




Nützlingsblühstreifen und Untersaaten regulieren Blattläuse in Leguminosen

Fachbroschüre zum EIP-AGRI-Projekt



Ein Ansatz, der umweltschonenden Pflanzenschutz und Biodiversitätsförderung vereint.

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus


LE 14-20
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



Vorwort

Das *Pea Necrotic Yellow Dwarf Virus* – ein Nanovirus – verursachte in Österreich bereits mehrere Totalausfälle in Ackerbohnen und anderen Leguminosen. Seine Bekämpfung stellt die Landwirtschaft vor eine schwere Aufgabe. Die Bekämpfung seiner Überträger, gewisser Blattlausarten, durch Insektizide brachte bisher nicht die gewünschten Erfolge. Eine Abnahme der Anbaufläche und somit auch einer wertvollen Eiweißquelle zeichneten sich ab. Daher untersuchten Partner:innen aus Praxis und Forschung einen biodiversitätsfördernden Ansatz, der sich bereits in anderen Kulturen bewährt hat. Speziell zusammengestellte Blühstreifen und Untersaaten sollten Blattlaus-Antagonisten anlocken, um die Schädlinge in Schach zu halten und das Infektionsrisiko mit Nanoviren zu minimieren.

Die erfolgreiche Anlage und das Management der Blühstreifen und Untersaaten sowie der Wissenstransfer hierzu sind uns geglückt. Bei den Ergebnissen zur Eindämmung des Nanovirus hat uns jedoch der kühle und regnerische Frühling und damit einhergehend der geringe Ausgangs-

druck im zweiten Versuchsjahr einen Strich durch die Rechnung gemacht. Nichtsdestotrotz konnten wir die zahlreichen positiven Eigenschaften der Blühstreifen und Untersaaten aufzeigen. Doch viele Fragen sind auch offen geblieben und müssen in weiteren Projekten beantwortet werden, um die heimische Ackerbohnenproduktion stabil und rentabel zu gestalten sowie die Agrobiodiversität langfristig zu erhöhen.

Der Weg, komplexe Fragen des Pflanzenschutzes mit Hilfe der Wissenschaft und alternativer sowie innovativer Methoden zu beantworten, ist jedenfalls der einzig richtige.

Wir danken allen, die ihn in diesem Projekt mit uns gegangen sind.

Christine Judt
Projektleitung
Global 2000 Umweltforschungsinstitut

Inhaltsverzeichnis

1. Projektüberblick	3
2. Nanoviren und Blattläuse	4
3. Kleine Tiere, großes Potential	7
4. Nützlingerhebungen im Projekt	8
5. Anlage und Pflege von artenreichen Nützlingsblühstreifen	10
6. Untersaat – Zusammensetzung, Anlage, Pflege, Nutzen	16
7. Ackerbohnen im Projekt – Pflanzenbauliche Aspekte	19
8. „Weil es sich rechnen muss.“ – Ökonomische Analysen	21
9. Zusammenschau	23

1. Projektüberblick

Thomas Drapela (FiBL)

In den letzten Jahren hat sich das *Pea Necrotic Yellow Dwarf Virus* (PNYDV) – ein Nanovirus – zu einem ernstesten Problem beim Anbau von Leguminosen in Österreich entwickelt. Das Virus wird durch Blattläuse übertragen, vor allem durch die Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*), die Schwarze Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*) und die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*). Es kann nicht mechanisch oder über Saatgut übertragen werden. Der Befall mit PNYDV kann zu beträchtlichen Ertragseinbußen bis zum Totalausfall führen. Eine direkte Bekämpfung des Virus ist nicht möglich, daher gilt es das Risiko einer Infektion zu minimieren.

Projektziele

Dieses EIP-AGRI-Projekt (Mai 2019 bis April 2022) verfolgte das Ziel eine praxistaugliche sowie umweltschonende Lösung für die Problematik des Blattlausbefalls und des damit verbundenen Risikos einer Infektion mit Nanoviren in Ackerbohnen umzusetzen. Dies beinhaltete die folgenden Teilziele:

- Identifikation einer wirksamen und ökonomisch vertretbaren Zusammensetzung der Nützlingsblühstreifen bzw. der Untersaaten
- Reduzierung des Befalls mit Blattläusen bzw. Nanoviren in den Kulturen
- Vermeidung oder Minimierung von Insektizidanwendungen zur Blattlausbekämpfung
- Landwirt:innen verfügen über das nötige Know-How zu Nützlingsblühstreifen und Untersaaten
- Erhöhung der Akzeptanz von Nützlingsblühstreifen bei den Landwirt:innen

Projektkonsortium

Folgende Partner aus Wissenschaft, Beratung und Praxis haben sich zur ARGE Nützlingsblühstreifen zusammengeschlossen: das GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut (Projektleitung), vier landwirtschaftliche Partnerbetriebe aus Pasching und Umgebung (OÖ), die Boden.Wasser.Schutz.Beratung der Landwirtschaftskammer Oberösterreich und das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Unterstützung erhielt die ARGE durch die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH – AGES (Blattläuserhebung, Nanovirennachweis) und das Landwirtschaftliche Forschungszen-

trum Raumberg-Gumpenstein Research & Development (Blühstreifensaatgut, -anlage, -management). Als strategischer Partner stellte die Deutsche Saatveredelung AG (DSV) das Saatgut der Untersaat zur Verfügung.

Der Ansatz

Der Ansatz dieses Projektes beinhaltete einerseits die Anlage artenreicher Nützlingsblühstreifen mit mehr als 30 Pflanzenarten angrenzend an eine Ackerbohnenfläche und andererseits den Anbau einer Untersaat mit 13 Arten in der Ackerbohnenkultur. In jeder Versuchsfläche wurden drei Varianten unterschieden: der Bereich nahe des Blühstreifens (Blühstreifenvariante), daran angrenzend der blühstreifenferne Bereich ohne Untersaat (Nullvariante/Kontrolle) und der Bereich mit Untersaat auf der dem Blühstreifen gegenüberliegenden Seite der Nullvariante (Untersaatvariante).

Wissenschaftliche Begleituntersuchungen

- Pflanzenbauliche Kontrollen der Ackerbohnen, der Blühstreifen und der Untersaat sowie Erntebonitur der Ackerbohnen
- Erhebungen zum Vorkommen von Blattläusen und Nützlingen (Blattlausantagonisten)
- Erhebung von Nanovireninfectionen (symptomatische Ackerbohnenpflanzen, Nanovirennachweis mittels PCR in Blattläusen und symptomatischen Ackerbohnenpflanzen)

Ein zentrales Element des Projekts war der Austausch zwischen den beteiligten Wissenschaftlern und Landwirten. Die Inhalte, Aktivitäten und Resultate des Projekts wurden über Social Media, Artikel, Tagungsbeiträge und auch diese Broschüre verbreitet.



Austausch am Feld

2. Nanoviren und Blattläuse

Anna Moyses und Sabine Grausgruber-Gröger (AGES)

Das Auftreten des PNYDV und dessen Vektoren in den vergangenen 5 Jahren in Österreich

Das Pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV) zählt zu den bedeutendsten Nanoviren in Europa. 2010 wurde es erstmals in Österreich nachgewiesen, nachdem ein Jahr zuvor ein Nachweis in deutschen Erbsenbeständen erfolgte. Das PNYDV befällt wichtige Kulturleguminosen, wie Ackerbohnen, Erbsen, Linsen, Kichererbsen und Wicken, wo es hohe Ertragsverluste verursachen kann. Zwar ist das Virus weder mechanisch, noch über das Saatgut übertragbar, jedoch fungieren bedeutende Blattlausarten als Vektoren, die das Virus in persistenter Form übertragen. Die Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*) nimmt, neben der Schwarzen Bohnenlaus (*Aphis fabae*), der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) und der Wickenlaus (*Megoura viciae*), die größte Bedeutung als Überträger des PNYDV ein.

Typischerweise treten Infektionen in Beständen nesterweise auf. Werden Pflanzen in einem frühen Entwicklungsstadium von infizierten Blattläusen befallen, kommt es zu

schwerwiegenden Symptomen, wie Verzweigungen, Deformationen und Chlorosen, wodurch der Blüten- und Hülsenansatz und in weiterer Folge die Kornausbildung stark vermindert wird. Spät befallene Pflanzen weisen meist eine normale Wuchshöhe mit gutem Hülsenansatz auf, erscheinen jedoch stark chlorotisch. Zudem können in Kulturen, wie Linsen und Kichererbsen, Rotfärbungen und bei Ackerbohne notreife Pflanzen mit schwarz verfärbten Stängeln beobachtet werden.

Seit dem PNYDV-Erstnachweis kam es in Österreichs Erbsen- und Ackerbohnenbeständen, abhängig vom Blattlausauftreten, zu mehr oder weniger starken Nanovireninfektionen. Nachdem 2016 erstmals ein beinahe flächendeckender Befall mit hohen Ertragsverlusten zu verzeichnen war, wurde 2017 von der Österreichischen Landwirtschaftskammer und der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit ein Warndienst etabliert, welcher auf der Warndienst-Homepage der Österreichischen Landwirtschaftskammer abrufbar ist. Dadurch kann der Blattlausflug von Anfang April bis Ende Juni überwacht und rechtzeitig vor PNYDV-infizierten Blattläusen gewarnt werden.



Kolonie der Schwarzen Bohnenlaus (*Aphis fabae*)



Ackerbohnenpflanzen mit Symptomen einer PNYDV-Infektion

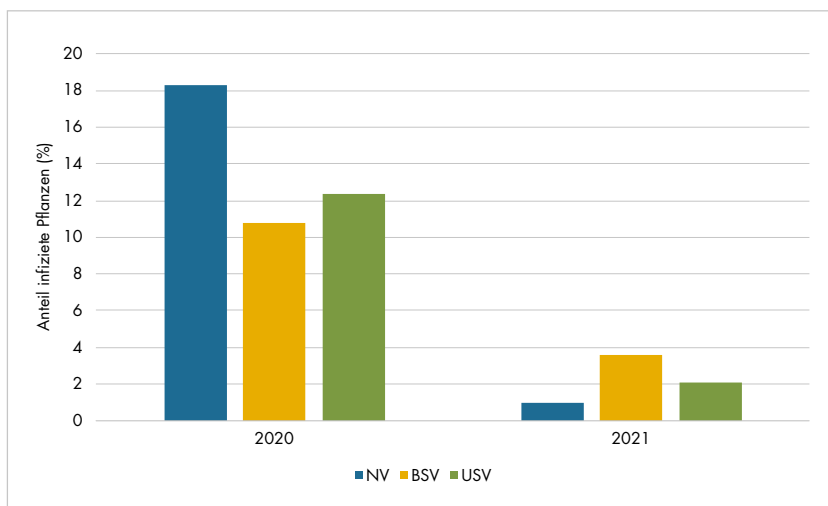


Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*)



Ackerbohnenbestand mit starkem PNYDV-Befall

Die Ergebnisse des Warndienstes aus den letzten Jahren zeigen, dass das Auftreten der Blattläuse im Frühling witterungsbedingt stark variiert. Während es 2018 aufgrund des milden Winters 2017/2018, und der darauffolgenden warmen und trockenen Frühjahrswitterung, zu einem frühen und starken Blattlausauftreten im Frühjahr und in weiterer Folge zu starken Nanoviren-Infektionen kam, hielten sich die Infektionen in den darauffolgenden Jahren in Grenzen. Beobachtungen haben gezeigt, dass die Grüne Erbsenblattlaus bereits Anfang März auf winterharten Leguminosen aktiv wird. Sie reagiert jedoch sehr sensibel auf Spätfröste und kühl-feuchte Frühjahrsbedingungen. In den vergangenen drei Jahren waren dies vermutlich auch die Gründe dafür, dass besonders die Grüne Erbsenblattlaus in ihrer Entwicklung gebremst wurde, die Besiedelung der Sommerleguminosen im April und Mai verzögert und in einem geringeren Ausmaß stattfand, und auch die Nanovireninfektionen erst im Juni sichtbar wurden. Schwerwiegende Ertragseinbußen in Erbsen und Ackerbohnen bedingt durch das PNYDV blieben somit seit 2018 aus.



