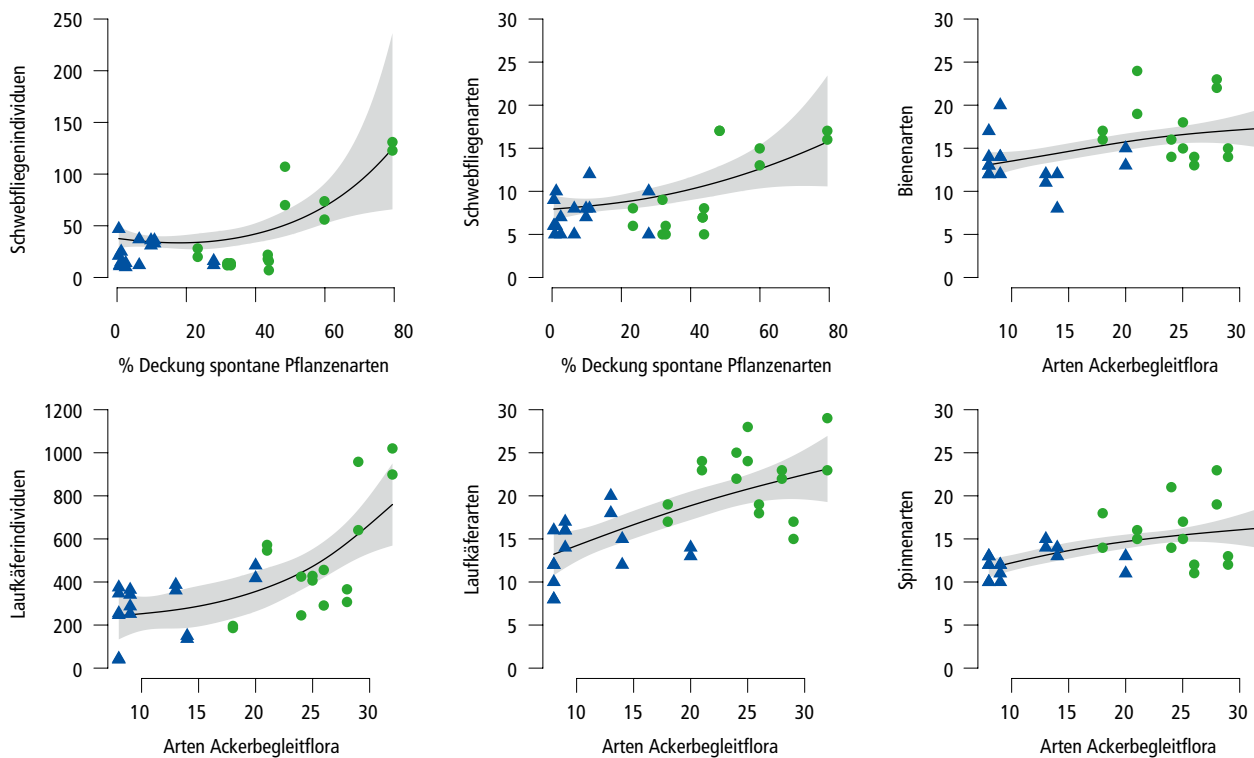


Abb. 3 | Geschätzte Spline-Kurven \pm Vertrauensintervall (95 % Sicherheit des Kurvenverlaufs) der Anzahl Schwebfliegenindividuen (oben links) und Schwebfliegenarten (oben Mitte) in Abhängigkeit von der Bodendeckung der spontanen Ackerbegleitflora im Jahr 2016. Anzahl Bienenarten (oben rechts), Laufkäferindividuen (unten links), Laufkäferarten (unten Mitte) und Spinnenarten (unten rechts) in Abhängigkeit von der Anzahl Arten der spontanen und angesäten Ackerbegleitflora. Die blauen Dreiecke zeigen die Fallenfänge im Kohlfeldzentrum, die grünen Kreise jene im Blühstreifen.

