



Nützlinge statt Pestizide im Zuckerrübenanbau

Pilotprojekt 2021

Autoren:

Viviane Brönnimann, Philippe Jeanneret & Katja Jacot

Partner:

IP Suisse

SFZ

Lidl Schweiz

Inhalt

Dank	3
Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
2 Material und Methoden	6
2.1 Anlage des Versuches	6
2.2 Datenerhebung	9
2.2.1 Nützlinge und Blattläuse	9
2.2.2 Bakterien und Viren	9
2.2.3 Qualität der Nützlingsblühstreifen	10
3 Resultate und Diskussion	11
3.1 Qualität der Blühstreifen und Blütenangebot	11
3.2 Dynamik Blattläuse	13
3.2.2 Zeigt sich in den Verfahren mit NBS eine stärkere Abnahme der Blattlauspopulationen verglichen mit Verfahren ohne NBS?	16
3.2.3 Einschätzung Blattlaus- und Virendruck im Jahr 2021	17
3.3 Dynamik Nützlinge	18
3.3.1 Wie viele Nützlinge wurden gefunden und wie war ihre Dynamik über die Zeit?	18
3.3.2 Zeigen unsere Daten eine Jäger-Beute Dynamik zwischen Nützling- und Blattlausaufkommen?	19
3.4 Bedeutung der Landschaft	20
3.5 Virusbefall und Ertrag	20
3.5.1 Wie stark war die Präsenz der viröse Vergilbung je Verfahren?	20
3.5.2 Lässt sich die Wirkung der NBS anhand der Rübenenertragsdaten erkennen?	22
4 Schlussfolgerungen und Ausblick	23

Dank

Die Versuche im Jahre 2021 konnten dank dem finanziellen Beitrag von Lidl Schweiz und der SFZ sowie der Unterstützung von IP Suisse realisiert werden. Diesen Partnern danken wir ganz herzlich. Ebenfalls danken wir den Arbeitskollegen und Kolleginnen von Agroscope für die grosse Mithilfe bei der Planung und Erledigung der Feld-, GIS- und Laborarbeiten, der Datenaufbereitung und -auswertung sowie für die wertvollen Diskussionen. Ein grosses Dankeschön geht an die beiden Studierenden Bastien Hayoz (Bachelorstudent, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften) und Emma Belaud (Masterstudentin, École supérieure d'Agriculture d'Angers, Frankreich).

Ganz herzlich bedanken möchten wir uns im Namen der gesamten Agroscope-Projektgruppe sowie den genannten Partnern, speziell bei Ihnen, liebe beteiligte Landwirtinnen und Landwirte. Dank Ihrem grossem Engagement auf Feld und auch bei vielen wertvollen Diskussionen, konnte das Projekt erfolgreich durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Die viröse Vergilbung ist aufgrund des Wegfalls der Beizung «Gauchó» im Jahr 2019 in den Zuckerrüben zu einem akuten Problem geworden. Da im Rahmen des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz in nächster Zeit mit weiteren Nutzungseinschränkungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) zu rechnen ist, können **die Nützlingsblühstreifen (NBS) als Form der agrarökologische Schädlingsbekämpfung mittel- bis langfristig eine nachhaltige Lösung zur Regulierung der Blattlaus-Problematik in den Zuckerrüben** darstellen. Das Ziel der vorliegenden Pilotstudie war es, erste Erfahrungen mit NBS zur Bekämpfung von Blattläusen, respektive der virösen Vergilbung, in den Zuckerrüben zu sammeln, und Grundlagen für weitere Untersuchungen mit NBS in Zuckerrüben zu schaffen.

Die Pilotstudie umfasste 40 Felder verteilt in den Kantonen Bern, Solothurn und Waadt. Es wurden vier Verfahren in je 10 Wiederholungen durchgeführt. **Die Verfahren waren:**

- **1) IP Suisse Felder mit NBS**
- **2) IP Suisse Felder mit NBS und Ackerbohnen als Beisat**
- **3) IP Suisse ohne NBS**
- **4) ÖLN (konventionell) ohne NBS**

In den IP- Suisse Feldern wurden keine Insektizide verwendet. Für die Blühstreifen wurde die Mischung «Nützlinge Sommerkultur» verwendet. Die Beisat sollte durch zusätzliches Nektarangebot den Anlockungs-Effekt verstärken. Nebst der Zählung von Insekten (grüne Pfirsichblattlaus *Myzus persicae*, schwarze Bohnenblattlaus *Aphis fabae*, diverse Nützlinge wie Marienkäfer, Flor- und Schwebfliegen) an Zuckerrübenpflanzen, wurden Blatt- und Wurzelproben zur Bestimmung der Viruslast entnommen, sowie Ertragsmessungen zu Gewicht und Zuckergehalt durchgeführt. Im Vergleich zum hohen Blattlausbefall von 2020 (Einflug *M. persicae* bereits Ende Februar, hohes Aufkommen von *A. fabae*) waren die Blattläuse im Jahre 2021 später eingeflogen und haben sich weniger vermehrt. Ein gehäuftes Aufkommen von Blattläusen wurde in den Versuchspartellen erst Ende Mai festgestellt; Mitte Juni waren nebst Blattläusen auch die Nützlinge teils in grosser Zahl vorhanden (Marienkäferlarven). Die Resultate der Pilotstudien zeigen eine **positive Korrelation zwischen dem Vorkommen von *A. fabae* und Marienkäfererier und -larven ($r=0.4$)**. Während sich in Feldern mit NBS eine **Abnahme der Individuen von *M. persicae* (-0.38) und von *A. fabae* (-24)** feststellen liess, verzeichneten die Kontrollpartellen entweder leichte Zunahmen (IP Suisse ohne NBS) oder kaum Unterschiede (ÖLN). Ein kumulativer Effekt der Ackerbohnen-Beisat auf die Anwesenheit von Insekten wurde nicht festgestellt. Die Resultate der Rübenenerträge zeigen die Tendenz, dass Verfahren mit qualitativ guten NBS ähnlich hohe Zuckererträge erreichen wie die mit Insektizid behandelten ÖLN-Partellen. Eine klare Aussage ist jedoch nicht möglich, da in diesem Versuchsjahr davon ausgegangen werden muss, dass die Faktoren Witterung (Starkregen, Hagel) sowie die Rübenkrankung Syndrome Basses richesses (SBR) mögliche Effekte der NBS auf den Ertrag überlagern.

Das Pilotprojekt liefert erste wichtige Hinweise zum Potenzial der NBS als Blattlausregulation in den Zuckerrüben. Da der Druck von Blattläusen und das Aufkommen von Nützlingen stark witterungsabhängig sind, bedarf die Erforschung der NBS mehrjähriger Versuche. Das geplante dreijährig Folgeprojekt 2022+ soll gezielter untersuchen, ob Blühstreifen für Nützlinge tatsächlich eine wirkungsvolle, nachhaltige und auch praxistaugliche Alternative zum Einsatz von PSM gegen die Blattläuse in den Zuckerrüben sind. Aufgrund der Erfahrungen des Pilotprojekts soll das Folgeprojekt folgenden Aspekten starke Beachtung schenken: Gute Qualität der NBS, Herbstsaaten für ein frühzeitiges Blütenangebot, mehrjährige NBS sowie NBS mit Untersaaten. Aufgrund des regional verbreiteten Krankheitsdrucks durch SBR, sollen zukünftige Versuchspartellen, wenn möglich, in Gebieten mit tiefem SBR-Druck angelegt werden. Dies erlaubt es, qualitative Zusammenhänge zwischen dem Befall durch die viröse Vergilbung und den Rübenenerträgen zu identifizieren.

1 Einleitung

Die Schweizer Zuckerrübenkulturen sind stark von der virösen Vergilbung betroffen. Die Erkrankung verfärbt das Blattwerk der Rüben gelb und reduziert deren Assimilationsfähigkeit bereits frühzeitig und so stark, dass Ertragsausfälle mit bis zu 50% weniger Zucker-Ertrag entstehen. Die grüne Pfirsichblattlaus *Myzus persicae* überträgt als wichtigster Vektor die Viren auf die Zuckerrüben. Die schwarze Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*), welche oft in grossen Kolonien auftritt, beeinflusst die Verbreitung des Virus innerhalb der Parzellen massgeblich. Nebst drei weiteren Viren (BMYV, BChV und BtMV) wird die Vergilbung hauptsächlich durch das Beet Yellow Virus (BYV) verursacht. Die Übertragung der Viren wird durch nahe Blattlaus-Winterquartiere (Bsp. Krautstiele; nicht verrottete, infektiöse Rübenköpfe, artspezifische Winterwirte) und eine starke Blattlaus-Vermehrung (milder Winter wie im 2020 oder trocken-warmer Frühsommer) begünstigt.

Die Option, den Blattlausbefall mit dem neonicotinoid-haltigen Mittel Gaucho reguliert zu können, besteht nicht mehr: das Produkt wurde 2019 in der Schweiz verboten. Als Konsequenz ist die Zuckerproduktion in der Schweiz akut gefährdet, zumal innerhalb der nächsten 10 Jahre mit grosser Wahrscheinlichkeit weitere PSM wegfallen werden. Vielen Rübenbauern und –Bäuerinnen wird der derzeit immer aufwändigere Pflanzenschutz zu anstrengend, was nebst hohen Prämien einer der Gründe ist, dass die extensive Produktion unter IP Suisse attraktiv wird – auch wenn mit Ertragseinbussen zu rechnen ist. Fehlt der Kultur Zuckerrübe langfristig die Wirtschaftlichkeit und Attraktivität, ist ein weiterer Flächenrückgang zu erwarten. Nach Aussage der Zucker Schweiz AG fehlen derzeit rund 4'000 ha Anbaufläche (Anbaufläche 2021: 16'000 ha), um die Zuckerfabrik auszulasten und rentabel betreiben zu können. Alternative Massnahmen zum Schutz der Zuckerrüben sind deshalb sehr gefragt. Nebst der Züchtung, welche intensiv nach viren-toleranten Sorten forscht, stellt die biologische Schädlingsbekämpfung via Förderung von Nützlingen einen attraktiven und ökologischen Lösungsansatz für die Blattlausproblematik in den Zuckerrüben dar. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus bisherigen Studien (Tschumi et al [2015, 2016]; Albrecht et al [2020]) soll mit dem Einsatz von Blühstreifen für Nützlinge (NBS) und ergänzenden Massnahmen wie der Ansaat von Begleitpflanzen als Bei- oder Untersaaten (Wieruszski, 2020) die Effizienz der natürlichen Schädlingsregulierung für die Praxis gesteigert werden. **Gesäte Blühstreifen erhöhen in Kombination mit anderen naturnahen Strukturen i) das Angebot an Nektar und Pollen, ii) das Vorkommen alternativer Beutetiere zum Überbrücken von Versorgungslücken mit geringer Schädlingsdichte und iii) bieten Schutz und wichtige Überwinterungsorte.** All dies unterstützt den Aufbau und Erhalt von stabilen, lokalen Nützlingspopulationen. Da die grüne Pfirsichblattlaus, welche den Virus in die Felder trägt, bereits früh in der Saison aktiv wird, soll der Blühstreifen idealerweise bereits zum Zeitpunkt des Blattlauseinfluges den Nützlingen ein ausreichendes Blütenangebot zur Verfügung stellen.

