

Abschlussbericht

Förderinitiative Pestizide: Entwicklung einer spezifischen Nützlings- Rollwiese für den Freilandgemüseanbau als Insektizid-Ersatz

Aktenzeichen: AZ35949

Verfasser: Denise Kuhn, M.Sc.
Hermann Welzel
Dr. Michael Ernst

Stuttgart-Hohenheim
2024



Hermann Welzel Gartenbau
Brühlgasse 2
73457 Essingen
Tel.: 0 73 65 / 372
Fax: 0 73 65 / 5052
E-Mail: info@jungpflanzen.de
Internet: www.jungpflanzen.de



**Staatsschule für Gartenbau
Stuttgart-Hohenheim**

Emil-Wolff-Str. 19-21
70599 Stuttgart
Tel.: 0711/459-22726

E-Mail: Poststelle@SfG.BWL.de
Internet: www.SfG-BW.de

Inhaltsverzeichnis

Seite

| | |
|--|---------------|
| Verzeichnisse | 2 |
| Inhaltsverzeichnis..... | 2 |
| Verzeichnis der Abkürzungen..... | 3 |
| Abbildungsverzeichnis..... | 4 |
| Tabellenverzeichnis | 10 |
| Zusammenfassung | 11 |
| 1. Einführung, Ausgangssituation und Problemstellung | 12 |
| 2. Material und Methoden, Projektablauf | 14 |
| 3. Projektergebnisse | 26 |
| 3.1 Versuchsjahr 2021 | 26 |
| 3.2 Versuchsjahr 2022 | 39 |
| 3.3 Versuchsjahr 2023 | 58 |
| 3.4 Ergebnis-Zusammenfassung | 68 |
| 4. Fazit und Ausblick | 69 |
| 5. Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen und Vorträge | 71 |
| Literaturangaben | 74 |
| Anhang / Informationen für Gemüseerzeuger | 75 |

Verzeichnis der Abkürzungen

| | |
|----------------|---------------------------------|
| Abb. | Abbildung |
| AKh | Arbeitskraftstunde |
| AP | Arbeitspaket |
| BL | Blattläuse |
| DB | Deckungsbeitrag |
| ha | Hektar (10.000 m ²) |
| Ins | Insektizid |
| KW | Kalenderwoche |
| NR | Nützlings-Rollwiese |
| m ² | Quadratmeter |
| PN | Probenahmetermin |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abb. 1 Schematische Darstellung des Arbeits- und Zeitplans für die Jahre 2021, 2022 und 2023. | 15 |
| Abb. 2 Verpackung und Versand der Nützlings-Rollwiesen. A zeigt, wie die gesamten Nützlings-Rollwiesen verpackt werden. Geliefert werden diese aufgerollt und eingepackt in transparenter Stretch-Folie. B zeigt die eingerollte Nützlings-Rollwiese. C zeigt die Größe der Pflanzen zum Zeitpunkt des Versendens. | 17 |
| Abb. 3 Darstellung einer Blühparzelle, bei welcher der Kahlfraß der Salate, welche sich in unmittelbarer Umgebung der Nützlings-Rollwiese befinden, zu sehen ist. | 21 |
| Abb. 4 Anordnung des Versuchsfeldes im Jahr 2021. Erkennbar sind die 10 Blühparzellen, wovon sich fünf im Westen des Feldes und fünf im Osten des Feldes befinden. Die weiße Markierung in der Mitte versinnbildlicht die Mitte des Feldes, also die Enden der Parzellen. Die Abstände, in welchen die Salate bonitiert werden, betragen 6,25 m, 12,5 m, 18,75 m, 31,25 m und 37 m. Die Zahlen (1-10) zeigen die Nummer der Nützlings-Rollwiesen-Parzelle. | 22 |
| Abb. 5 Anordnung des Versuchsfeldes im Jahr 2022. Erkennbar sind die 5 Parzellen, welche durch Blattzichorie (<i>Cichorium intybus</i> var. <i>foliosum</i>) voneinander getrennt sind. In jeder Parzelle war eine Nützlings-Rollwiese-Insel etabliert (1,2 m x 3 m). Die Abstände, in welchen die Salate bonitiert wurden, betragen 0 m, 14 m, 28 m, 42 m, 56 m, 70 m und 84 m. Die Zahlen 1-5 zeigen die jeweilige Nützlings-Rollwiesen-Parzelle. | 23 |
| Abb. 6 Anordnung des Insektizid-Versuchsfeldes im Jahr 2022. Das Feld ist 33 m x 33 m und somit ~ 1000 m ² groß. Die jeweiligen Parzellen (Kontrolle, grün und Insektizid-behandelt, rot) wurden ausgemessen (1,2 m x 5 m) und abgesteckt. Der Abstand zwischen den bonitierten Salaten betrug mindestens 20 m, um eine mögliche Insektizid-Kontamination auszuschließen. ... | 24 |
| Abb. 7 Anordnung des Versuchsfeldes im Jahr 2023. Hierfür wurden Parzellen gewählt, die jeweils 20m lang und 12 m (8 Beete) breit waren. Es wurden zwei Randbeete an der linken Seite des Feldes, und ein Randbeet an der rechten Seite definiert. Die Parzellen wurden alternierend mit einer Nützlings-Rollwiese ausgestattet, oder unbehandelt gelassen (Kontrolle). Hierdurch ergaben sich 8 Nützlings-Rollwiesen-Inseln und 7 Kontroll-Parzellen. | 25 |
| Abb. 8 Analyse der Gelbschalen-Experimente. a Analyse der Nützlinge, welche in den Gelbschalen gefangen wurden in Abhängigkeit der PN. b Darstellung einer Gelbschale, welche in einer Nützlings-Rollwiese ausgelegt wurde. | 26 |
| Abb. 9 Anzahl und Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit. a Anzahl der Blattläuse mit fortschreitender Kulturdauer. b Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Das Signifikanzlevel wurde mit einem Tukey post-hoc Test ausgewertet und wird über die Buchstaben a, b, ab und c angezeigt. Signifikant bei p<0.05. | 27 |
| Abb. 10 Anzahl Blattläuse mit zunehmendem Abstand zur Nützlings-Rollwiese. Dargestellt sind die drei PN (PN 1: ocker, PN 2: oliv, PN 3: grün), die Anzahl der Blattläuse und die Distanz zur Nützlings-Rollwiese. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst. | 28 |

- Abb. 11 Nützlinge auf den Salaten.** a zeigt sind die Nützlinge, die sich in PN 1-3 in Abhängigkeit mit der Distanz von der Nützlings-Rollwiese befinden. b soll korrelative Zusammenhänge zwischen den Blattläusen und den Nützlingen, die sich auf den Salaten befinden, zeigen. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst.29
- Abb. 12 Verteilung der Blattläuse nach West und Ost mit kontinuierlichem Westwind.** Die PN sind deklariert unter „1“, „2“ und „3“. Die Nützlings-Rollwiesen im Osten (BW1-5) sind orange dargestellt, die im Westen (6-10) grün.30
- Abb. 13 Anzahl und Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit.** A Anzahl der Blattläuse, die sich zu den jeweiligen Probenahmezeitpunkten auf den Salatköpfen befinden, B Auftreten von Blattläusen (%), wobei „Auftreten“ definiert ist, als mindestens eine Blattlaus auf den Salat, wobei „kein Auftreten“ 0 Blattläuse bedeutet.31
- Abb. 14 Anzahl Blattläuse mit zunehmendem Abstand zur Nützlings-Rollwiese.** Dargestellt sind die drei PN (PN 1: türkis, PN 2: grün, PN 3: rosa), das Blattlaus-Trockengewicht und die Distanz zur Nützlings-Rollwiese: 6,25 m; 12,5 m; 18,75 m; 25 m; 31,25 m; 37,5 m. Signifikanzniveau bei $p < 0,05$. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst.32
- Abb. 15 Nützlinge auf den Salaten.** Gezeigt sind die Nützlinge, die sich in PN 1-3 in Abhängigkeit mit der Distanz von der Nützlings-Rollwiese befinden. Die unterschiedlichen PN sind farblich markiert (PN 1: blau, PN 2: grün, PN 3: rosa).33
- Abb. 16 Verteilung der Blattläuse nach West und Ost mit kontinuierlichem Westwind.** Die PN sind deklariert unter „1“, „2“ und „3“. Die Nützlings-Rollwiesen im Osten (BW1-5) sind blau dargestellt, die im Westen (6-10) rot.34
- Abb. 17: Anzahl und Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit.** a Anzahl der Blattläuse, die sich zu den jeweiligen Probenahmezeitpunkten auf den Salatköpfen befinden, b Auftreten von Blattläusen (%), wobei „Auftreten“ definiert ist, als mindestens eine Blattlaus auf dem Salat, wobei „kein Auftreten“ 0 Blattläuse bedeutet.35
- Abb. 18: Anzahl Blattläuse mit zunehmendem Abstand zur Nützlings-Rollwiese.** Dargestellt sind die drei PN (PN 1: türkis, PN 2: grün, PN 3: rosa), das Blattlaus-Trockengewicht und die Distanz zur Nützlings-Rollwiese: 6,25 m; 12,5 m; 18,75 m; 25 m; 31,25 m; 37,5 m. Signifikanzniveau bei $p < 0,05$. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst.36
- Abb. 19: Nützlinge auf den Salaten.** Gezeigt sind die Nützlinge, die sich in PN 1-3 in Abhängigkeit mit der Distanz von der Nützlings-Rollwiese befinden. Die unterschiedlichen PN sind farblich markiert (PN 1: blau, PN 2: grün, PN 3: rosa).37
- Abb. 20 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – ohne Nützlings-Rollwiese.** Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den PN 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde anhand eines Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.39

Abb. 21 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten – ohne Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Nützlinge, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (n = 35, N = 105). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt jeweils den Mittelwert.40

Abb. 22 Auswertung der Kescherbeprobungen der Nützlings-Rollwiese: prozentuales Auftreten der Nützlinge. Parasitoide Wespen (Hymenoptera Parasitoid, schwarz), Florfliegenlarven (Neuroptera Larven, grau), Schwebfliegen (Diptera – Syrphidae, gelb), Marienkäfer (Coleoptera – Coccinellidae, rot) und adulte Florfliegen (Neuroptera Imago, grün).
.....41

Abb. 23 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den PN 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (n = 35, N = 105). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.42

Abb. 24 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten mit Hinblick auf zunehmende Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den PN 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: n = 5, N = 35). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.43

Abb. 25 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Nützlinge, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (n=35, N=105). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.44

Abb. 26 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten mit Hinblick auf steigender Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: n = 5, N = 35). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.45

Abb. 27 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.46

Abb. 28 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten mit Hinblick auf steigende Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: $n = 5$, $N = 35$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.47

Abb. 29 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Nützlinge, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n=35$, $N=105$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.48

Abb. 30 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten mit Hinblick auf steigender Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: $n = 5$, $N = 35$). Die Probenahmen fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.49

Abb. 31 Auswertung der Kescherbeprobungen der Nützlings-Rollwiese: prozentuales Auftreten der Nützlinge. Parasitoide Wespen (Hymenoptera Parasitoid, schwarz), Schwebfliegen (Diptera – Syrphidae, gelb), räuberische Gallmücken (Diptera – Aphidoletes, türkis) und Oirus-Wanzen (Anthocoridae – Orius spp., braun).50

Abb. 32 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.51

Abb. 33 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten mit Hinblick auf steigende Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: n = 5, N = 35). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.52

Abb. 34 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Nützlinge, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (n = 35, N = 105). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.53

Abb. 35 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten mit Hinblick auf steigender Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: n = 5, N = 35). Die Probenahmen fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.54

Abb. 36 Gegenüberstellung der verschiedenen Behandlungen einer Schädlingsbekämpfung (chemisch-synthetisch (Ins) oder biologisch (Nützlings-Rollwiese (NR))). Gezeigt sind die beiden Behandlungen NR: Nützlings-Rollwiese, die eine biologische Schädlingsbekämpfung mit sich bringen soll und Ins: Insektizid-behandelte Salate. Der rote Punkt zeigt den jeweiligen Mittelwert.56

Abb. 37 Anzahl der Blattläuse im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.58

Abb. 38 Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit der Behandlung. Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Grün = kein Auftreten, frei von Blattläusen, grau = befallen mit mindestens einer Blattlaus.59

Abb. 39 Anzahl der Nützlinge im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Nützlinge, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.60

Abb. 40 Anzahl der Blattläuse im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.61

| | |
|--|----|
| Abb. 41 Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit der Behandlung. Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Grün = kein Auftreten, frei von Blattläusen, grau = befallen mit mindestens einer Blattlaus. | 62 |
| Abb. 42 Anzahl der Nützlinge im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Nützlinge, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden. | 63 |
| Abb. 43 Anzahl der Blattläuse im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden. | 64 |
| Abb. 44 Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit der Behandlung. Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Grün = kein Auftreten, frei von Blattläusen, grau = befallen mit mindestens einer Blattlaus. | 65 |
| Abb. 45 Anzahl der Nützlinge im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Nützlinge, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden. | 66 |
| Abb. 46 Poster für den Gemüsebautag und Tag der offenen Tür Uni Hohenheim 2021. | 72 |
| Abb. 47 Poster für den Gemüsebautag und Tag der offenen Tür Uni Hohenheim 2022. | 72 |
| Abb. 48 Poster für den Gemüsebautag und Tag der offenen Tür Uni Hohenheim 2023. | 73 |

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Auflistung der Blütmischungs-Zusammensetzung für den dritten und vierten Anbausatz: gezeigt sind die Nahrungsressource, Eigenschaften wie die Familie, die Wuchshöhe und Blütezeit und welcher Nützlichling von diesen Pflanzen angelockt wird (Rakhshani et al. 2005; Van Rijn und Wäckers 2010; Van Rijn 2012; Laubertie et al. 2012; Charles und Paine 2016; Sarwar 2016)16

Tab. 2: Wetterdaten der jeweiligen Anbausätze und Jahre. Diese Daten wurden aufgenommen von einer Wetterstation, die 2 m entfernt von den Versuchsfeldern war.19

Zusammenfassung

Der Freilandgemüsebau stellt eine der intensivsten und produktivsten Flächennutzungen der deutschen Kulturlandschaft dar. Die Gesellschaft erwartet vom heimischen Gemüsebau selbstverständlich ein hochwertiges, schädlings- sowie rückstandsfreies Produkt bei gleichzeitig möglichst geringen negativen Einflüssen auf Mensch und Umwelt. Der Reduktion des Pestizideinsatzes kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Im Freilandgemüsebau werden regelmäßige Kulturen mit kurzer Standzeit (z.B. Salate) satzweise angepflanzt. Um ein schädlingsfreies Produkt zu erhalten, werden dabei Insektizide eingesetzt. Um diesen Insektizid-Einsatz zu verringern bei gleichzeitig befallsfreien Ernteprodukten, können Nützlinge eine wichtige Rolle spielen, so wie dies für die Gewächshausproduktion von Fruchtgemüse mittlerweile praxisüblich ist.

Damit Nützlinge im Freilandgemüsebestand möglichst schnell und stabil etabliert werden können, muss ihnen Habitat und spezifische Nahrung(spflanzen) angeboten werden.

In einem dreijährigen Versuch wurde geprüft, ob durch den Einsatz von vorkonfektionierten Nützlings-Rollwiesen in Kopfsalat-Anbausätzen die praxisüblichen Insektizid-Applikationen ersetzt werden können und dabei ein befallsfreies und verkaufsfähiges Produkt erzeugt werden kann.

Für die Nützlings-Rollwiese wurde eine spezifische Blühpflanzen-Artensammensetzung gewählt, die ein gutes Durchblühverhalten aufweist und für wichtige Blattlaus-Prädatoren attraktiv ist.

Wichtige Versuchsfragen dabei waren:

- Wie wirksam ist die „Offene Zucht“ von Blattlaus-Prädatoren in einer Kopfsalatkultur?
- Wie tief dringen Blattlaus-Prädatoren in den Salatbestand ein – ausgehend von einer Nützlings-Rollwiese?
- Welche Anbausätze von Kopfsalat können so wirksam durch die Nützlings-Rollwiese geschützt werden, dass auf eine Insektizid-Behandlung verzichtet werden kann?

Über die drei Versuchsjahre lässt sich zusammenfassend sagen, dass sich die Nützlings-Rollwiese ohne weitere Bemühungen sehr gut selbst etabliert. In unseren Versuchen wurde die Nützlings-Rollwiese zeitgleich mit der Kultur in den Boden gebracht. Allgemein zeigte sich, dass die Nützlings-Rollwiese erst ihre Wirkung voll entfaltet, sobald sie komplett etabliert ist und in Blüte steht. Dies war in allen Versuchsjahren bei unterschiedlichem Witterungsverlauf sicher beim zweiten Anbausatz der Fall (meist im Frühsommer). Der erste und letzte Anbausatz muss schwierigeren Umweltfaktoren standhalten, wie beispielsweise wechselhaftes Wetter, Kälteperioden oder starken Regenfällen.

Die eindrucksvollste Reduktion der Blattläuse konnte 2022 beobachtet werden, als für den ersten Anbausatz keine Nützlings-Rollwiese etabliert worden war und die Blattlaus-Zahlen exponentiell anstiegen. Nachdem allerdings eine Nützlings-Rollwiese in den Bestand etabliert wurde, konnte eine eindeutige Reduktion beobachtet werden. Und sobald die Wiese etabliert war und in Blüte stand, wurden maximal 40% der Salate mit einem Befall von mindestens einer Blattlaus ermittelt.

Daraus leitet sich die Empfehlung ab, dass für mindestens ein Drittel der Saison (d.h. für mindestens einen Salat-Satz) auf den Insektizideinsatz verzichtet werden kann.

Die Biodiversität der Insekten wird ebenfalls erhöht. Dies lässt sich nicht nur an den steigenden Zahlen der Nützlinge, sondern auch an den weiteren Insekten und Spinnentieren in der Salatkultur zeigen.

Für den biologischen Gemüsebau stellt die Nützlings-Rollwiese eine effektive Maßnahme zur Schädlingsbekämpfung im Freilandgemüsebau dar.

1. Einführung, Ausgangssituation und Problemstellung

In Deutschland findet der Freilandgemüseanbau auf ungefähr 130.000 ha agrarwirtschaftlich genutzter Fläche statt. Ca. 50% der Kulturen haben eine kurze Standzeit und können deswegen in einem Jahr mehrfach gepflanzt werden, wodurch sich die tatsächlich genutzte Fläche theoretisch erhöht. Um den Ertrag und die Qualität der Kultur zu sichern, ist es üblich, auf Pestizide, darunter auch Insektizide, zurückzugreifen. In Deutschland beläuft sich aktuell die Gesamtaufwandmenge an Pestiziden auf ungefähr vier Millionen Tonnen. Der Insektizid-Anteil macht ca. 30% aus: das bedeutet also 1,2 Millionen Tonnen (Pestizidatlas 2022).

Der Salatanbau findet in Deutschland auf knappen 7.000 ha statt. Er weist eine kurze Kulturdauer von ungefähr 6 Wochen auf. Durch die Praxistauglichkeit des satzweisen Anbaus steigt die Gesamtfläche des Salatanbaus somit in einem Jahr auf über 20.000 ha. Auf Grund des massiven Schädlingsdruckes im Freiland ist der Einsatz von Insektiziden auf diesen 20.000 ha Salatanbau durch v.a. Pyrethroide und Neonicotinoide üblich (Möckel et al. 2021). Insektizide generell wirken meist breitbändig gegen alle Insekten – sowohl Schädlinge wie Blattläuse oder die weiße Fliege, allerdings auch gegen verschiedene Nützlinge, welche als Bestäuber oder natürliche Antagonisten agieren (Sparks und Nauen 2015).

Beim Anbau von Fruchtgemüse in Gewächshäusern werden bereits seit langer Zeit beispielsweise Hummeln zum Bestäuben blütentragender Kulturen wie Paprika oder Tomate eingesetzt. Zudem etablierte sich 1990 der Einsatz von Nützlingen als biologischer Pflanzenschutz, wodurch verschiedenste Nützlinge in dem nahezu geschlossenen System ausgebracht werden, die rein biologisch einen Schädlingsbefall drastisch minimieren können. Ab diesem Zeitpunkt wurde der Insektizid-Einsatz reduziert bis komplett vermieden, da sich ansonsten die unspezifisch wirkenden Insektizide auch negativ auf die unterschiedlichsten Nützlinge auswirken. Dieses System, die unspezifischen Insektizide zu reduzieren oder zu ersetzen und den Schädlingsdruck im Gewächshaus durch biologischen Pflanzenschutz entgegenzuwirken, sollte auch auf das Freiland übertragen werden.