Laufkäferarten marginale Unterschiede (Abb. 4). LMMs und GLMMs (korrigiert für Überverteilung der Daten zu den Schwebfliegenindividuen) zeigten keine signifikante Förderung der Spinnen und Schwebfliegen durch Blühstreifen.

Diskussion

Eine diverse Ackerbegleitflora fördert Nützlinge

Die Diversität der Ackerbegleitflora in den Blühstreifen war durchschnittlich doppelt so hoch wie in den Kohlfeldern, einerseits dank der vier in der Mischung enthaltenen Arten, andererseits wegen mehr spontan keimender Pflanzenarten in den Blühstreifen. Bienen, Laufkäfer und Spinnen wurden durch die höhere Diversität der Ackerbegleitflora gefördert (Abb. 3). Schwebfliegen profitierten von der Fülle an Begleitpflanzen. In Blühstreifen mit ausgeprägter Ackerbegleitflora hatte es demnach mehr Nützlingsarten und -individuen als in Kohlfeldern mit geringer Ackerbegleitflora. Die Unterschiede zwischen Blühstreifen und Kohlfeldzentren waren aber fließend. So gab es auch arten- und indi-

viduenreiche Kohlfelder und relativ arten- und individuenarme Blühstreifen. Für einen Direktvergleich der Arten- und Individuenzahlen der Nützlinge in den an den Feldrändern gepflanzten Blühstreifen und in den Kohlfeldern untersuchte das Team 2018 die Kohlfeldränder. Signifikant mehr Arten und Individuen in den Blühstreifen im Vergleich zu den Kohlfeldern gab es nur bei den Bienen (Abb. 4). Bei der Anzahl Arten der Lauf- und Kurzflügelkäfer waren die Unterschiede weniger ausgeprägt und statistisch gesehen nur marginal. Für genauere Befunde bräuchte es zusätzliche Felduntersuchungen. Die Arten- und Individuenzahlen der Spinnen und Schwebfliegen wurden nicht signifikant durch Blühstreifen erhöht.

Der Erhalt und die Förderung einer diversen spontanen Ackerbegleitflora sind demnach wichtig für Nützlinge im Kohlanbau. Zusätzlich angesäte Blühstreifen vermögen diesen Effekt offenbar zu verstärken.

Diese Resultate zeigen, dass der für die Förderung von parasitoiden Wespen im Kohlanbau entwickelte Blühstreifen eine ökologische Aufwertung der Produktionsfläche darstellt. Das wurde auch für andere in der

Schweiz zugelassene Blühstreifenmischungen festgestellt (Honig- und Wildbienen: Ramseier *et al.*, 2016; räuberische Nützlinge in Getreide- und Kartoffelanbau: Tschumi *et al.*, 2016).

Blühstreifen werden von vielen Arten genutzt

Die Blühstreifen stellen für viele Arten einen temporär bevorzugten Lebensraum dar. In den beiden Jahren wurden über 90 ausschliesslich in den Blühstreifen vorkommende Arten festgestellt, also etwa um die Hälfte mehr als in den Kohlfeldern. Zudem waren in den Blühstreifen mehr Arten häufiger (individuenreicher) als in den Kohlfeldern. Nur elf Arten waren in den Blühstreifen und in den Kohlfeldern gleich häufig (Abb. 5).

Bei den räuberischen Nützlingen, die ausschliesslich in den Blühstreifen auftraten, handelte es sich vor allem um Arten, die Pioniervegetation, extensiv genutztes Grünland sowie Hecken und Wälder besiedeln. Bei den Bestäubern waren es Bienenarten, die trockenwarme Ruderalstandorte bevorzugen. Bei den Schwebfliegen waren es Ufer- und Feuchtgebietsarten sowie Wald- und Übergangszonenarten, die wahrscheinlich von umliegenden naturnahen Lebensräumen wie beispielsweise Wäldern eingeflogen waren.