Mit den NBS sollen die natürlichen Gegenspieler der Blattläuse (Schwebfliegen, Marienkäfer, Florfliegen etc.) so stark gefördert werden, dass der Befall von Blattläusen und damit der Virusbefall minimiert werden kann. Die Ziele des Pilotprojektes waren deshalb folgende:

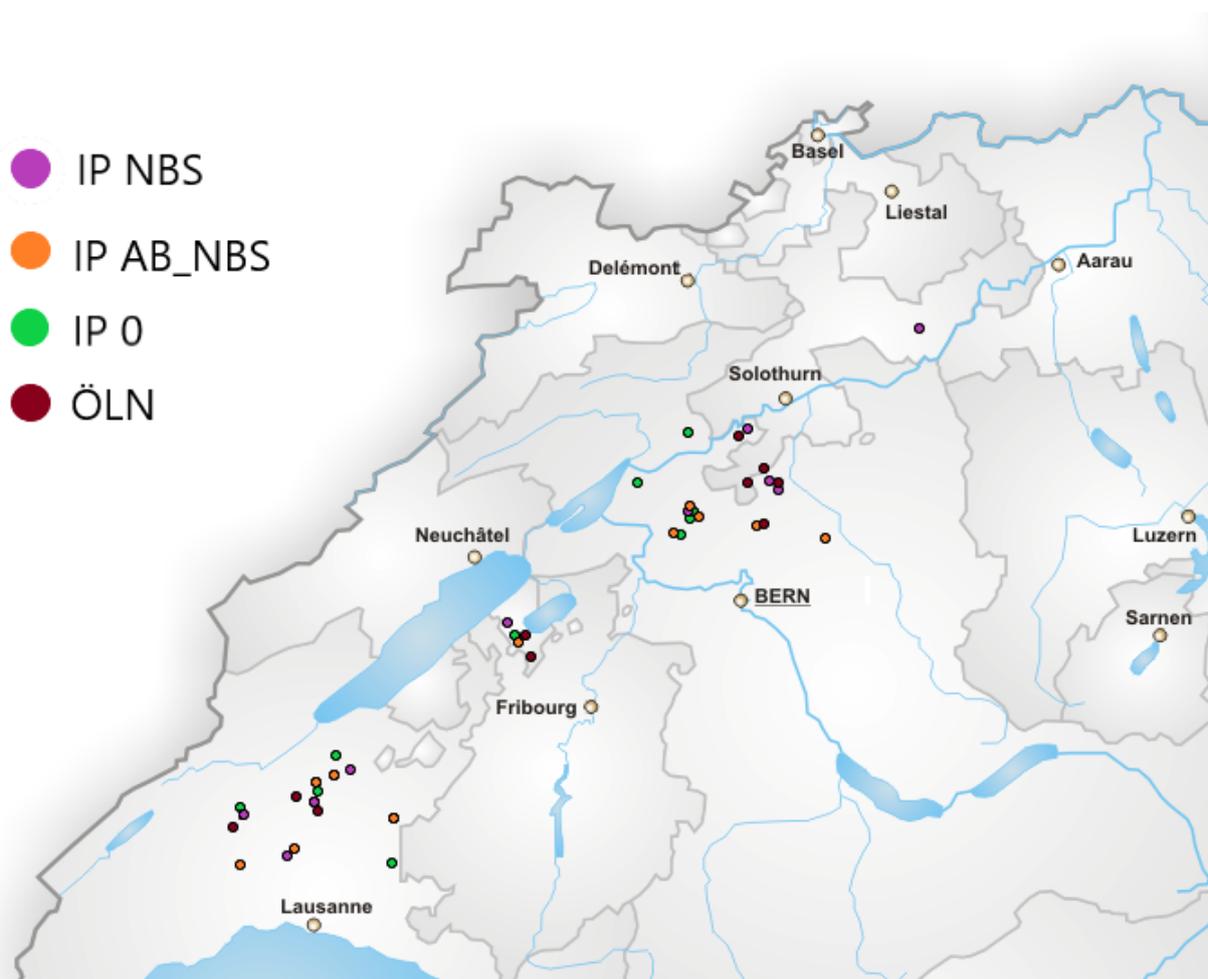
- Vorversuch 2021 zur Wirkung von Blühstreifen für Nützlinge (NBS) zur Regulierung von Blattlaus- und Virusbefall in den Zuckerrüben
- Vorversuch 2021 zur Kombination von NBS mit zum Bsp. Ackerbohne als Begleitpflanze zur Verstärkung der Wirkung der NBS
- Planung der gezielten Weiterentwicklung von NBS und ggf. Begleitpflanzen und weiteren Massnahmen für die Folgejahre 2022-2024

2 Material und Methoden

2.1 Anlage des Versuches

Die Versuche fanden während der Rübensaison 2021 auf IP Suisse und ÖLN Praxis-Betrieben in Regionen mit hohem Vergilbungsdruck im Jahre 2020 statt (Mdl. Mitteilung SFZ). Die Auswahl geeigneter Regionen und Landwirtschaftsbetriebe erfolgte basierend auf bestehenden Kontakten von IP Suisse. Nach Möglichkeit wurden Standorte mit mittlerem bis tiefem SBR-Druck gewählt. Die teilnehmenden Betriebe befanden sich hauptsächlich in den Kantonen Bern und Waadt (siehe Grafik 1), einzelne Felder im Kanton Solothurn. Eine Übersicht über die Charakteristiken der Versuchsflächen ist in Tabelle 2 gegeben. Bei der Mehrheit der gesäten Zuckerrübensorten handelte es sich die Sorte Smart Belamia (68.2 %), weitere verwendete Sorten waren u.a. Smart Manja, Novalina KWS, Tesla und Carole. Bei Smart Belamia und Smart Manja handelt es sich um Sulfonylharnstoff-resistente Sorten.

Insgesamt wurden drei Verfahren (NBS, NBS und Beisat mit Ackerbohne, Kontrolle ohne Massnahme) in IP Suisse Feldern angelegt. Zum Vergleich wurden in einem vierten Verfahren zusätzlich ÖLN Felder untersucht. Während in IP Suisse Felder keine Insektizide zum Einsatz kamen, erfolgten die Anwendungen in den ÖLN Feldern in diesem Jahr gemäss Spritzaufruf der zuständigen kantonalen Pflanzenschutz Fachstellen (bis zu drei Insektizid-Anwendungen pro Feld). Pro Verfahren wurden 10 Wiederholungen (10 Felder) angelegt.



Grafik 1: Karte mit eingezeichneten Standorten der Versuchsflächen. Die Standorte befinden sich in den Kantonen Waadt, Bern und Solothurn. Verfahren nach Farbe: violett = IP Suisse Felder mit Nützlingsblühstreifen (IP NBS), orange = IP Suisse Felder mit NBS und Ackerbohnen (IP AB_NBS), grün = IP Suisse Kontroll-Felder, ohne NBS und AB (IP 0), braun= ÖLN Kontroll-Felder, ohne NBS und AB.

Je Versuchsfeld wurden ein bis zwei NBS (je nach Entscheid der LandwirtInnen) mit der vom Bund anerkannten Blühstreifenmischung «Nützlinge Sommerkultur» angesät und möglichst zentral in der Zuckerrübenparzelle integriert. Die Zusammensetzung der Mischung ist in Tabelle 1 ersichtlich. Die Mischung enthält im Spezifischen die Pflanzenfamilie der Doldenblütler (Koriander, Gartenkerbel und Dill), welche für Flor- und Schwebfliegen sowie Parasitoide (z.B. Schlupfwespen) besonders attraktiv sind. Die Aussaaten erfolgten zwischen dem 26. März und 4. April 2021 (Ausnahme: eine Neuansaat am 10. Mai, infolge starker Verunkrautung eines Streifens). Die Saatkichte betrug 40 kg/ha (400g/a) und die Streifen wurden in einer Breite von 3m angelegt. Für die Erhebungen wurden jeweils ein NBS betrachtet, im Falle von mehreren NBS wurde die Wahl zufällig gefällt.

Tabelle 1. Artenzusammensetzung der Samenmischung «Nützlinge Sommerkultur»

Art (Lateinisch)	Art (Deutsch)	Saatgutmenge (g/ha)
<i>Anethum graveolens</i>	Dill	240
<i>Anthemis arvensis, i</i>	Acker-Hundskamille	140
<i>Anthriscus cerefolium</i>	Garten-Kerbel	280
<i>Camelina sativa, i</i>	Saat-Leindotter	90
<i>Centaurea cyanus, i</i>	Kornblume	720
<i>Centaurea jacea, i</i>	Wiesen-Flockenblume	100
<i>Cichorium intybus, i</i>	Wegwarte	50
<i>Coriandrum sativum</i>	Koriander	1300
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Echter Buchweizen	10800
<i>Papaver rhoeas, i</i>	Klatsch-Mohn	90
<i>Reseda lutea, i</i>	Gelbe Reseda	100
<i>Silene noctiflora, i</i>	Acker-Waldnelke	150
<i>Sinapis arvensis, i</i>	Acker-Senf	100

i = Schweizer Ökotyp, in der Schweiz gesammelt und vermehrt

In der Hälfte der Parzellen mit angelegtem NBS wurden zusätzlich Sommerackerbohnen als Beisaat angesät. Die Ansaat erfolgte flächendeckend, jedoch in geringer Saatkichte (50 kg/ha) um die konkurrenzempfindlichen Zuckerrüben nicht zu benachteiligen. Die Bohnen wurden zwischen 26. März und 21. April 2021 gesät, am gleichen Tag der Zuckerrübensaaten. Da der gewünschte Anlockungseffekt der Ackerbohne durch den extrafloralen Nektar bedingt ist, welcher bereits vor Beginn der Blüte abgesondert wird, wurden die Bohnen rund 5-7 Wochen nach der Aussaat mit einem Herbizid (Produkt Conviso One) abgespritzt. Es handelte sich dabei um die klassische Unkrautkur, welche beim Anbau der Sulfonylharnstoff-resistenzen Smart Zuckerrübensorten (z.B. Smart Belamia, Smart Manja) erfolgt – die Ansaat der Bohnen verursachte demnach keine zusätzliche Herbizidanwendung. Die Behandlung wurde teilweise zeitlich verzögert ausgeführt.

Tabelle 2. Übersicht über die Charakteristiken der Versuchsflächen 2021 (n= 41). NBS= Nützlingsblühstreifen, AB= Ackerbohne, IP= IP Suisse, 0= keine NBS oder AB resp. ohne Massnahme.