2019 wurden dazu bereits Versuche zum Einsatz von Nützlingen im Freiland-Kohlgemüseanbau mittels der Blümmischung „Hannover Mischung“ durchgeführt (Sartisoehn 2018). Sartisoehn fand heraus, dass sich durch die maßgeschneiderten Blühwiesen mit der „Hannover Mischung“ mehr Nützlinge anlocken lassen als bei konventionellen Blümmischungen. Zusätzlich stellte er fest, dass die Ausbringung dieser Blühwiesen zu einer Minimierung des Schädlingsbefalles beitragen (Sartisoehn 2018).

Auf Basis dieser Ausgangssituation verfolgte Hermann Welzel (Firma: Welzel Gartenbau) die Idee der raschen Begrünung von Flächen durch die Verlegung eines blühenden „Rollrasens“ und startete die Entwicklung einer Nützlings-Rollwiese für den Gemüsebau. Es wurden bereits Vorversuche zur Etablierung einer Nützlings-Rollwiese durchgeführt (Maier 2021, unveröffentlicht), bei welchen u.a. die teilweise kurze Standzeit verschiedener Gemüsekulturen eine große Herausforderung mit sich bringt. Die Vorversuche, die Hermann Welzel tätigte, beliefen sich auf unterschiedliche Saatgutmischungen, Saatechniken und verschiedenen Substraten der Rollwiese. Des Weiteren wurden bereits 2020 an dem Lehr- und Versuchsbetrieb der Staatsschule für Gartenbau (SfG) Stuttgart-Hohenheim verschiedene Nützlings-Rollwiesen der Firma Hermann Welzel in einer Selleriekultur getestet und ausgewertet (Maier 2021, unveröffentlicht).

Die übergeordneten Ziele dieses Projektes stellen u.a. eine signifikante Reduzierung des Insektizid-Einsatzes im Freilandgemüseanbau dar. Dabei sollte die Umweltkontamination durch das Vermindern oder gar Vermeiden von Pestizid-Einsätzen verringert werden und gleichzeitig sollten die Nicht-Zielorganismen geschont werden. Des Weiteren steht die Biotop-Vernetzung der einheimischen Flora und Fauna im Vordergrund, welche durch diese Nützlings-Rollwiesen geschaffen werden kann. Durch die Biotop-Vernetzung geht auch eine Verbesserung der Ökosystem-Dienstleistungen einher, wodurch u.a. die Insekten-Populationen geschützt und gefördert werden.

Ziel des Vorhabens

Das Ziel dieses Projektes ist es den biologischen Pflanzenschutz im Freilandgemüsebau durch Nützlings-Rollwiesen zu etablieren und damit den Pestizideinsatz zu reduzieren. Dies geschieht durch die Identifizierung der geeigneten Nützlinge und deren natürliche Nahrungsressource. Außerdem soll die Nützlings-Rollwiese keine drastischen Ertragseinbußen (z.B. Flächenkonkurrenz) durch ihre Ausbringung verursachen, wodurch herausgefunden werden muss, welche Abstände die Wiesen maximal zueinander haben dürfen. Außerdem gilt das Produktionsverfahren von den Nützlings-Rollwiesen weiter auszubauen und zu verbessern. Des Weiteren gilt es ein gutes Durchblühverhalten der Rollwiese zu erhalten, sodass über die komplette Saison (Mai - Oktober) die Nützlinge durch Vertreterpflanzen angelockt werden.

Versuchsfragen

Für den Einsatz der Nützlings-Rollwiese im Erwerbsgemüsebau müssen folgende Fragen geklärt werden:

- Werden die Nützlinge durch die Nützlings-Rollwiese in ausreichendem Maße angelockt? Oder: Kann auf einen Besatz der Nützlings-Rollwiese mit Nützlingen verzichtet werden?
- Wie groß ist die Distanz, die die Nützlinge zurücklegen, wenn sie angelockt werden?
- Wie verändert sich der Blattlausbefall mit immer größer werdender Distanz zur Nützlings-Rollwiese? Oder: Wie weit reicht die Eindringtiefe der Nützlinge ausgehend von einer Nützlings-Rollwiese?
- Hat der Einsatz der Nützlings-Rollwiese einen vergleichbaren Erfolg bei der Blattlausbekämpfung wie der Einsatz von Insektiziden?

2. Material und Methoden, Projektablauf

Das Projekt war ursprünglich auf 24 Monate angesetzt, wurde insgesamt allerdings 36 Monate finanziert. Folgende Arbeitspakete (AP) wurden im Laufe des Projektes von 2021 bis 2022 abgearbeitet (Abb. 1):

AP 01 Erstellung der Versuchspläne für die Screening-Versuche
SfG + Welzel
01/2021

Erstellung der detaillierten Versuchspläne für 2022
SfG + Welzel
01/2022

AP 02 Auswahl der Pflanzen und Substrate für verschiedene Nützlings-Rollwiesen
SfG + Welzel
01/2021 bis 05/2021

AP 09 Exakt-Versuch zur Aussaat, Anzucht, Verpackung, Transport der Nützlings-Rollwiese
Welzel, Essingen
02/2022 bis 08/2022

AP 03 Screening-Versuch zur Aussaat, Anzucht, Verpackung, Transport der Nützlings-Rollwiese
Welzel, Essingen
02/2021 bis 08/2021

AP 10 Auswertung der Exakt-Versuche aus AP 09
Welzel + SfG
09/2022

AP 04 Auswertung der Screening-Versuche aus AP 03
Welzel + SfG
09/2021

AP 11 Exakt-Versuch zur "Auspflanzung", Pflege und Wirkung der Nützlings-Rollwiese
SfG, Hohenheim
04/2022 bis 09/2022

AP 05 Screening-Versuch zur "Auspflanzung", Pflege und Wirkung der Nützlings-Rollwiese
SfG, Hohenheim
04/2021 bis 09/2021

AP 12 Auswertung der Exakt-Versuche aus AP 11
SfG, Hohenheim
10/2022

AP 06 Auswertung der Screening-Versuche aus AP 05
SfG, Hohenheim
10/2021

AP 13 Erstellung einer Kulturanleitung zum Schadinsekten-Management mittels Nützlings-Rollwiese + Publikation der Versuchsberichte / -ergebnisse (siehe Kap. 10)
SfG, Hohenheim
11/2022

AP 07 Erstellung eines Zwischenberichts aus den Screening-Versuchen
SfG, Hohenheim
11/2021 bis 12/2021

AP 14 Erstellung des Abschlussberichts aus allen Versuchen
SfG, Hohenheim
12/2022

AP 08 Optimierte Auswahl der Pflanzen und Substrate für verschiedene Nützlings-Rollwiesen

Abschlussbericht: Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

Das Projekt führte zu vielen weiteren Fragestellungen, weswegen wir eine Nachbewilligung beantragt hatten. Hierbei wurden für das Jahr 2023 folgende AP definiert und abgearbeitet (Abb. 1):

AP 01 Erstellung der Versuchspläne für 2023 auf Grund der im Jahre 2022 erhobenen Daten
SfG
11/2022

AP 04 Exakt-Versuche auf dem Feld (3 – 4 Anbauperioden)
AP 04a Insektizid-Variante
SfG
04/2023 – 10/2023

AP 02 Exakt-Versuche mit Nützlingen für die Anpassung der Blütmischung und Auswertung
SfG
11/2022 – 02/2023

AP 05 Auswertung der Exakt-Versuche aus AP 04
SfG
11/2023

AP 03 Anpassung der Blütmischung und Aussaat der Nützlings-Rollwiesen
SfG + Welzel
02/2023 – 03/2023

AP 06 Erstellung des Abschlussberichtes und der Kulturanwendung
SfG + Welzel
12/2023

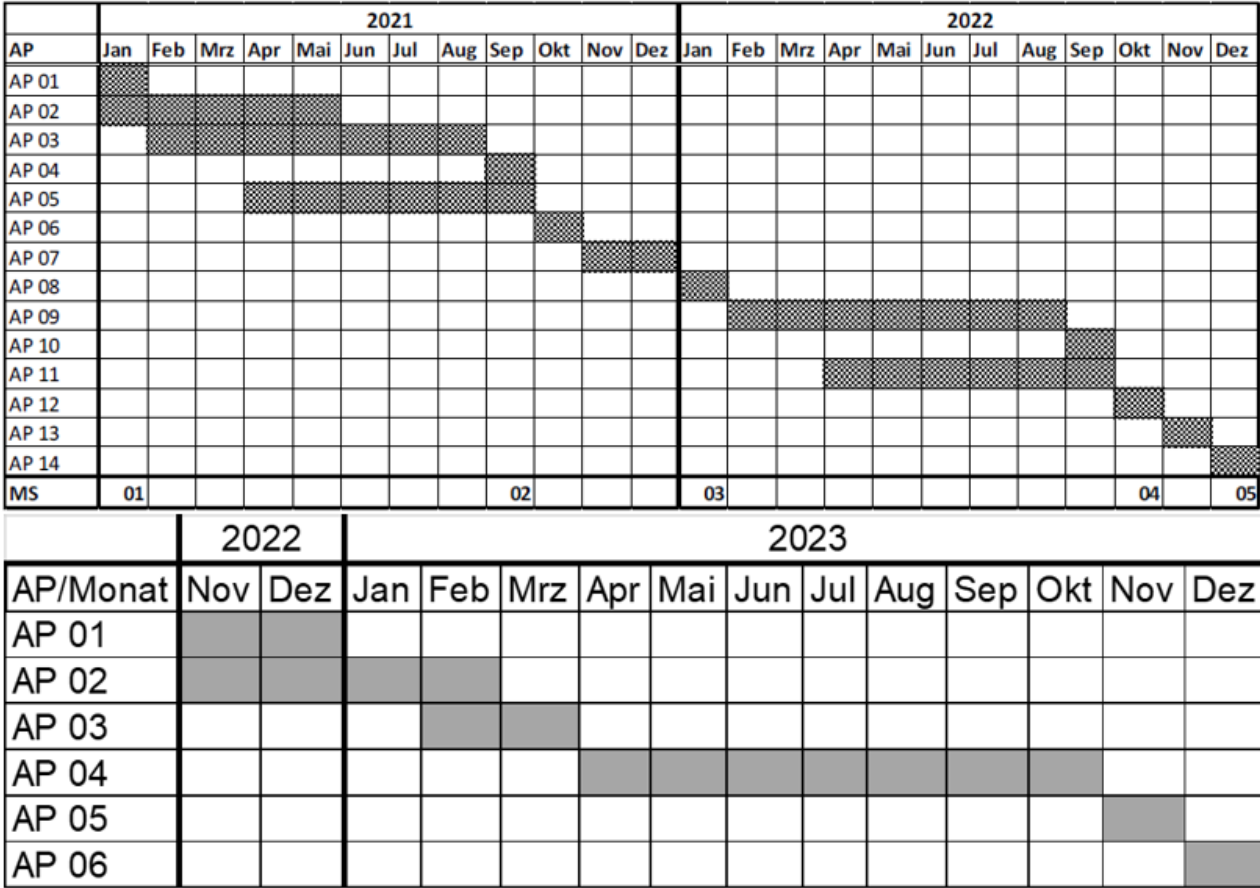


Abb. 1 Schematische Darstellung des Arbeits- und Zeitplans für die Jahre 2021, 2022 und 2023.

Abschlussbericht: Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

In unserem Projekt untersuchen wir eine spezielle Alternative zum Insektizid-Einsatz im Freilandgemüseanbau: eine Nützlings-Rollwiese. Im ersten Jahr unseres Projektes (2021) wurden verschiedene Parameter getestet: die Auswahl geeigneter Pflanzen und Substrate (AP 02), verschiedene Aussaat- und Anzuchttechniken, wie die Verpackung und der Transport der Nützlings-Rollwiese (AP 03/AP 04), die hauptsächlich bei der Firma Welzel GmbH durchgeführt wurden, als auch direkt Exaktversuche. Da sich die Blütmischung bewährt hatte, wurde diese die vergangenen 3 Jahre nicht abgeändert – auch, um Vergleichbarkeit beizubehalten (Tab. 1).

Die Blütmischung setzt sich wie folgt zusammen:

Tab. 1: Auflistung der Blütmischungs-Zusammensetzung für den dritten und vierten Anbausatz: gezeigt sind die Nahrungsressource, Eigenschaften wie die Familie, die Wuchshöhe und Blütezeit und welcher Nützling von diesen Pflanzen angelockt wird (Rakhshani et al. 2005; Van Rijn und Wäckers 2010; Van Rijn 2012; Laubertie et al. 2012; Charles und Paine 2016; Sarwar 2016)

| Nahrungsressource | Familie | Wuchshöhe [cm] | Blütezeit | Nützling |
|---|---------------------|-------------------|---------------|---------------------------------|
| Kümmel (<i>Carum carvi</i>) | <i>Apiaceae</i> | 30 - 80 | Mai - Jul | <i>Syrphidae</i> |
| Wilde Möhre (<i>Daucus carota</i>) | <i>Apiaceae</i> | 30 - 100 | Jun - Okt | <i>Syrphidae</i> |
| Ringelblume (<i>Calendula officinalis</i>) | <i>Asteraceae</i> | 20 - 60 | Jun - Okt | <i>Coccinellidae, Syrphidae</i> |
| Kornblume (<i>Centaurea cyanus</i>) | <i>Asteraceae</i> | 40 - 80 | Mai - Sept | <i>Chrysoperla carnea</i> |
| Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>) | <i>Asteraceae</i> | 10 - 150 | Jun – Sept | <i>Coccinellidae</i> |
| Echter Salbei (<i>Salvia pratensis</i>) | <i>Lamiaceae</i> | 30 - 60 | Jun - Aug | <i>Aphidius colemani</i> |
| Klatschmohn (<i>Papaver rhoeas</i>) | <i>Papaveraceae</i> | 20 - 30 / 50 - 60 | Mai - Jun/Jul | <i>Coccinellidae</i> |
| Luzerne (<i>Medicago sativa</i>) | <i>Fabaceae</i> | > 100 | Jun - Sept | <i>Aphidius colemani</i> |
| Kleine Sterndolde (<i>Astrantia major</i>) | <i>Apiaceae</i> | > 40 | Jul - Aug | <i>Syrphidae</i> |
| Mannstreu (<i>Eryngium campestre</i>) | <i>Apiaceae</i> | 50 - 100 | Jul - Aug | <i>Encarsia formosa</i> |

Die Rollwiese soll ein gutes Auflauf- und Wuchsverhalten der eingesäten Pflanzenarten zeigen. Des Weiteren sollte sie gute Rolleigenschaften mit sich bringen, sodass der Transport und das Ausbringen problemlos, schnell und einfach gelingt. Auch die flexible Handhabung auf dem Feld muss gegeben sein, sodass die Rollwiese keinen großartigen Mehraufwand für den Landwirt bedeutet. Und darüber hinaus muss die Nützlings-Rollwiese auch unproblematisch an- und weiterwachsen.

Abschlussbericht: Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

Die Firma Hermann Welzel Gartenbau GmbH, Essingen hat durch Vorversuche die Zusammensetzung der Rollwiese, die Wahl des Substrates und die Aussaattechnik optimiert. Das Vlies der Rollwiesen besteht zu 50% aus Schafwolle und zu 50% aus Hanffasern, die die Stabilität der Rollwiese bedingen. Durch diese Zusammensetzung ist das Vlies rein biologisch abbaubar, wodurch die Nützlings-Rollwiese direkt ins Feld integriert wird. Auf dieses Vlies wird 5 cm Bio-Erdpresstopferde (Potground H) gegeben, worauf die Saatgutmischung ausgesät wird. Die Rollwiesen wurden in einem Gewächshaus der Firma Hermann Welzel ausgelegt, bis die Keimlinge eine Wuchshöhe von ca. 4-5 cm aufwiesen. Sie wurden täglich gegossen und auf Mangelerscheinungen überprüft. Anschließend wurde sie eingerollt, verpackt und an die Staatsschule für Gartenbau geliefert (Abb. 2). Die Rollwiesen haben die Maße 0,60 m x 2,50 m und liegen somit standardisiert im Rastermaß typischer Beetbreiten (1,20 m, 1,80 m, ...).



Abb. 2 Verpackung und Versand der Nützlings-Rollwiesen. A zeigt, wie die gesamten Nützlings-Rollwiesen verpackt werden. Geliefert werden diese aufgerollt und eingepackt in transparenter Stretch-Folie. B zeigt die eingerollte Nützlings-Rollwiese. C zeigt die Größe der Pflanzen zum Zeitpunkt des Versendens.

Salatsorte

Als geeignete Salatsorte wurde Kopfsalat (*Lactuca sativa* var. *capitata*) der Sorte Ulmo ausgewählt. Das Saatgut wurde von der Firma Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel B.V. bezogen. Die Sorte wurde ausgewählt, da sie eine geringe Resistenz gegenüber der schwarzen Johannisbeerblattlaus *Nasanovia ribisnigri* hat (Nr:1); eine Eigenschaft, die für unsere Versuche von Vorteil ist. Hätte die Salatsorte eine Grundresistenz gegen Blattläuse, könnte eine fehlende Besiedlung der Blattläuse

die Versuchsergebnisse verfälschen. Des Weiteren entwickeln sich Kopfsalate i.d.R. sehr schnell, wodurch wir mehrere Sätze in einem Jahr planen und durchführen konnten.

Bonituren

Um die Vermarktungsfähigkeit zu beurteilen, wurde – wie in gemüsebaulichen Praxisversuchen üblich – eine Bonitur durchgeführt. Dabei wird eine visuelle Beurteilung zum Erntetermin vorgenommen und entsprechende Boniturnoten vergeben. Die Boniturnoten machen eine Aussage über die entsprechende Merkmalsausprägung. Dabei bedeutet die

Boniturnote 1: Das Merkmal ist nicht oder extrem gering ausgeprägt.

3: Das Merkmal ist gering ausgeprägt.

5: Das Merkmal ist mittel ausgeprägt.

7: Das Merkmal ist stark ausgeprägt.

9: Das Merkmal ist extrem stark ausgeprägt.

Ein Kopfsalat gilt ab der Boniturnote 7 als vermarktungsfähig.

Gelbschalen

Die Verwendung von Gelbschalen zum Fangen und Detektieren von Insekten ist eine einfache, aber auch sehr effektive Methode. Hierbei wird die Gelbschale an den gewünschten Ort ausgebracht und dreiviertel voll mit einer Fangflüssigkeit (Spülmittel-Wasser-Gemisch) befüllt. Das Spülmittel im Gemisch dient der Oberflächenzerstörung des Wassers, wodurch hineinfliegende Insekten untergehen und ertrinken. Die Gelbschalen werden üblicherweise an sonnigen, regenfreien Tagen ausgebracht, da die Insektenaktivität dort am höchsten ist. Wir stellten die Gelbschalen morgens auf und ließen diese 9 Stunden lang stehen. Nach den 9 Stunden wird die Fangflüssigkeit inklusive der Insekten (und Spinnentiere) durch ein Sieb gefiltert und mit Hilfe einer Ethanol-Spritzflasche in Probenröhren überführt.

Keschern

Da wir nach Auswertungen der Gelbschalen-Daten vermuteten, dass die gelbe Farbe der Schalen eine Anlockung der Insekten bewirkte, wodurch die Anzahl der gefangenen Insekten nicht automatisch die Anzahl der Insekten entspricht, die sich normalerweise in der Nützlings-Rollwiese befinden würden, „kescherten“ wir die Nützlings-Rollwiesen ab dem Versuchsjahr 2022 ab, anstatt Gelbschalen auszulegen. Hierfür wurde ein Insektenkescher genommen. Eine Person stellte sich an den Anfang der Nützlings-Rollwiese. Mit jedem Schritt wurde mit dem Kescher abwechselnd einmal links und einmal rechts die Nützlings-Rollwiese abgestreift. Dies ergaben insgesamt 4 Kescherschläge pro Nützlings-Rollwiese. Daraufhin wird der Kescher zugehalten, sodass keine Insekten entweichen können. Werden (Wild-)bienen oder Wespen entdeckt, so wird versucht diese freizulassen, ohne andere Insekten entweichen zu lassen. Der Kescher wird nach und nach umgestülpt, wobei der Inhalt des Keschers in einen Plastik-Zipperbeutel überführt wird. Die Kescherproben wurden umgehend bei -80°C eingefroren.

Probennahme

2021 und 2022: Die Probennahmen begannen ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit und wurden einmal wöchentlich an einem sonnigen Tag durchgeführt. In jedem der Abstände wurde je ein Salatkopf entnommen, auf Gewicht und Kopffestigkeit untersucht und danach in einem Spülmittel-Wasser-Gemisch abgewaschen, sodass sich die Insekten von den Blättern lösten. Die Salate wurden anschließend nochmals gründlich auf verbliebene Insekten untersucht. Danach wurden die Insekten abgeseibt, in 70% Ethanol überführt und daraufhin im Labor untersucht. Hierbei wurden Schädlinge (Blattläuse), Nützlinge (Schwebfliege, Schlupfwespen, Wanzen, Marienkäfer und Florfliegen) und Sonstige (Spinnentiere, Springschwänze, etc.) sorgfältig sortiert. Die Schädlinge und Nützlinge wurden quantitativ ausgewertet. Die Probenahme verlief in jedem Jahr und in jedem Anbausatz gleich.