Insgesamt konnten 41 gefährdete Arten nachgewiesen werden, 32 Arten in den Blühstreifen und 24 in den Kohlfeldern. Es wurden auch 17 Wildbienen-Zielarten nachgewiesen (16 in den Blühstreifen und 13 in den Kohlfeldern), die für die Umweltziele Landwirtschaft (UZL) «Arten und Lebensräume» von Bedeutung sind (Walter *et al.*, 2013).

In den Kohlfeldern machten im Vergleich zu den Blühstreifen die vorwiegend räuberisch lebenden Nützlinge (zoophage und zoophag-polyphage) höhere Anteile an der Individuenverteilung aus. Das lag vor allem an den Kurzflügelkäfern, Spinnen sowie Schwebfliegenlarven. Dies weist daraufhin, dass die räuberischen Nützlinge in den Kohlfeldern ein besseres Nahrungsangebot (Schädlinge) vorfanden. Die höheren Anteile von phytophag-polyphagen Arten in den Blühstreifen sind vor allem auf die Laufkäferarten zurückzuführen. Sie fanden dort ein präferiertes Mikroklima und/oder als Samenprädatoren ein günstiges Nahrungsangebot vor.

Schlussfolgerungen

Umsetzung und Einschränkungen

Die Umsetzung der Nützlingsförderung in der Gemüsebaupraxis mithilfe von Blühstreifen wird durch zwei wesentliche Faktoren erschwert. Einerseits schafft die Verunkrautung in der Fruchtfolge der Kulturen Probleme. Die angesäten Pflanzen der Blühstreifenmischung sind nicht an allen Standorten über die ganze Standzeit konkurrenzfähig genug, um Unkräuter zu unterdrücken. Andererseits ist der Biodiversitätsförderflächen-Beitrag für «Blühstreifen für Bestäuber und andere Nützlinge» in der Höhe von Fr. 2500.– pro Hektare um ein Vielfaches niedriger als die Gemüseerträge. Im Ackerbau ist das Verhältnis zwischen Beiträgen und Erträgen günstiger. Entsprechend werden im Ackerbau deutlich mehr Blühstreifen angelegt.