Feld- Nummer	Verfahren	Kanton	Gemeinde	Fläche (a)	Länge	Breite		Anzahl NBS	Fläche NBS (a)	Fläche AB (a)
1	IP NBS	BE	Leuzigen	303	237	130		1	10	0
2	IP NBS	BE	Suberg	276	265	86		1	15	0
3	IP NBS	BE	Limpach	290	217	138		1	10	0
4	IP NBS	SO	Neuendorf	160	151	108		2	10	0
5	IP NBS	BE	Büren zum Hof	180	179	103		1	6	0
6	IP AB_NBS	BE	Suberg	226	204	100		1	15	34.6
7	IP AB_NBS	BE	Suberg	103	182	61		1	5	103
8	IP AB_NBS	BE	Seedorf	766	422	339		2	9	55.3
9	IP AB_NBS	BE	Mattstetten	240	201	148		2	10	5.3
10	IP AB_NBS	BE	Iffwil	331	250	132		2	15	22.5
11	IP 0	BE	Suberg	100	217	71		0	0	0
12	IP 0	BE	Pieterlen	330	251	138		0	0	0
13	IP 0	BE	Suberg	95	298	22		0	0	0
14	IP 0	BE	Jens	320	277	120		0	0	0
15	IP 0	BE	Seedorf	88	139	64		0	0	0
16	ÖLN	SO	Unterramsern	137	237	58		0	0	0
17	ÖLN	BE	Iffwil	589	443	135		0	0	0
18	ÖLN	SO	Unterramsern	336	261	130		0	0	0
19	ÖLN	BE	Leuzigen	192	287	71		0	0	0
20	ÖLN	BE	Büren zum Hof	212	190	104		0	0	0
21	IP NBS	VD	Bellerive	220	200	90		1	7	0
22	IP NBS	VD	Cuarnens	300	370	80		1	11	0
23	IP NBS	VD	Villars-le-Terroirs	408	266	180		1	8	0
24	IP NBS	VD	Boussens	120	218	60		1	6	0
25	IP NBS	VD	Rueyres	465	250	200		2	14	0
26	IP AB_NBS	VD	Senarclens	540	393	140		1	11.5	31.6
27	IP AB_NBS	VD	Villars-le-Terroir	544	280	240		2	9	544
28	IP AB_NBS	VD	Villars-le-Grand	300	238	128		1	9	98
29	IP AB_NBS	VD	Rueyres	252	360	72		1	11	252
30	IP AB_NBS	VD	Vulliens	150	178	100		1	5	150
31	IP 0	VD	Bellerive	270	194	143		0	0	0
32	IP 0	VD	Cuarnens	450	115	322		0	0	0
33	IP 0	VD	Villars-le-Terroir	211	320	115		0	0	0
34	IP 0	VD	Boussens	244	315	28		0	0	0
35	IP 0	VD	Vulliens	408	275	165		0	0	0
36	ÖLN	VD	Villars-le-Terroir	568	430	130		0	0	0
37	ÖLN	VD	Cuarnens	690	355	400		0	0	0
38	ÖLN	VD	Oleyres	342	208	150		0	0	0
39	ÖLN	VD	Goumoens-la-Ville	771	340	300		0	0	0
40	ÖLN	VD	Avenches	458	325	100		0	0	0
41	Klee*	VD	Vuarrens	295	332	88		1	10	NA

*Klee: Feld mit Streifen aus Rotklee (anstatt NBS), aus Interesse zusätzlich in Projekt integriert

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Nützlinge und Blattläuse

An vier Zeitpunkten (Mitte Mai, Ende Mai, Ende Juni, Mitte Juli) fanden visuelle Beobachtungen in den Zuckerrüben statt. Dabei wurden die Blattläuse und die natürlichen Gegenspieler (Marienkäfer, Schwebfliegen, Schlupfwespen, Weichkäfer, Florfliegen etc.) auf 10 Zuckerrüben pro Transekt gezählt. Die Transekte befanden sich in vier unterschiedlichen Distanzen (5, 10, 15 und 20 m) zu den NBS. Pro Zeitpunkt und Feld wurden so insgesamt 40 Pflanzen beobachtet. In den Feldern mit Ackerbohnen-Beisatzen wurden gleichzeitig auch 40 Ackerbohnen nach gleichem Schema wie die Zuckerrüben ausgezählt. Im Falle von Kontrollparzellen (IP 0 und ÖLN) wurde der Ausgangspunkt für die Messungen jeweils in die Feldmitte gelegt und nach gleichem Schema verfahren. Gezählt wurden nur Insekten, welche sich auf der Pflanze befanden (nicht in der Luft oder am Boden).

2.2.2 Bakterien und Viren

Molekularbiologische Methoden (PCR-Analyse) wurden für den Nachweis von Vergilbungsviren (BYV, BMV, BChV und BtMV) sowie Bakterien der Erkrankung «Syndrome basses richesses» (SBR) genutzt. Die Analysen fanden am Agroscope Standort in Changins statt. Die Pflanzenproben wurden zu drei Zeitpunkten entnommen: Ende Juni und Mitte Juli (3. und 4. Erhebung) wurde an allen Standorten jeweils nach vergilbten Zuckerrüben Ausschau gehalten. Pro Feld wurden drei Blatteile einer verdächtigen Pflanze abgeschnitten und in einen Plastikbeutel verpackt, gekühlt und umgehend zur Analyse versendet. Eine systematische Probenahme an allen Standorten fand dann im Oktober, kurz vor der Ernte, statt. Hierfür wurden pro Feld drei symptomatische Pflanzen ausgewählt und drei Blattproben sowie ein Wurzelstück pro Pflanze abgeschnitten (siehe Abbildungen 1 und 2). Die Resultate der PCR-Analyse sollen Rückschlüsse auf den standortspezifischen Befallsdruck durch SBR und die viröse Vergilbung ermöglichen und so die Grundlage für die Interpretation der Ertragsmessungen liefern.



Abbildung 1 und 2. Links: Blatt einer Zuckerrübe mit grünen Blattadern und stark vergilbten Spitze, den typischen Anzeichen der virösen Vergilbung. Rechts: Plastiksack für Probenahme neben einer Pflanze mit SBR-Symptomen (kleinwüchsige, krumme Neuaustriebe). Die Aufnahmen entstanden bei den Ernteerhebungen im Oktober 2021.

Um mögliche Einflüsse der virösen Vergilbung zwischen den verschiedenen Verfahren ausfindig zu machen, wurden zusätzlich Ertragsmessungen durchgeführt. Für die Ertrags- und Qualitätsmessungen wurden pro Feld in je zwei Distanzen (5 und 20m) Rüben auf einer Fläche von rund 2.5 m² (zwei Rübenreihen à 2.5m, rund 30 Rüben) als Mischprobe geerntet und in der Zuckerfabrik Aarberg gewogen, sowie auf Zuckergehalt und Inhaltsstoffe analysiert (Zuckergehalt, Natrium, Kalium, Amino-N). Die Ertragsmessungen wurden mit Hilfe der Fachstelle Zuckerrüben Schweiz (SFZ) durchgeführt.

Unterwartete Witterungseinflüsse

Ein starkes Hagelunwetter Ende Juni beeinflusste die letzte Datensammlung Mitte Juli (4. Felderhebung) massgeblich. Viele der Versuchsfelder im Kanton Bern (insbesondere in Grossaffoltern sowie im Limpachtal) wiesen einen Totalschaden auf: Die Unwetter hatten die Blattmasse der Zuckerrüben komplett zerstört, viele Insekten abgetötet und das Blütenangebot der betroffenen NBS stark reduziert (siehe Abbildung 3 und 4). Nicht zuletzt hatten das Unwetter und der regenintensive Sommer auch einen Einfluss auf die späteren Ertragserhebungen (Gewicht).



Abbildung 3 und 4. Hagel und Starkniederschläge verursachten im Sommer starke Schäden in den Zuckerrübenfeldern (links) und den Blühstreifen (rechts).

2.2.3 Qualität der Nützlingsblühstreifen

Die Qualität des Nützlingsblühstreifens wurde anfangs Blüte (Ende Mai) und in der Vollblüte (Mitte Juli) eingeschätzt. Um die Qualität der NBS abzuleiten, wurde jeweils die prozentuale Deckung der in Blüte-stehenden, angesäten Arten abgeschätzt. Verteilt über eine Distanz von rund 100m wurde die Deckung an 10 Orten mit jeweils einer Fläche von 1m² beurteilt und danach ein Gesamteindruck abgeleitet. Die Qualität der NBS wurde nach folgendem Stufenprinzip eingeteilt:

Tabelle 3. Bewertungskriterien für die Qualität der NBS.

Qualitätsstufe	Wertung	Beschrieb
1	Sehr schlecht	Selten oder keine gesäte Arten; sehr hoher Anteil spontaner Arten (>80%)
2	Schlecht	Dominanz (>50%) von unerwünschten Pflanzenarten (z.B. andere angesäte Arten wie Phacelia) und nur einzelne gesäte Arten
3	schlecht-mässig	Wenig (< 5%) gesäte Pflanzenarten und hoher Anteil spontaner Arten (20-50%)
4	gut	Saatmenge korrigiert oder Pflanzenarten ergänzt; gesäte erwünschte Arten zusammen mind. 30% Deckung
5	sehr gut	Gesäte Arten dominieren (>50%), wenig spontane Arten (max. 20%)

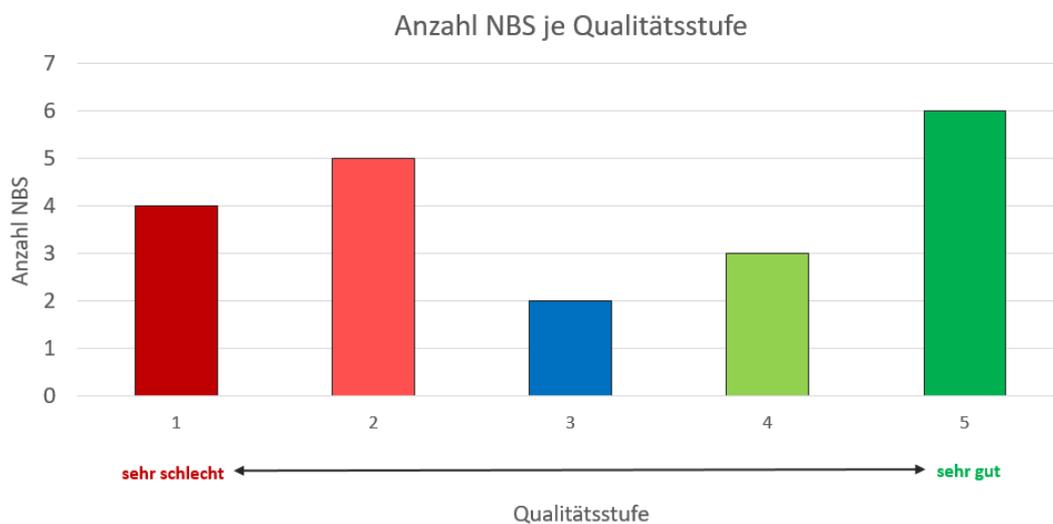
NBS mit ungenügender Qualität (Stufe 1-3) weisen zu wenige gesäte Arten auf (weniger als 5 % Deckung). Da solche Streifen nur in geringer Dichte die Arten aufwiesen, die spezifisch der Anlockung von Blattlausfeinden dienen, wird davon ausgegangen, dass diese Streifen nicht den gewünschten Zieleffekt erreichen. Für die Auswertungen wurden daher nur diejenigen NBS ausgewählt, welche eine gute bis sehr gute Qualität (Stufe 4 und 5) aufwiesen.