2023: Die Probennahmen begannen ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit und wurden einmal wöchentlich durchgeführt. Hierfür wurden pro Parzelle je 5 Salatköpfe entnommen, auf Gewicht und Kopffestigkeit untersucht und danach in einem Spülmittel-Wasser-Gemisch abgewaschen, sodass sich die Insekten von den Blättern lösten. Die Kopfsalate wurden anschließend nochmals gründlich auf verbliebene Insekten untersucht. Danach wurden die Insekten aus dem Spülmittel-Wasser-Gemisch abgeseibt, in 70% Ethanol überführt und daraufhin im Labor untersucht. Hierbei wurden Schädlinge (Blattläuse), Nützlinge (Schwebfliegen, Schlupfwespen, Wanzen, Marienkäfer und Florfliegen) und Sonstige (Spinnentiere, Springschwänze, etc.) sorgfältig sortiert und quantitativ ausgewertet.

Für alle drei Anbausätze wurde komplett auf jeglichen Einsatz von Pestiziden verzichtet

Wetterdaten

Für alle Anbausätze wurden die lokalen Wetterdaten aufgezeichnet. Wobei deutlich wurde, dass nicht nur erwartungsgemäß zwischen den Anbausätzen, sondern auch zwischen Versuchsjahren deutliche Unterschiede zu verzeichnen waren.

Tab. 2: Wetterdaten der jeweiligen Anbausätze und Jahre. Diese Daten wurden aufgenommen von einer Wetterstation, die 2 m entfernt von den Versuchsfeldern war.

| | | Temperatur | Wind | Niederschlag | Luftfeuchtigkeit | Blattnässe | Sonneneinstrahlung [kWh/m ²] | Sonnenstunden Summe [h] | Wachstumstage Summe [T _Ø >=5°C] |
|------|-------------|----------------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------|--|-------------------------|--|
| | | (2m) Mittelwert [°C] | Mittelwert [m/s] | Mittelwert [mm] | it Mittelwert [%] | Mittelwert [%] | | | |
| 2021 | Anbausatz 1 | Ø | 16,1 | 1,8 | - | 73,9 | 37,4 | - | - |
| | | Min | 9,6 | - | - | - | - | - | - |
| | | Max | 25,7 | - | - | - | - | - | - |
| 2021 | Anbausatz 2 | Ø | 16,9 | 1,1 | 2,8 | 81,0 | 55,7 | 4642,0 | 6,6 |
| | | Min | 12,1 | - | - | - | - | - | - |
| | | Max | 22,8 | - | - | - | - | - | - |
| 2021 | Anbausatz 3 | Ø | 12,2 | 1,0 | 1,6 | 84,2 | 61,1 | 3218,9 | 6,5 |
| | | Min | 6,3 | - | - | - | - | - | - |
| | | Max | 19,9 | - | - | - | - | - | - |
| 2022 | Anbausatz 1 | Ø | 13,9 | 1,7 | 1,7 | 67,9 | 27,7 | 5714,2 | 8,8 |
| | | Min | 8,2 | 0,3 | 0,0 | 47,0 | 9,0 | 1046,0 | 0,0 |
| | | Max | 23,0 | 2,7 | 29,2 | 92,0 | 71,0 | 8163,0 | 14,0 |
| 2022 | Anbausatz 2 | Ø | 19,7 | 1,5 | 1,8 | 66,6 | 33,5 | 6991,9 | 10,7 |
| | | Min | 14,5 | 0,9 | 0,0 | 48,0 | 11,0 | 2300,0 | 0,0 |
| | | Max | 27,1 | 2,6 | 21,5 | 89,0 | 67,0 | 8850,0 | 15,0 |
| 2022 | Anbausatz 3 | Ø | 20,0 | 1,4 | 1,7 | 66,9 | 35,9 | 5118,0 | 8,3 |
| | | Min | 14,9 | 0,8 | 0,0 | 43,0 | 10,0 | 1062,0 | 0,0 |
| | | Max | 26,2 | 2,5 | 19,3 | 94,0 | 99,0 | 7665,0 | 14,0 |
| 2022 | Anbausatz 4 | Ø | 12,5 | 1,3 | 2,2 | 85,9 | 68,2 | 1649,0 | 1,9 |
| | | Min | 8,5 | 0,6 | 0,0 | 69,0 | 36,0 | 403,0 | 0,0 |
| | | Max | 19,2 | 2,7 | 25,3 | 96,0 | 100,0 | 3765,0 | 7,0 |
| 2023 | Anbausatz 1 | Ø | 13,6 | 1,7 | 1,2 | 71,9 | 31,3 | 5085,5 | 6,9 |
| | | Min | 4,2 | 0,9 | 0,0 | 41,0 | 9,0 | 1506,0 | 0,0 |
| | | Max | 19,1 | 3,1 | 8,8 | 93,0 | 77,0 | 8474,0 | 14,0 |
| 2023 | Anbausatz 2 | Ø | 19,8 | 1,9 | 1,9 | 64,3 | 24,4 | 5785,2 | 8,1 |
| | | Min | 13,3 | 1,1 | 0,0 | 40,0 | 8,0 | 1974,0 | 0,0 |
| | | Max | 31,9 | 3,4 | 15,8 | 89,0 | 78,0 | 8776,0 | 15,0 |
| 2023 | Anbausatz 3 | Ø | 19,0 | 1,3 | 2,1 | 76,3 | 39,3 | 4434,9 | 7,8 |
| | | Min | 12,2 | 0,8 | 0,0 | 63,0 | 13,0 | 1583,0 | 0,0 |
| | | Max | 25,7 | 2,5 | 21,1 | 92,0 | 80,0 | 6797,0 | 13,0 |

Ausbringung der Nützlings-Rollwiese und Artenzusammensetzung

Die Nützlings-Rollwiese zeigte bereits 2021 ein sehr gutes Auflauf- und Wuchsverhalten der eingesäten Pflanzenarten. Auf Grund dessen wurde Ausbringverfahren in allen drei Versuchsjahren (2021, 2022 und 2023) gleichermaßen gehandhabt. Der Boden wurde mit einer Beetfräse vorbereitet. Auf die aufgelockerte Erde wurde die Nützlings-Rollwiese aufgebracht und in Abhängigkeit vom natürlichen Niederschlag bewässert, bis diese angewachsen war.

Einige Pflanzenarten konnten sich der Konkurrenz nicht erwehren bzw. kaum durchsetzen, was bei der noch ausstehenden Optimierung der Blühpflanzenarten-Zusammensetzung berücksichtigt werden muss.

Die Zusammensetzung der Blümmischung, die auf der Rollwiese ausgesät wird, wurde auf der Basis von wissenschaftlichen Publikationen ausgewählt (Rakhshani et al. 2005; Van Rijn und Wäckers 2010; Van Rijn 2012; Laubertie et al. 2012; Charles und Paine 2016; Sarwar 2016). Daraus ergaben sich letztlich insgesamt 12 Pflanzenkomponenten. Es wurde darauf geachtet, dass für jeden natürlichen Antagonisten mindestens eine einheimische Pflanzenart zu jedem Zeitpunkt der Anbauperiode im Blühstadium ist. Dies bedeutet, dass die Nützlings-Rollwiese ein Durchblühvermögen zeigen sollte - im Praxistest funktionierte dies auch.

Des Weiteren galt das Verfahren des Ausbringens der Nützlings-Rollwiese zu optimieren. Dafür wurden die Hälfte der Stellen, an denen die Rollwiese angebracht werden soll, vorbereitet, indem sie angewalzt wurden. Die andere Hälfte wurde einfach auf den frisch bearbeiteten und gefrästen Boden ausgelegt. Um das Anwachsverhalten steuern und beobachten zu können, wurde die Rollwiese zweimal täglich per Hand gegossen. In der Praxis würden die eingebrachten Nützlings-Rollwiesen und die Kultur beregnet werden. Es zeigte sich kein Unterschied in der Schnelligkeit des Anwachsens der unterschiedlichen Vorbereitungen. Die Nützlings-Rollwiese erweist sich als sehr schnell und einfach auszubringen, pflegeleicht und bedarf keiner weiteren Pflege.

Probleme bei der Nützlings-Rollwiese ergaben sich hauptsächlich aus wetterbedingten Gründen. So gab es im Jahr 2021 viel Regen und einen teilweise sehr starken Wind, wodurch die Rollwiesen kurzzeitig überschwemmt wurden und auf Grund der hohen Pflanzendichte schwer wieder abtrockneten. So entstand innerhalb der Rollwiese eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit. Zusätzlich zu der Luftfeuchtigkeit wurde die Blühwiese nicht gemäht bzw. nicht von abgestorbenen organischen Materialien befreit. So ergab sich ein perfektes Habitat für Schnecken, die sich dort eingenistet haben. Die Salate um die Blühwiese herum wurden bevorzugt, teilweise bis zum Kahlfraß, gefressen (Abb. 3). Dieses Problem wurde erfolgreich mit dem biologischen Schneckenkorn (SLUXX® Progema) angegangen.



Abb. 3 Darstellung einer Blühparzelle, bei welcher der Kahlfraß der Salate, welche sich in unmittelbarer Umgebung der Nützlings-Rollwiese befinden, zu sehen ist.

Versuchsjahr 2021. Zum Start des Projektes fanden bereits im Jahr 2021 Exaktversuche statt, wofür uns ein Feld mit den Maßen Länge x Breite: 100 m x 50 m und somit mit einer Gesamtfläche von 5000 m² zur Verfügung stand. Dieses wurde in insgesamt fünf große Abschnitte mit insgesamt 10 Parzellen unterteilt. Eine dieser Parzellen bestand aus jeweils einem Randbeet, auf welches Kopfsalat gepflanzt wurde. In der Mitte der beiden Randbeete befanden sich zwei weitere Beete, in welche am Anfang des Beetes die Nützlings-Rollwiese eingesetzt wurde. Des Weiteren wurden die Abschnitte in westliche und östliche Parzellen unterteilt, wodurch sich die Nützlings-Rollwiesen an den beiden langen Enden des Feldes befanden. Als natürliche Barriere der jeweiligen Abschnitte zueinander wurde die Blattzichorie (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) – ebenfalls eine Pflanzenart der Familie *Asteraceae* – ausgesät (Abb. 4).

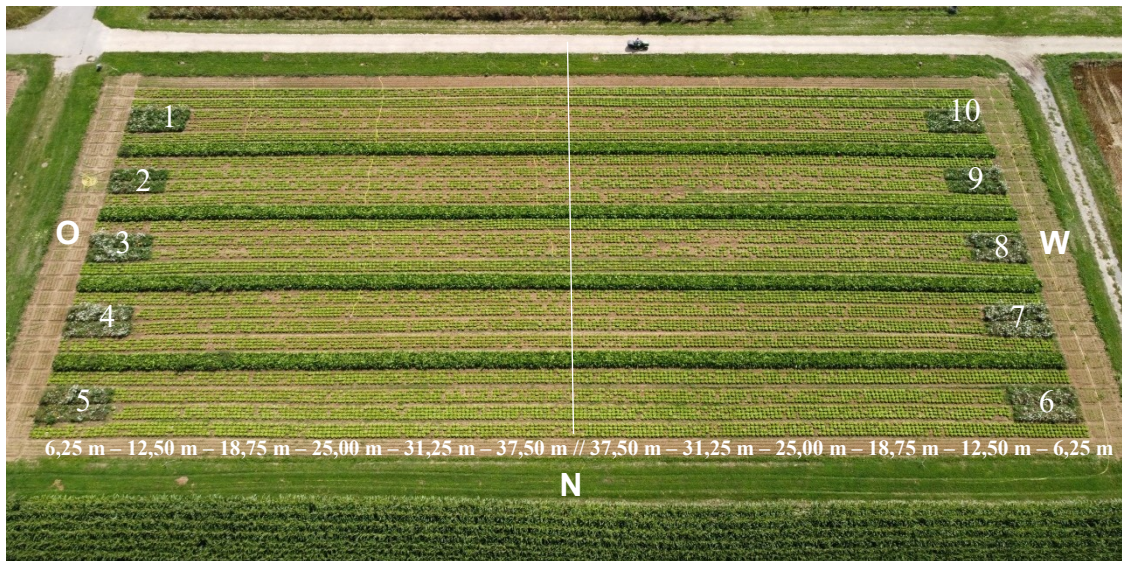


Abb. 4 Anordnung des Versuchsfeldes im Jahr 2021. Erkennbar sind die 10 Blühparzellen, wovon sich fünf im Westen des Feldes und fünf im Osten des Feldes befinden. Die weiße Markierung in der Mitte versinnbildlicht die Mitte des Feldes, also die Enden der Parzellen. Die Abstände, in welchen die Salate bonitiert werden, betragen 6,25 m, 12,5 m, 18,75 m, 31,25 m und 37 m. Die Zahlen (1-10) zeigen die Nummer der Nützlings-Rollwiesen-Parzelle.

Für die Versuche wurden innerhalb der Parzellen jeweils sechs Abstände á 6,25 m definiert, die von der Nützlings-Rollwiese bis zur Mitte des Feldes reichen: 6,25 m – 12,5 m – 18,75 m – 25 m – 31,25 m – 37,5 m || 37,5 m – 31,25 m – 25 m – 18,75 m – 12,5 m – 6,25 m.

Die Nützlings-Rollwiese wurde auf ihre Funktionalität getestet. Dies bedeutet, dass sie zum einen auf ihre Anlockungsfähigkeit getestet wurde. Hierfür wurden Gelbschalen, in welchen sich eine Fangflüssigkeit befand, in die Mitte der Rollwiesen ausgelegt und für acht Stunden stehen gelassen. Hierbei wurde darauf geachtet, dass die Wetterverhältnisse immer ungefähr gleich waren (Wind < 0,5m/s, sonnig und wolkenlos). Die Auswertung der Nützlinge erfolgte quantitativ. Es konnte gezeigt werden, dass die Nützlings-Rollwiese die Nützlinge auch tatsächlich anzog (AP 02). Eine Schwachstelle dieser Methode war allerdings, dass die Gelbschalen eine selektive Wirkung auf den Fang der verschiedenen Nützlinge zeigten. Die Fangmethode wurde im Jahr 2022 ausgebessert.

Versuchsjahr 2022. Ziel war es, den Aktivitätsradius der Nützlinge zu ermitteln. Jedoch konnte kein definitiver Trend gezeigt werden, dass die Anzahl der Nützlinge mit größerer Distanz abnahm. Dadurch bestand die Vermutung, dass der im Jahr 2021 maximal getestete Abstand von 37,5 m zu gering war. Diese Problematik wurde im Jahr 2022 ausgebessert (Abb. 5). Hierfür wurde wieder ein Feld mit den Maßen L x B: 100 m x 50 m mit Kopfsalat bepflanzt. Die Nützlings-Rollwiesen wurden hierbei nur an das westliche Ende des Feldes ausgebracht.



Abb. 5 Anordnung des Versuchsfeldes im Jahr 2022. Erkennbar sind die 5 Parzellen, welche durch Blattzichorie (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) voneinander getrennt sind. In jeder Parzelle war eine Nützlings-Rollwiese-Insel etabliert (1,2 m x 3 m). Die Abstände, in welchen die Salate bonitiert wurden, betrug 0 m, 14 m, 28 m, 42 m, 56 m, 70 m und 84 m. Die Zahlen 1-5 zeigen die jeweilige Nützlings-Rollwiesen-Parzelle.

Für diesen Versuchsaufbau wurden innerhalb der Parzellen sieben Abstände á 14 m definiert, die von der Nützlings-Rollwiese bis zum Ende des Feldes reichen. Die Probenahmen wurden wie bereits oben beschrieben durchgeführt.

Um die Funktionalität der Nützlings-Rollwiese zu testen wurde im Jahr 2022 auf Kescherfänge zurückgegriffen. Die Kescherfänge wurden pro Anbauperiode dreimal durchgeführt. Hierfür wurde, ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit, einmal in der Woche an einem sonnigen, möglichst wolkenlosen Tag die Nützlings-Rollwiesen-Insel abgekeschert. Ein standardisiertes Verfahren, bei welchem genau vier Kescherschläge pro Parzelle durchgeführt wurden, wurde etabliert. Nach dem Keschern wurden die Tiere in eine Plastiktüte transferiert und bei -20°C bis zur Sortierung und Bestimmung aufbewahrt.

Der erste Anbausatz wurde demnach ohne Nützlings-Rollwiese durchgeführt. Bei dem zweiten Anbausatz war zwar eine Nützlings-Rollwiese etabliert, allerdings wurde dort (auf Grund von Lieferschwierigkeiten) eine abweichende Blümmischung ausgesät. Im dritten und vierten Anbausatz war die Nützlings-Rollwiese mit der von uns erstellten Blümmischung etabliert, die teilweise (v.a. im dritten Anbausatz) allerdings noch nicht im komplett generativen Stadium ausgebildet war.

Insektizid-Versuch

Für den Insektizid-Versuch wurde ein Feld (33 m x 33 m) mit *L. sativa* bepflanzt (Abb. 6). Das Design ähnelt, um die Vergleichbarkeit mit dem Nützlings-Rollwiesen-Versuch zu gewährleisten, dem Aufbau des Hauptversuch-Feldes. Somit war der Abstand der Insektizid-Parzellen (Abb. 17, rote Rechtecke) derselbe wie der Abstand von Nützlings-Rollwiese zur Nützlings-Rollwiese. Am anderen Ende des Feldes war die Kontrolle angesiedelt (grüne Rechtecke), die unbehandelt blieb. Die

jeweiligen Parzellen wurden ausgemessen und abgesteckt. Die Größe der Parzellen war dieselbe, wie die Fläche, die durch die Nützlings-Rollwiese eingenommen wurde ($2 \times 1,2 \text{ m} * 3 \text{ m} = 7,2 \text{ m}^2/\text{Parzelle}$; $7,2 \text{ m}^2 \times 4 \text{ Parzellen} = 28,8 \text{ m}^2$).

Das Insektizid wurde praxisnah nach Herstellerangaben ausgebracht, welche 200 g Mospilan/ha betragen. Bei unserer Fläche von $28,8 \text{ m}^2$ entsprach dies also eine Menge von 0,72 g Mospilan gelöst in 1,44 l Wasser. Die Ausbringung wurde per Handspritze durchgeführt, um eine präzise Ausbringung zu gewährleisten und um eine Kontamination der Kontrollparzellen zu verhindern.

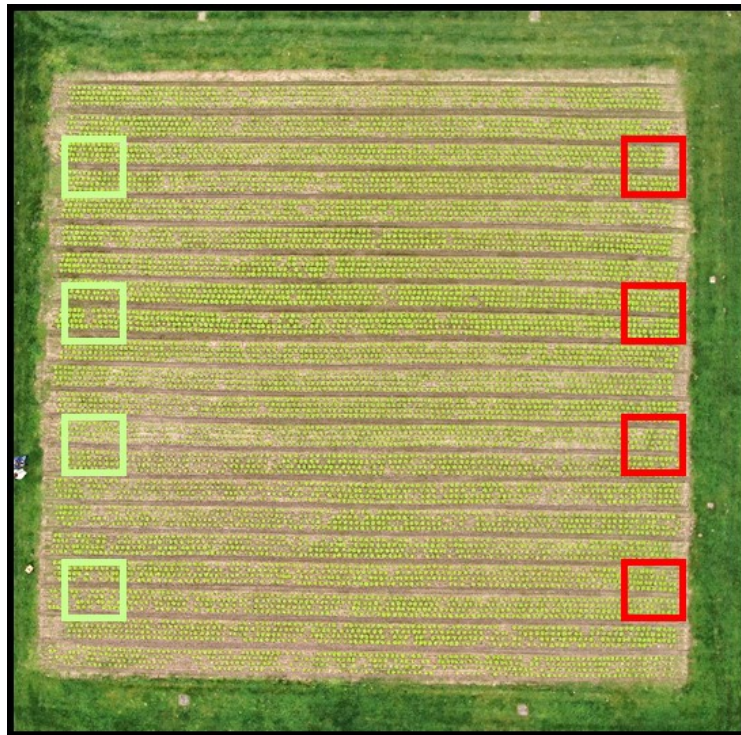


Abb. 6 Anordnung des Insektizid-Versuchsfeldes im Jahr 2022. Das Feld ist $33 \text{ m} \times 33 \text{ m}$ und somit $\sim 1000 \text{ m}^2$ groß. Die jeweiligen Parzellen (Kontrolle, grün und Insektizid-behandelt, rot) wurden ausgemessen ($1,2 \text{ m} \times 5 \text{ m}$) und abgesteckt. Der Abstand zwischen den bonitierten Salaten betrug mindestens 20 m , um eine mögliche Insektizid-Kontamination auszuschließen.