Anteile infizierter Ackerbohnenpflanzen (jeweils Summe der vier Standorte)

Blattlausbefall und Nanovireninfektionen waren ungewöhnlich niedrig.

Wesentliche Projektergebnisse Blattläuse & Nanoviren

Demzufolge war auch der Anteil infizierter Ackerbohnen auf den Versuchsflächen in Pasching in den Projektjahren 2020 und 2021 sehr gering. Mögliche positive Effekte der angelegten Blühstreifen und Untersaaten, im Hinblick auf eine Unterdrückung der Blattlausbesiedelung und der Nanovireninfektionen in der Ackerbohne, waren vermutlich deshalb kaum bis gar nicht zu sehen. Während zum 3. Boniturtermin der Anteil PNYDV-infizierter Ackerbohnen 2020 noch bei etwa 14 % lag, konnten 2021 lediglich an 2 % der bonitierten Pflanzen Virensymptome festgestellt werden.

Einer der Gründe dafür war mit Sicherheit die verzögerte Entwicklung und der späte Populationshöhepunkt der Grünen Erbsenblattlaus, welcher sich nur noch sehr geringfügig auf das Nanovireninfektionsgeschehen auswirkte. Dennoch waren 2020 über alle Versuchsflächen gerechnet, zwischen den Versuchsvarianten die Unterschiede bei den Nanovireninfektionen signifikant. Die Blühstreifenvariante bzw. Untersaatenvariante wies um 7 % bzw. 6 % geringere Infektionen auf als die Nullvariante, in welcher etwa 18 % der Pflanzen infiziert waren. Es ist anzunehmen, dass die Hauptinfektionen zwischen dem ersten und

zweiten Boniturtermin durch die Schwarze Bohnenlaus erfolgt sind. Denn es zeigte sich, dass in der Nullvariante die Anzahl der virösen Ackerbohnen mit der Anzahl der Schwarzen Bohnenlauskolonien zum 2. Boniturtermin stark positiv korrelierten. Gleichzeitig korrelierte auch die Gesamtanzahl der Marienkäferentwicklungsstadien bzw. der Nützlinge insgesamt mit der Anzahl der Schwarzen Bohnenlauskolonien sehr stark positiv. Geringfügige Infektionen konnten zu diesem Zeitpunkt trotz der hohen Nützlingsanzahl jedoch nicht verhindert werden.

Die Gründe für die geringeren Nanovireninfektionen in der Blühstreifen- und Untersaatenvariante im ersten Versuchsjahr können vielseitig sein und können anhand der vorliegenden Versuchsdaten nicht eindeutig auf das Nützlingsaufkommen zurückgeführt werden. Es könnte sein, dass aufgrund des höheren Pflanzenartenspektrums dieser Varianten und des höheren Flächendeckungsgrades durch die Untersaat, weniger Blattläuse die Ackerbohnen besiedelt haben. Beides könnte eine Unterdrückung der Nanovireninfektionen zu Beginn der Pflanzenentwicklung bewirkt haben.

Weiterführende Informationen

Themenseite PNYDV der AGES: <https://www.ages.at/pflanze/pflanzengesundheit/schaderreger-von-a-bis-z/pea-necrotic-yellow-dwarf-virus-nanovirus>

Folder „Nanoviren – Ertragsausfälle bei Leguminosen“ (AGES): <https://www.lko.at/media.php?filename=download%3D%2F2020.02.11%2F1581422570268322.pdf&rn=Nanoviren%20-%20Ertragsausf%C3%A4lle%20bei%20Leguminosen.pdf>

Warndienst der Landwirtschaftskammer: <https://warn-dienst.lko.at/blattlaeuse+2500++1073225+6569>

SPITFIRE-Projekt (CORNET): <https://www.ecoplus.at/newsroom/pnyd-virus-auffinden-von-resistenzen-in-ge-muese-und-koernererbsen>

NANOVIR-Projekt (Dafne): <https://dafne.at/projekte/nanovir>

Wirtspflanzen für PNYDV	
anfällig	nicht anfällig
Erbsen (<i>Pisum sativum</i>)*	Luzerne (<i>Medicago sativa</i>)
Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>)*	Bohne (<i>Phaseolus vulgaris</i>)
Futterwicke (<i>Vicia sativa</i>)*	Adzukibohne (<i>Phaseolus angularis</i>)
Pannonische Wicke (<i>Vicia pannonica</i>)*	Kuhbohne (<i>Vigna unguiculata</i>)
Platterbse (<i>Lathyrus sativus</i>)*	Mungbohne (<i>Vigna radiata</i>)
Kichererbse (<i>Cicer arietinum</i>)*	Rotklee/Wiesenklee (<i>Trifolium pratense</i>)
Inkarnatklee (<i>Trifolium incarnatum</i>)*	Weißklee (<i>Trifolium repens</i>)
Saat-Steinklee (<i>Melilotus segetalis</i>)*	Perserklee (<i>Trifolium resupinatum</i>)
Steinklee (<i>Melilotus infestus</i>)*	Winterwicke (<i>Vicia villosa</i>)
Messina-Steinklee (<i>Melilotus messanensis</i>)*	Espalette (<i>Onobrychis sativa</i>)
Italiener-Steinklee (<i>Melilotus italicus</i>)*	Sojabohne/Edamame (<i>Glycine max</i>)
Gefurchter Steinklee (<i>Melilotus sulcatus</i>)*	Weißer Lupine (<i>Lupinus albus</i>)
Linsen (<i>Lens culinaris</i>)*	Blaue Lupine (<i>Lupinus angustifolius</i>)
Rauhaarige Wicke (<i>Vicia hirsuta</i>)*	Weißer Steinklee (<i>Melilotus albus</i>)
	Gelber Steinklee (<i>Melilotus officinalis</i>)

* ... Angaben zur Anfälligkeit nach H. Ziebell/JKI (pers. Mitt.)

fett ... Arten, für die eine natürliche Infektion in Österreich nachgewiesen werden konnte

3. Kleine Tiere, großes Potenzial

Thomas Drapela (FiBL)

Marienkäfer (*Coccinellidae*)

Marienkäfer zählen zu den bekanntesten Blattlausgegenspielern. Knapp zwei Drittel der Marienkäferarten ernähren sich von Blattläusen. Die Larven und die adulten Käfer fressen 30–50 Blattläuse am Tag. Einige Marienkäferarten sind auf Milben, Wollläuse oder Thripse spezialisiert, andere fressen auch Raupen von Wicklern und Spannern. Da einige Arten als Adulte auch Pollen benötigen, um sich fortzupflanzen, trägt auch das Blütenangebot in Blühstreifen und Untersaat zur Förderung von Marienkäfern bei.



Marienkäferlarve auf einer Ackerbohnenblüte

Florfliegen (*Chrysopidae*)

Auch die Florfliegen sind als bedeutende Blattlausantagonisten bekannt. Vor allem die Larven – auch „Blattlauslöwen“ genannt – können in ihrer ein bis zwei Wochen dauernden Entwicklung mehrere hundert Blattläuse fressen. Daneben stehen auch zahlreiche andere weichhäutige Beutetiere wie Spinnmilben, Thripse, Schildläuse und kleine Schmetterlingsraupen sowie Eier auf dem Speiseplan. Bei den Adulttieren der häufigsten Arten nehmen Nektar, Pollen und Honigtau einen bedeutenden Anteil der Nahrung ein, wodurch sie auch vom Blütenreichtum der Blühstreifen und der Untersaat profitieren. Die Eier der Florfliegen sind leicht an ihrem charakteristischen Eistiel zu erkennen.



Florfliegenlarve

Schwebfliegen (*Syrphidae*)

Schwebfliegen sind vor allem als Adulttiere bekannt durch ihren Schwebeflug und ihr Aussehen, das oft dem von Bienen oder Wespen ähnelt – allerdings besitzen Schwebfliegen nur ein Paar Flügel. Während sich adulte Schwebfliegen ausschließlich von Pollen und Nektar ernähren, ist das Spektrum der Ernährungsformen bei den Larven sehr breit. Eine beträchtliche Anzahl von Schwebfliegenlarven vertilgt Blattläuse – eine Larve bis zu 100 Blattläuse pro Tag. Die Larven sind meist nachtaktiv und daher selten zu sehen. Die Adulten spielen auch eine wichtige Rolle als Bestäuber.



Schwebfliegenlarve

Parasitoide Wespen

Parasitoide Wespen, die als Larvenstadium parasitisch leben und am Ende der Entwicklung ihren Wirt töten, stellen neben den räuberischen Insekten und Spinnen wichtige Gegenspieler von Blattläusen in Agrarsystemen dar. Jedes Weibchen kann mehrere hundert Eier ablegen und damit ebenso viele Blattläuse töten. Parasitoide Wespen profitieren vom Blütenangebot in den Blühstreifen und in der Untersaat, da sich adulte Weibchen von Nektar ernähren. Außerdem können Blühstreifen alternative Wirte und geeignete Überwinterungsquartiere bieten.



Brackwespe bei Eiablage in Blattlaus

... und viele mehr.

Neben den genannten Gruppen, die zum Teil auf Blattläuse spezialisiert sind, gibt es zahlreiche andere Tiere, die diese ebenfalls vertilgen. Dazu zählen Spinnen, Raubwanzen, Ohrwürmer, Laufkäfer und Kurzflügler, aber auch Vögel, zum Beispiel Meisen. Auch für diese Tiere sind naturnahe Landschaftselemente wie artenreiche Blühstreifen von großem Nutzen als Rückzugs-, Fortpflanzungs-, Überwinterungs- und Nahrungsorte.