2.2.4 Einfluss von Landschaft/Umgebung

Nebst der An- oder Abwesenheit eines NBS im Zuckerrübenfeld, ist das lokale Aufkommen der Nützlinge stark von der Vielfalt an Strukturen in der umgebenden Landschaft abhängig. Daher wurde mit Hilfe von GIS-Analysen im Umkreis von 250m zu den Zuckerrübenfeldern der Anteil an Landschaftselementen wie Biodiversitätsförderflächen (BFF), anderen Ackerkulturen (Getreide, Raps, Kartoffeln etc.) sowie Wäldern bestimmt. Die relativen Anteile der Landschaftselemente wurden zur Berechnung des Shannon-Index verwendet, welcher ein Indikator für die Diversität einer Landschaft darstellt (siehe Spellerberg und Fedor, 2003).

3 Resultate und Diskussion

3.1 Qualität der Blühstreifen und Blütenangebot



Grafik 2: Anzahl NBS je Qualitätsstufe. Wertung der Stufen: 1 = sehr schlecht, 2 = schlecht, 3 = schlecht bis mässig, 4 = gut, 5 = sehr gut.

Während einige NBS ein reiches und vielfältiges Blütenangebot aufwiesen, gab es an anderen Standorten starke Qualitätseinbussen aufgrund nur weniger blühenden gesäten Arten und/oder zu viel spontaner Arten (invasives Aufkommen von Arten wie weisser Gänsefuss, Hühnerhirse, Pfirsichknöterich etc.). Insgesamt erreichten 9 von 20 NBS eine gute bis sehr gute Qualität (Stufe 4 und 5, siehe Grafik 2). Die schlechte Qualität der übrigen NBS war darauf zurückzuführen, dass konkurrenzstarke Arten wie Phacelia bei der Saat ergänzt wurden (Stufe 2 und 3) oder dass die Ansaat sich nicht schnell genug entwickeln konnte und stattdessen viel spontane Arten überhandnahmen (Stufe 1-2). Nebst ungünstigen Bedingungen bei der Saat (Saatechnik; grobscholliges, unebenes Saatbeet) hemmten die tiefen Temperaturen im April ein zügiges und regelmässiges Keimen der angesäten Arten. Dies führte dazu, dass die NBS zum Zeitpunkt des Haupteinfluges der Blattlaus *M. persicae* oft nur ein schwaches Blütenangebot aufwiesen – oft blühten im Mai lediglich Ackersenf, Saat-Leindotter und Buchweizen. Viele NBS befanden sich erst bei der 3. und 4. Erhebung in Vollblüte (>50 % der angesäten Arten in Blüte).



Sehr gute Qualität



Sehr schlechte Qualität

Abbildung 5 und 6. Die NBS zeigten ein stark variables Bild – von sehr guter bis sehr schlechter Qualität war alles vorhanden. Für Kriterien der Qualitäten siehe Tabelle 3 « Bewertungskriterien für die Qualität der NBS ».

Nebst dem Blütezeitpunkt beeinflusst die Qualität der NBS massgeblich der Aussagekraft zu deren Effektivität in der Reduktion von Blattläusen in den Zuckerrüben. Da nur Blühstreifen mit guter Qualität eine genügend akkurate Aussage zum potenziellen Nutzen eines solchen Biodiversitätselementes ermöglichen, können nur solche Streifen für die weitere Auswertung genutzt werden. Der Vorversuch im Rahmen des Pilotprojekts zeigt, dass die Standortwahl, die kompletten Saatvorbereitungen und Aussaat (inklusive Anwalzen) sowie die allfällige Pflege der Blühstreifen (bspw. Beseitigen von Unkräutern) zentrale Erfolgsfaktoren für die Etablierung der gewünschten Arten sind. In Folgeprojekten muss hier ein besonderes Augenmerk gelegt werden. Ebenfalls wichtig anzumerken ist, dass die Breite einiger Blühstreifen durch Abdrift von Herbiziden an einigen Standorten bis zur Hälfte (von 3 m auf 1.5 m) reduziert wurde – dies minimiert das Blütenangebot stark und muss unbedingt vermieden werden.

Frühlings- oder Herbstsaat von NBS?

Die Witterung im April 2021 zeigte sich für die frischgesäten NBS eher ungünstig. Unter guten Ansaatbedingungen (optimales Saatbeet) und günstigem Klima (milde Temperaturen und regelmässige Niederschläge) können sich jedoch auch Frühlingssaaten der Mischung «Nützlinge Sommerkultur» gut etablieren. Da sich die Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr stark unterscheiden, sind für das Folgeprojekt im Frühjahr 2022 ebenfalls NBS-Ansaaten geplant. Eine weitere Möglichkeit ist die Ansaat der NBS zeitlich vorzuziehen: Herbstsaaten können ein frühzeitiges Blütenangebot begünstigen, so dass die Nützlinge bereits anfangs April in die Zuckerrüben gelockt werden. Die Herbstansaat, welche im Folgeprojekt 2022-24 erprobt werden, wurden für die Datensammlung des ersten Projektjahres 2022 bereits im Herbst 2021 auf Praxis-Betrieben angelegt.

3.2 Dynamik Blattläuse

3.2.1 Wie hoch war der Blattlausdruck gesamthaft und je Verfahren?

Die Summen der beobachteten Individuen von *Myzus persicae* und *Aphis fabae* je Verfahren und Zeitpunkt sind in den Grafiken 3 und 4 dargestellt (Seite 14). Die Anzahl Felder mit erreichter Bekämpfungsschwelle (BKS) der beiden Blattlausarten je Verfahren sind in Tabelle 4 aufgelistet. Während die BKS für *M. persicae* vielerorts, insbesondere im Kanton Waadt, im Juni erreicht wurde (28/41 Parzellen), wurde jene für *A. fabae* bis und mit Juli nur an einzelnen Standorten erreicht (2/41 Parzellen). Grob entspricht die beobachtete Populationsdynamik der Blattläuse den diesjährigen Fängen der Saugfalle in Changins (siehe Abschnitt 3.2.3 *Einschätzung Blattlaus- und Virendruck 2021*). Der Befallsdruck beider Blattlausarten ist damit 2021 deutlich schwächer ausgefallen als im Jahr 2020.

Mitte Mai (Rüben im 2-4 Blattstadium)

Bei der ersten Erhebung Mitte Mai (Rüben im 2-4 Blattstadium) wurden nur wenige Blattläuse beobachtet. Die Bekämpfungsschwelle (BKS), welche für *M. persicae* bei dem tiefen Wert von 2 Individuen/50 Pflanzen liegt, wurde in 3 von 41 Feldern (1 im Kanton VD, 2 im Kanton BE) erreicht. Die BKS¹ für *A. fabae*, welche vergleichsweise hoch angesetzt ist, wurde an keinem Standort erreicht.

Ende Mai (4-10 Blattstadium)

Die Populationen vergrösserten sich mit der rasch zunehmenden Temperatursumme und so war bei der 2. Erhebung Ende Mai ein relativer Anstieg beider Blattlausarten feststellbar (alle Verfahren). Aufgrund der zögerlichen Jungentwicklung einiger Rübenkulturen, wiesen die Rübenfelder im Verlauf der Vegetationsperiode teils grosse Unterschiede in den Blattstadien auf. Während die BSK für *M. persicae* meistenorts erreicht wurde (Kanton VD: 18 von 21 Feldern; Kanton BE: 10 von 20 Feldern), wurde jene für *A. fabae* nur an einem Standort im Kanton BE erreicht. Die südlichere Lage der Versuchsflächen in der Westschweiz, erklärt, warum zum Zeitpunkt der 2. Erhebung die Schadschwellen von *M. persicae* auf fast allen Parzellen erreicht war, während es in der Deutschschweiz nur rund die Hälfte waren. In dieser Zeit wurden in den ÖLN-Felder die ersten Insektizide gegen die Blattläuse appliziert.

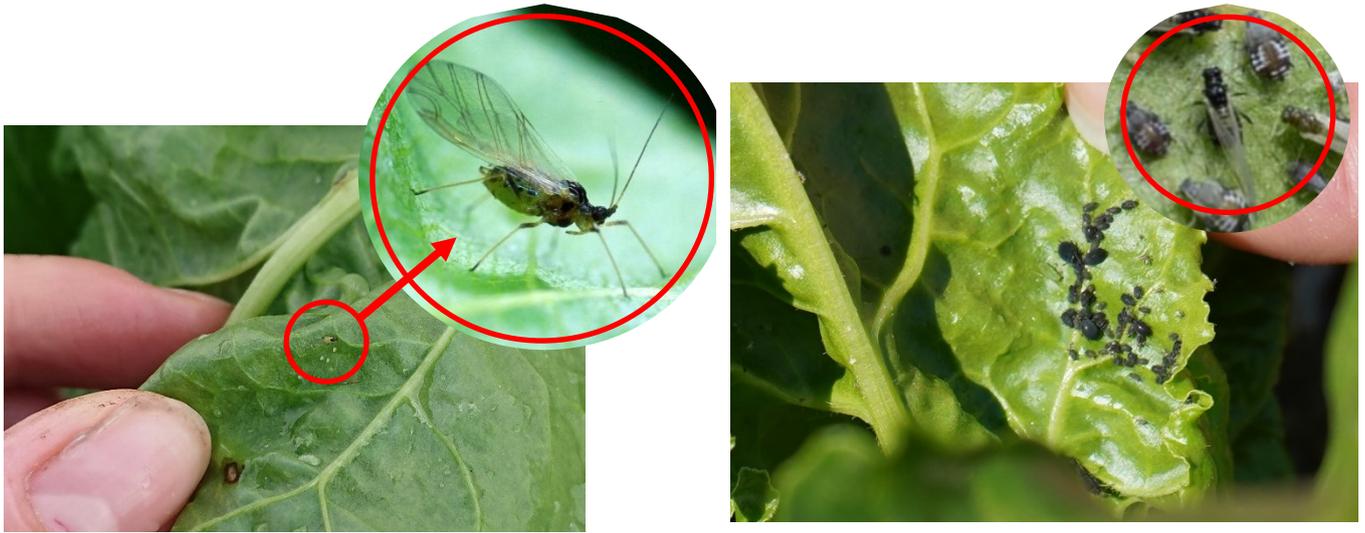
Ende Juni

Bei der 3. Erhebung Ende Juni war das Aufkommen der Blattläuse tendenziell höher als Ende Mai, jedoch nicht in allen Verfahren: Während IPS Felder ohne NBS (IP 0) gesamthaft eine höhere Anzahl an Individuen, insbesondere von *A. fabae*, aufwiesen, so senkte sich die Gesamtanzahl beobachteter Blattläuse für beide Blattlausarten ähnlich tief wie in den mit Insektizid behandelten ÖLN Felder.

Mitte Juli

Bei der 4. Erhebung Mitte Juli waren in allen Verfahren nur noch vereinzelt Individuen beider Arten auffindbar. Es waren von beiden Blattlausarten einzelne geflügelte Individuen anzutreffen, jedoch nur wenige und eher kleine Kolonien (<100 Individuen).

¹ BKS für *A. fabae* in Zuckerrüben: 50% der Pflanzen mit Befall im 4-Blatt, 80 % der Pflanzen mit Befall im 6-10 Blatt. Ausgezählt werden jeweils 50 Pflanzen. Sobald die Zuckerrüben das 10-Blattstadium überschritten haben, ist die BKS nicht mehr relevant resp. eine Bekämpfung nicht mehr angezeigt.