Versuchsjahr 2023. Im Jahr 2023 führten wir einen Patch-Versuch durch, um herauszufinden, wie die Nützlings-Rollwiesen auf dem Feld angeordnet sein sollten. Im übergeordneten Ziel steht die Frage der Effizienz bzgl. der Anzahl der Nützlings-Rollwiesen, die auf einem Hektar benötigt werden. Wir etablierten 8 Nützlings-Rollwiesen-Parzellen in einem Feld (LxB: $100 \text{ m} \times 50 \text{ m}$, 5000 m^2) (Abb. 7). Diese sollen zu einer Maximierung der biologischen Schädlingsbekämpfung führen. Des Weiteren sollen durch die Blühinseln ökologische Trittsteine geschaffen werden, sodass die Nützlinge, sobald sie angelockt werden, über das ganze Feld verteilt Nahrung finden können. In diesem Jahr wurden wieder drei Anbausätze durchgeführt, da sich im Jahr 2022 zeigte, dass der vierte Salatsatz ein Risikosatz ist und, dass die Nützlinge sich bereits in Winterruhe befinden, während die Schädlinge weiterhin Aktivität zeigten.



Abb. 7 Anordnung des Versuchsfeldes im Jahr 2023. Hierfür wurden Parzellen gewählt, die jeweils 20 m lang und 12 m (8 Beete) breit waren. Es wurden zwei Randbeete an der linken Seite des Feldes, und ein Randbeet an der rechten Seite definiert. Die Parzellen wurden alternierend mit einer Nützlings-Rollwiese ausgestattet, oder unbehandelt gelassen (Kontrolle). Hierdurch ergaben sich 8 Nützlings-Rollwiesen-Inseln und 7 Kontroll-Parzellen.

Statistik

Alle statistischen Analysen wurden mit R (Version 4.0.3) in RStudio (Version 2023) (R Core Team 2023) unter Verwendung der vorinstallierten Pakete durchgeführt. Statistische Signifikanz wurde bei $p < 0,05$ angenommen. Die numerischen Daten zu den Unterschieden in den Abständen der Anzahl von Blattläusen und ihren natürlichen Feinden wurden mit linearen gemischten Modellen für die Regressionsanalyse analysiert. Generalisierte lineare Modelle (glm) (mit negativer Binomialfamilie) wurden durchgeführt, um die Ansätze und Probenahmen zu vergleichen, wobei die Abstände, die Wechselwirkungen zwischen allen Kofaktoren und die Blühstreifen als Zufallsfaktoren berücksichtigt wurden. ANOVAs der einzelnen berechneten Modelle wurden durchgeführt, um wichtige (d. h. signifikante) Kofaktoren zu ermitteln. Wenn Kofaktoren oder Interaktionen zwischen Kofaktoren keine Signifikanz aufwiesen, wurden sie aus den Modellen ausgeschlossen. Nur für Daten, die sich auf das Jahr 2023 beziehen, wurden generalisierte lineare Modelle unter Verwendung der negativen Binomialfamilie verwendet. Für alle Modelle wurden Tukey-Tests für individuelle Vergleiche durchgeführt. Die Diagramme der Daten wurden mit JMP® Pro 17.2 (701896) (JMP(R) Pro) erstellt.

3. Projektergebnisse

3.1 Versuchsjahr 2021

Funktionalität der Blühwiese – Anlockung der Nützlinge

Um die Funktionalität der Nützlings-Rollwiese zu testen, wurden Gelbschalen in den jeweiligen Blühwiesen deponiert (Abb. 8). Die Insekten, die von der Nützlings-Rollwiese angelockt wurden, wurden in den Gelbschalen gefangen, abgesiebt, in 70 % Ethanol überführt und im Labor ausgewertet. Es zeigte sich, dass in dem ersten Probenahmetermin (PN; Mittelwert: 28) signifikant mehr Nützlinge gefangen wurden als in PN 2 (Mittelwert: 8,6) und 3 (Mittelwert: 10,7; Im: estimate: 28.0, Std. Fehler: 3.137 $t = 0.927$, $p < 0.001$, $n = 60$, $N = 180$; Abb. 8a).

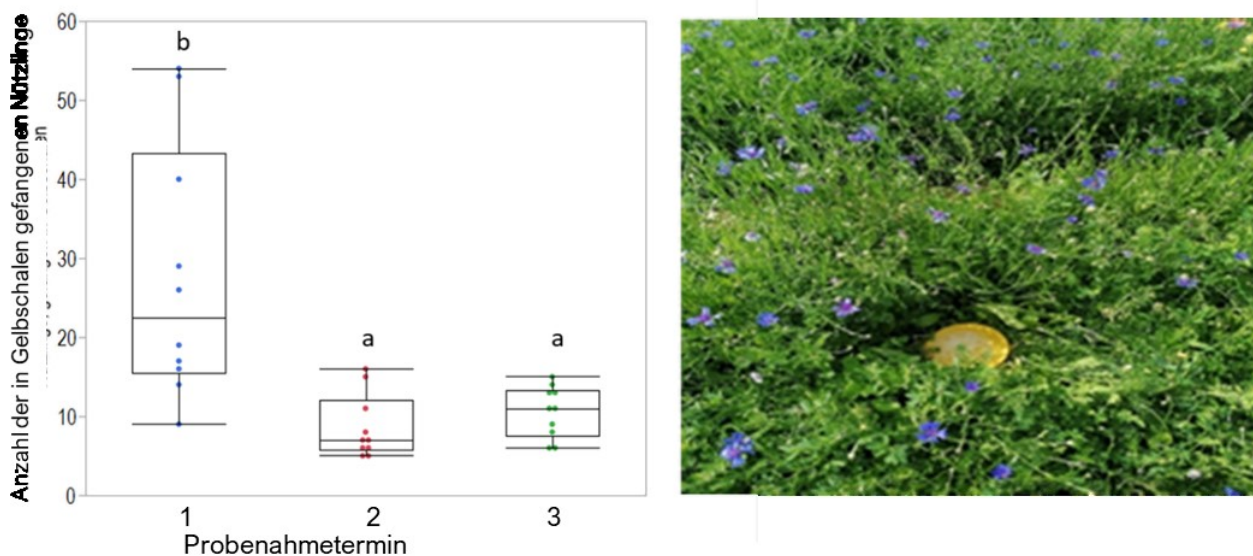


Abb. 8 Analyse der Gelbschalen-Experimente. a Analyse der Nützlinge, welche in den Gelbschalen gefangen wurden in Abhängigkeit der PN. b Darstellung einer Gelbschale, welche in einer Nützlings-Rollwiese ausgelegt wurde.

Erster Anbausatz

Entwicklung der Blattlauspopulation - mit fortschreitender Kulturdauer

Um die Blattlauspopulationsentwicklungen mit fortschreitender Kulturdauer zu untersuchen, wurden an drei aufeinanderfolgenden Wochen (ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit) Salate entnommen, in einem Spülmittel-Wasser-Gemisch gewaschen, die abgeseibten Tiere in 70 % Ethanol konserviert und im Labor untersucht.

Es zeigte sich, dass mit fortschreitender Kulturdauer (PN 1 – 3) die Anzahl der Blattläuse pro Salatkopf signifikant geringer wurde (glm, Tukey post hoc-Test: estimate: 9.9234, Std Fehler: 0.2543, $t = 39.03$, $p < 0.01$, $n = 60$, $N = 180$; Abb. 8a). In PN 3 konnten kaum noch Blattläuse auf den Salaten gefunden werden. Des Weiteren ergab sich ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. PN 2 und PN 3 unterscheiden sich signifikant im Auftreten von Blattläusen zur PN 1 (Pearson's Chi-squared test: $X\text{-squared} = 72.079$, $df = 2$, $p < 0.01$, $n = 60$, $N = 180$; Abb. 9).

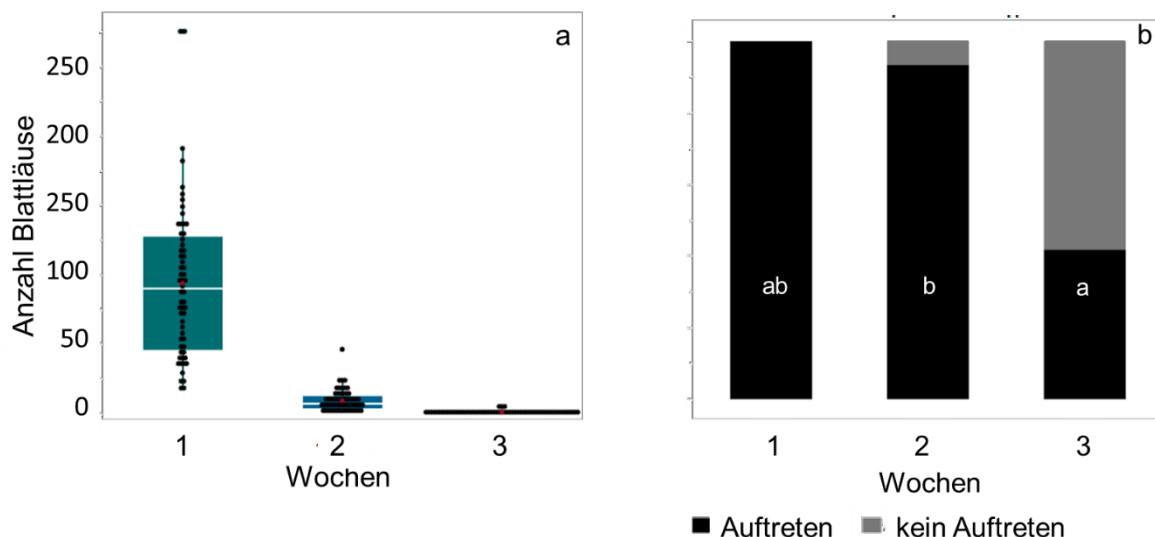


Abb. 9 Anzahl und Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit. a Anzahl der Blattläuse mit fortschreitender Kulturdauer. b Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Das Signifikanzlevel wurde mit einem Tukey post-hoc Test ausgewertet und wird über die Buchstaben a, b, ab und c angezeigt. Signifikant bei $p < 0.05$.

Entwicklung der Blattlauspopulation - mit zunehmender Distanz

Sowohl in PN 1, als auch in PN 2 konnte kein Unterschied in der Anzahl der Blattläuse mit steigendem Abstand zur Nützlings-Rollwiese gefunden werden. Allerdings konnten in PN 3 signifikant mehr Blattläuse in den Abständen 12,5 m, 31,25 m und 37,5 m zur Blühwiese gefunden werden (generalized linear mixed model: estimate: 0.4200, Std Fehler: 0.3964, t=1.06, p<0.01, n=10, N=60; Abb. 10).

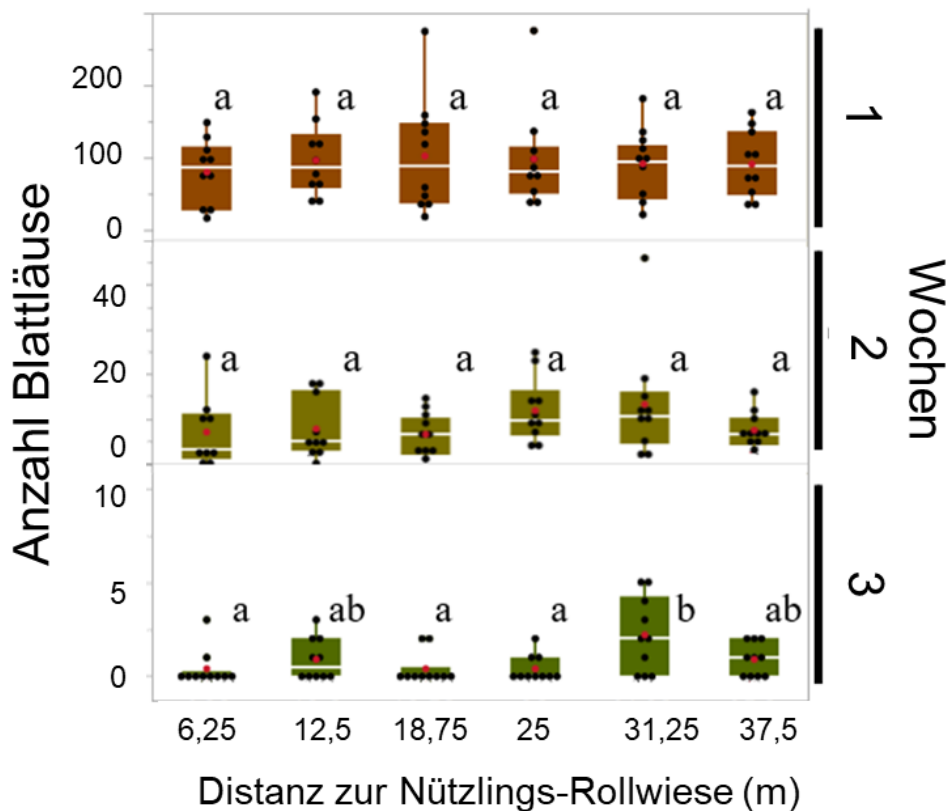


Abb. 10 Anzahl Blattläuse mit zunehmendem Abstand zur Nützlings-Rollwiese. Dargestellt sind die drei PN (PN 1: ocker, PN 2: oliv, PN 3: grün), die Anzahl der Blattläuse und die Distanz zur Nützlings-Rollwiese. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst.

Entwicklung der Nützlingspopulation – mit zunehmender Distanz

In der PN 1 waren bei einem Abstand von 37,5 m zur Nützlings-Rollwiese signifikant weniger Nützlinge auf den Salaten als bei allen anderen Abständen (glm.nb: estimate:-0.89794, Std Fehler: 0,42762, $t = -2,1$, $p < 0,05$, $n = 10$, $N = 100$; Abb. 10). In PN 2 konnten sowohl im Abstand 18,75 m (glm.nb: estimate: 0,7472, Std Fehler: 0,2875, $t = 0,599$, $p < 0,01$, $n = 10$, $N = 60$), als auch in 25 m; (glm.nb: estimate: 0,6360, Std Fehler: 0,2901, $t = 2,192$, $p < 0,05$, $n = 10$, $N = 60$; Abb. 10) signifikant mehr Nützlinge gefunden werden. In PN 3 zeigte sich kein Unterschied in der Anzahl der Nützlinge, die sich auf den Salaten in den unterschiedlichen Abständen zu Nützlings-Rollwiese befinden (glm.nb: estimate: 1,56862, Std. Fehler: 0,30062, $t = 5,218$, $p > 0,05$, Abb. 11).

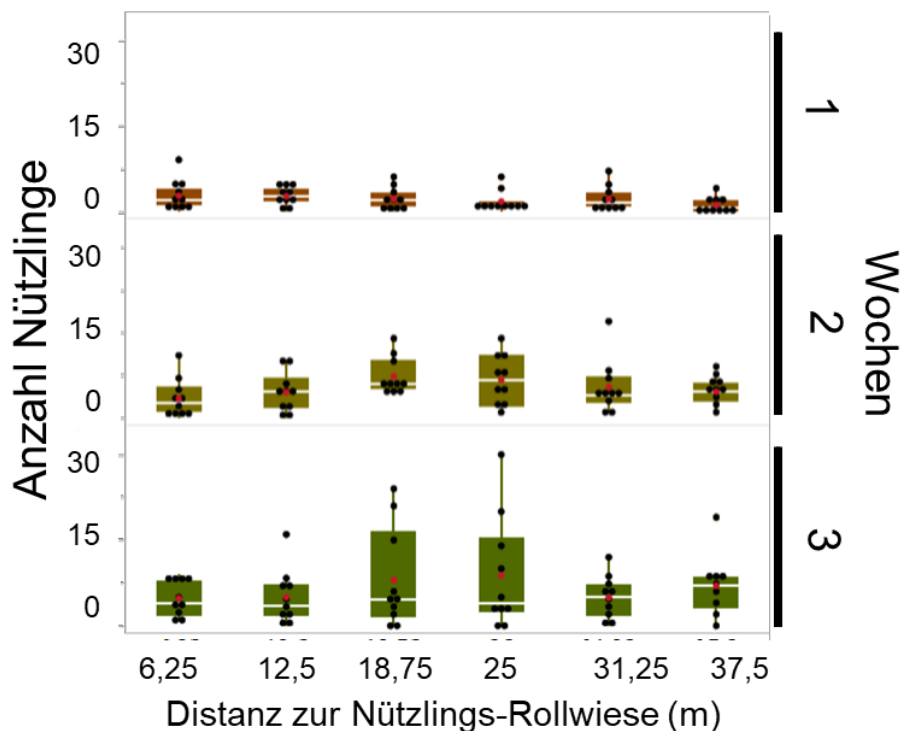


Abb. 11 Nützlinge auf den Salaten. a zeigt sind die Nützlinge, die sich in PN 1-3 in Abhängigkeit mit der Distanz von der Nützlings-Rollwiese befinden. b soll korrelative Zusammenhänge zwischen den Blattläusen und den Nützlingen, die sich auf den Salaten befinden, zeigen. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst.

Entwicklung der Besiedlung von Blattläusen durch die Hauptwindrichtung

In der PN 1 konnten im Westen signifikant mehr Blattläuse gefunden werden (glm.nb: estimate: 0,8322. Std Fehler: 0,1406, $z = 5,917$, $p < 0,01$; Abb. 12). In PN 2 und PN3 konnten keine Unterschiede mehr gefunden werden (PN 2: glm.nb: estimate 0,004592, Std Fehler: 0,288955, $z = 0,016$, $p > 0,05$; PN 3: estimate: 0,07796, Std Fehler: 1,13713, $z = 0,069$, $p > 0,05$; Abb. 12).

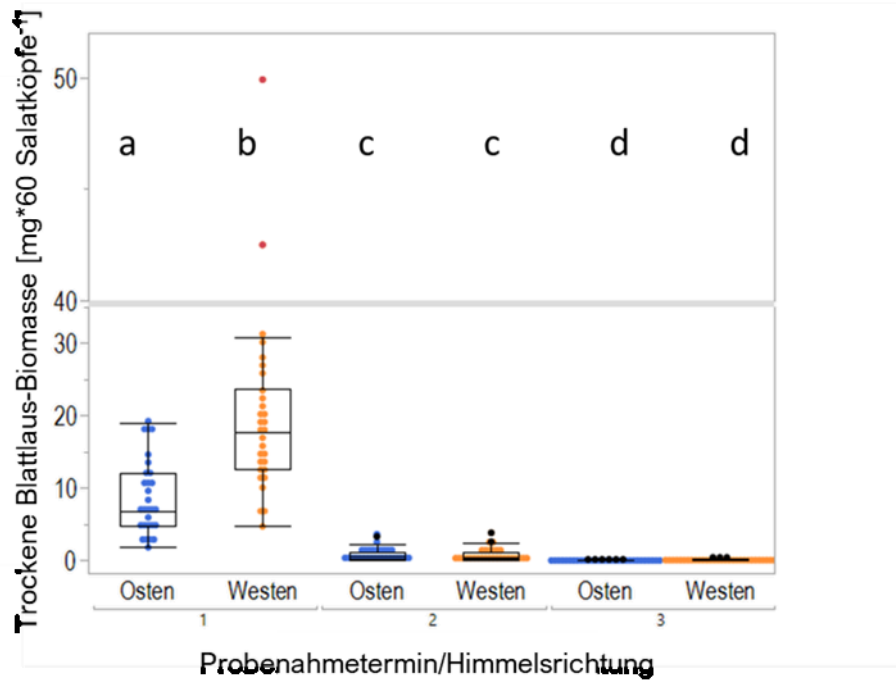


Abb. 12 Verteilung der Blattläuse nach West und Ost mit kontinuierlichem Westwind. Die PN sind deklariert unter „1“, „2“ und „3“. Die Nützlings-Rollwiesen im Osten (BW1-5) sind orange dargestellt, die im Westen (6-10) grün.

Zweiter Anbausatz

Entwicklung der Blattlauspopulation - mit fortschreitender Kulturdauer

Es zeigte sich, dass mit fortschreitender Kulturdauer (PN 1 – 3) die Anzahl der Blattläuse pro Salatkopf signifikant geringer wurde (glm, Tukey post hoc-Test: PN 1: estimate: 1,5334, Std. Fehler: 0,1920, $z = 7,987$, $p < 0,01$; PN 2: estimate: -1,5260, Std. Fehler: ,2944, $z = -5,184$, $p < 0,01$; PN 3: estimate: -2,5418, Std. Fehler: 0,3423, $z = -7,426$, $p < 0,01$; $n = 60$, $N = 180$; Abb. 12). In PN 3 konnten kaum noch Blattläuse auf den Salaten gefunden werden.

Des Weiteren ergab sich ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Mit fortlaufender Kulturdauer konnten immer weniger Blattläuse auf den Salaten gefunden werden: in PN1 konnten auf 73% der Salate mindestens eine BL gefunden werden, in PN2 auf 42% und in PN3 auf 28% der Salate (glm, Tukey post hoc-Test: PN 1: estimate: -0,3102, Std. Fehler: 0,1508, $z = -2,057$, $p < 0,05$; PN 2: estimate: -0,5653, Std. Fehler: 0,2505, $z = -2,257$, $p < 0,05$; PN 3: estimate: -0,9510, Std. Fehler: 0,28, $z = -3,330$, $p < 0,01$; $n = 60$, $N = 180$; Abb. 13).