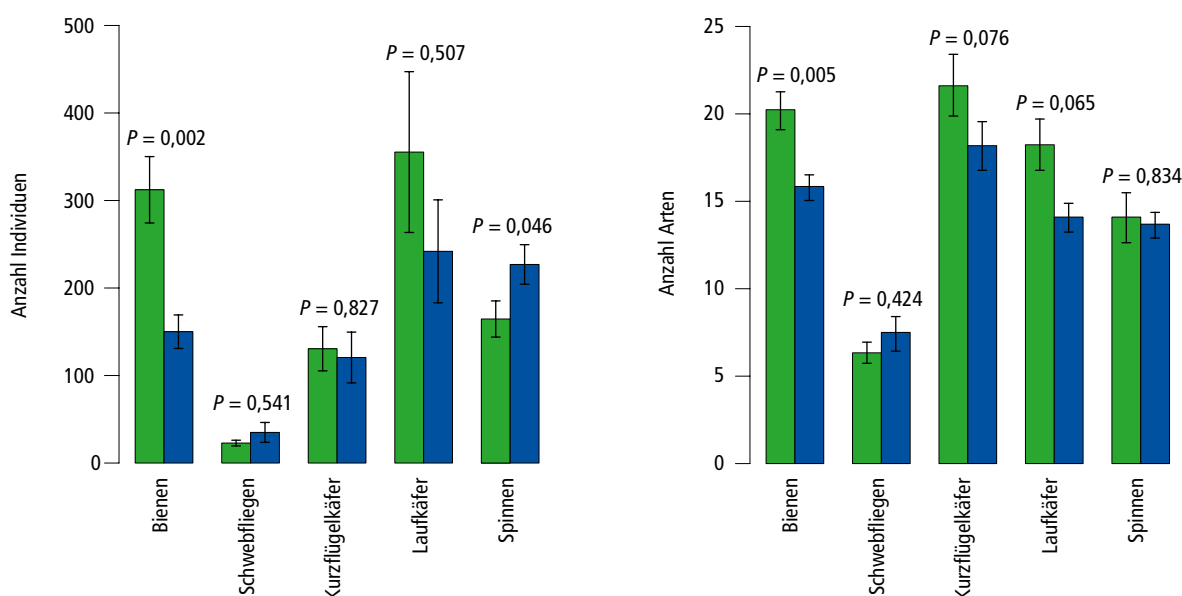


Abb. 4 | Mittlere Anzahl \pm Standardfehler der Individuen (links) und Arten (rechts) der Nützlinge in sechs Blühstreifen (grüne Balken) und Kohlfeldrändern (blaue Balken) im Jahr 2018.

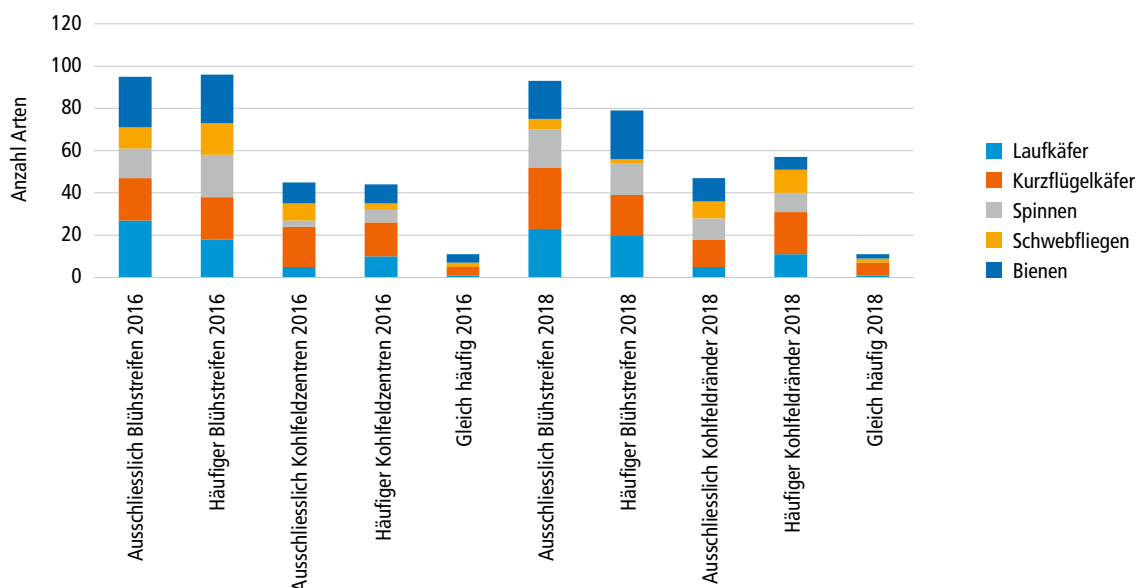


Abb. 5 | Artenverteilung der in den Blühstreifen und Kohlfeldzentren und -rändern 2016 (N=8) und 2018 (N=6) ausschliesslich, häufiger oder gleich häufig nachgewiesenen räuberischen Nützlinge und Bestäuber.

Wie aber in dieser Studie gezeigt wurde, fördern Blühstreifen, unterstützt durch die spontane Ackerbegleitflora, gezielt Nützlinge im Kohlanbau. Die Förderung der natürlichen Schädlingsbekämpfung und Bestäubung stellt einen Mehrwert für die Produktion dar. Die Integration weiterer ausgesuchter Pflanzenarten in die Saatmischung «Nützlinge Kohlanbau» zur Verstärkung dieses positiven Effekts müsste wohlüberlegt sein. Dies einerseits aus Kostengründen, andererseits müsste die fördernde Wirkung dieser zusätzlichen Pflanzenarten auf die Zielnützlinge, die parasitoiden Wespen, zuerst belegt werden.