Abbildungen 7 und 8: Die zwei Blattlausarten *M. persicae* (grüne Pfirsichblattläuse) und *Aphis fabae* (schwarze Bohnenblattlaus) wurden im Rahmen der Pilotstudie auf den Zuckerrüben ausgezählt. Es wurde zwischen geflügelten und ungeflügelten Individuen unterschieden.

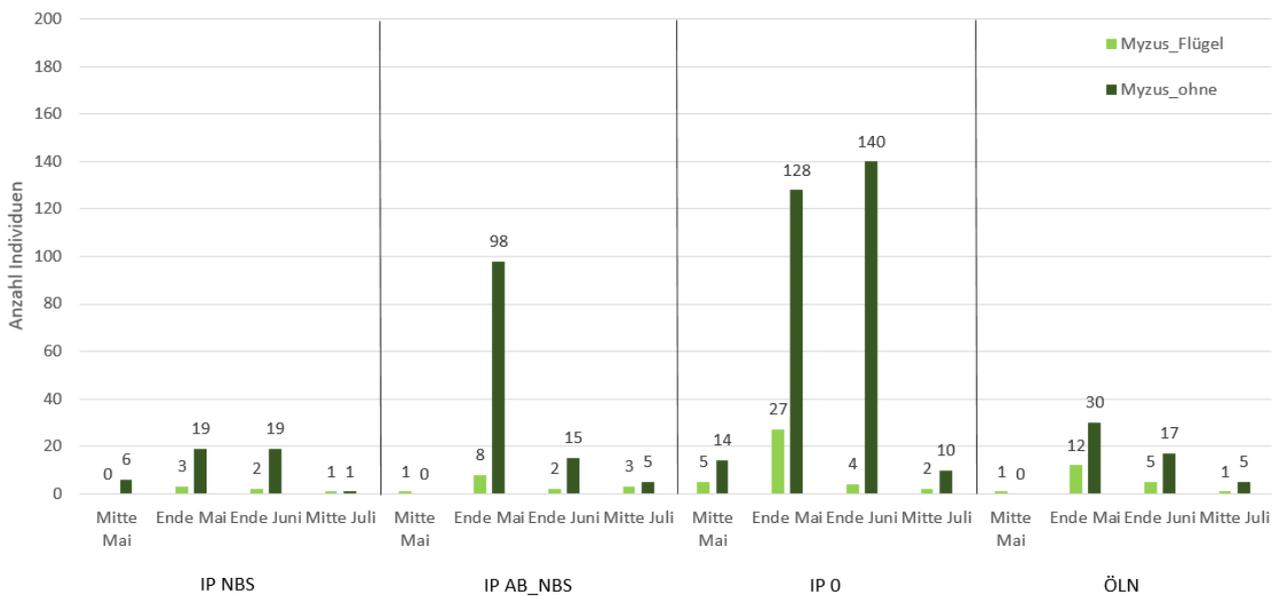
Tabelle 4. Erreichung der offiziellen Bekämpfungsschwelle (BKS) je Feld zu den relevanten Zeitpunkten (Mitte Mai, Ende Mai). Ab der 3. Erhebung (Ende Juni) waren die BKS nur noch für zwei Felder relevant, die restlichen Zuckerrüben hatten das 10-Blattstadium bereits überschritten. MP = *Myzus persicae*, AF = *Aphis fabae*.

Kanton	Verfahren	Anzahl Felder	Mitte Mai Stadium: 2-4 Blatt		Ende Mai Stadium: 4-10 Blatt		Ende Juni Stadium: 8-26 Blatt	
			BKS von MP erreicht	BKS von AF erreicht	BKS von MP erreicht	BKS von AF erreicht	BKS von MP erreicht	BKS von AF erreicht
BE	IP NBS	5	0	0	2	1	BKS nicht mehr relevant	
	IP AB_NBS	5	2*	0	2	0		
	IP O	5	0	0	4	0		
	ÖLN	5	0	0	2	0		
	Total	20	2	0	10	1		
VD	IP NBS	5	1	0	4	0	1°	1°
	IP AB_NBS	5	0	0	5	0	BKS nicht mehr relevant	
	IP O	5	0	0	5	0		
	ÖLN	5	0	0	4	0	1°	0°
	Total	20	1	0	18	0	2	1

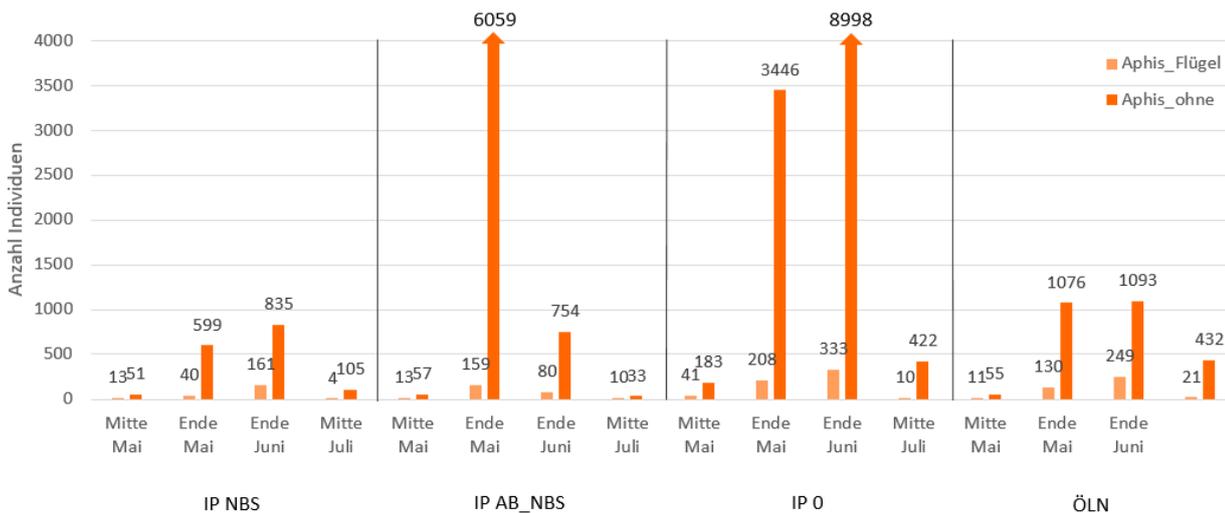
*1 der 2 Erhebungen fand erst am 25. Mai statt

°BKS nur noch für 1 von 5 Parzellen relevant

Anzahl *Myzus persicae* je Verfahren und Zeitpunkt



Anzahl *Aphis fabae* je Verfahren und Zeitpunkt



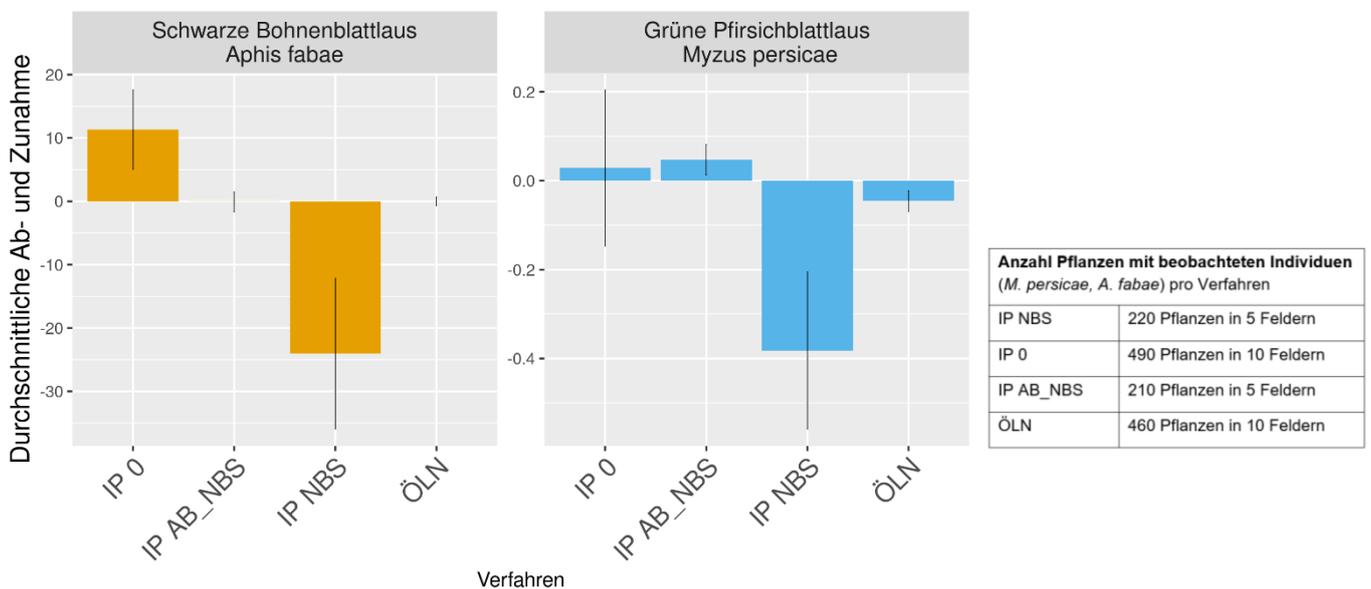
Grafiken 3 und 4: Darstellung von Summen der beobachteten Blattläuse (*Myzus persicae* und *Aphis fabae*) je Verfahren (IP NBS, IP AB_NBS, IP 0 und ÖLN) und nach den vier Erhebungszeitpunkten zwischen Mitte Mai und Mitte Juli.

Obschon die beiden Grafiken mit absoluten Blattlaussummen einen guten Überblick über die gemachten Beobachtungen geben, so sind diese mit Vorsicht zu interpretieren: die Daten von einzelnen Feldern üben jeweils einen starken Effekt auf die Gesamtanzahl aus (in einem Feld in Pieterlen wurden über 5000 Individuen von *A. fabae* beobachtet, dies war jedoch eher eine Ausnahme). Während *M. persicae* oft in kleinen Gruppen von 2-10 Individuen vorkam, so wurden auf einzelnen Pflanzen teilweise mehrere hundert Individuen von *A. fabae* vorgefunden (typische Kolonien).

3.2.2 Zeigt sich in den Verfahren mit NBS eine stärkere Abnahme der Blattlauspopulationen verglichen mit Verfahren ohne NBS?

Um den Einfluss des NBS auf die Dynamik der Blattlauspopulationen zu untersuchen, wurden die absoluten Differenzen der beobachteten *M. persicae* und *A. fabae* (Differenz der Mittelwerte zweier Zeitpunkte) errechnet. Da bei der ersten und der letzten Felderhebung (Mitte Mai, Mitte Juli) kaum Beobachtungen gemacht wurden, wurden für die Auswertung nur die Erhebungszeitpunkte Ende Mai und Ende Juni (2. und 3. Erhebung) betrachtet.