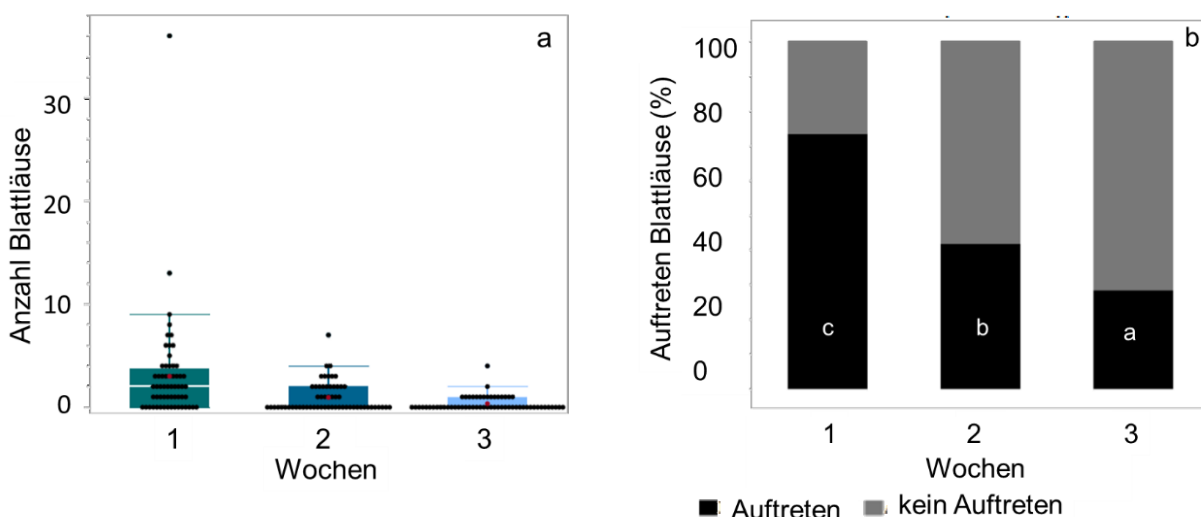


Abb. 13 Anzahl und Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit. A Anzahl der Blattläuse, die sich zu den jeweiligen Probenahmezeitpunkten auf den Salatköpfen befinden, B Auftreten von Blattläusen (%), wobei „Auftreten“ definiert ist, als mindestens eine Blattlaus auf den Salat, wobei „kein Auftreten“ 0 Blattläuse bedeutet.

Entwicklung der Blattlauspopulation - mit zunehmender Distanz

Innerhalb der Probenahmen konnten keinerlei Unterschiede in der Anzahl der Blattläuse in Abhängigkeit zur Distanz zur Nützlings-Rollwiese gefunden werden (glm.nb, $p > 0,04$) (Abb. 14).

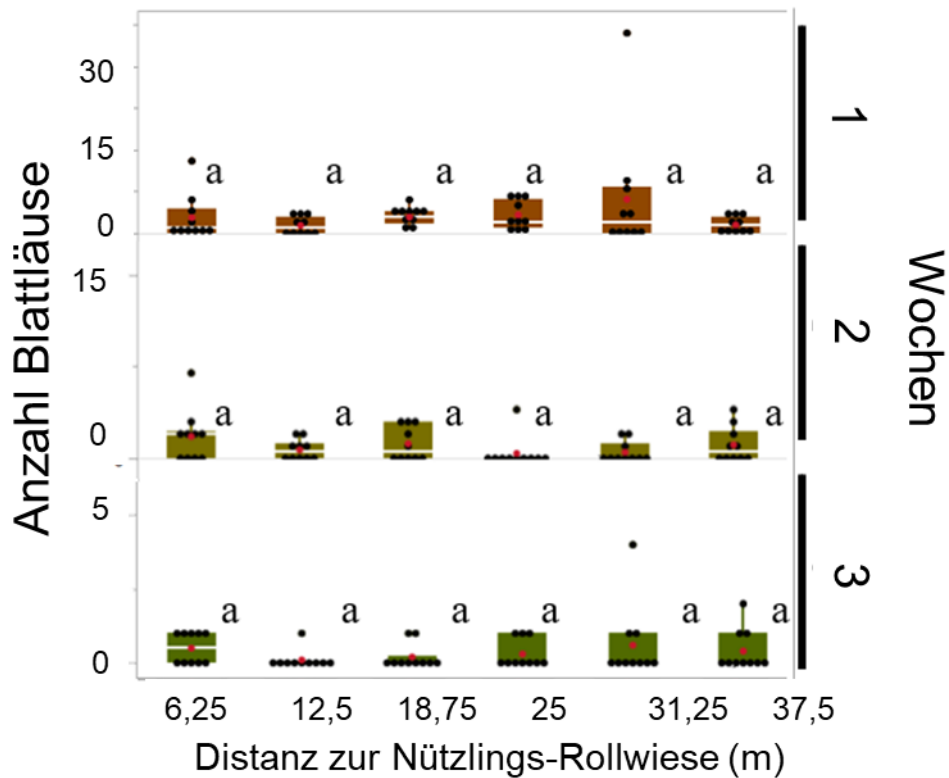


Abb. 14 Anzahl Blattläuse mit zunehmendem Abstand zur Nützlings-Rollwiese. Dargestellt sind die drei PN (PN 1: türkis, PN 2: grün, PN 3: rosa), das Blattlaus-Trockengewicht und die Distanz zur Nützlings-Rollwiese: 6,25 m; 12,5 m; 18,75 m; 25 m; 31,25 m; 37,5 m. Signifikanzniveau bei $p < 0,05$. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst.

Entwicklung der Nützlingspopulation – mit zunehmender Distanz

In keiner PN konnten Unterschiede in der Anzahl der Nützlinge auf den Salaten mit steigenden Abständen zur Nützlings-Rollwiese gefunden werden (glm, Post hoc Tukey: $p > 0,05$) (Abb. 15).

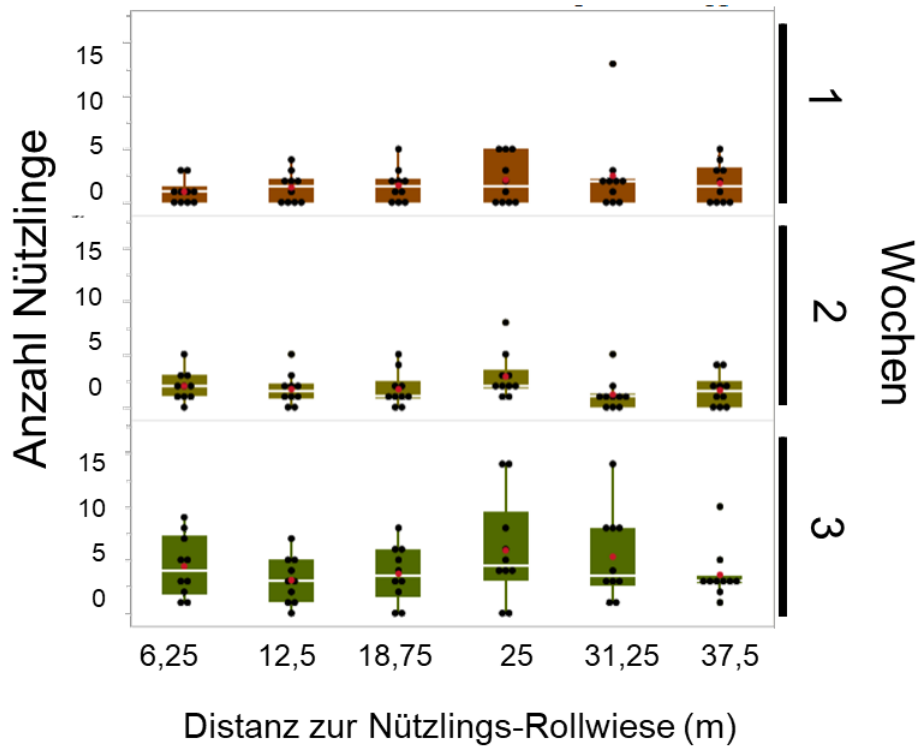


Abb. 15: Nützlinge auf den Salaten. Gezeigt sind die Nützlinge, die sich in PN 1-3 in Abhängigkeit mit der Distanz von der Nützlings-Rollwiese befinden. Die unterschiedlichen PN sind farblich markiert (PN 1: blau, PN 2: grün, PN 3: rosa).

Entwicklung der Blattlaus-Besiedlung nach West und Ost

Es konnten keine Unterschiede in der trockenen Biomasse der Blattläuse mehr gefunden werden. In jeder PN konnte eine vergleichbare Biomasse festgestellt werden (glm.nb: PN 1: estimate: 0,3140, Std. Fehler: 0,3157, $z = 0,995$, $p > 0,05$; PN 2: estimate: -0,1452, Std. Fehler: 0,4336, $z = -0,335$, $p > 0,05$; PN 3: estimate: -0,6510, Std. Fehler: 0,5175, $z = -1,258$, $p > 0,05$; Abb. 16).

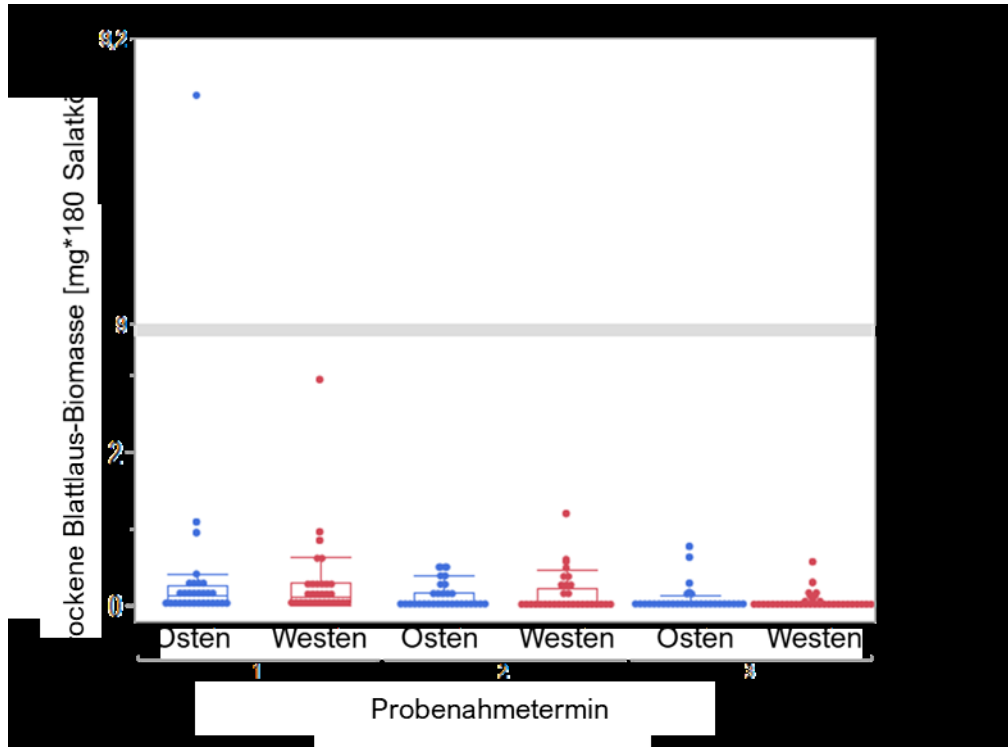


Abb. 16 Verteilung der Blattläuse nach West und Ost mit kontinuierlichem Westwind. Die PN sind deklariert unter „1“, „2“ und „3“. Die Nützlings-Rollwiesen im Osten (BW1-5) sind blau dargestellt, die im Westen (6-10) rot.

Dritter Anbausatz

Entwicklung der Blattlauspopulation - mit fortschreitender Kulturdauer

Von PN1 auf PN2 verringerte sich die Anzahl der Blattläuse (glm.nb, $p < 0,05$), während sie in PN3 stagnierte und somit keinen Unterschied mehr zeigte (Abb. 17).

Des Weiteren wurde die Häufigkeit des Auftretens von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer untersucht. Zu jedem PN waren 100% der Salate mit mindestens einer Blattlaus befallen (Abb. 17b)

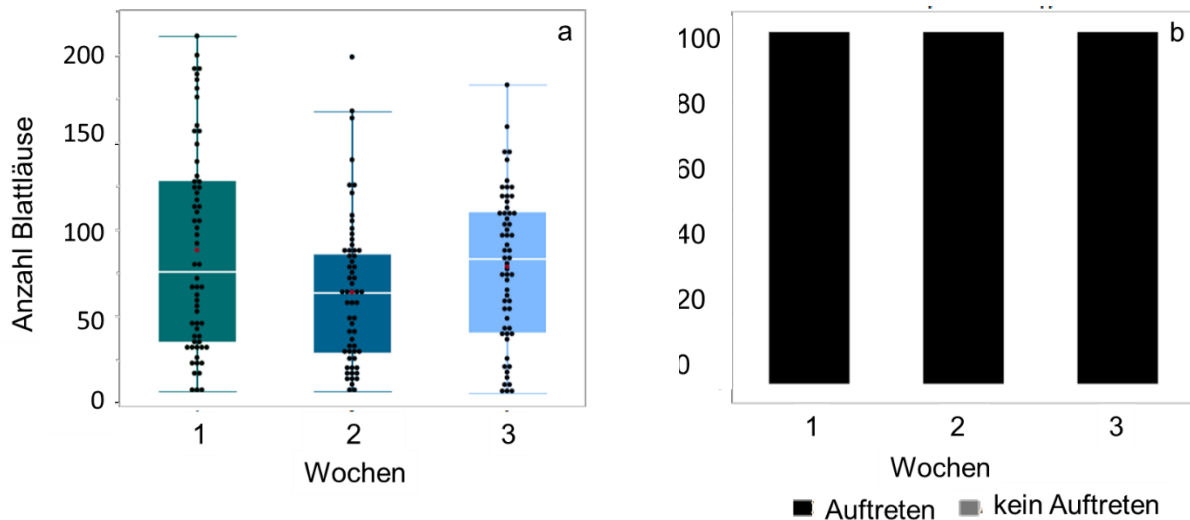


Abb. 17: Anzahl und Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit. a Anzahl der Blattläuse, die sich zu den jeweiligen Probenahmezeitpunkten auf den Salatköpfen befinden, b Auftreten von Blattläusen (%), wobei „Auftreten“ definiert ist, als mindestens eine Blattlaus auf dem Salat, wobei „kein Auftreten“ 0 Blattläuse bedeutet.

Entwicklung der Blattlauspopulation - mit zunehmender Distanz

Innerhalb der Probenahmen konnten keine Unterschiede in der Anzahl der Blattläuse gefunden werden (glm.nb, $p > 0,05$) (Abb. 18). In jeder Distanz zur Nützlings-Rollwiese konnten gleich viele Blattläuse gefunden werden.

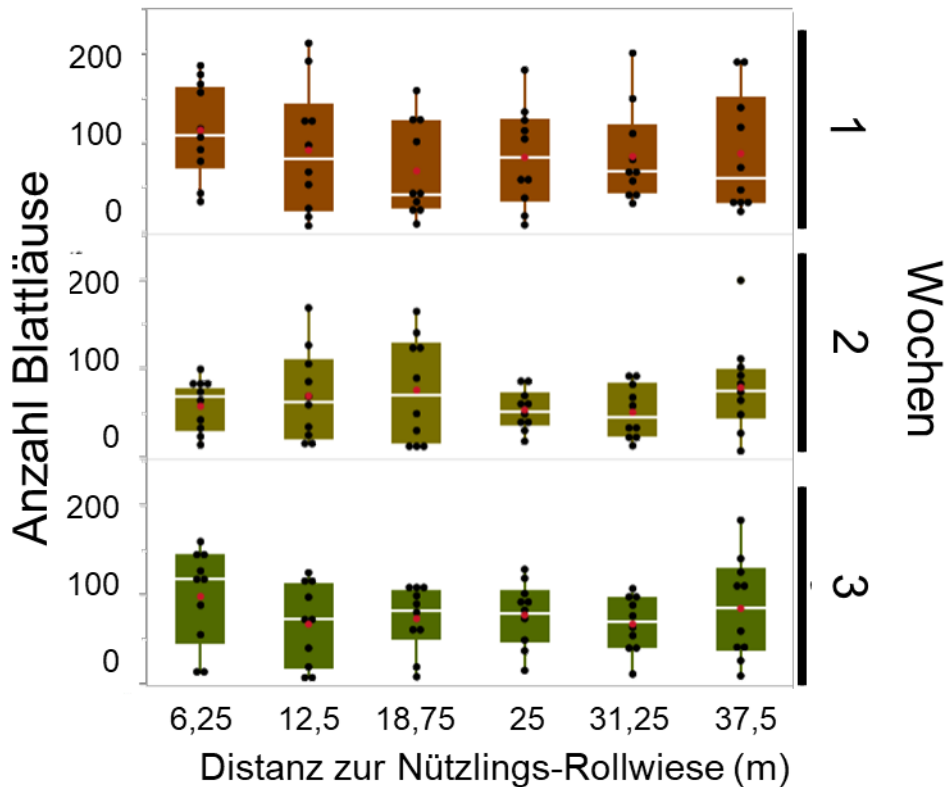


Abb. 18: Anzahl Blattläuse mit zunehmendem Abstand zur Nützlings-Rollwiese. Dargestellt sind die drei PN (PN 1: türkis, PN 2: grün, PN 3: rosa), das Blattlaus-Trockengewicht und die Distanz zur Nützlings-Rollwiese: 6,25 m; 12,5 m; 18,75 m; 25 m; 31,25 m; 37,5 m. Signifikanzniveau bei $p < 0,05$. Beachte: Die Skalierung der y-Achse wurde individuell an die Daten der jeweiligen PN angepasst.

Entwicklung der Nützlingspopulation

Innerhalb der Probenahmen konnten keine Unterschiede in der Anzahl der Nützlinge auf den Salaten gefunden werden (glm.nb, $p > 0,05$) (Abb. 19).

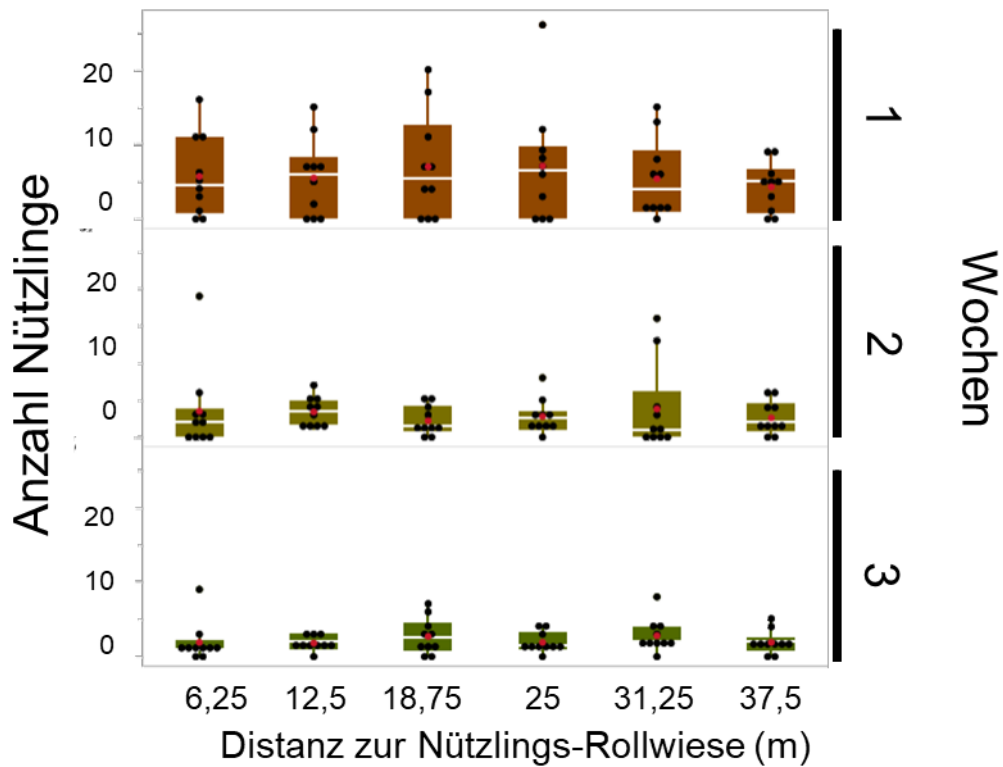


Abb. 19: Nützlinge auf den Salaten. Gezeigt sind die Nützlinge, die sich in PN 1-3 in Abhängigkeit mit der Distanz von der Nützlings-Rollwiese befinden. Die unterschiedlichen PN sind farblich markiert (PN 1: blau, PN 2: grün, PN 3: rosa).