Funktionelle Biodiversität

Wenn in der Landwirtschaft positive Funktionen der Biodiversität genutzt werden, dann spricht man von Funktioneller Biodiversität. Ein Beispiel mit großer Bedeutung für die Landwirtschaft ist die natürliche Schädlingskontrolle. Letztere beruht darauf, dass es in der Regel zu jedem Lebewesen auch Antagonisten oder deren potenzielle Gegenspieler gibt. Im besten Fall reduzieren diese Nützlinge potenzielle Schädlinge landwirtschaftlicher Kulturen so weit, dass der Befall unter der Schadschwelle bleibt und weitere Pflanzenschutzmaßnahmen nicht mehr nötig sind. Im Gegensatz zur klassischen biologischen Schädlingsbekämpfung werden in diesem Fall die Nützlinge nicht gezüchtet und ausgebracht, sondern es wird das Potenzial der natürlich vorkommenden Gegenspieler genutzt und sie werden aktiv in der Landschaft gefördert.

4. Nützlinsgserhebungen im Projekt

Christine Judt (Global 2000 UFI), Thomas Drapela (FiBL)

Ein Hauptziel unseres Versuches war es, den Anlockeffekt der Blühstreifen und Untersaaten auf Blattlausantagonisten zu untersuchen. Dazu wurden einerseits die in den Gelbschalen gefangenen Nützlinge als auch die bei den Feldbonituren in den Ackerbohnen erhobenen Antagonisten ausgewertet.

Um die Schad- und Nutzinsekten in den Blühstreifen zu erheben, wurde zeitgleich mit den Felderhebungen in den Blühstreifen gekeschert und die eingefangenen Organismen in drei Gruppen eingeteilt: Ackerbohenschädlinge (Blattläuse, Ackerbohnenkäfer, gestreifter Blattrandkäfer), deren Gegenspieler und „Andere“.

Wir fanden tendenziell mehr Nützlinge in der Blühstreifen- und der Untersaatvariante.

käfer, Kurzflügler, adulte Schwebfliegen, Laufkäfer und Spinnen. Wie auch bei den Blattläusen war das Auftreten der Nützlinge im Versuchsjahr 2020 – vermutlich wetterbedingt – deutlich höher als im Jahr 2021. Mit ca. 78 % des Gesamtfangs war die Gruppe der Parasitoiden in allen drei Versuchsvarianten am häufigsten vertreten. Im Jahr 2020 waren auch noch adulte Marienkäfer relativ häufig vorhanden (18 % aller Antagonisten).

Auch wenn wir hinsichtlich der Individuenzahlen keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten feststellen konnten, war in der Blühstreifen- und in der Untersaatvariante ein breiteres Spektrum an weiteren Nützlingen – adulte Schwebfliegen, Laufkäfer, Kurzflügler und Spinnen – zu verzeichnen. Dies könnte mit der größeren Diversität an Pflanzen – im Besonderen dem Blütenangebot – in den Nützlingsblühstreifen und den Untersaaten zusammenhängen.

Ergebnisse Gelbschalen

Unter den in den Gelbschalen gefangenen Blattlaus-Antagonisten fanden sich parasitoide Wespen, adulte Marien-

Ergebnisse Feldbonituren

In beiden Jahren konnten wir mehr Nützlinge in der Blühstreifenvariante als in der Untersaat- und Nullvariante feststellen. Betrachtet man die einzelnen Boniturertermine, ist zu erkennen, dass im Jahr 2020 die Nützlingssumme (räuberische und parasitierende Stadien) in allen Varianten mit der Zeit anstieg. 2021 stieg vor allem in der Blühstreifenvariante die Anzahl der Nützlinge von Anfang bis Ende Juni an. Spinnen, Raubwanzen und Marienkäferlarven bildeten den größten Anteil der gefundenen Nützlinge. In der Blühstreifenvariante war auch der Anteil der Parasitoiden sehr hoch. Statistische Tests zeigten, dass die Anzahl an adulten Marienkäfern sowohl in der Blühstreifen- als auch in der Untersaatvariante signifikant höher war als in der Nullvariante.

Ergebnisse Keschern

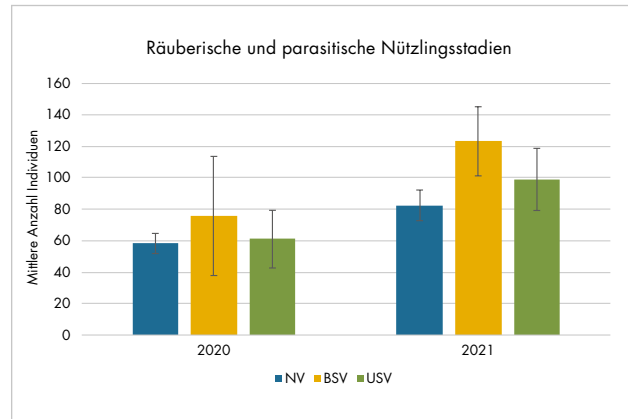
Der Großteil der mehr als 5000 Insekten und Spinnentiere wurde der Gruppe „Andere“ zugeordnet. Bei den Schädlingen machten die Blattläuse den Großteil der Fänge aus. Ackerbohnenkäfer und gestreifte Blatrandkäfer wurden nur vereinzelt gefangen. Parasitoide bildeten wiederum unter den Nützlingen die größte Gruppe, gefolgt von Spinnen, Raubwanzen (*Orius niger*, *Nabis ferus*), Florfliegen und Schwebfliegen. Es wurden nur drei Marienkäfer gefangen, in den Blattlauskolonien in der Ackerbohne waren sie jedoch häufig.

Prozentual gesehen hielten sich Ackerbohnen-schädlinge und deren potenzielle Gegenspieler mit je 8 % die Waage. Bedenkt man allerdings, dass eine einzige Florfliegenlarve bis zu ihrer Entwicklung zum adulten Tier an die 500 Blattläuse frisst und noch andere Antagonisten aktiv sind (Raubwanzen, Spinnen, Parasitoide), stellt die Anzahl der gefangenen Blattläuse keine Bedrohung für die Ackerbohne dar.

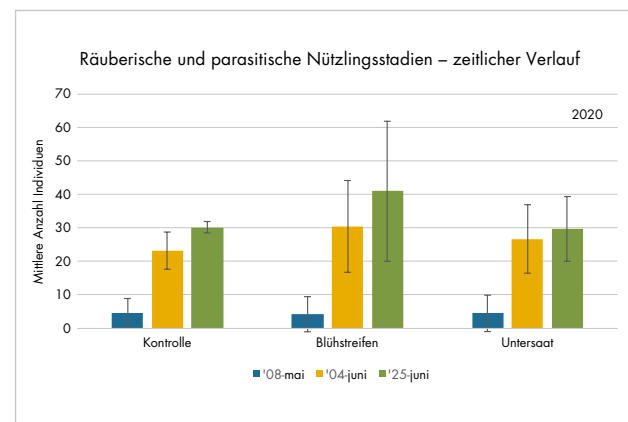
Fazit

Im vorliegenden Projekt konnten tendenziell mehr Nützlinge in der Blühstreifen- und der Untersaatvariante festgestellt werden sowie eine höhere Diversität an unterschiedlichen Nützlingsgruppen. Wir konnten außerdem keine Hinweise darauf finden, dass Blühstreifen oder Untersaat das Auftreten von Ackerbohnen-schädlingen fördern würden.

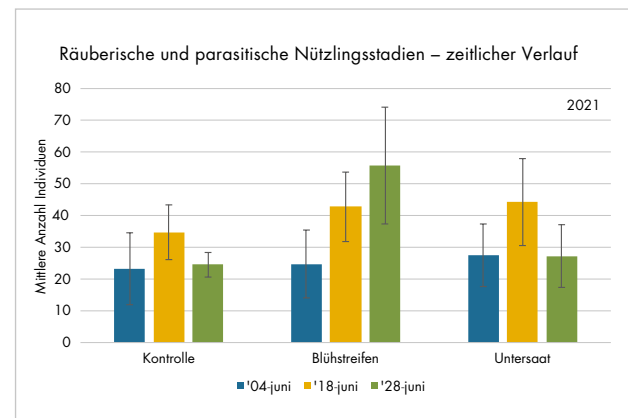
Die Nützlingsblühstreifen und die Untersaat haben das Potenzial maßgeblich zum Pflanzenschutz durch natürliche Schädlingsregulation beizutragen. Gleichzeitig fördern sie die Biodiversität in der Agrarlandschaft. Das gilt besonders für die artenreichen und auf mehrjährigen Be-



Mittelwert räuberischer und parasitierender Nützlingsstadien (\pm Standardfehler) über alle drei Boniturertermine in den Jahren 2020 (links) und 2021 (rechts) in der Null- (NV), der Blühstreifen- (BS) und der Untersaatvariante (US); n = 4 Flächen.



Mittelwert räuberischer und parasitierender Nützlingsstadien (\pm Standardfehler) zu den drei Boniturerminen im Jahr 2020; n = 4 Flächen.



Mittelwert räuberischer und parasitierender Nützlingsstadien (\pm Standardfehler) zu den drei Boniturerminen im Jahr 2021; n = 4 Flächen.

stand angelegten Nützlingsblühstreifen, deren ökologischer Wert bei richtiger Pflege mit den Jahren noch weiter zunimmt. Zudem können sich die positive Effekte über die Jahre auf die Folgekulturen und die umgebende Landschaft auswirken.

5. Anlage und Pflege von artenreichen Nützlingsblühstreifen

Bernhard Krautzer, Wilhelm Graiss und Lukas Gaier (HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

Einleitung

Extensive, ein- bis zweischnittige Grünlandflächen weisen höchste floristische Biodiversität auf und gehören zu den ökologisch wertvollsten Flächen unserer Kulturlandschaft. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts geht überall in Europa der Anteil dieses reichblühenden Extensivgrünlandes kontinuierlich zurück und Hand in Hand mit dem Rückgang ihres Lebensraums werden auch Schmetterlinge, Wildbienen, Heuschrecken und andere Insekten immer seltener. Dies wiederum ist eine der wesentlichen Ursachen für die starke Abnahme unserer Singvögelbestände, aber auch der Niederwildpopulationen.

Zusätzlich erfüllen solche extensiven Blühflächen auch wichtige Ökosystemfunktionen und bieten Lebensraum für viele Arten, die auch für uns Menschen wichtige Funktionen ausüben, sei es als Blütenbestäuber, sei es als räuberisches Insekt, welches hilft, kulturschädigende Insekten wie Blattläuse zu reduzieren und damit den Aufwand für Pflanzenschutz zu reduzieren. Nachstehend ist kurz zusammengefasst, wie man in der Praxis solch wertvolle Nützlingsblühstreifen dauerhaft wieder in der Kulturlandschaft etablieren kann.