Eine Möglichkeit mit reduziertem Potenzial zur Verunkrautung bieten sogenannte Gemüseblühstreifen, für welche die Blumen nicht gesät, sondern als Setzlinge gepflanzt werden. Es handelt sich dabei um dieselben Pflanzenarten, die für die Biodiversitätsförderfläche «Nützlinge Kohlanbau» zugelassen sind. Für diese Massnahme können keine Direktzahlungen beansprucht werden, sie kann jedoch bei Bio Suisse als Biodiversitätsförderungs-Massnahme angemeldet werden, um die Knospe-Kriterien zu erfüllen.

Der stärkste Hebel, um die Akzeptanz der Gemüseproduzentinnen und -produzenten gegenüber Blühstreifen zu erhöhen, wäre eine Zusatzfinanzierung. Zum einen könnte der Biodiversitätsförderflächen-Beitrag erhöht werden, zum andern könnten die Abnehmerinnen und Detaillisten eine wichtige Rolle spielen. Der in dieser Studie mit Biodiversitätsförderung produzierte Kohl wurde beispielsweise seit 2018 als Biosauerkraut mit speziellen

Zusatzinformationen auf der Verpackung angeboten. So wurden die Konsumentinnen und Konsumenten direkt im Supermarkt für die Biodiversitätsproblematik sensibilisiert. Durch den bewussten Kauf des Produktes unterstützen sie die Produzierenden beim nachhaltigen Kohlanbau und treiben so die Anwendung biodiversitätsfördernder Massnahmen in der Praxis voran. Durch diese Zusammenarbeit konnten nebst den am Programm beteiligten Biobäuerinnen auch elf IP-Bauern für die Anlage von Blühstreifen gewonnen werden. Dieses Beispiel zeigt, dass Unternehmen der Lebensmittelbranche durch Einwirken auf ihre Zulieferer und Verarbeiterinnen zahlreiche Möglichkeiten haben, die Artenvielfalt zu fördern. ■

Dank

Wir danken Bank Vontobel, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bundesamt für Umwelt BAFU, Coop Fonds für Nachhaltigkeit, Ernst Göhner Stiftung, Parrotia Stiftung, Schöni Swissfresh AG, Spendenstiftung, Stiftung Dreiklang, Stiftung Temperatio sowie Werner Steiger Stiftung für die finanzielle Unterstützung des Projektes sowie allen Landwirtinnen und Landwirten, die uns ihre Felder zur Verfügung gestellt haben. Theo Blick, Dr. Andreas Müller, Dr. Heiner Lenzin, Benedikt Feldmann, Werner Marggi, Dr. Alain Maibach danken wir für die Unterstützung bei taxonomischen Auswertungen. Den externen Betreuenden von Master- und Doktorarbeiten Prof. Dr. Peter Nagel, Dr. Stefanie von Fumetti, Dr. Saskia Demir und Dr. Benno Wullschlegler danken wir für die sehr gute Zusammenarbeit.