Es zeigt sich eine durchschnittliche Abnahme bei beiden Blattläuse Populationen bei der Variante IP NBS, was nicht bei den anderen Verfahren ersichtlich ist (siehe Grafik 5). Im Verfahren IP 0 zeigt sich hingegen eine Zunahme der Anzahl Individuen von *A. fabae*. Dies spricht dafür, dass die Anwesenheit des NBS zu einer erhöhten Prädatorenrate der Nützlinge, und damit zu einer stärkeren Abnahme der Blattläuse führte. Da Beobachtungen einiger Felder einen grossen Einfluss auf die relative Ab- und Zunahme der Blattlausindividuen haben, bleibt dies eine Hypothese. Warum eine Abnahme der Blattlauspopulationen im Verfahren mit NBS, jedoch nicht im Verfahren mit NBS und Ackerbohnen-Beisat (IP AB_NBS) feststellbar ist, wird durch die erhobenen Daten nicht geklärt.



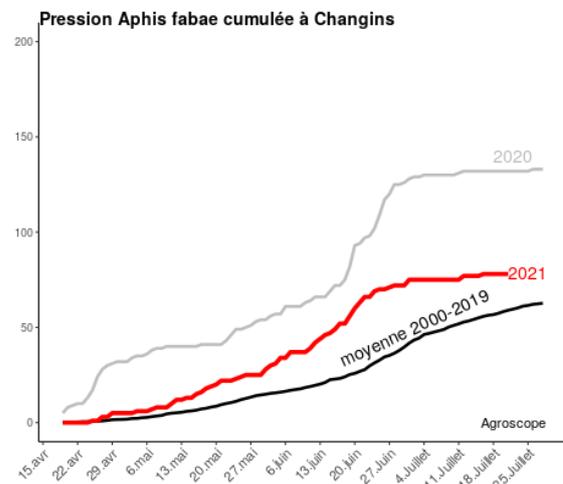
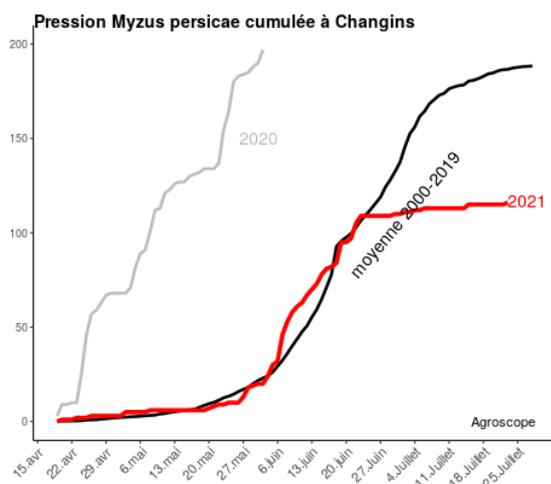
Grafik 5: Durchschnittliche Ab- und Zunahme der Abundanz pro Pflanze (und Standardfehler) der schwarzen Bohnenblattlaus und grünen Pfirsichblattlaus Populationen von Mai zu Juni (von der 2. zur 3. Erhebung).

Ein Grund, weshalb kein eindeutiger, signifikanter Regulations-Effekt der Blattlauspopulationen durch die Verfahrensvergleiche zur Geltung kommt, sondern nur Tendenzen feststellbar sind, ist möglicherweise das zeitlich verzögerte Blütenangebot der NBS, resp. das zeitlich verschobene Aufkommen der Nützlinge. Dies bedeutet, dass das eigentliche Regulations-Potenzial der NBS in diesem Versuchsjahr nicht ausgeschöpft werden konnte. Wie bereits erwähnt, keimten die Frühlingssaaten der NBS aufgrund der Kälte im Frühjahr (März und April) nur zögerlich und so stand zum Zeitpunkt des Haupteinfluges der Blattläuse (Ende Mai) kein genügend grosses Blütenangebot da. Nebst dem stark witterungs- und daher jahresabhängigen Erfolg von NBS-Ansaaten sind Herbstsaaten eine Möglichkeit einen frühen Blühbeginn zu erreichen, und somit eine Primärfektion durch *M. persicae* effektiver abzuwehren. Dieser Aspekt soll im Folgeprojekt berücksichtigt werden.

Letztlich ist, weder für *M. persicae* (aufgrund des geringen Aufkommens im Jahr 2021) noch für *A. fabae* (hohe Variabilität des Blattlausdruckes zwischen Versuchspartellen innerhalb des gleichen Verfahrens), keine abschliessende Aussage über einen NBS-Effekt auf die Reduktion von Blattläusen in Zuckerrüben möglich.

3.2.3 Einschätzung Blattlaus- und Virendruck im Jahr 2021

Das Aufkommen der Blattläuse in diesem Jahr (2021) unterscheidet sich deutlich zu demjenigen von letztem Jahr (2020). Dies lässt sich aufgrund der Daten der Saugfalle am Agroscope Standort in Changins gut verfolgen. Während letztes Jahr die ersten *Myzus persicae* bereits Ende Februar die Rübenfelder besiedelten und so zu einer frühen Primärfektion (Virusübertragung) und frühen Vergilbung führten, flogen die *M. persicae* in diesem Jahr – ähnlich wie in den Jahren vor 2020 – erst Mitte Mai in die Felder ein (siehe Grafik 6). Unsere Beobachtungen auf den Versuchspartellen widerspiegeln diese Dynamik. Eine ebenfalls abgeschwächte Populationsdynamik zeigt *Aphis fabae*: Im Jahr 2021 ist ein langsamer und gradueller Anstieg zu beobachten, welcher deutlich unterhalb des Niveaus des Jahres 2020 zu liegen kommt (siehe Grafik 7). In den Versuchspartellen wurde die Bekämpfungsschwelle für *A. fabae* an zwei Standorten erreicht, was darauf hindeuten kann, dass die lokalen Gegebenheiten (z.B. Standort nahe Wald oder Hecke) die Dynamik im Rübenfeld jeweils stark beeinflussen. War im Jahre 2020 eine hohe Anzahl *A. fabae* bis in den Juli hinein vorhanden, so wurde in den Versuchspartellen bei der 4. Erhebung Mitte Juli über alle Felder gesehen nur noch eine geringe Anzahl der Läuse beobachtet.



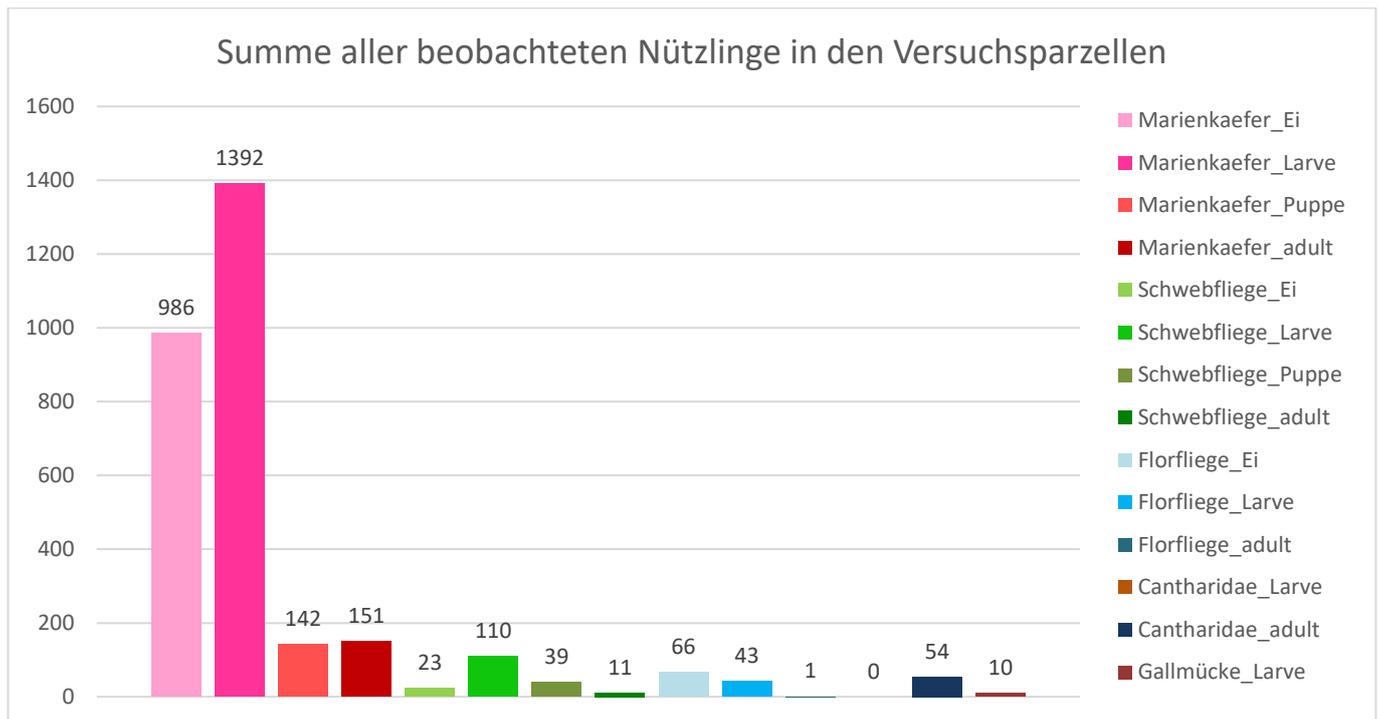
Grafiken 6 und 7: Populationsentwicklung von *Myzus persicae* und *Aphis fabae* vom 15. April bis zum 25. Juli. Die rote Linie zeigt die Entwicklung im Jahr 2021 im Vergleich zu dem Blattlaus-Jahr 2020 (graue Linie) und dem Durchschnitt des Jahres 2020-19 (schwarze Linie).

Die Daten der Blattlausdynamik aus Changins (Agroscope) und die Feldbeobachtungen des Pilotprojekts stützen somit die These, dass der Blattlausdruck sowohl für *M. persicae* als auch für *A. fabae* 2021 bedeutend geringer war als im Jahr zuvor. Samuel Jenni von der SFZ stützt diese Beobachtung und stellt fest, dass die viröse Vergilbung in diesem Rübenjahr gesamthaft keine grossen Verluste verursachte. Weit entscheidender für Ertragseinbußen mögen in diesem Jahr Witterungseinflüsse wie Starkregen und Hagel (Staunässe führte zu verzögertem Rübenwachstum oder gar Fäulnissen) sowie die SBR-Krankheit gewesen sein (Zucker Schweiz AG, Aktionärsbrief vom Dezember 2021). Die Witterungsdaten der Messstationen in Payerne (repräsentativ für Versuchspartellen im Kanton Waadt) und in Zollikofen (repräsentativ für jene im Kanton Bern und Solothurn) zeigen überdurchschnittlich kalte Temperaturperioden im März und April, was das verzögerte Einfliegen der Blattläuse in die Zuckerrübenfelder erklären könnte. Weshalb der Populationszuwachs bei beiden Blattlausarten in der zweiten Juni-Hälfte auf einem tieferen Niveau (im Vergleich zum Jahr 2020) stagnierte, ist möglicherweise im Zusammenhang mit der nassen Winterung ab Ende Juni und im Juli zu erklären.