Saatgutmischung und Zielsetzungen

Nützlingsblühstreifen werden nach den folgenden Vorgaben zusammengesetzt:

- Sie enthalten Arten, die einer dem Naturraum und den

Standortsverhältnissen entsprechenden Pflanzengesellschaft nachempfunden sind.

- Es werden dafür Arten ausgewählt, die im entsprechenden Naturraum heimisch sind, aus regionalen Sammlungen von Wildpflanzen stammen und mit ihrer lokalen genetischen Ausprägung daher eine besondere Bereicherung der Biodiversität in der Kulturlandschaft darstellen. Diese Eigenschaften müssen über ein anerkanntes Zertifizierungssystem (z.B. www.gzert.at) nachgewiesen werden.
- Eine möglichst hohe Vielfalt an ein- und überjährigen sowie ausdauernden Arten aus vielen unterschiedlichen Pflanzenfamilien wird eingemischt, damit ein breites Spektrum an blütenbestäubenden und sonstigen Insektengruppen gefördert wird.
- Der Fokus liegt auf Arten, die sich auch auf mit Nährstoff angereicherten Flächen im Rahmen einer nachfolgend extensiven, ein- bis zweischnittigen Nutzung dauerhaft etablieren können.

Diese Zielsetzungen werden erreicht, wenn man auf zertifiziertes Wildpflanzensaatgut zurückgreift. In der Maßnahme A, Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung (UBB) im kommenden ÖPUL 2023 sind geeignete Arten für Acker- und Grünlandrandstreifen aufgelistet und genau definiert (Positivliste). Darauf aufbauende Saatgutmischungen umfassen mindestens 30 standörtlich passende Arten aus zumindest sieben unterschiedlichen Familien von heimischen, zertifizierten Blü-



Anlage von Blühstreifen Ende August (Pasching, OÖ bzw. Ollern, NÖ)

tenpflanzen. Für alle Mischungspartner muss die regionale Herkunft des Ausgangsmaterials nachgewiesen sein (REWISA, G-Zert oder vergleichbare Zertifizierung). Als regionales Herkunftsgebiet gilt eine biogeografische Region innerhalb von Österreich. Die Saatgutmenge und Zusammensetzung ist durch Saatgutetiketten und Bezugsrechnungen zu dokumentieren. Mahd mindestens einmal jedes Jahr, maximal zweimal pro Jahr, Verbringung des Mähgutes, Häckseln nicht zulässig.

Solche ÖPUL-gerechten Mischungen werden ab Frühjahr 2022 bereits im Saatguthandel angeboten.

Anlagezeitpunkt

Frühjahrsansaaten sind bei frühen Anlageterminen von Anfang bis Mitte April noch spätfrostgefährdet. Bei späteren Anlageterminen bis Mitte Mai besteht wiederum die Gefahr einer mangelnden Wasserversorgung, besonders nach den in den letzten Jahren häufiger gewordenen Trockenperioden um April bis Mitte Mai. Dazu kommt, dass auflaufende sommerannuelle Unkräuter deutlich schneller auflaufen und die Ansaat sehr stark konkurrieren (Wasser, Licht, Standraum). Dies führt zu schlechten Keimergebnissen der oberflächennah abgelegten Ansaat. Bei entsprechendem Unkrautpektrum und dem Zuwachs hoher Biomassemengen wird bei Frühjahrsansaat manchmal ein zusätzlicher Reinigungsschnitt im Frühsommer notwendig. Wird dabei das Schnittgut nur gemulcht, kann das zu einem flächigen Abstickern der jungen Ansaat führen.

Spätsommeransaaten, je nach Klimagebiet zwischen dem dritten Augustdrittel und dem ersten Septembertertel ausgeführt, funktionieren im Regelfall sehr gut. Einerseits werden die Witterungsbedingungen gegen den Herbst hin zunehmend feuchter, auch laufen im Spätsommer deut-

lich weniger Unkräuter auf. Die sommerannuellen darunter frosten zusätzlich im Spätherbst ab. Die winterannuellen bleiben in der Herbstentwicklung zurückhaltend und üben wenig Konkurrenzdruck aus. Die Temperaturen sinken, die Nächte werden zunehmend taufeucht, wodurch die Wasserversorgung der Ansaat deutlich verbessert wird, die Keimlinge können sich bis in den Spätherbst hinein gut entwickeln. Im darauffolgenden Frühjahr steht noch ausreichend Winterfeuchte zur Verfügung. Selbst bei einer im darauffolgenden Frühjahr stärkeren Entwicklung der winterannuellen Unkräuter können die Jungpflanzen der Ansaat gut standhalten. Ein Reinigungsschnitt ist daher im Regelfall nicht notwendig. Viele Arten der Spätsommeransaat sind im Folgejahr so gut entwickelt, dass ein guter Teil davon bereits im ersten Frühjahr bis Frühsommer zur Blüte gelangt.

Anlagetechnik

Die passende Anlagetechnik ist ein wesentlicher Faktor für die erfolgreiche Etablierung solcher feinkörnigen Saatgutmischungen. Voraussetzung ist eine rechtzeitige Bodenvorbereitung mit dem Ergebnis eines gut abgesetzten, möglichst feinkrümeligen Saatbetts. Die Ablage des Saatgutes erfolgt oberflächlich, maximal 0,5 cm tief. Ein feindosierbarer Säkasten (am besten auf einem gängigen Übersaatgerät) sorgt für eine gute und gleichmäßige Verteilung des Saatgutes. Bei Nichtverfügbarkeit eines Übersaatgerätes hilft oft ein Aushängen der Säleiter bei gängigen Drillsaatgeräten. Die Aussaatmengen solcher Mischungen belaufen sich bei dem feinkörnigen Saatgut auf 2 g/m². Das Saatgut muss vor dem Einmischen in den Säkasten gut vermischt werden. Eine Abdrehtprobe zur exakten Dosierung der Saatmenge ist unerlässlich. Ganz wichtig ist im Anschluss eine ausreichende Rückverdichtung durch eine passende Profilwalze (Prismenwal-



Jungpflanzen vieler unterschiedlicher Arten sind im Oktober gut entwickelt zu beobachten



Im Jahr nach der Anlage dominieren die in der Saatgutmischung enthaltenen winterannuellen Feldblumen wie Mohn und Kornblume

ze, „Güttlerwalze“). Dadurch wird das Saatgut einerseits leicht in den Boden eingedrückt und gleichzeitig ein ausreichender Kapillarschluss erreicht. Dieser ist vor allem in trockeneren Perioden wichtig für eine ausreichende Wasserversorgung der auflaufenden Jungpflanzen. Im Bedarfsfall ist ein Übersaatgerät in Kombination mit einer Prismenwalze meist über die Maschinenringe verfügbar.

Pflege

Nach Maßgabe der im Projekt gemachten Erfahrungen sind für eine erfolgreiche und dauerhafte Etablierung solcher artenreichen Blühstreifen nur wenige Pflegemaßnahmen zu beachten. Winterannuelle (Ehrenpreisarten, diverse Kreuzblütler, Taubnessel, Kamillen) und ausdauernde (Ackerkratzdistel, Quecke) Ackerunkräuter waren im Folgejahr auf allen Versuchsflächen vorhanden und konnten

im zeitigen Frühjahr des der Ansaat folgenden ersten Vegetationsjahres auch durchaus konkurrenzstark in Erscheinung treten. In Folge, meist schon ab Mai, traten sie aber in den Hintergrund und waren nach dem ersten Schnitt Anfang Juli weitestgehend verschwunden. Auch die ausdauernden Unkräuter verschwanden, bedingt durch den zweimaligen Schnitt, relativ schnell aus den Flächen. Nur die ausdauernden Arten der Saatgutmischung verblieben in Folge am Standort und bereits im Spätsommer des ersten Vegetationsjahres war im Regelfall ein breites Spektrum an blühenden Pflanzen zu beobachten. Da der Boden über die nächsten Standjahre nicht mehr bearbeitet oder geöffnet wird, kann man davon ausgehen, dass die Bestände in Folge weitgehend frei von Ackerkräutern bleiben, es etabliert sich eine extensive, reichblühende, weitgehend gräserfreie Grünlandgesellschaft.

Bei einem ersten Schnitt Anfang Juli entwickelt sich In den Spätsommer hinein ein zweiter, ebenfalls noch reich-



Ab dem zweiten Vegetationsjahr setzen sich die im extensiven Grünland heimischen, ausdauernden Blütenpflanzen durch



Nach dem ersten Schnitt im Sommer gibt es noch einen reich blühenden zweiten Aufwuchs mit wenig Biomasse

lich blühender, meist biomassearmer Folgeaufwuchs (Abbildung 5). Dieser bietet Bienen und blütenbestäubenden Insekten mit später Entwicklung eine wertvolle, abwechslungsreiche Nahrungsquelle. Wenn im zweiten Aufwuchs ausreichend Biomasse zuwächst, folgte im Herbst (ca. Mitte bis Ende September) ein weiterer Schnitt mit Abfuhr des Schnittgutes. Bei trockenen Verhältnissen und wenig Biomassezuwachs kann dieser Schnitt auch fallweise unterbleiben (siehe auch Abbildung 6), ohne merkbare Veränderung des Pflanzenbestandes. Bei mehrjähriger Nutzung und Abfuhr des Schnittmaterials hagert die Fläche nach und nach aus und die aufwachsende Biomasse wird zusehends weniger.

Praktisch das gesamte Artenspektrum der Saatgutmischung konnte sich etablieren.

Das Pflegemanagement hat einen signifikanten Einfluss auf die Artenzusammensetzung. Schnitt und Abfuhr der Biomasse sind für eine dauerhafte Etablierung der gewünschten Vegetation unerlässlich. Im Rahmen eines weiteren Projektes („Wiederetablierung von Grasländern“, Acronym REGRASS)

Prinzipiell kann die aus einer passenden Saatgutmischung entstandene Vegetation bei entsprechender Pflege als ausdauernd, artenreich und stabil in ihrer Zusammensetzung beurteilt werden. Das eingemischte Artenspektrum hat sich Großteils gut etabliert.

Praktische Erfahrungen zu den im Projekt etablierten Nützlingsblühstreifen

In praktisch allen angelegten Versuchsflächen konnte das gesamte in der Saatgutmischung enthaltene Artenspektrum etabliert werden. Bei Einhaltung der beschriebenen Pflege blieben alle beobachteten Blühflächen über mehrere Jahre stabil in ihrer botanischen Zusammensetzung. Man kann nach dreijähriger Beobachtung davon ausgehen, dass die Pflanzenbestände über die Jahre relativ stabil bleiben. Trotzdem nimmt mit den Jahren die Biomasseproduktion ab, eine Aushagerung der Flächen ist zu beobachten, was für eher konkurrenzwache Arten im Bestand sehr vorteilhaft ist. Der Gräseranteil (0 % in der Saatgutmischung) der Pflanzenbestände bleibt gering und pendelt sich auf sehr niedrigem Niveau ein.