Im ersten Anbausatz konnten wir mit fortlaufender Kulturdauer signifikant weniger Blattläuse finden, wobei die Anzahl in der ersten Probenahme sehr hoch war. Die Nützlings-Rollwiese war erst in der Mitte der Kulturzeit in voller Blüte. Anfangs war jeder Salat mit mindestens einer Blattlaus befallen, doch die Menge an unbefallenen Salaten stieg auf 60%. Sowohl die Schädlinge, als auch die Nützlinge konnten zu keinem Probenahmezeitpunkt in keiner Distanz in größerer oder in kleinerer Zahl nachgewiesen werden. Daraus lässt sich schließen, dass die Distanz von 37,5 m von adulten Nützlingen leicht überwunden werden kann. Die Anzahl der Nützlinge blieb allerdings durchgehend konstant.

Im zweiten Anbausatz waren zu Beginn der Probenahmezeitpunkte bereits deutlich weniger Blattläuse auf den Salaten, als im ersten Anbausatz. Zum ersten Probenahmezeitpunkt waren bereits auch schon nur 70% befallen. Die Menge an unbefallenen Salaten stieg auf fast 80%. Auch hier blieb die Anzahl der Nützlinge durchgehend auf einem konstanten Niveau. Es konnten keine Unterschiede in den Distanzen, die die Nützlinge zurücklegen, festgestellt werden. In jeder Distanz wurden gleichviele Nützlinge und Schädlinge gefunden. Auch das zeigt, dass die Distanz einfach zu kurz ist.

Im dritten Anbausatz waren wieder 100% der Salate mit mindestens einer Blattlaus befallen. Die Anzahl der Blattläuse stieg mit fortlaufender Kulturdauer zwar nicht an, war allgemein allerdings doch sehr hoch. Auch im dritten Anbausatz konnten keine Unterschiede in der Distanz von der Nützlings-Rollwiese gefunden werden, weder bei den Nützlingen, noch bei den Schädlingen.

3.2 Versuchsjahr 2022

Funktionalität der Blühwiese – Anlockung der Nützlinge

Zu diesem Zeitpunkt konnten keine Bonitierungen der Nützlings-Rollwiese durchgeführt werden, da die Nützlings-Rollwiese durch Lieferschwierigkeiten des Saatgutes nicht angesetzt werden konnte.

Entwicklung der Blattlauspopulation: mit fortschreitender Kulturdauer – ohne Nützlings-Rollwiese (PN 1, 2 und 3)

Zu erkennen ist, dass sich Blattlauspopulationen ungehindert vermehren können, sofern keine Nützlings-Rollwiese in den Kulturbestand etabliert war (pairwise t-Test, Bonferroni-Korrektur, $p < 0,01$; Abb. 20).

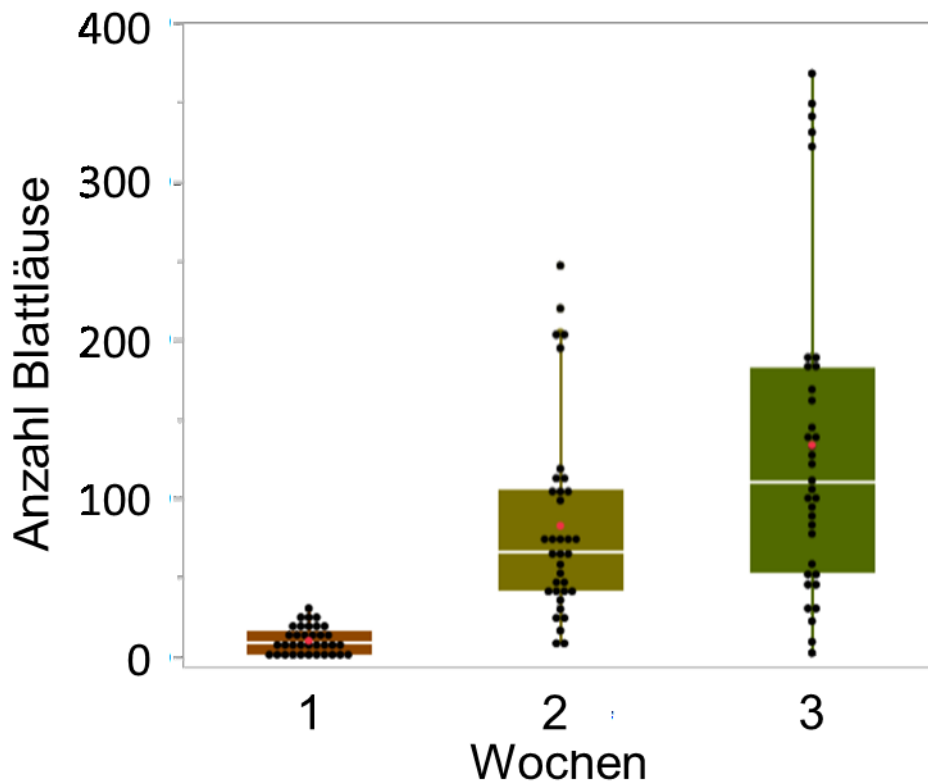


Abb. 20 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – ohne Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den PN 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde anhand eines Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.

Zweiter Anbausatz – mit Nützlings-Rollwiese, Welzel-Zusammensetzung

Funktionalität der Blühwiese – Anlockung der Nützlinge

Um die Funktionalität der Nützlings-Rollwiese zu testen, wurde sie durch Kescherfänge beprobt. Zu erkennen ist, dass sich die Nützlinge, die angelockt werden sollen, auch von der Nützlings-Rollwiese angelockt werden (Abb. 22). Parasitoide Wespen machen den größten Anteil aus (~ 58 %). Auch die Schwebfliegen sind stark vertreten (~ 31 %). Die Marienkäfer und die adulten Florfliegen sind seltener in der Nützlings-Rollwiese anzutreffen (~ 6 %). Die Florfliegen Larven waren am wenigsten vertreten (~ 4 %).

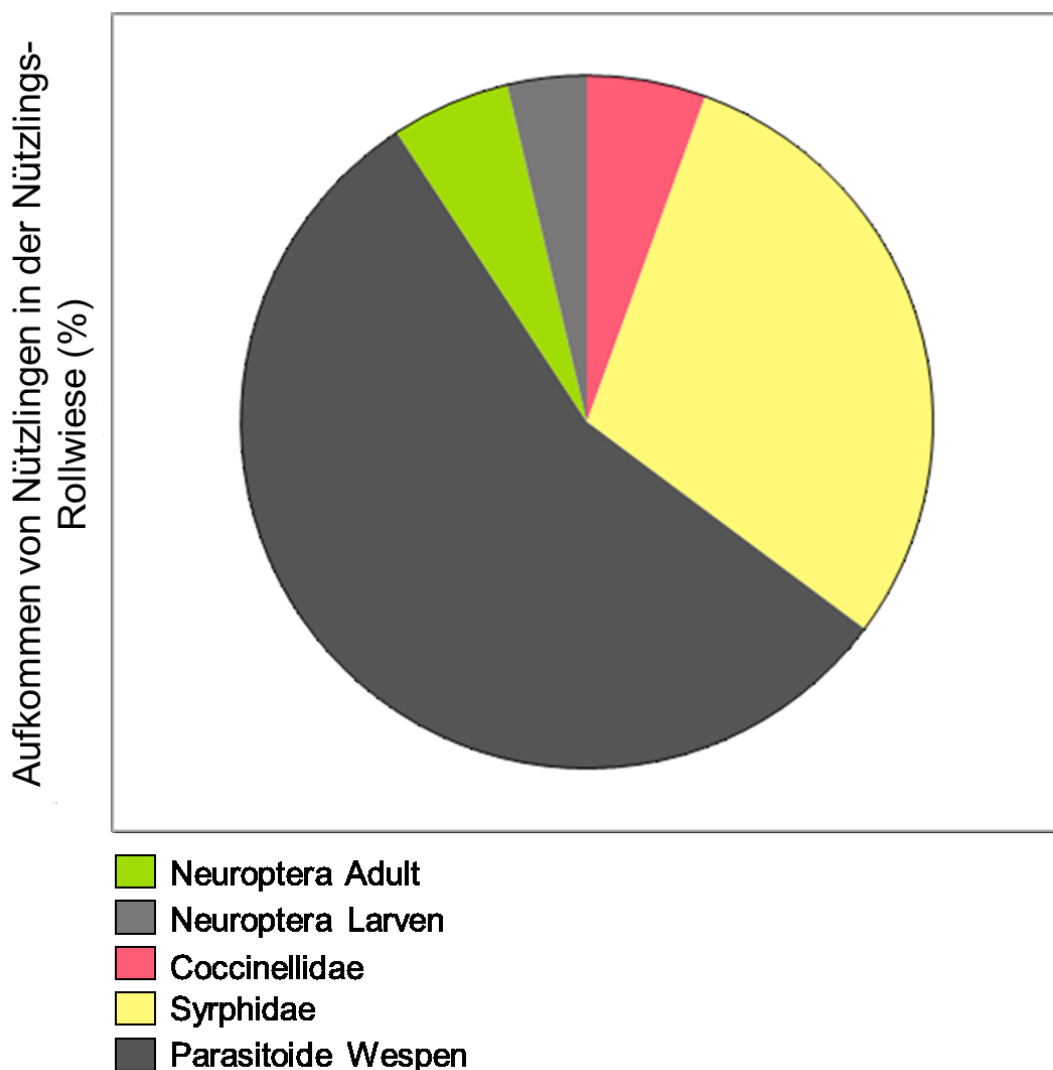


Abb. 22 Auswertung der Kescherbeprobungen der Nützlings-Rollwiese: prozentuales Auftreten der Nützlinge. Parasitoide Wespen (Hymenoptera Parasitoid, schwarz), Florfliegenlarven (Neuroptera Larven, grau), Schwebfliegen (Diptera – Syrphidae, gelb), Marienkäfer (Coleoptera – Coccinellidae, rot) und adulte Florfliegen (Neuroptera Imago, grün).

Entwicklung der Blattlauspopulation - mit fortschreitender Kulturdauer

Sobald die Nützlings-Rollwiese in den Gemüsekulturbestand etabliert wurde, konnte eine Reduktion mit fortlaufender Kulturdauer in der Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten befinden, beobachtet werden ($n = 35$, $N = 105$). In PN 1 konnten im Schnitt ca. 20 Blattläuse auf den Salaten gefunden werden. Eine Woche später (PN 2) waren die meisten Salate unbefallen (glm, Familie = negativ binomial, PN 1 – PN 2 und PN 1 – PN 3: $p < 0,05$; PN 2 – PN 3: $p > 0,05$) (Abb. 23).

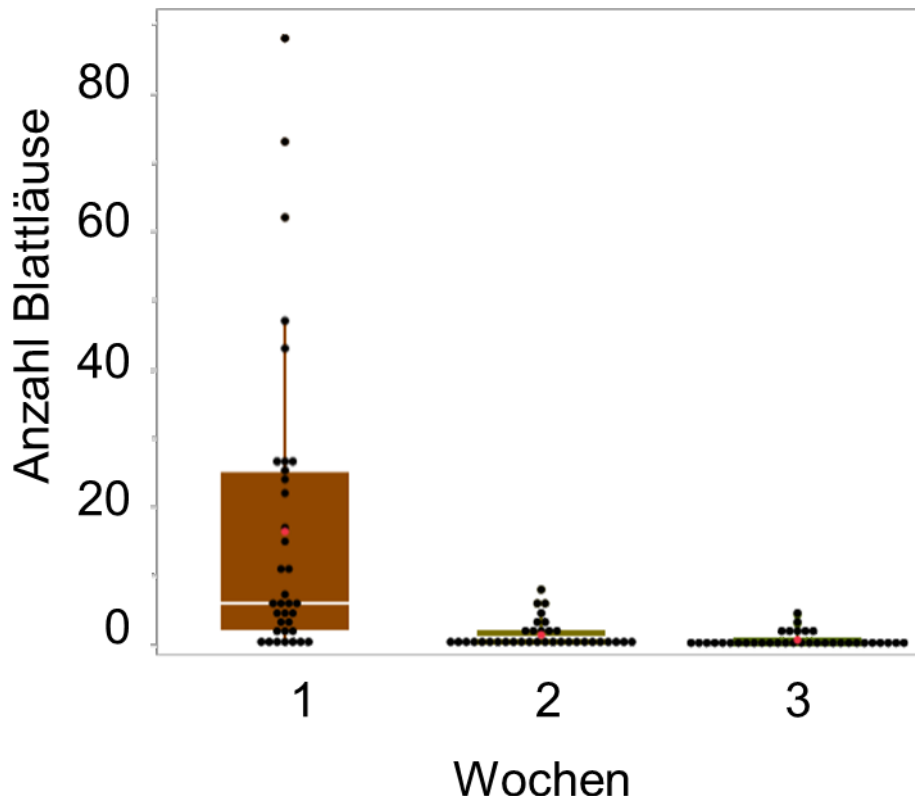


Abb. 23 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den PN 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.

Entwicklung der Blattlauspopulation: mit zunehmender Distanz

Es konnte gezeigt werden, dass sich innerhalb der jeweiligen PN (1, 2 und 3) in keiner Distanz signifikant mehr oder weniger Blattläuse gefunden werden konnten (Abb. 8). Demnach konnten über das ganze Feld verteilt überall gleich viele Schädlinge detektiert werden (PN1: lm, $p > 0,05$; PN 2: glm.nb, $p > 0,05$; PN 3: glm, Familie = quasipoisson, $p > 0,05$) (Abb. 24).

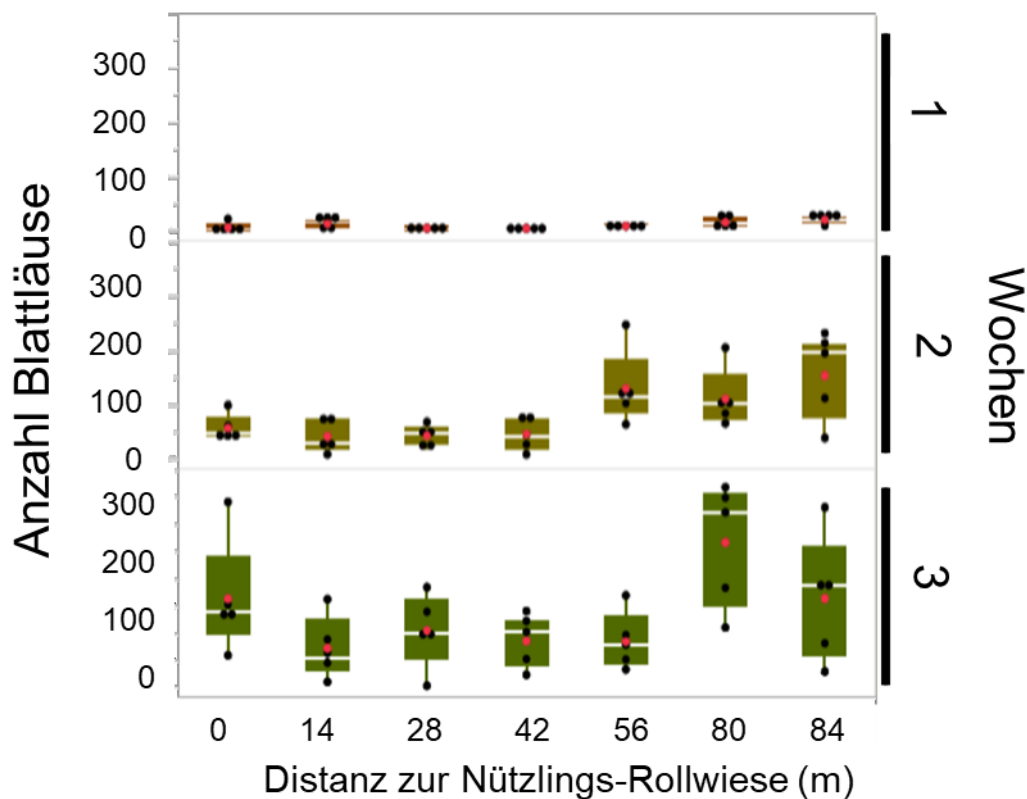


Abb. 24 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten mit Hinblick auf zunehmende Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den PN 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: $n = 5$. $N = 35$). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.

Entwicklung des Nützlingsaufkommens: mit fortschreitender Kulturdauer

Es konnte keine Zu- oder Abnahme an Nützlingen auf den Salaten bei fortlaufender Kulturdauer beobachtet werden (glm.nb, $p > 0,05$; $n = 35$, $N = 105$) (Abb. 25).

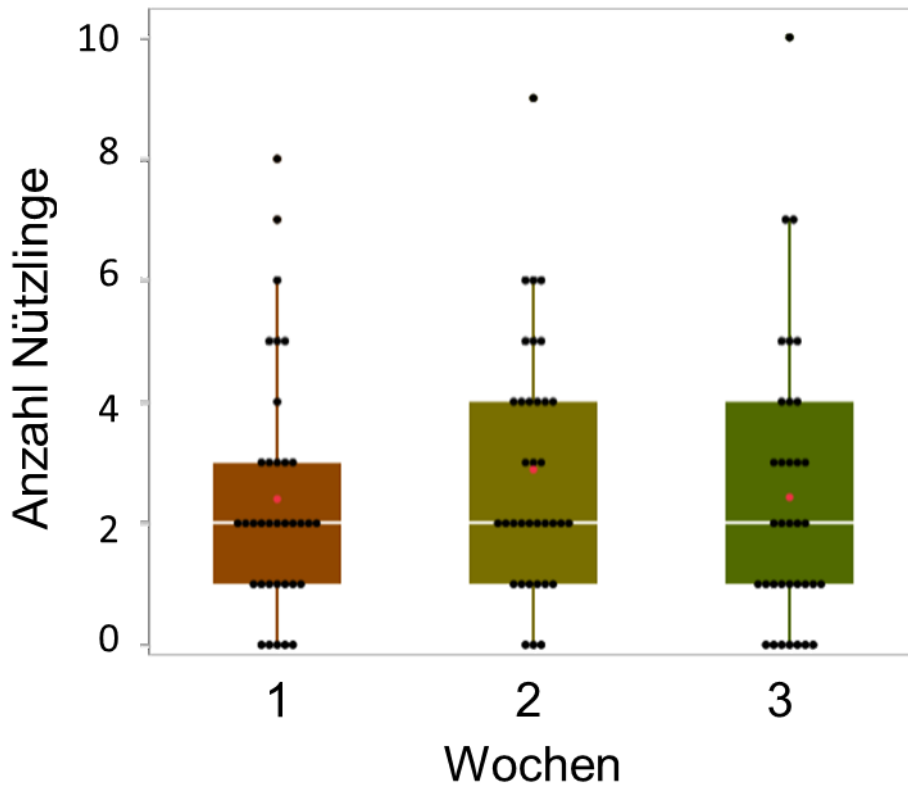


Abb. 25 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Nützlinge, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n=35$, $N=105$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.

Entwicklung des Nützlingsaufkommen: mit zunehmender Distanz

Es konnte gezeigt werden, dass innerhalb der jeweiligen PN (1, 2 und 3) in keiner Distanz signifikant mehr oder weniger Nützlinge gefunden werden konnten (Abb. 10). Demnach konnten über das ganze Feld verteilt überall gleich viel Nützlinge detektiert werden (PN1: glm.nb, $p > 0,05$; PN 2: glm, Familie = poisson, $p > 0,05$; PN 3: glm.nb, $p > 0,05$) (Abb. 26).

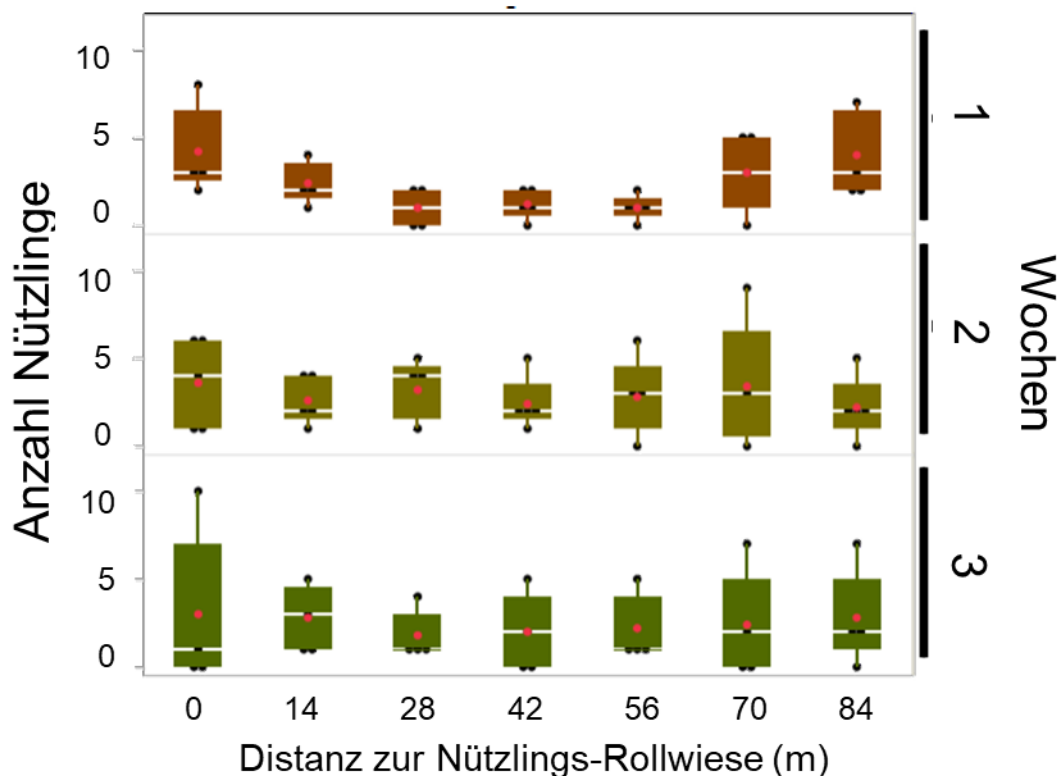


Abb. 26 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten mit Hinblick auf steigender Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: $n = 5$, $N = 35$). Die PN fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.