3.3 Dynamik Nützlinge

3.3.1 Wie viele Nützlinge wurden gefunden und wie war ihre Dynamik über die Zeit?

Die Grafik 8 zeigt eine Übersicht aller erhobenen Insektenarten- und stadien. Insgesamt wurden Marienkäfer (Eier und Larven) am häufigsten beobachtet. Einige Insektenstadien, insbesondere die stark mobilen Adulte der Flor- und Schwebfliege, wurden kaum gezählt. Die Suche und Identifikation von Insektenlarven gestaltete sich schwierig – beispielsweise waren die parasitischen Larven der Gallmücken aufgrund deren Grösse (wenige Millimeter) nur schwer auffindbar und kaum von Larven anderer Insekten zu unterscheiden. Umso einfacher war die Beobachtung der Marienkäferlarven, welche sich rege bewegten und in einzelnen Felder in grosser Anzahl vorzufinden waren (bis zu 35 Larven pro 50 Pflanzen).



Grafik 8: Übersicht über Gesamtanzahl beobachtete Nützlinge, je Art und Entwicklungsstadien, in den Zuckerrübenfeldern des Pilotprojekts 2021. Die Summen stammen von allen vier Beobachtungszeitpunkten (Mitte Mai bis Mitte Juli 2021).

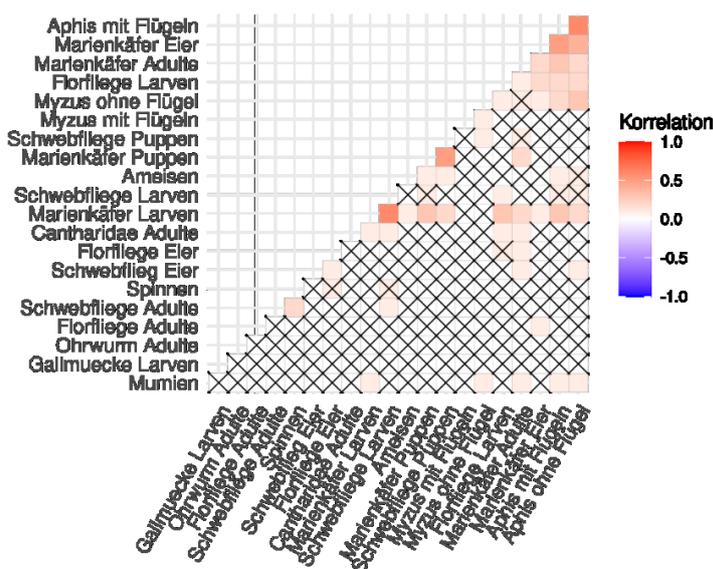
Ähnlich wie bei den Blattläusen wurden bei der 1. Erhebung noch kaum Individuen vorgefunden – Marienkäfererier wurden zu diesem Zeitpunkt jedoch mehrmals beobachtet. Bei der 2. Erhebung Ende Mai war insbesondere die Anzahl von Marienkäferlarven auffallend, und auch Schwebfliegenlarven, Florfliegenier und adulte Weichkäfer (Cantharidae) beobachtbar. Ein erhöhtes Aufkommen von Nützlingen war bei der 3. Erhebung festzustellen, was als Reaktion auf die angestiegene Präsenz von Beutetieren (Blattläusen) gedeutet werden kann. Dass die Nützlingspopulationen sich zeitlich verzögert (2-3 Wochen) zur Blattlauspopulation aufbauen, ist aus der Biologie bekannt (Räuber-Beute Zyklus). Bei der 4. Erhebung Mitte Juli waren noch einige Marienkäferlarven unterwegs, die Nützlinge aber generell nur noch in geringer Zahl auffindbar. Auch diese Beobachtung macht Sinn, angesichts der zu diesem Zeitpunkt geringen Blattlauspräsenz in den Zuckerrüben (Ende des Räuber-Beute Zyklus: wenn Beute gefressen ist, fällt auch die Fortpflanzungsrate von Räubern ab). Die nachfolgenden Abbildungen zeigen einige Auswahl der beobachteten Nützlinge.



Abbildung 9-14. Eine Auswahl an natürlichen Gegenspielern von Blattläusen in den Zuckerrüben, welche im Rahmen des Pilotprojekts beobachtet wurden. 9: Schwebfliegenpuppen, 10: Florfliegenlarve, 11: Weichkäfer, 12: Marienkäferlarve, 13: Marienkäfer Eier, 14: Florfliegeneier. Bildquelle 9,10,12,13: Agroscope; Quelle 11 und 14: Mario Waldburger.

3.3.2 Zeigen unsere Daten eine Jäger-Beute Dynamik zwischen Nützlich- und Blattläusaufkommen?

Da die Feldbeobachtungen nur zu vier Zeitpunkten, im Abstand von rund drei Wochen, gemacht wurden, ist es schwierig die oftmals raschen Änderungen in Populationsdynamiken von Insekten zu widerspiegeln. Um eine Jäger-Beute Dynamik kausal erkennen zu können, wäre eine intensive Feldbegehung (mehrmals pro Woche) nötig. Im Rahme der erhobenen Daten lassen sich aber trotzdem grobe Trends erkennen und Aussagen zum Räuber-Beute Verhältnissen je Zeitpunkt machen.



Grafik 9: Korrelationen zwischen beobachteten Nützlingen (Marienkäfer, Florfliege, Schwebfliege, Cantharidae, Ohrwurm, Gallmücke und Spinnen in verschiedenen Stadien) und Schädlingen Bohnenblattlaus (*A. fabae*, verschiedene Stadien) und Pfirsichblattlaus (*M. persicae*, verschiedene Stadien). Kreuze bedeuten nicht signifikante Korrelationen ($p < 0.05$).

Betrachtet man die analysierten Korrelationen zwischen den beobachteten Insektenarten, so zeigen sich nur positive Korrelationen (Grafik 9). Besonders stark sind die Korrelationen zwischen Marienkäfer aller Stadien (Eier, Larve, Puppe und Adult) und *A. fabae* Populationen ($r= 0.5, 0.4$ und 0.3), sowie *M. persicae* und Marienkäferiern ($r= 0.3$).

Für viele Insektengruppen lassen sich aufgrund der geringen Anzahl beobachteter Individuen keine Korrelationen finden. Die Marienkäfer traten wie bereits erwähnt nicht nur in grosser Anzahl, sondern auch regelmässig auf – dieser Umstand begünstigt die Suche nach Korrelation. Nebst ihrem häufigen Auftreten in den Zuckerrübenparzellen, sind die Larven des Marienkäfers auch eine der gefräßigsten Fressfeinde der Blattläuse. So verschlingt die Larve oder der adulte Käfer pro Tag rund 30-60 Blattläuse (FiBL, 2019). Dies bedeutet, dass trotz hoher Anzahl der Beute (= Schädlinge) die erfolgreiche Reduktion von Blattläusen durch eine geringere Anzahl Jäger (= Nützlinge) effektiv sein kann. Während die Marienkäferlarven extrem mobil sind und innerhalb weniger Minuten von Pflanze zu Pflanze wandern können, sind insbesondere die Individuen von *A. fabae* eher immobil und als Kolonie auf kleiner Fläche in grosser Zahl vorhanden. Dies begünstigt eine hohe Prädationsrate (gefressene Blattläuse pro Zeiteinheit) durch die Nützlinge.

3.4 Bedeutung der Landschaft

Für den standortspezifisch errechneten Shannon-Index fand sich eine Beziehung zwischen dem Vorkommen von Marienkäfer: Ein höherer Shannon-Index stand in Korrelation mit mehr Marienkäferiern (Hayoz, 2021). Für alle weiteren Insektenarten und –stadien wurde kein Zusammenhang gefunden.

Die teils hohe Variabilität von gezählten Blattläusen (insbesondere von *A. fabae*) auch innerhalb der Verfahren – d.h. zwischen einzelnen Feldern - legt nahe, dass der Standort der Rübenfelder den wesentlichsten Einfluss auf die Anzahl vorkommender Insekten im jeweiligen Zuckerrübenfeld hat. Gemäss Forschung zur Dynamik von Blattläusen auf Ackerflächen sind nebst Witterung (Temperatur, Niederschläge, Wind) insbesondere die Komplexität der Landschaftsstrukturen der nahen Umgebung (Bianchi, Booj & Tscharrntke, 2006; Rand, Van Veen & Tscharrntke, 2012) sowie die Intensität der Bewirtschaftung entscheidend (Bengtsson, Ahnstrom & Weibull, 2005).

Mehrjährigen Strukturen wie Hecken, extensiv Wiesen und Wäldern, dienen Nützlingen als Überwinterungsquartier, Nahrungsquelle und Fortpflanzungsort. Es ist ein naheliegender Gedanke, dass die Vielfalt und Komplexität einer Landschaft mit den erwähnten Strukturen mehr Einfluss auf die Dynamik lokaler Nützlingspopulationen hat, als kleinflächige, temporäre Strukturen wie ein einjähriger NBS. Da nicht-blühende Ackerkulturen wie Zuckerrüben für Nützlinge eher unattraktiv sind, kann eine einjährige Blühstruktur innerhalb des Feldes jedoch eine Vernetzung der Landschaft bedeuten (Boxenstopp für Nahrung) und so vermehrt Nützlinge in die Nahe der Zuckerrüben locken (Pull-Effekt). Verstärkt werden könnte dieser Effekt wiederum mit der Anlegung von mehrjährigen Blühstreifen, da dort Insekten ganzjährig Nahrung und Schutz finden, und auch ungestört überwintern können .

Für Schädlinge wie Blattläuse könnte die Nähe zu Waldränder oder Hecken theoretisch bedeuten, dass ein früher Einflug von Blattläusen begünstigt ist. Dies, da die Flugdistanzen aus den Winterquartieren in das Zuckerrübenfeld kürzer sind und das Pfaffenhütchen, der Winterwirt von *A. fabae*, oft in Hecken vorzufinden ist. Studien zeigen jedoch, dass die lokale Verteilung von Schadinsekten sehr schlecht verstanden wird und je nach Anbausystem und Jahr eine sehr hohe Variabilität aufweist (Meehan et al., 2011). Diese Sachverhalte zeigen, wie komplex die räumliche Verteilung von Blattläusen wie auch jene von Nützlingen ist.

3.5 Virusbefall und Ertrag

3.5.1 Wie stark war die Präsenz der viröse Vergilbung je Verfahren?

Eine Übersicht zum Befund der Viruslast und SBR ist in Tabelle 5 dargestellt. Da sich die Planung des Rübenringes, welcher die Abnahme der Zuckerrüben organisiert, kurzfristig änderte, konnten auf zwei Parzellen keine systematischen Probenahme gemacht werden. Die Rüben waren dort leider bereits gegraben und abgeführt worden. An allen anderen Standorten konnten die Proben erfolgreich entnommen und analysiert werden.