Bei wenig Biomassezuwachs bis zum Herbst kann auf einen zweiten Schnitt fallweise verzichtet werden (Projekt REGRASS, Ollern, NÖ)

Ökonomische Betrachtungen zum Einsatz von Blütmischungen aus regionalen Wildpflanzen

Der besondere Wert solcher extensiven Blütmischungen aus heimischen Wildpflanzen definiert sich aus ihrer speziellen Zusammensetzung aus einer Vielzahl an standortgerechten Blütenpflanzen aus vielen unterschiedlichen Pflanzenfamilien sowie ihrer regionalen Herkunft aus österreichischen Naturräumen, womit auch ein wichtiger Beitrag zum Erhalt und der Förderung der regionalen Genetik der verwendeten Arten geleistet wird. Dieser besondere Wert, der sich auch in der Förderung unterschiedlicher Insektengruppen durch artenreiche Blühstreifen widerspiegelt, ist den im Vergleich zu Standardblütmischungen aus landwirtschaftlichen Kulturar-

Schaffung und Erhalt von Biodiversität muss sich auszahlen!

ten sehr hohen Kosten für solche Saatgutmischungen gegenüber zu stellen. Eine gewünschte breite Akzeptanz der Landwirte zum Einsatz solcher Mischungen wird in der Praxis allerdings nur unter der Voraussetzung zu erreichen sein, dass die damit verbundenen hohen Aufwendungen für Saatgut, Anlage und Pflege in einem Ausmaß gefördert werden, das auch einen ökonomischen Profit ermöglicht. Die Ansätze dazu im kommenden ÖPUL-Programm lassen hoffen.

Fazit

Nützlingsblühstreifen aus regionalen, zertifizierten Wildpflanzen können bei der richtigen Anlage und Pflege über mehrere Jahre, im Idealfall auch dauerhaft erhalten bleiben und ihre positiven Ökosystemleistungen langfristig zur Wirkung bringen.



Saatgut

Blühkalender der Nützlingsblühstreifen, Beobachtungen der Jahre 2020 & 2021

Art	Deutscher Name	Ausdauer*	Honigbiene		Wildbienen	Schwebfliegen	Schmetterlinge	Beobachtungszeitraum		
			Nektar	Pollen				April	Mai	Juni
<i>Achillea millefolium</i>	Schafgarbe	3	+	+	+	++	-			
<i>Agrostemma githago</i>	Kornrade	1	-	-	-	-	+++			
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färber-Kamille	2	+	++	+++	+++	+			
<i>Anthyllus vulneraria</i>	Echter Wundklee	2	+	++	+++	-	+			
<i>Campanula patula</i>	Wiesen-Glockenblume	3	++	++	+++	-	-			
<i>Centauria cyaneus</i>	Kornblume	1	+++	+++	+++	+++	++			
<i>Centauria jacea</i>	Wiesenflockenblume	3	+++	++	++	++	+++			
<i>Crepis biennis</i>	Wiesen-Pippau	2	++	++	++	++	+			
<i>Dianthus carthusianorum</i>	Karthusen-Nelke	3	-	+	-	-	+++			
<i>Galium mollugo</i>	Kleines Wiesen-Labkraut	3	++	++	-	+	-			
<i>Galium verum</i>	Gelb-Labkraut	3	++	++	-	+	-			
<i>Crepis biennis</i>	Wiesen-Pippau	2	++	++	++	++	+			
<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	2	++	+	+	++	-			
<i>Knautia arvensis</i> , str.	Wiesen-Witwenblume	3	+++	+	++	++	+++			
<i>Leontodon hispidus</i>	Rauher Löwenzahn	3	++	++	++	++	++			
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margelite	3	++	++	+	++	-			
<i>Lotus corniculatus</i>	Hornklee	3	++	+++	+++	+	++			
<i>Lychnis flos cuculi</i>	Kuckucks-Lichtnelke	3	+++	+++	+	-	++			
<i>Lychnis viscaria</i>	Pechnelke	3	++	++	++	-	++			
<i>Matricaria chamomilla</i>	Echte Kamille	1	+	++	++	+	-			
<i>Medicago lupulina</i>	Gelbklee	2	+++	++	+++	-	+			
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Espartette	3	+++	+++	+++	-	+			
<i>Papaver rhoeas</i>	Klatschmohn	1	-	+++	+++	++	-			
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich	3	-	+++	-	+	-			
<i>Salvia pratensis</i>	Wiesensalbei	3	+++	+	+++	-	+			
<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>Minor</i>	Gew. Kleiner Wiesenknopf	3	++	++	-	-	+++			
<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	3	++	++	+	-	+++			
<i>Silene vulgaris</i>	Gemeines Leimkraut	3	+	++	+	-	+++			
<i>Tragopogon orientalis</i>	Wiesen-Bocksbart	3	+++	++	++	++	++			
<i>Trifolium pratense</i>	Rotklee	3	+++	+++	+++	-	+++			
<i>Trifolium repens</i>	Weißklee	3	++	+++	++	-	+			

* 1 = Einjährig, 2 = Zweijährig, 3 = Mehrjährig

6. Untersaat – Zusammensetzung, Anlage, Pflege, Nutzen

Ingmar Prohaska (Global 2000 UFI), Thomas Drapela (FiBL)

Neben den Nützlingsblühstreifen zur Förderung und Anlockung von Blattlausgegenspielern bildet die Anlage einer Untersaat in den Ackerbohnen die zweite untersuchte Variante des Projekts.

Bei der Zusammenstellung des Saatguts für die Untersaat wurde darauf geachtet, dass die ausgewählten Pflanzenarten eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Anlockend und fördernd für Blattlausantagonisten durch Bereitstellung von (alternativen) Nahrungsressourcen wie Nektar und Pollen (z. B. Phacelia, Saffor, Öllein, Koriander)
- Attraktiver für Blattläuse als die Ackerbohne (z. B. Hafer, Buchweizen)
- Duftstoffe produzierend, die den Blattläusen, die Orientierung erschweren bzw. abschreckend wirken (z. B. Koriander)
- Aufnahme von Stickstoffüberschüssen im Boden bzw. in der Ackerbohne (z. B. Deutsches Weidelgras) und dadurch geringere Attraktivität der Ackerbohne für einen Blattlausbefall.

Nach einer ausgiebigen Literaturrecherche und Diskussionen mit Fachexpert:innen wurden 14 Arten ausgewählt (siehe Tabelle). Aufgrund der pflanzenbaulichen Bonituren im ersten Jahr wurden im zweiten Jahr geringfügige Änderungen in der Zusammensetzung der Untersaat vorgenommen, wie die Reduktion der Aussaatstärke von Senf. Das Saatgut wurde von DSV Saaten zur Verfügung gestellt. Der Anbau der Untersaat erfolgte 2020 eine Woche nach der Ackerbohne Ende März, 2021 aufgrund der nassen Witterung sowie des späten Auflaufens der Ackerbohne erst im Mai.

Pflanzenbauliche Bonituren der Untersaat

Um die Zusammenstellung der Untersaatmischung, die Konkurrenzkraft der einzelnen Komponenten der Saatgutmischung sowie Wechselwirkungen zwischen Ackerbohne und Untersaat zu beurteilen, wurden Pflanzenzahl pro Quadratmeter und Aufwuchshöhe der unterschiedlichen Pflanzenarten (Ackerbohne, Untersaat) mittels Zählrahmens und Zählstabs erhoben. Bezüglich der Untersaat

wurde zudem die Artenzusammensetzung der Untersaat sowie der Anteil der einzelnen Arten an der Gesamtmischung in der Untersaat und Faktoren wie Wüchsigkeit und Unkrautdruck dokumentiert.

Resultate

Obwohl sich die Untersaat im zweiten Versuchsjahr aufgrund des kühlen Wetters deutlich langsamer entwickelte als 2020, konnte sie sich in beiden Versuchsjahren an fast allen Standorten gut etablieren. Eine Ausnahme stellte im Jahr 2021 eine Versuchsfläche dar, bei der auf der gesamten Fläche (alle Versuchsvarianten) ein enormer Unkrautdruck durch Ackerschachtelhalm sowie sehr schlechte Bodenbedingungen (Kalkmangel) herrschten. Daher konnten sich bis auf wenige Pflanzen des Deutschen Weidelgrases keine weiteren Untersaatkomponenten etablieren.

Die Zusammensetzung der Untersaat war ausgeglichen und nicht zu konkurrenzstark. Hinsichtlich des Aufkommens von Unkräutern war auffällig, dass sich der Weiße Gänsefuß in der Untersaatvariante deutlich weniger stark entwickelt hatte.

Hinsichtlich des Ertrags der Ackerbohne war kein negativer Einfluss der Untersaat zu verzeichnen. Im ersten Versuchsjahr war sogar eine Tendenz zu höheren Erträgen in der Untersaatvariante erkennbar (s. Kapitel „Pflanzenbauliche Aspekte“).



Untersaatpflanzen und Ackerbohne bei pflanzenbaulicher Bonitur



Nach der Ackerbohnenenernte: Flächendeckende Begrünung in der Untersaatvariante (rechts) im Vergleich zur Nullvariante (links)

Nach der Ernte war eine ganzflächige Begrünung der Ackerfläche in erster Linie durch das Deutsche Weidelgras zu beobachten, wodurch der Boden vor Erosion geschützt und die Auswaschung von Stickstoff und anderen Nährstoffen verhindert wurde. Tagetes haben die Flächenbegrünung als Blühkomponente ergänzt. Zudem war der Unkrautdruck – v. a. beim Weißen Gänsefuß – deutlich geringer. Bei einer Fläche konnte das auch im Besonderen beim Disteldruck im Folgejahr beobachtet werden: auf der ehemaligen Untersaatvariante kaum vorhanden, in der ehemaligen Nullvariante aber sehr stark. Eine Erklärung dafür kann die geringere Nährstoffauswaschung bzw. bessere Nährstoffkonservierung durch die Untersaat liefern.