Dritter Anbausatz – mit Nützlings-Rollwiese

Funktionalität der Blühwiese – Anlockung der Nützlinge

Zu diesem Zeitpunkt konnten keine Bonitierungen der Nützlings-Rollwiese durchgeführt werden, da die Nützlings-Rollwiese noch nicht im vegetativen (Blüh-)Stadium war.

Entwicklung der Blattlauspopulation: mit fortschreitender Kulturdauer

Zuerst konnte, von PN 1 auf PN 2 eine Reduktion in der Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten befinden, beobachtet werden. In PN 3, also am Ende der Kulturzeit, konnten wieder mehr Blattläuse auf den Salaten gefunden werden (GLM, Familie = negativ binomial, PN 1 – PN 3: $p > 0,05$, PN 2 – PN 1 und PN 2 – PN 3: $p < 0,05$; $n=35$, $N=105$) (Abb. 27).

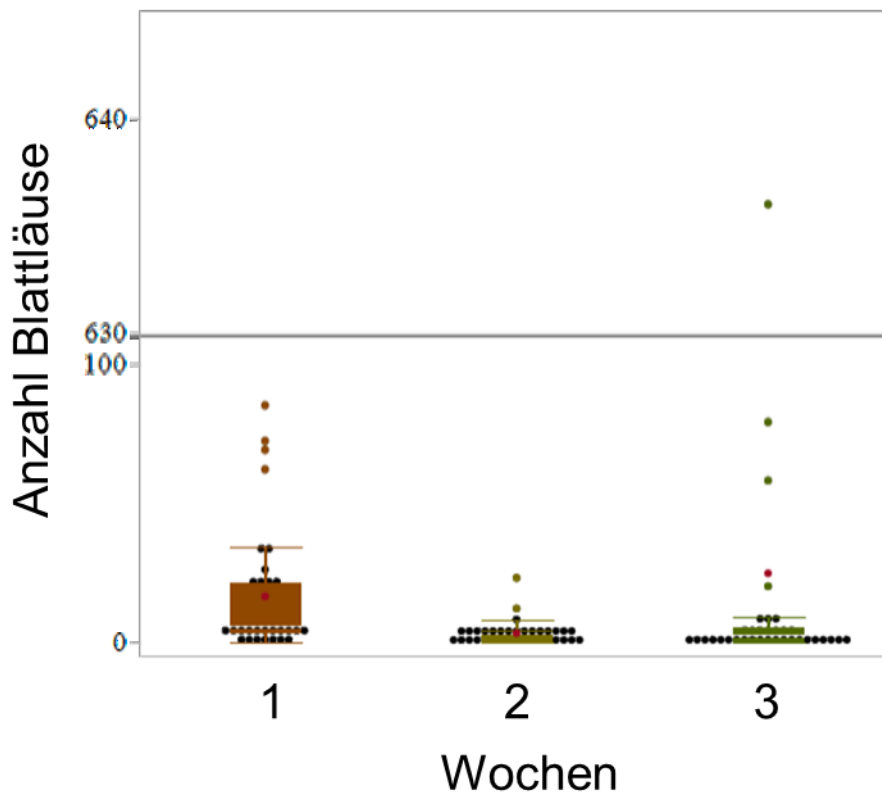


Abb. 27 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.

Entwicklung der Blattlauspopulation: mit zunehmender Distanz

In PN 1 konnte kein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Blattläuse bei zunehmender Distanz zur Blühwiese gefunden werden (glm.nb, $p > 0,05$). In PN 2 konnte eine signifikant geringere Anzahl an Blattläusen in 42 m Abstand zur Nützlings-Rollwiese gefunden werden. Des Weiteren konnten signifikant mehr Blattläuse bei maximal getesteten Abstand (84 m) gefunden werden (glm.nb, $p < 0,05$). Auch in PN 3 konnten signifikant mehr Blattläuse bei dem maximalen Abstand (84 m) nachgewiesen worden (PN 3: glm.nb, $p < 0,05$) (Abb. 28).

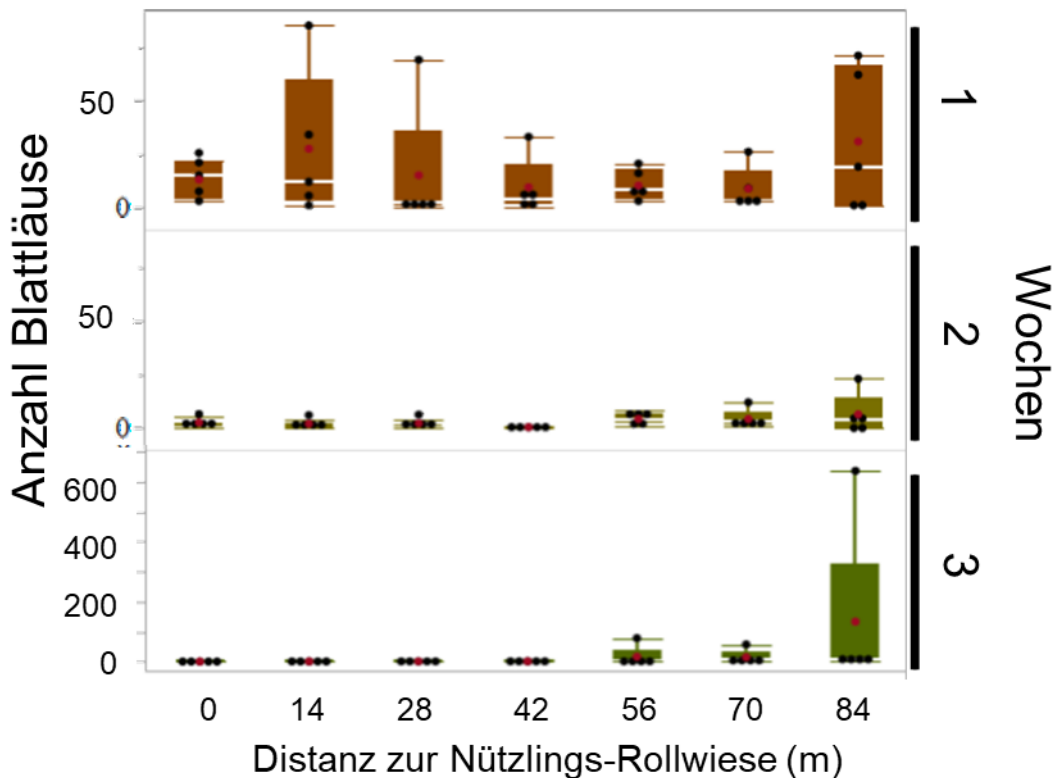


Abb. 28 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten mit Hinblick auf steigende Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: $n = 5$, $N = 35$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.

Entwicklung des Nützlingsaufkommens: mit fortschreitender Kulturdauer

Nachdem die Nützlings-Rollwiese in den Gemüsekulturbestand etabliert war, konnte mit fortlaufender Kulturdauer eine Zunahme an Nützlingen auf den Salaten beobachtet werden (n = 35, N = 105; glm.nb, $p < 0,01$) (Abb. 29).

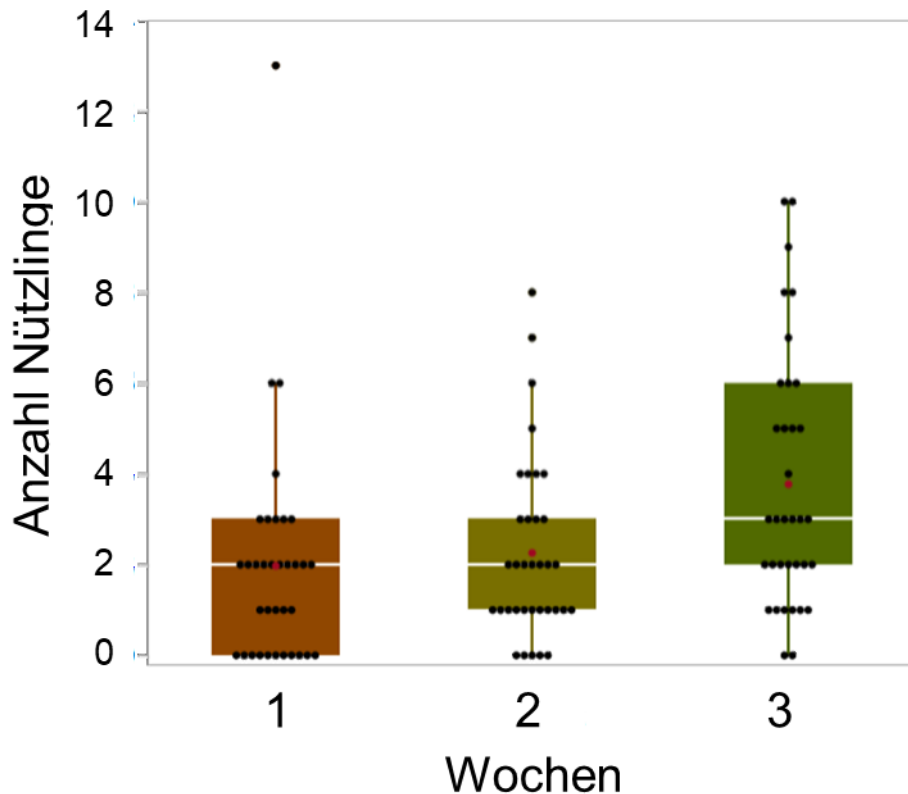


Abb. 29 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Nützlinge, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (n=35, N=105). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.

Entwicklung des Nützlingsaufkommens: mit zunehmender Distanz

Es konnte gezeigt werden, dass innerhalb der jeweiligen PN (1, 2 und 3) in keiner Distanz signifikant mehr oder weniger Nützlinge gefunden werden konnten (Abb. 30). Demnach konnten über das ganze Feld verteilt überall gleich viel Nützlinge erfasst werden (PN 1: glm.nb, $p > 0,05$; PN 2: glm.nb, $p > 0,05$; PN 3: glm.nb, $p > 0,05$).

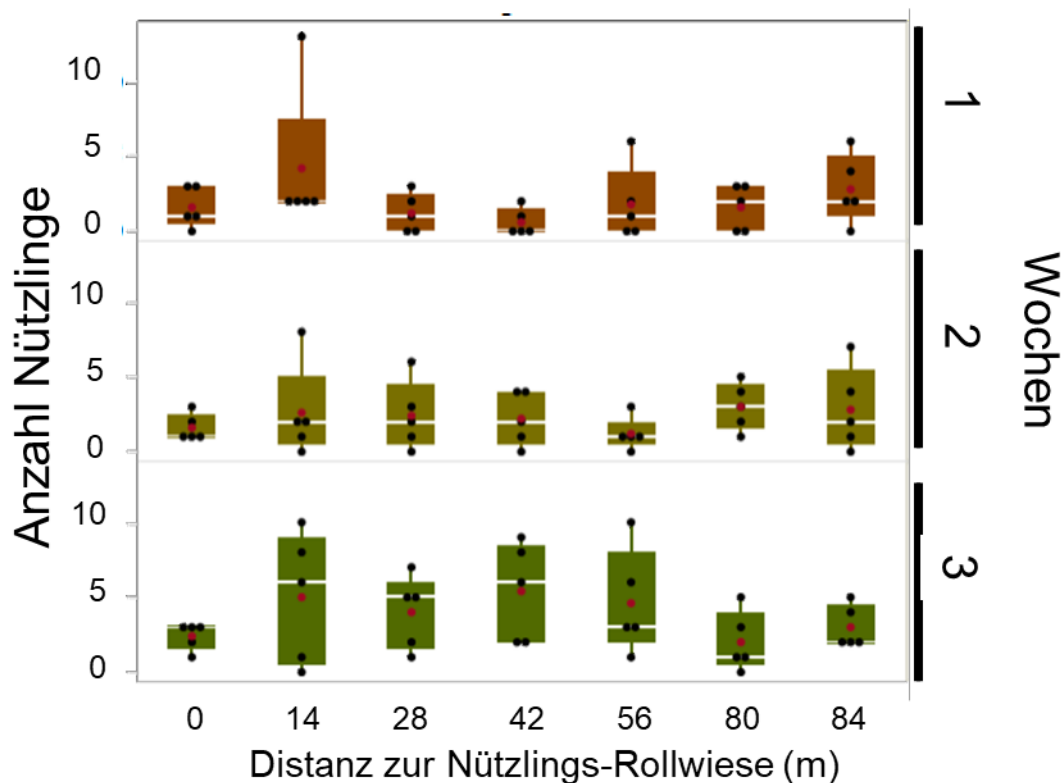


Abb. 30 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten mit Hinblick auf steigender Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: $n = 5$, $N = 35$). Die Probenahmen fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.

Vierter Anbausatz – mit Nützlings-Rollwiese

Funktionalität der Blühwiese – Anlockung der Nützlinge

Um die Funktionalität der Nützlings-Rollwiese zu testen wurde diese durch Kescherfänge beprobt. Zu erkennen ist, dass sich die Nützlinge, die angelockt werden sollen, auch in der Nützlings-Rollwiese befanden (Abb. 31). Parasitoide Wespen machen den größten Anteil aus (~ 61 %). Auch die räuberischen Gallmücken waren stark vertreten (~ 24 %). Die Orius-Wanze konnte auch in der Nützlings-Rollwiese nachgewiesen werden (~ 10 %). Die Schwebfliegen waren zu der Jahreszeit kaum noch aktiv (~ 5 %).

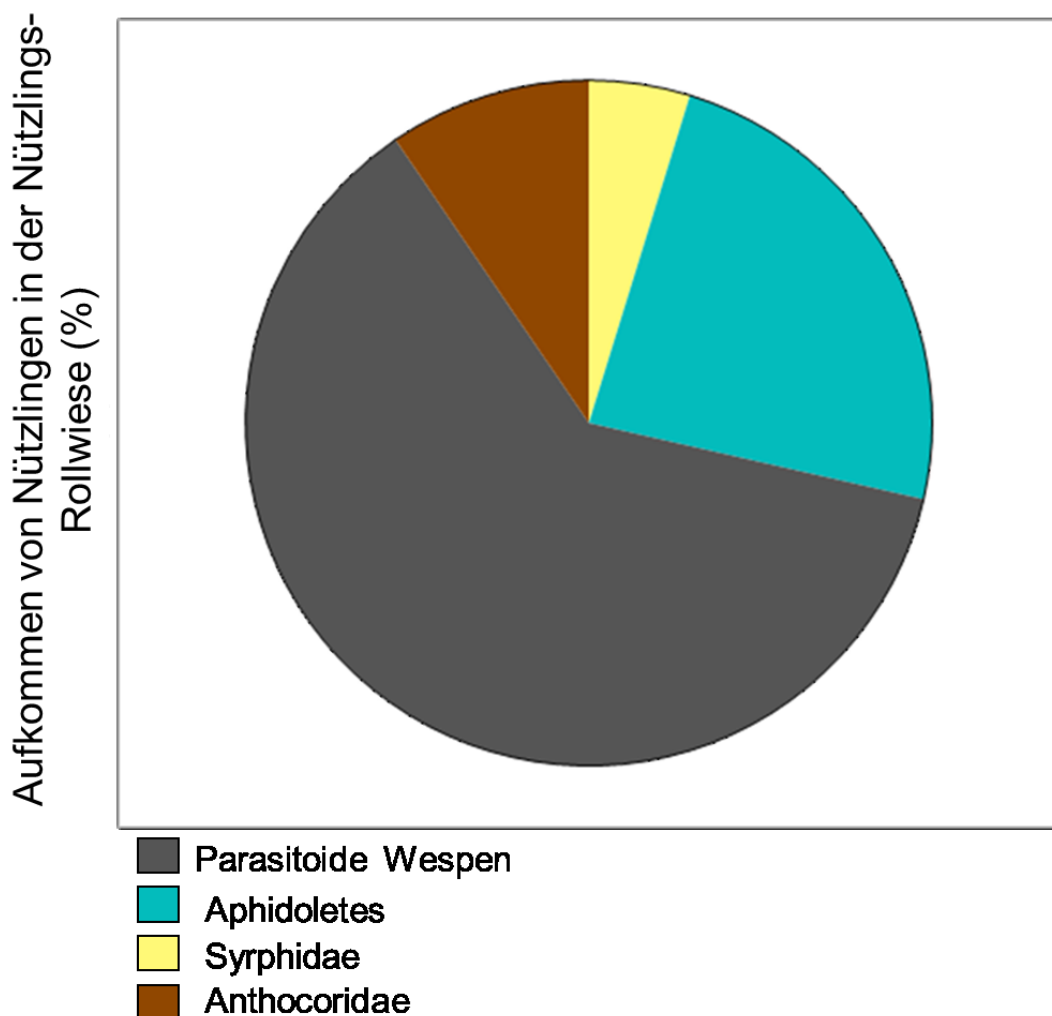


Abb. 31 Auswertung der Kescherbeprobungen der Nützlings-Rollwiese: prozentuales Auftreten der Nützlinge. Parasitoide Wespen (Hymenoptera Parasitoid, schwarz), Schwebfliegen (Diptera – Syrphidae, gelb), räuberische Gallmücken (Diptera – Aphidoletes, türkis) und Orius-Wanzen (Anthocoridae – Orius spp., braun).

Entwicklung der Blattlauspopulation: mit fortschreitender Kulturdauer

Es konnte kein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten befinden, in den verschiedenen PN gefunden werden (GLM, Familie = negativ binomial, $p > 0,05$). Es fand also weder ein Populationswachstum, noch eine -abnahme statt (Abb. 32).

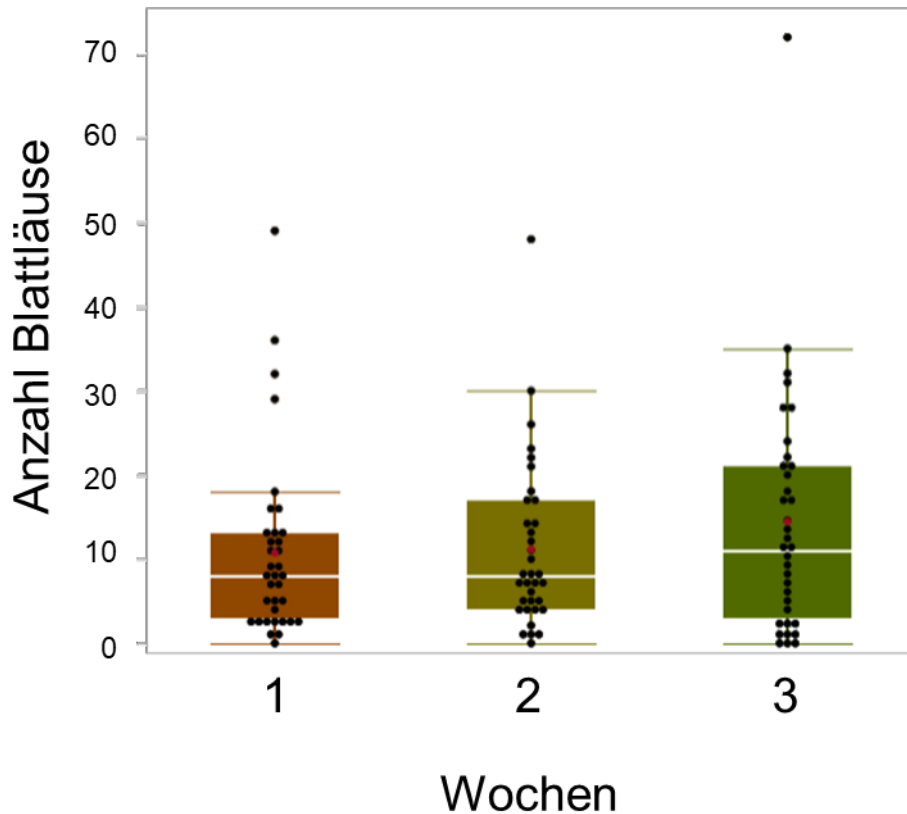


Abb. 32 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.