Die Vergilbungsviren BYV und BChV konnten zu beiden Zeitpunkten der Probenahme nachgewiesen werden, die restlichen Vergilbungsvektoren (BMYV und BtMV) wurden in keiner Probe detektiert. Die viröse Vergilbung wurde gesamthaft in 30 von 41 Parzellen nachgewiesen und an insgesamt 7 Standorten wurde keine Vergilbung detektiert. Für 2 Standorte war der Nachweis nicht eindeutig (mit Fragezeichen markiert). Da pro Feld maximal 4 Pflanzen zu zwei Zeitpunkten untersucht wurden, ist nicht auszuschliessen, dass das Vergilbungsvirus auch in Parzellen mit negativen Resultaten vorkam. Entscheidend, um eine Auswirkung des NBS auf das Auftreten der Vergilbung schätzen zu können, ist eine quantitative Analyse dessen Verteilung im Feld. Denkbar wären Drohnenaufnahmen anfangs Sommer (Mitte Juni), sobald sich die ersten Vergilbungssymptome zeigen – so wäre der Anteil an Pflanzen, welche durch SBR gelbverfärbt werden, nicht miterfasst (SBR-Symptome zeigen sich typischerweise erst gegen Ende August/anfangs September). Dieses Jahr hatte jedoch die stellenweise starke Vernässung (Sauerstoff- und Nährstoffmangel) die visuelle Unterscheidung von abiotischen und viren-bedingtem Krankheitsbildern je nach Standort massgeblich erschwert. Dies zeigt sich auch dadurch, dass nicht in allen gesammelten symptomatischen Zuckerrüben im Juli (gesammelt während der 3. und 4. Erhebung) ein Vergilbungsvirus nachweisbar war (nur in 8 von 13 Proben).

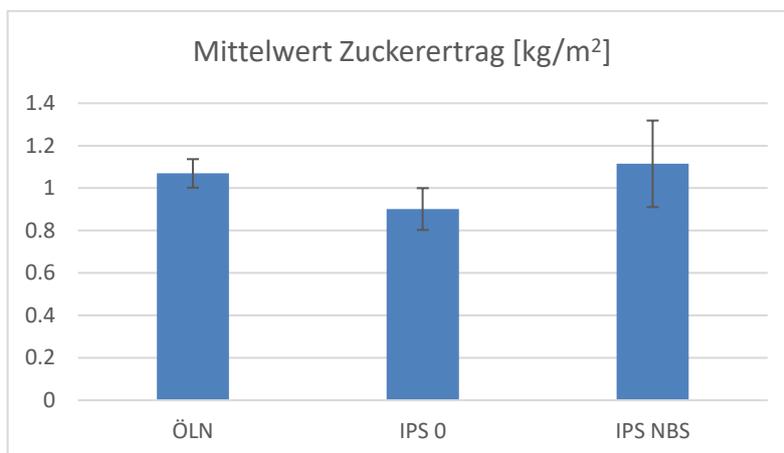
Tabelle 5. Übersicht der Laborresultate zu Viren (BYV, BChV) und SBR. Deutung der Kästchen: gelb = positives Resultat in 1 von 4 Proben; orange = positives Resultat in 2 von 4 Proben; rot = positives Resultat in mind. 3 von 4 Proben; +/- = kein eindeutiges Ergebnis; NA= keine Proben entnommen, da keine Pflanzen mit Symptomen beobachtet; k.A. = keine Angabe, Probenahme war nicht möglich; Stern (*) = Analyse fehlgeschlagen.

Infos Probenahme				Viröse Vergilbung			SBR
ID_Nr	Verfahren	Ort	Kanton	Juli 2021	Okt 2021	Detektiert	Okt 21
01	NBS	Leuzigen	BE	NA	x	Ja	Ja
02	NBS	Suberg	BE	NA	x	Ja	Ja
03	NBS	Limpach	BE	NA	-	Nein	Ja
04	NBS	Neuendorf	SO	x	x	Ja	+/-
05	NBS	Büren zum Hof	BE	NA	x	Ja	Ja
21	NBS	Bellerive	VD	x	-	Ja	Ja
22	NBS	Cuarnens	VD	x	-	Ja	Ja
23	NBS	Villars-le-Terroirs	VD	NA	x	Ja	Ja
24	NBS	Boussens	VD	NA	-	Nein	+/-
25	NBS	Rueyres	VD	x	x	Ja	+/-
06	AB_NBS	Suberg	BE	NA	x	Ja	Ja
07	AB_NBS	Suberg	BE	NA	k.A.	k.A.	k.A.
08	AB_NBS	Seedorf	BE	NA	x	Ja	Ja
09	AB_NBS	Mattstetten	BE	NA	x	Ja	Ja
10	AB_NBS	Iffwil	BE	-	x	Ja	+/-
26	AB_NBS	Senarclens	VD	x	x	Ja	*
27	AB_NBS	Villars-le-Terroir	VD	NA	?	?	+/-
28	AB_NBS	Villars-le-Grand	VD	-	-	Nein	+/-
29	AB_NBS	Rueyres	VD	NA	-	Nein	Ja
30	AB_NBS	Vulliens	VD	-	x	Ja	Ja
11	IP 0	Suberg	BE	NA	x	Ja	Ja
12	IP 0	Pieterlen	BE	x	x	Ja	Ja
13	IP 0	Suberg	BE	NA	x	Ja	Ja
14	IP 0	Jens	BE	NA	x	Ja	Ja
15	IP 0	Seedorf	BE	NA	x	Ja	Ja
31	IP 0	Bellerive	VD	x	-	Ja	Ja
32	IP 0	Cuarnens	VD	x		Ja	Ja
33	IP 0	Villars-le-Terroir	VD	x	?	?	Ja

Infos Probenahme				Viröse Vergilbung			SBR
34	IP 0	Boussens	VD	NA	x	Ja	Ja
35	IP 0	Vulliens	VD	-	x	Ja	Ja
16	ÖLN	Unterramsern	SO	NA	k.A.	k.A.	k.A.
17	ÖLN	Iffwil	BE	-	x	Ja	Ja
18	ÖLN	Unterramsern	SO	NA	x	Ja	Ja
19	ÖLN	Leuzigen	BE	NA	x	Ja	Ja
20	ÖLN	Büren zum Hof	BE	NA	-	Nein	+/-
36	ÖLN	Villars-le-Terroir	VD	x	-	Ja	Ja
37	ÖLN	Cuarnens	VD	NA	-	Nein	Ja
38	ÖLN	Oleyres	VD	x	-	Ja	Ja
39	ÖLN	Goumoens-la-Ville	VD	NA	-	Nein	Ja
40	ÖLN	Avenches	VD	x	x	Ja	Ja
41	Tréfle	Vuarrens	VD	x	x	Ja	Ja

3.5.2 Lässt sich die Wirkung der NBS anhand der Rübenertragsdaten erkennen?

Die Daten der analysierten Rübenproben zeigen, dass der Zuckerertrag in den ÖLN Feldern durchschnittlich 16 % höher lag als in IP Suisse Feldern. Die Felder mit NBS scheinen ein ähnliches Ertragsniveau zu erreichen wie die gespritzten ÖLN Felder (Grafik 12). Der Unterschied innerhalb dieser Felder ist jedoch recht gross. Weitere Auswertungen sind in Vorbereitung.



Grafik 12: Zuckerertrag in den 10 ÖLN und 10 IP Suisse Felder sowie in 9 Felder mit NBS. Ertragsmessung in 5m Distanz zum NBS.

Ein Grund, weshalb sich aus den erhobenen Erntedaten kein offensichtlicher Einfluss des Vergilbungsstatus auf das Ertragsniveau (Unterschiede in Gewicht oder Zuckergehalt der Mischproben innerhalb der Felder und zwischen den Verfahren) ableiten lässt, ist die Anwesenheit von SBR: Der SBR-Druck in den Versuchspartellen war teilweise sehr gross, die Krankheit war an sehr vielen Standorten eindeutig nachweisbar (31 von 41 Parzellen) und färbte ganze Parzellen gelb. Um einen Effekt der virösen Vergilbung in den Ertragsdaten sichtbar zu machen, müssen künftige Versuchspartellen in Regionen mit tiefem SBR-Druck angelegt werden. Ansonsten wird ein möglicher Einfluss durch SBR überlagert. Auch müsste der Befall durch das Vergilbungsvirus quantifiziert werden – wie im vorherigen Abschnitt erklärt, könnte dies mittels multispektralen Drohnenaufnahmen Ende Juni geschehen.

Nebst dem starken Auftreten von SBR, welches vor allem die Zuckergehalte beeinflusst, waren andere Faktoren wie Standort der Parzelle (Exposition), Region (Hagel, Starkniederschläge) und Bodenstruktur (Vernässung) in diesem Jahr ausschlaggebend für die Erträge (t/ha). Das dieses Jahr hohe Variation in Erträgen auch innerhalb der gleicher Sorten feststellbar waren, zeigt die grossen Einflüsse von Witterung und Böden auf die Kultur.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Unsere Pilotstudie beschreibt erstmals den potenziellen Nutzen von Blühstreifen für Nützlinge in Zuckerrüben zur Reduktion von Blattläusen. Nebst der festgestellten relativen Reduktion von Blattläusen in Verfahren mit NBS im Vergleich zu IP Suisse Felder ohne NBS, zeigt sich auch ein positiver Zusammenhang des Aufkommens von Marienkäferiern- und Larven mit dem Aufkommen der schwarzen Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*). Angesichts der Tatsache, dass 1) im Jahr 2021 extreme Witterungsbedingungen herrschten, 2) die Blattläuse erst später und in geringerer Anzahl in die Zuckerrübenfelder einfliegen als 2020, und 3) die NBS zum Zeitpunkt des Blattläuseinfluges nur eine geringe Blütendeckung aufwies, ist es interessant, gleichwohl einige potenzielle Blattlaus-regulierende Effekte der Blühstreifen beobachten zu können. Während Witterung und Blattläuseinflüge nicht beeinflussbar sind, so kann das frühzeitige Blütenangebot optimiert werden: Herbstsaaten sind eine gute Möglichkeit einen frühen Blühbeginn zu erreichen, und somit eine Primärinfektion durch *M. persicae* effektiver abzuwehren.

Spielen Winter- und Frühjahrswitterung optimal zusammen (kalter Winter, welcher Anzahl virus-beladener Blattläuse verringert und milde Temperaturen im März/April, welche ein zügiges Auflaufen der angesäten Blumen begünstigen), und werden Aspekte wie gute Saatbedingungen und optimale Standortwahl berücksichtigt, kann angenommen werden, dass Blühstreifen für Nützlinge ein grosses Potenzial haben, den Blattlausdruck und damit die Ausprägung der virösen Vergilbung zu reduzieren. In Folgeprojekten sollen nebst Frühlingssaaten insbesondere auch Herbstsaaten von Blühstreifen, mehrjährige Blühstreifen und weitere blühende Untersaaten erprobt werden. Gleichzeitig muss auch überprüft werden, welche Pflanzen im Blühstreifen den Blattläusen möglicherweise als Virus-Reservoir dienen könnten. Gegebenenfalls müsste die Mischung optimiert werden. Da SBR einen starken Einfluss auf die Vitalität der Rüben – und damit auf die Erträge - ausübt, ist es sinnvoll, die Auswahl von Versuchspartzellen auf Gebiete mit tiefem SBR-Druck auszuweiten.

Die Erprobung und Weiterentwicklung des Systems *Nützlingsstreifen* ist im Sinne eines nachhaltigen Pflanzenschutzes und stellt nicht zuletzt wegen des Risikos weiterer wegfallender PSM-Wirkstoffe eine sinnvolle und zukunftsorientierte Strategie dar. Da der schädlingsregulierende Effekt von Blühstreifen für Nützlinge bereits in den Ackerkulturen Kartoffel und Winterweizen (Tschumi et al, 2015 und 2016; Albrecht et al, 2020) demonstriert werden konnte, ist die Chance hoch, dass eine ähnliche Wirkung auch in Zuckerrübenfeldern möglich ist.