Weiterer Nutzen der Untersaat

Neben den oben genannten Eigenschaften, die zur Auswahl der Mischungspartner in der Untersaat herangezogen wurden, bietet die Untersaat außerdem folgenden Zusatznutzen:

- **Begrünung der Fläche nach der Ackerbohnenenernte** (z. B. durch das Deutsche Weidelgras): Damit wird der Boden vor Erosion geschützt und Nährstoffe, welche vor allem nach der Ernte leicht ausgewaschen werden (z. B. Stickstoff), werden konserviert und die Kohlenstoffproduktivität optimiert.
- **Futternutzung:** Der Landwirt hat nach der Ackerbohnenenernte die Möglichkeit, die Untersaat für die Futtergewinnung zu nutzen.
- **Bodenruhe & Biodiversitätsförderung:** Da die Untersaat bereits als Begrünung dient, muss nach der Ernte keine Einsaat erfolgen, was eine Reduktion an Bodenbearbeitungsschritten bedeutet. Die dadurch gewonnene Bodenruhe wirkt sich positiv auf am und im Boden lebende Organismen aus. Darunter sind zahlreiche Nützlinge wie räuberische Insekten (z.B. Laufkäfer und Kurzflügler) und Spinnen oder Regenwürmer, wichtige Destruenten, die Humus bilden, den Boden belüften und durchmischen und dadurch zu einem besseren Pflanzenwachstum beitragen. Auch Mikroorganismen oder Mykorrhizapilze, die eine zentrale Rolle in der Nährstoff- und Wasserversorgung sowie der Pflanzengesundheit haben, werden durch die längere Bodenruhe wesentlich gefördert.

Fazit

Die Untersaaten waren aus pflanzenbaulicher Sicht erfolgreich, haben sich gut entwickelt und hatten keine negativen Auswirkungen auf die Ackerbohne. Aufgrund des geringen Auftretens von Nanoviren konnten leider keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Nanovirenbefall festgestellt werden. Aus Sicht der Landwirte stellen Untersaaten wie jene in diesem Projekt eine durchaus attraktive Maßnahme dar, die neben dem Beitrag zum Pflanzenschutz auch zahlreiche weitere Vorteile bietet und sich gut in die Bewirtschaftung eingliedern lässt.



Untersaat in der Ackerbohne – gut zu erkennen sind u.a. Hafer, Borretsch und Phacelia



Untersaat in einer Lücke im Ackerbohnenbestand (zu sehen u.a. Ringelblume, Phacelia, Senf, Hafer, Borretsch, Öllein, Leindotter)

Die Pflanzenarten der Untersaatmischung und ihre Eigenschaften

Art	Familie	Insektenblütig	Blühtermin*	Blütenfarbe	Florfliegen	Schwebfliegen	Schlupfwespen	Marienkäfer	Wirkung
Hafer (<i>Avena sativa</i>)	Süßgräser	-	-	-					Ablenkfütterung: wird von Blattläusen bevorzugt gegenüber Ackerbohne
Buchweizen (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	Knöterichgewächse	Ja	früh	Weiß					Ablenkfütterung: wird von Blattläusen bevorzugt gegenüber Ackerbohne
Öllein (<i>Linum usitatissimum</i>)	Leingewächse	Ja	früh	Blau				x	attraktiv für natürliche Gegenspieler (Blütenangebot)
Deutsches Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>)	Süßgräser	-	-	-					Aufnahme von überschüssigen Bodennstickstoff; Begrünung nach der Ackerbohne
Safloor (<i>Carthamus tinctorius</i>)	Korbblütler	Ja	spät	Orange		x			attraktiv für Insekten (v.a. Blütenangebot)
Leindotter (<i>Camelina sativa</i>)	Kreuzblütler	Ja	früh	Gelb					attraktiv für Insekten (v.a. Blütenangebot)
Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	Wasserblattgewächse	Ja	früh	Blau	x				attraktiv für Insekten (v.a. Blütenangebot)
Ringelblume (<i>Calandula officinalis</i>)	Korbblütler	Ja	spät	Orange				x	attraktiv für Insekten (v.a. Blütenangebot)
Weißer Senf (<i>Sinapis alba</i>)	Kreuzblütler	Ja	früh	Gelb	x				Repellent gegen Blattläuse
Tagetes (<i>Tagetes patula</i>)	Korbblütler	Ja	spät	Orange					attraktiv für Insekten (v.a. Blütenangebot)
Koriander (<i>Coriandrum sativum</i>)	Doldenblütler	Ja	spät	Weiß		x			
Borretsch (<i>Borago officinalis</i>)	Boretschgewächse	Ja	mittel	Blau	x				attraktiv für Insekten (v.a. Blütenangebot)
Dill (<i>Anethum graveolens</i>)	Doldenblütler	Ja	spät	Weiß					attraktiv für Insekten (v.a. Blütenangebot)

*Blühtermin: früh: Mai, Juni; mittel: Juni, Juli; spät: Juli und später. Da für diese Anbauzeitpunkte und Anbaubereiche noch keine konkreten Erfahrungen vorhanden sind, ist die Blühzeit eine Schätzung.

7. Ackerbohnen im Projekt – Pflanzenbauliche Aspekte

Simon Kriegner-Schramml (LK OÖ, BWSB), Thomas Drapela (FiBL)

Standorte und Methoden

Alle acht Versuchsflächen liegen in der direkten Umgebung der Ortschaft Pasching. Die maximale Distanz zwischen zwei Felder liegt bei ca. drei Kilometern. Die klimatischen Bedingungen sind daher auf allen Versuchsflächen vergleichbar und auch die Bodenbedingungen sind relativ ähnlich, bei allen handelt es sich um Braunerdeböden mit neutralen bis leicht sauren pH-Werten. Die Versorgung mit Phosphor ist ausreichend (Versorgungsstufe C), jene mit Kalium ausreichend bis hoch (Versorgungsstufen C und D). Nur auf zwei Standorten sind diese Werte für Phosphor sehr niedrig (A) und für Kalium niedrig (B). Das Stickstoffnachlieferungspotenzial ist auf sechs Standorten mittel, auf zwei hoch.

Im Projekt wurden Ackerbohnen der Sorte „Melodie“ zur Saatgutvermehrung angebaut. In den Jahren 2020 und 2021 erfolgte der Anbau der Ackerbohne jeweils Ende März in Drillsaat mit einem Reihenabstand von 12,5 cm und einer Saatstärke von 50 Körnern pro Quadratmeter. Als Pflanzenschutzmaßnahme wurden zweimal gestriegelt, nur die Untersaatvariante wurde nicht gestriegelt.

Die pflanzenbaulichen Bonituren umfassten die Erhebung der Anzahl der Ackerbohnenpflanzen pro Quadratmeter, die Wuchshöhen der Ackerbohnen, die Verzweigungen der Bohnenpflanzen, die Anzahl der Hülsen je Trieb sowie die Erhebung des Hülsenansatzes der Pflanzen.

Die Erntebonituren erfolgten jeweils im August mittels Kerndrusch. Der Besatz (Beikrautbestandteile, Bestand-

teile der Untersaat) wurden anhand der Rückstellproben und händischer Siebung ermittelt. In beiden Jahren wurde jeweils eine Fläche von der ertraglichen Auswertung aufgrund von starker Verunkrautung bzw. starkem Durchwuchs von Hanf ausgenommen.

Ergebnisse

Sowohl 2020 als auch 2021 waren bei den Varianten mit der Untersaat mehr Ackerbohnenpflanzen pro Quadratmeter zu verzeichnen als bei den Varianten ohne Untersaat. Eine Ursache kann sein, dass bei den Varianten ohne Untersaat zweimal eine mechanische Beikrautregulierung mittels Striegel stattgefunden hatte. Zudem war die Ackerbohne im ersten Versuchsjahr (2020) in der Untersaatvariante durchschnittlich um etwa zehn Zentimeter höher als ohne Untersaat. Dies kann vermutlich auf die Konkurrenz zwischen Ackerbohne und Untersaat zurückgeführt werden. Im zweiten Versuchsjahr (2021) war dieser Unterschied weniger stark ausgeprägt.

Insgesamt zeigten die Ertragsdaten in beiden Versuchsjahren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Ein negativer Einfluss der angrenzenden Nützlingsblühstreifen oder im Besonderen der Untersaat konnte nicht festgestellt werden. Die durchschnittlichen Erträge lagen, referenziert auf eine Restfeuchte von 14 %, im Versuchsjahr 2020 zwischen 2,4 und 2,6 Tonnen pro Hektar und im Versuchsjahr 2021 zwischen 2,7 und 2,9 Tonnen je Hektar und bewegten sich demnach für die Sorte Melodie im Mittelfeld. Die Erträge aus dem Jahr

Die Erträge unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Varianten.



Ernte der Ackerbohnen im Versuchsjahr 2020



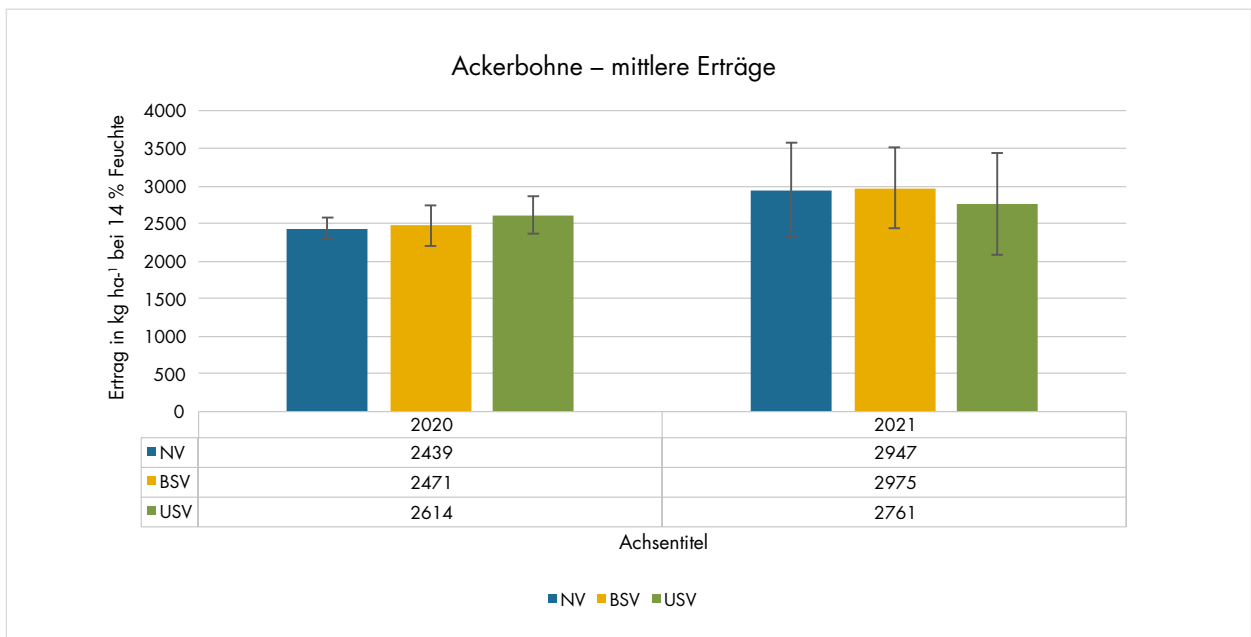
Untersaatvariante zur Zeit der Erntebonitur



Geöffnete Hülse zum Zeitpunkt der Erntebonitur



Ackerbohnen



Ackerbohnen: mittlere Erträge der Versuchsjahre 2020 und 2021 unter Berücksichtigung des Besatzes. V4 nicht mitberechnet; BSV = Blühstreifenvariante, NV = Nullvariante, USV = Untersaatvariante.