Literatur

- Albrecht, M. *et al.* (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters* **23**(10), 1488–1498. <https://doi.org/10.1111/ele.13576>
- Balmer, O., Géneau, C., Belz, E., Weishaupt, B., Förderer, G., Moos, S., Ditner, N., Juric, I. & Luka, H. (2014). Wildflower companion plants increase pest parasitation and yield in cabbage fields: Experimental demonstration and call for caution. *Biological Control* **76**, 19–27.
- Balmer, O., Pfiffner, L., Schied, J., Willareth, M., Leimgruber, A., Luka, H. & Traugott, M. (2013). Noncrop flowering plants restore top-down herbivore control in agricultural fields. *Ecology and Evolution* **3**(8), 2634–2646.
- Belz, H., Kölliker, M. & Balmer, O. (2013). Olfactory attractiveness of flowering plants to the parasitoid *Microplitis mediator*: potential implications for biological control. *BioControl* **58**, 163–173.
- Blick, T. (1999). Spinnen auf Kopfsalatfeldern bei Kitzingen (Unterfranken, Bayern). *Arachnologische Mitteilungen* **17**, 45–50.
- Bohac, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **74**, 357–372.
- Ditner, N., Balmer, O., Beck, J., Blick, T., Nagel, P. & Luka, H. (2013). Effects of experimentally planting non-crop flowers into cabbage fields on the abundance and diversity of predators. *Biodiversity and Conservation* **22**, 1049–1061.
- Fataar, S., Kahmen, A. & Luka, H. (2019). Innate and learned olfactory attraction to flowering plants by the parasitoid *Cotesia rubecula* (Marshall, 1885) Hymenoptera: Braconidae): Potential impacts on conservation biological control. *Biological Control* **132**, 16–22.
- Geneau, C. E., Wackers, F.L., Luka, H., Daniel, C. & Balmer, O. (2012). Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. *Basic and Applied Ecology* **13**(1), 85–93.
- Géneau, C.E., Wäckers, F.L., Luka, H. & Balmer, O. (2013). Effects of extra-floral and floral nectar of *Centaurea cyanus* on the parasitoid wasp *Microplitis mediator*: Olfactory attractiveness and parasitization rates. *Biological Control* **66**, 16–20.
- Hänggi, A., Stöckli, E. & Nentwig, W. (1995). Lebensräume mitteleuropäischer Spinnen. Charakterisierung der Lebensräume der häufigsten Spinnenarten Mitteleuropas und der mit diesen vergesellschafteten Arten. *Miscellanea Faunistica Helvetica* **4**, 1–459.
- Holland, J.M. (Ed.) (2002). *The Agroecology of Carabid Beetles*. Intercept Ltd, 356 S.
- Luka H., Barloggio G. & Pfiffner, L. (2016). Blühstreifen regulieren Schädlinge im Gemüsebau und werten Kulturland ökologisch auf. *Agrarforschung Schweiz* **7**(6), 268–275.
- Luka, H. (1996). Laufkäfer: Nützlinge und Bioindikatoren in der Landwirtschaft. *Agrarforschung* **3**(1), 33–36.
- Luka, H. (2004). Ökologische Bewertung von Landschaftselementen mit Arthropoden. (Ed. Nagel, P., Durrer, H. & Niggli, U.). *Opuscula biogeographica basilensia* **4**, 253 S.
- Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* **120**(3), 321–326.
- Ramseier, H., Füglistaller, D., Lädach, C., Ramseier, C., Rauch, M. & Widmer Etter, F. (2016). Blühstreifen fördern Honig- und Wildbienen. *Agrarforschung Schweiz* **7**(6), 276–283.
- Sommaggio, D. (1999). Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agriculture, ecosystems and environment* **74**(1), 343–356.
- Stubbs, A.E. & Falk, S.J. (2002). *British Hoverflies. An Illustrated Identification Guide*. British Entomological & Natural History Society, 2. Edition. 469 S.
- Tschumi, M., Albrecht, M., Entling, M.H. & Jacot, K. (2015). High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proceedings of the Royal Society* **282**, 20151369: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1369>.
- Walter, T., Eggenberg, S., Gonseth, Y., Fivaz, F., Hedinger, Ch., Hofer, G., Klieber-Kühne, A., Richner, N., Schneider, K., Szerencsits, E. & Wolf, S. (2013). Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). *ART-Schriftenreihe* **18**, 135 S.
- Winfree, R., Bartomeus, I. & Cariveau, D.P. (2011). Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic* **42**, 1–22.