2020 zeigten im Vergleich zum Versuchsjahr 2021 eine etwas geringe Streuung um den Mittelwert. In der folgenden Darstellung wurde der Besatz bereits abgezogen und somit der Kornertrag der Ackerbohnenbestände verglichen. Ein negativer Einfluss der angrenzenden Nützlingsblühstreifen oder im Besonderen der Untersaat konnte nicht festgestellt werden.

Fazit

In den Versuchsjahren 2020 und 2021 konnten keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden. Ein Ertragsvorteil bzw. -nachteil konnte demnach weder durch die Anlage eines Nützlingsblühstreifen, noch durch die Einsaat einer diversen Untersaatmischung nachgewiesen werden. Um praxisrelevante Aspekte und Empfehlungen aus den Ertragsergebnissen ableiten zu können, bedarf es weiterer Beobachtungen.

8. „Weil es sich rechnen muss.“ – Ökonomische Analysen

Thomas Durstberger, Christine Judt (Global 2000-UFJ), Thomas Drapela (FiBL)

Entscheidend für die Akzeptanz und den Einsatz einer Methode oder einer Maßnahme ist neben Wirksamkeit und Praktikabilität die Wirtschaftlichkeit. Die ökonomischen Analysen ermittelten daher die Deckungsbeiträge für biologisch angebaute Ackerbohnen in den drei im Projekt untersuchten Varianten: (1) Nullvariante ohne Blühstreifen und ohne Untersaat, (2) mit Untersaat und (3) mit Nützlingsblühstreifen. Aufgrund der mehrjährigen Ausrichtung der Blühstreifen wurde für die Blühstreifenvariante Deckungsbeitrag und variable Kosten sowohl für eine einjährige als auch eine fünfjährige Standzeit der Blühstreifen berechnet.

Die ökonomischen Analysen zeigen, dass die Deckungsbeiträge bei der Untersaat- bzw. der Blühstreifenvariante deutlich unter jenen der Variante ohne diese Maßnahmen liegen.

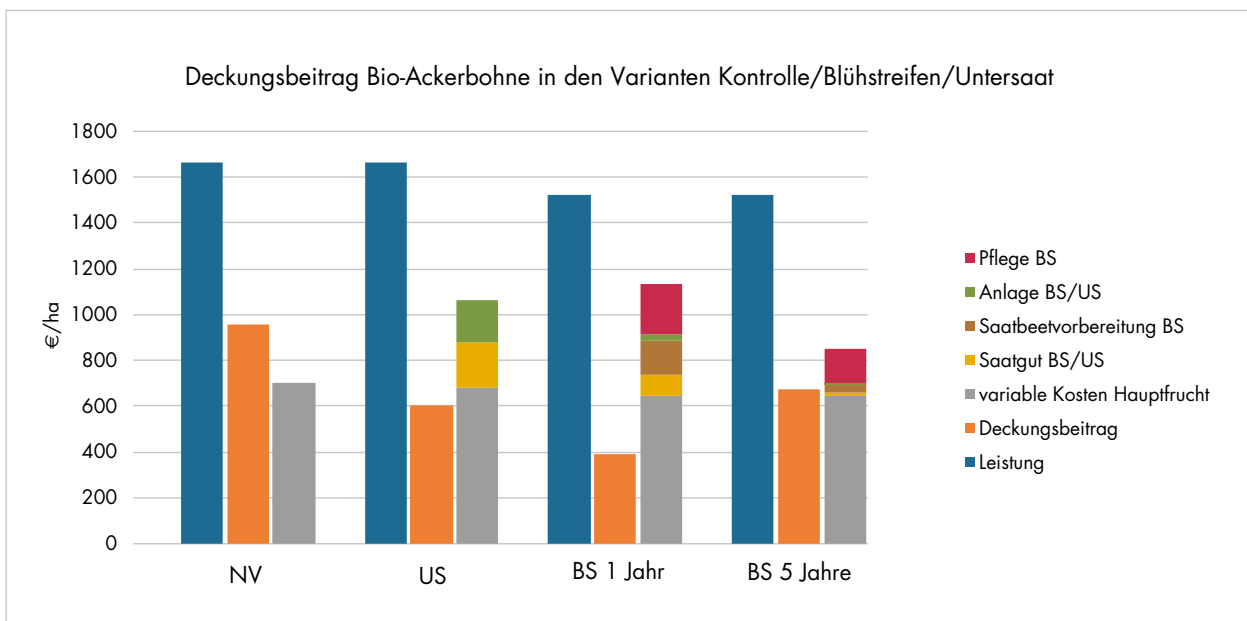
Bei der Untersaatvariante entsteht der geringere Deckungsbeitrag vor allem durch Saatgut- und die Maschinenkosten für die Anlage. Diese Kosten relativieren sich jedoch durch die Vorteile von Untersaaten für die Folgekulturen wie z. B. weniger Bodenbearbeitungsvorgänge nach der Ernte,

Stickstoffbindung und Unkrautregulierung. Allerdings erfolgte in den durchgeführten Berechnungen keine Gegenrechnung, falls auch bei der Nullvariante bzw. bei der Blühstreifenvariante eine Zwischenbegrünung nach der Kultur angelegt wurde.

Bei der Blühstreifenvariante entfällt der Großteil der zusätzlichen Kosten auf das Saatgut und die Maschinenkosten für die Anlage bzw. auf den Flächenverlust durch die Blühstreifen. Die Kosten, die bei der Anlage entstehen, relativieren sich jedoch bei fünfjähriger Standzeit. Weiters entstehen Kosten durch Pflegemaßnahmen, die jedoch unabdingbar sind, um die Blühstreifen über die Jahre im gewünschten Zustand zu erhalten. Der ökologische

Wert der Blühstreifen nimmt mit den Jahren zu. Über die Jahre können sich vielfältigere Lebensgemeinschaften etablieren. Ökosystemleistungen wie Bestäubung und natürliche Schädlingsregulation werden stabilisiert und stehen den verschiedenen Kulturen in den umgebenden Flächen zur Verfügung. Diese Leistungen lassen sich allerdings nur schwer ökonomisch fassen und sind in den vorliegenden Analysen nicht berücksichtigt.

Die Deckungsbeiträge der Blühstreifen- bzw. Untersaatvariante waren niedriger als die der Kontrolle.



Deckungsbeiträge der einzelnen Varianten im Jahr 2021

Für die Berechnung des Deckungsbeitrags der Variante mit Blühstreifen wurden folgende Faktoren berücksichtigt:

- Erlösverlust für die Blühstreifenfläche (etwa 8,4 % pro Hektar Anbaufläche), die aus der Produktion der Hauptfrucht genommen wird.
- Einsparung von Kosten durch nicht eingesetztes Saatgut, Maschinen, Dünger, etc. für die Ackerbohne.
- Kosten für das Saatgut der Blühstreifenmischung.
- Maschinenkosten für die Saatbettvorbereitung, Aussaat und Pflege des Blühstreifens.
- Für mehrjährige Blühstreifen können die Anlagekosten auf die Standjahre aufgeteilt werden.
- Für die Pflegekosten wurde nach dem zweiten Standjahr eine einmalige Mahd angenommen, anstatt der zweimaligen Mahd in den ersten beiden Jahren.

Für die Berechnung des Deckungsbeitrags der Untersaatvariante wurden folgende Faktoren berücksichtigt:

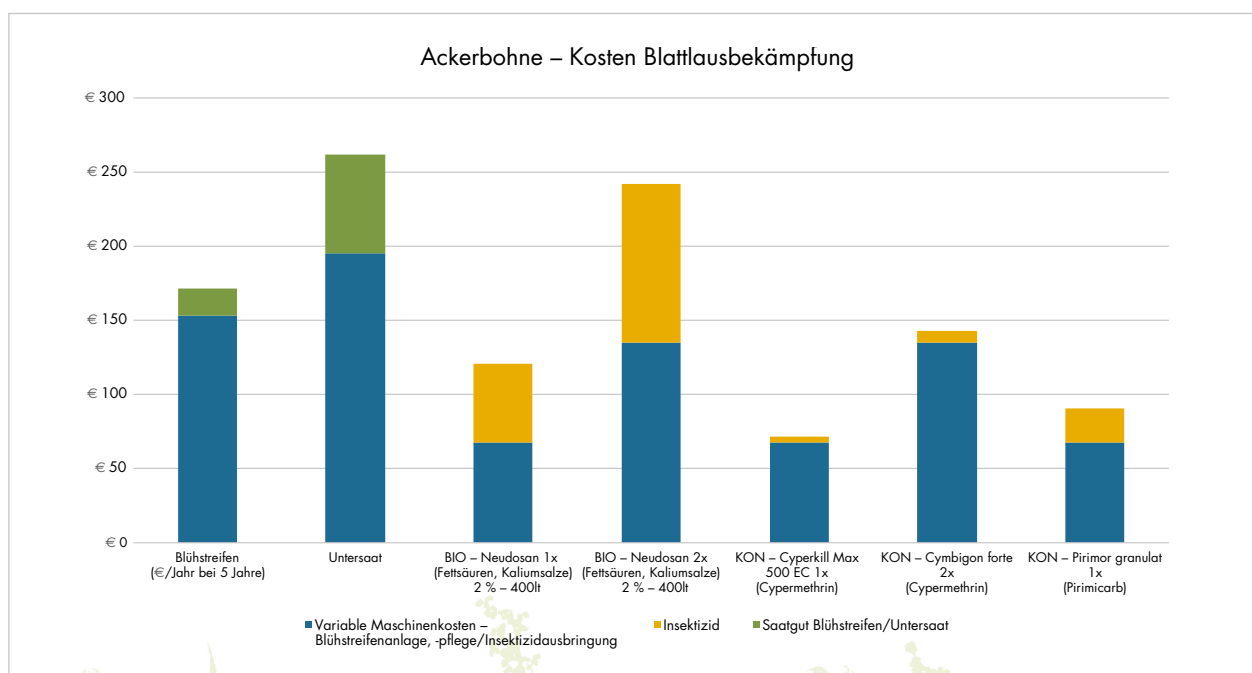
- Kosten für das Saatgut der Untersaatmischung.
- Maschinenkosten für die Aussaat.

Einsatz von Insektiziden vs. Nützlingsblühstreifen und Untersaaten

Die Nützlingsblühstreifen und die Untersaat sollen im besten Fall den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln obsolet machen. Daher wurden die Kosten eines Insektizideinsatzes mit den Kosten der Blühstreifen bzw. der Untersaat auf Basis der Preise gängiger, in Österreich zugelassener Pflanzenschutzmittel verglichen.

Geht man davon aus, dass sowohl Insektizide als auch die vorgestellten Alternativen in Blattlausbekämpfung ausreichend erfolgreich sind, würden Blühstreifen mit einer Standdauer von fünf Jahren im Vergleich zu einer zweimaligen Anwendung des derzeit einzigen in Österreich zugelassenen biologischen Insektizids (Kali-Seife) nicht nur die umweltfreundlichere Alternative darstellen, sondern sich auch ökonomisch rechnen. Auch im konventionellen Anbau wäre unter der obigen Annahme der Kostenunterschied zwischen der Blühstreifenvariante (fünf Jahre) und zweimaliger Insektizidanwendung (Wirkstoff Cypermethrin) nicht allzu groß. Während der Kostenunterschied zwischen der Untersaatvariante und dem Einsatz eines biologischen Insektizids (zweimalige Anwendung) ebenso nicht gravierend ausfällt, zeigt sich jedoch ein deutlicher Unterschied zur Anwendung eines chemisch-synthetischen Insektizids.

Ein Wirkungsvergleich der beiden Ansätze – Pflanzenschutzmittel vs. Nützlingsförderung – war in diesem Projekt nicht möglich. Allerdings sei darauf hingewiesen, dass beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, aber auch von Untersaaten, der Effekt auf der gesamten behandelten bzw. mit Untersaat versehenen Fläche zu erwarten ist, der Wirkungsbereich von Blühstreifen jedoch räumlich begrenzt ist.



9. Zusammenschau

Thomas Drapela (FiBL)

Am Ende eines Projektes stellen sich die Beteiligten in der Regel Fragen wie: Wurden die gesteckten Ziele erreicht? Was ist gut gelaufen? Was haben wir nicht erreicht?

Sowohl die Nützlingsblühstreifen als auch die Untersaaten waren aus pflanzenbaulicher Sicht erfolgreich. Mit den Blühstreifen konnten auf allen Projektflächen artenreiche, frühblühende, ausdauernde und naturräumlich passende Pflanzenbestände mit praktisch dem gesamten in der Saatgutmischung enthaltenen Artenspektrum etabliert werden. Auch die Untersaaten entwickelten sich gut. Signifikante Effekte auf den Ertrag – positiv oder negativ – konnten allerdings weder für die Blühstreifen noch für die Untersaaten nachgewiesen werden. Das heißt aber auch, dass negative Auswirkungen durch Konkurrenz der Untersaatenpflanzen oder durch das Anlocken von Ackerbohnschädlingen ausgeschlossen werden können.

Der Blattlausdruck und vor allem das Nanovireninfektionsgeschehen waren in den beiden Projektjahren, in denen die Versuche im Feld stattfanden, ungewöhnlich niedrig im Vergleich zu den Jahren davor. Trotzdem wurde bei den Blattlausantagonisten in der Blühstreifen- und in der Untersaatvariante eine Tendenz zu höheren Individuenzahlen und größerer Diversität verzeichnet. Die Nützlinge konnten den Blattlausbefall reduzieren, allerdings nicht im kritischen Zeitfenster für Nanovireninfektionen in der Frühphase der Ackerbohnenkultur. Dennoch waren die Infektionsquoten mit Nanoviren in der Blühstreifen- und der Untersaatvariante im ersten Jahr signifikant niedriger als in der Kontrolle. Welche Faktoren dafür genau verantwortlich waren – Nützlinge, mikroklimatische Bedingungen, Ablenkungseffekte oder andere – konnte im Rahmen dieses Projekts nicht untersucht werden.

Nach herkömmlicher ökonomischer Bewertung schneiden Blühstreifen- und Untersaatvariante schlechter ab als die Nullvariante im Projekt oder auch als eine Bewirtschaftung mit Anwendung üblicher konventioneller oder biologischer Pflanzenschutzmittel. Eine solche Bewertung ist für Landwirt:innen natürlich eine wichtige Orientierung, allerdings können langfristige und über die einzelne Fläche und Kultur hinausgehende Wirkungen damit kaum

oder nicht erfasst werden. Fördermaßnahmen müssen in Zukunft solche biodiversitätsfördernden Maßnahmen in ausreichendem Maß abgelten, um die Akzeptanz und den Umsetzungsgrad zu erhöhen.

Das Projekt zeigte aber auch Fragestellungen auf, bei denen weiterer Forschungsbedarf besteht. Bei der Untersaat wäre zum Beispiel zu prüfen, welche Faktoren für eine mögliche Blattlausreduktion verantwortlich sind, ob die Wirkung auf bestimmte Arten zurückzuführen ist oder ob die Masse oder die Diversität der Untersaatpflanzen ausschlaggebend ist. Da das PNYDV auch andere Leguminosen befallt und Blattläuse in vielen Kulturen Schäden verursachen, wäre die Übertragbarkeit der Maßnahmen auf andere Kulturen zu prüfen. Besonders bei den Untersaaten ist die Notwendigkeit kulturspezifischer Anpassungen zu erwarten.

Bei Ansätzen wie der natürlichen Schädlingskontrolle durch gezielte Nützlingsförderung handelt es sich in der Regel um systemische Konzepte, deren Wirkungen sich oft nicht kurzfristig einstellen oder zumindest nicht in vollem Umfang. Neu geschaffene Lebensräume wie Blühstreifen müssen von vielen Nützlingen und anderen Lebewesen erst besiedelt werden. Die Lebensgemeinschaften in diesen Lebensräumen entwickeln sich weiter, bestimmte Arten kommen nicht sofort, neue Beziehungen zwischen Mitgliedern der Lebensgemeinschaft entstehen, Prozesse stabilisieren sich. Bei richtiger Pflege gewinnen Lebensräume wie Blühstreifen mit den Jahren an ökologischer Qualität.

Da die Projektlandwirte Biodiversität fördern wollen und sehr von den artenreichen Blühstreifen überzeugt sind, werden diese auch in den kommenden Jahren die Landschaft bereichern. Die Landwirte werden auch in Zukunft Blühstreifen anlegen. Auch das Konzept der Untersaaten konnte überzeugen und wird nach eigenen Aussagen in ihre Bewirtschaftung Eingang finden.

Dieses Projekt hat gezeigt, dass viele Landwirt:innen offen für alternative und innovative Ansätze sind, die Pflanzenschutz, Biodiversitätsförderung und Erhaltung von Ökosystemleistungen zu vereinen versuchen.

„Nützlinge zu fördern war mir ein Anliegen.“

„Es gibt unterschiedliche Herangehensweisen von Wissenschaft und Praxis. Als Landwirt war es cool in wissenschaftliche Aspekte Einblicke zu erhalten.“

„Wir werden vor allem im Gemüsebau einjährige Blühstreifen direkt in den Kulturen anlegen.“

„Untersaaten werden bei uns in den kommenden Jahren ein wichtiger Baustein sein.“

Stimme eines Partnerlandwirts



Impressum

Diese Broschüre ist ein Ergebnis des EIP-AGRI-Projekts „Nützlingsblühstreifen und Untersaaten regulieren Blattläuse in Leguminosen“. Projekthomepage: <https://www.global2000.at/forschungsprojekt-blattlaeuse-ackerbohnen>



Projektbeteiligte

ARGE Nützlingsblühstreifen

GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut (DI Christine Judt, Mag. Anna Pollak, Mag. Thomas Durstberger, Ingmar Prohaska), **vier landwirtschaftliche Betriebe** (Gumpelmeier, Kirchmayr, Lehner, Weigl), **Landwirtschaftskammer Oberösterreich** – Referat Boden.Wasser.Schutz.Beratung (Mag. Marion Gerstl, Mag. Simon Kriegner-Schramml), **Forschungsinstitut für biologischen Landbau** (Dr. Thomas Drapela)

Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit (Mag. Anna Moyses, Dr. Sabine Grausgruber-Gröger)

Raumberg-Gumpenstein Research & Development (Dr. Bernhard Kratzer, Mag. Vojko Daneu)

Alle Angaben in dieser Broschüre basieren auf bestem Wissen der Autor:innen und den Erfahrungen im Rahmen des Projektes. Trotz größter Sorgfalt sind Unrichtigkeiten und Anwendungsfehler nicht auszuschließen. Daher können weder die Autor:innen noch die Herausgeberin, noch sonst eine mit dieser Publikation verbundene Person Haftung für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten, sowie für Schäden oder Verluste aus der Befolgung der Empfehlungen übernehmen.

Herausgeberin

Operationelle Gruppe ARGE Nützlingsblühstreifen
GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut
Neustiftgasse 36, 1070 Wien
Tel. +43 1 812 57 30, office@global2000.at

Autor:innen: Thomas Drapela (FiBL), Thomas Durstberger (Global 2000 UFI), Lukas Gaier (Raumberg-Gumpenstein R&D), Wilhelm Graiss (Raumberg-Gumpenstein R&D), Sabine Grausgruber-Gröger (AGES), Christine Judt (Global 2000 – UFI), Bernhard Kratzer (Raumberg-Gumpenstein R&D), Simon Kriegner-Schramml (LK OO, Boden.Wasser.Schutz.Beratung), Anna Moyses (AGES), Ingmar Prochaska (Global 2000 – UFI), Anna Pollak (Global 2000 – UFI)

Redaktion: Thomas Drapela (FiBL)

Design & Layout: Ingrid Gassner

Fotos: Alvesgaspar/commons.wikimedia.org: S. 8; Boden.Wasser.Schutz.Beratung: S. 19, 20; Drapela: S. 1 (1) (3), 17 (2)(3), 24; Grausgruber-Gröger/AGES: S. 1 (2), 4 (2)(4); Judt: S. 3; Kratzer: S. 1 (4), S. 10–14; Moyses/AGES: S. 4 (1)(3); Prohaska: S. 7 (1)(3), 16, 17 (1); milavas/stock.adobe.com: S. 2–24; xpda/commons.wikimedia.org: S. 7 (2)

Druck: Druckerei Hans Jentzsch & Co GmbH



Alle Rechte vorbehalten. Die Herausgeberin ermutigt die Vervielfältigung und Verbreitung der Inhalte dieser Broschüre. Anfragen für die nichtkommerzielle Nutzung werden kostenlos zugelassen. Die Vervielfältigung zum Weiterverkauf oder andere kommerzielle Zwecke kann kostenpflichtig sein. Anfragen um Erlaubnis, Informationen aus dieser Broschüre zu vervielfältigen richten Sie bitte an info.oesterreich@fibl.org.

Vertrieb: Die Broschüre kann kostenlos auf shop.fibl.org oder der Projekthomepage heruntergeladen werden. Info zu gedruckten Broschüren: info.oesterreich@fibl.org.