Entwicklung der Blattlauspopulation: mit zunehmender Distanz

Es konnte gezeigt werden, dass innerhalb der jeweiligen PN (1, 2 und 3) in keiner Distanz signifikant mehr oder weniger Schädlinge gefunden werden konnten (Abb. 333). Demnach konnten über das ganze Feld verteilt überall gleich viel Schädlinge nachgewiesen werden (PN 1: glm.nb, $p > 0,05$; PN 2: glm.nb, $p > 0,05$; PN 3: glm.nb, $p > 0,05$).

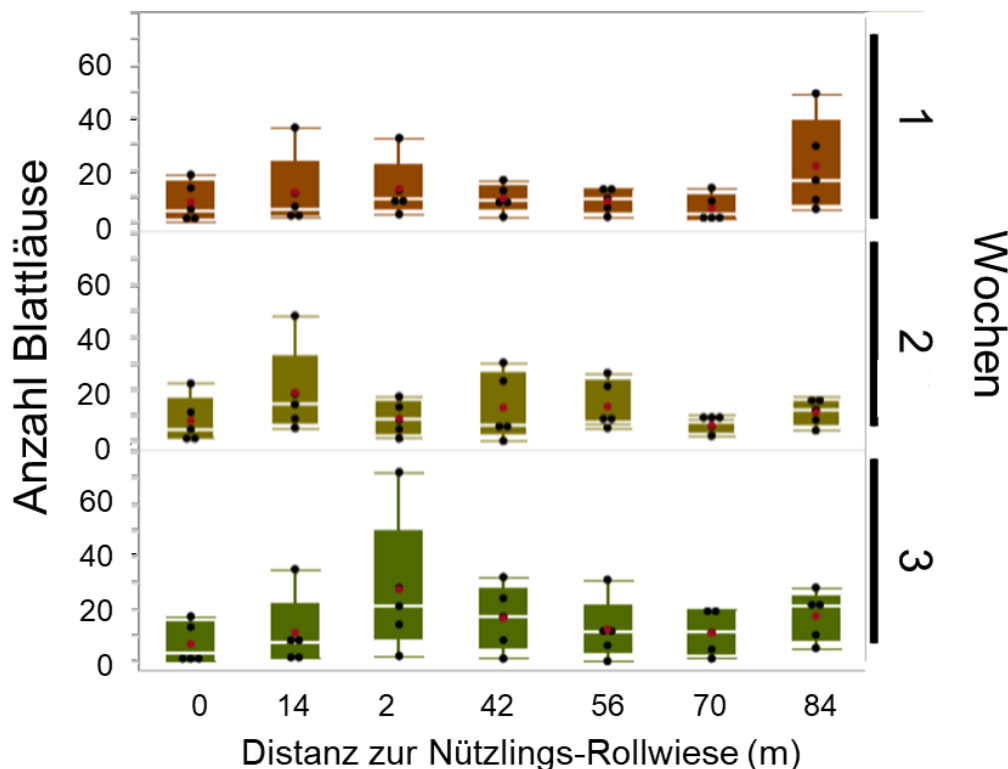


Abb. 33 Quantitative Auswertung der Schädlinge (Blattläuse) auf den Salaten mit Hinblick auf steigende Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: $n = 5$, $N = 35$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.

Entwicklung des Nützlingsaufkommens: mit fortschreitender Kulturdauer

Obwohl die Nützlings-Rollwiese in den Gemüsekulturbestand etabliert wurde, konnte keine Zu- oder Abnahme an Nützlingen auf den Salaten bei fortlaufender Kulturdauer beobachtet werden ($n = 35$, $N = 105$; glm, Familie = quasipoisson, $p > 0,05$) (Abb. 34).

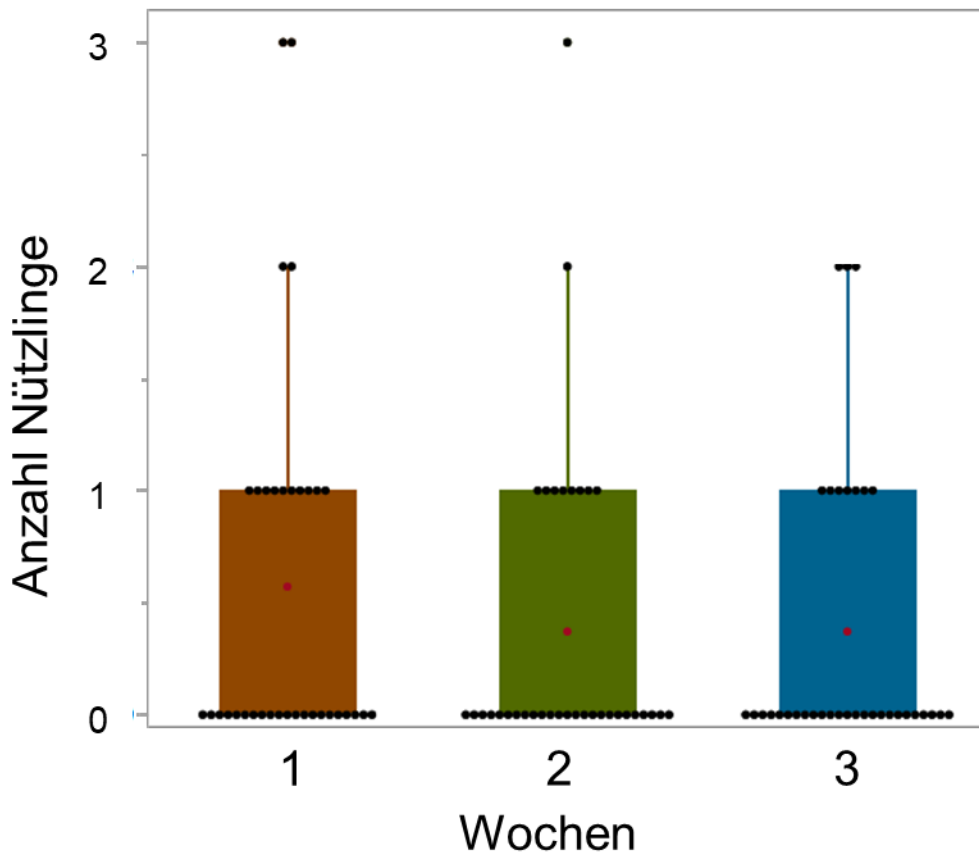


Abb. 34 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten – mit Nützlings-Rollwiese. Gezeigt ist die Anzahl der Nützlinge, die sich zu den Probenahmen 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden ($n = 35$, $N = 105$). Die Probenahmen (PN) fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an.

Entwicklung des Nützlingsaufkommens: mit zunehmender Distanz

Es konnte gezeigt werden, dass innerhalb der jeweiligen PN (1, 2 und 3) in keiner Distanz signifikant mehr oder weniger Schädlinge gefunden werden konnten (Abb. 35). Demnach konnten über das ganze Feld verteilt überall gleich viel Schädlinge nachgewiesen werden (PN 1: glm, Familie = poisson, $p > 0,05$; PN 2: glm, Familie = poisson, $p > 0,05$; PN 3: glm, Familie = poisson, $p > 0,05$).

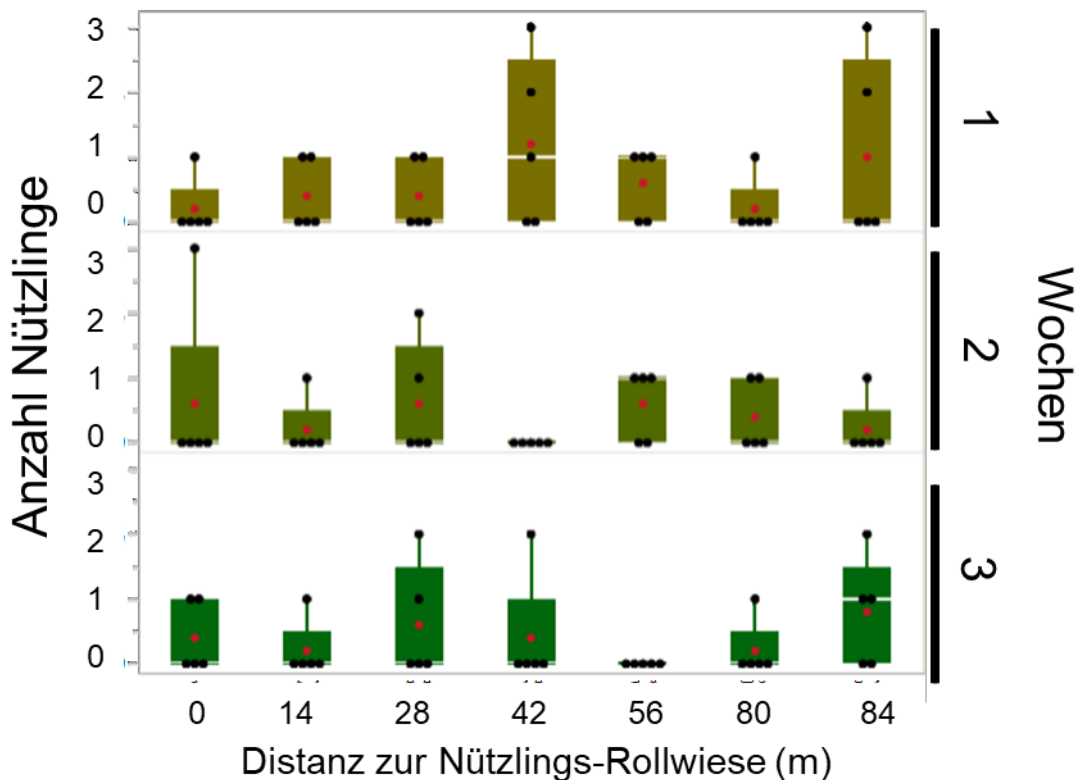


Abb. 35 Quantitative Auswertung der Nützlinge auf den Salaten mit Hinblick auf steigender Distanz zur Nützlings-Rollwiese (m). Gezeigt ist die Anzahl der Blattläuse, die sich zu den Probenahmen (PN) 1, 2 und 3 auf den Salaten befanden (PN: n = 5. N = 35). Die Probenahmen fanden ab drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt – PN 1 findet demnach drei Wochen vor Ende der Kulturzeit statt, während PN 3 zeitlich am Ende der Kulturzeit lokalisiert ist. Das Signifikanzniveau wurde mittels Tukey post-hoc Test berechnet. Signifikant bei $p < 0,05$. Der rote Punkt zeigt die jeweiligen Mittelwerte an. Wird kein Signifikanzniveau über den Datenpunkten angezeigt, so befinden sich zwischen diesen keine signifikanten Unterschiede.

Durch Lieferschwierigkeiten des Saatgutes der Blümmischung musste vom geplanten Versuchsdesign abgewichen werden. Demnach wurden die Beprobungen des ersten Anbausatzes ohne Nützlings-Rollwiese durchgeführt. Dementsprechend konnte auch keine Bonitierung der Nützlings-Rollwiese durchgeführt werden. Allerdings konnte dadurch eine natürliche Entwicklung des Nützlings- und Schädlingsauftretens beobachtet und analysiert werden. Hierbei konnte gezeigt werden, dass sich die Schädlinge exponentiell reproduzieren, sofern weder Nützlinge angezogen, noch Insektizide ausgebracht werden. Der Rückgang der Schädlinge in PN 3 (also am Ende der

Kulturzeit) durch die Zunahme an Nützlingen in PN 3 erklärt werden. Das Blattlauspheromon trans- β -Farnesen, das zur intraspezifischen Kommunikation genutzt wird, soll auch Nützlinge anlocken, die dann ihre Eier an die Blattlauskolonien ablegen. Auch deutlich zu erkennen ist, dass keine Biodiversitätsförderung ohne Nützlings-Rollwiese stattfindet, da kaum Nützlinge oder andere Insekten und Spinnentiere auf den Salaten nachgewiesen werden konnten. Ohne Blühelemente in agrarwirtschaftlich genutzten Flächen scheint keine Förderung von Insekten stattzufinden.

Durch die Lieferschwierigkeiten (s.o.) erfolgte die Entscheidung, dass wir, trotz fehlendem Saatgut, eine Nützlings-Rollwiese in den Kopfsalatbestand etablieren wollten. Die Kultivierungszeit der Nützlings-Rollwiese ist relativ lang, da die Pflanzen die Hanf-Schafwolle erst komplett durchwurzeln müssen, damit die Rollwiese beim Transport und Auslegen nicht zerreißt und diesen somit unbeschadet übersteht. Demnach säten Mitarbeiter der Firma Welzel eine alternative Blühmischung auf die Nützlings-Rollwiesen auf, welche dann auch in den Feldbestand mit aufgenommen wurde. Obwohl diese Blühmischung nicht den Anforderungen entsprach, die wir für unsere Blühmischung aufstellten, lockte diese trotzdem verschiedene Nützlinge an. Auch auf den Salaten konnten im Schnitt mehr Nützlinge gefunden werden, als beim ersten Anbausatz, bei welchem keine Nützlings-Rollwiese etabliert war. Mit fortlaufender Kulturdauer konnte eine starke Reduktion des Blattlausbefalles der Kopfsalate beobachtet werden. In PN 2 und 3 waren die meisten Kopfsalate schädlingsfrei. Das Nützlingsaufkommen war über den kompletten Satz hinweg gleichmäßig. In diesem Anbausatz konnte kein Distanzoptimum für die Nützlinge detektiert werden.

Die eigentliche Blühmischung der Nützlings-Rollwiese war ausgesät und wurde zum dritten Anbausatz in den Kulturbestand übernommen. Der vegetative Vorsprung zur Gemüsekultur war zwar gegeben, allerdings waren die Nützlings-anlockenden Pflanzen noch nicht im Blühstadium, weswegen auf das Keschern der Nützlings-Rollwiese verzichtet wurde. In PN 1, als noch keine Blüte vorhanden war, konnte ein relativ hoher Anfangsbestand an Blattläusen aufgenommen werden. Sobald eine Blüte vorhanden war (PN 2) konnte auch eine Reduktion der Schädlinge beobachtet werden. In PN 2 und 3 konnte auch festgestellt werden, dass bei einem Abstand von 84 m zur Nützlings-Rollwiese signifikant mehr Blattläuse zu finden waren, als auf dem Rest des Feldes. Auch die Anzahl der Nützlinge, die auf den Salaten gefunden wurden, stieg immer weiter, je weiter das Vegetationsstadium der Nützlings-Rollwiese war. Allerdings konnte, konträr zu dem Schädlingsbefall, in keiner Distanz mehr oder weniger Nützlinge im Feld gefunden werden.

Im vierten Anbausatz war das Wetter anfänglich noch sehr mild, relativ warm und trocken. Gegen Ende der Kulturzeit allerdings wurden v.a. die Nächte sehr kalt. In der Nützlings-Rollwiese konnten vor allem parasitoide Wespen gefunden werden. Dies lässt u.a. darauf schließen, dass sich Pflanzen in der Nützlings-Rollwiese befinden, die als sogenannte „banker plants“ dienen. Dies bedeutet, dass diese Pflanzen bevorzugt von Blattläusen befallen werden, wodurch eine Art offenes Zuchtsystem entstehen kann. Es konnten weniger Schwebfliegen beobachtet werden, was durch das Wetter bedingt ist. In diesem Anbausatz konnte weder eine Zu- oder Abnahme der Schädlinge, noch der Nützlinge beobachtet werden. Es konnten auch keine Unterschiede in der Besiedlung auf die unterschiedlichen Distanzen beobachtet werden.

Vergleich: Insektizid-Behandlung vs. Nützlings-Rollwiese

Um herauszufinden, wie effektiv die Nützlings-Rollwiese ist, wurden vier Parzellen auf einem anderen Feld (mit einer Luftlinien-Entfernung von ungefähr 300 m) mit dem Insektizid Mospilan®SG behandelt (Ins). Diese wurden mit unbehandelten Parzellen verglichen. Äquivalent dazu wurde das Feld, in welches die Nützlings-Rollwiese (NR) etabliert wurde, analysiert. Hier wurde die Kontrolle so definiert, dass der Abstand gewählt wurde, bei welchem entweder Tendenzen oder Signifikanzen hinsichtlich eines höheren Blattlausauftretens gezeigt werden können (ab 42 m). Dies war notwendig, da unser Versuchsdesign auf eine Regressionsanalyse ausgelegt ist, wodurch ein reiner Mittelwertvergleich (auf Grund resultierender fehlender Kontrolle) nicht möglich ist.

Zum einen konnte kein Unterschied in der Anzahl der Blattläuse bei den beiden behandelten Variablen (NR und Ins) festgestellt werden (pairwise Wilcox-Test, $p > 0,05$). Des Weiteren ist zu erkennen, dass die Kopfsalate, der mit Insektizid-behandelten Parzellen signifikant weniger Blattläuse aufweisen (Wilcox-Test, $W = 108$, $p < 0,01$). Die NR-Daten zeigen sogar einen noch deutlicheren Unterschied in der Anzahl der auftretenden Blattläuse (Wilcox-Test, $W = 64$, $p < 0,001$) (Abb. 36).

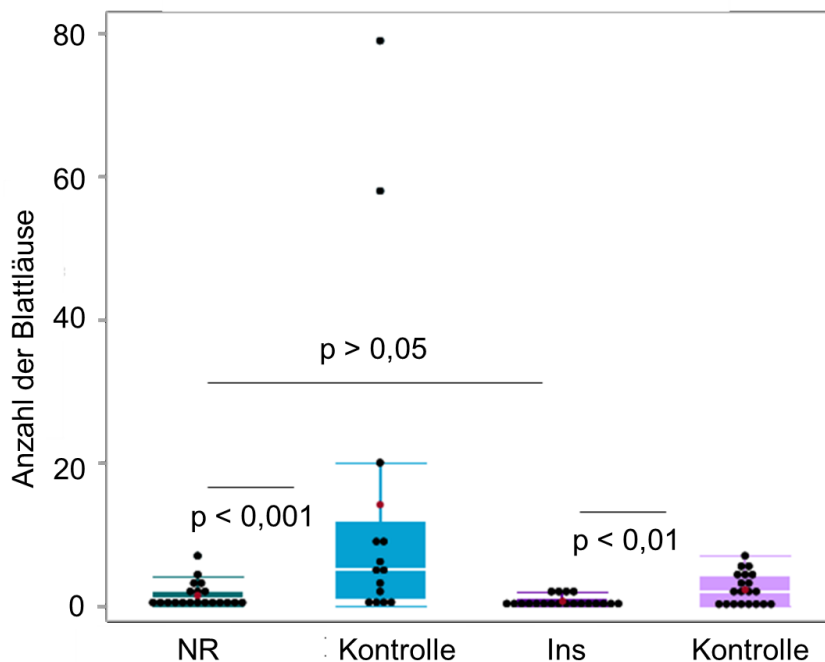


Abb. 36 Gegenüberstellung der verschiedenen Behandlungen einer Schädlingsbekämpfung (chemisch-synthetisch (Ins) oder biologisch (Nützlings-Rollwiese (NR))). Gezeigt sind die beiden Behandlungen NR: Nützlings-Rollwiese, die eine biologische Schädlingsbekämpfung mit sich bringen soll und Ins: Insektizid-behandelte Salate. Der rote Punkt zeigt den jeweiligen Mittelwert.

Es konnte gezeigt werden, dass die beiden Behandlungen (Insektizid und Nützlings-Rollwiese) im Praxistest mindestens den gleichen Effekt auf die Schädlingsbekämpfung haben. Die Nützlings-Rollwiese scheint durch ihre biologische Schädlingsbekämpfung dieselbe Wirkung wie das Insektizid zu haben.

Allgemein lässt sich sagen, dass die Etablierung einer Nützlings-Rollwiese die Biodiversität fördert, indem Nützlinge angezogen werden, welche sich in diesem System auch reproduzieren. Auch eine biologische Schädlingsbekämpfung scheint erst stattzufinden, sobald Blühelemente in der Gemüsekultur eingebracht werden.

Zumindest in Bezug auf die Schädlinge scheint es Tendenzen hinsichtlich eines Distanzoptimums zu geben. Im zweiten Anbausatz konnten sowohl in PN 2, als auch PN 3 signifikant mehr Blattläuse bei einer Distanz von 84 m zur Nützlings-Rollwiese gefunden werden. Dies konnte allerdings nicht korrelierend mit dem Auftreten der Nützlinge gezeigt werden.

3.3 Versuchsjahr 2023

Erster Anbausatz

Entwicklung der Blattlauspopulationen: mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

Im ersten Anbausatz konnten steigende Blattlauszahlen mit fortschreitender Kulturdauer gefunden werden, allerdings konnten keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Probenahmezeitpunkte und der Behandlung festgestellt werden (Abb. 37).

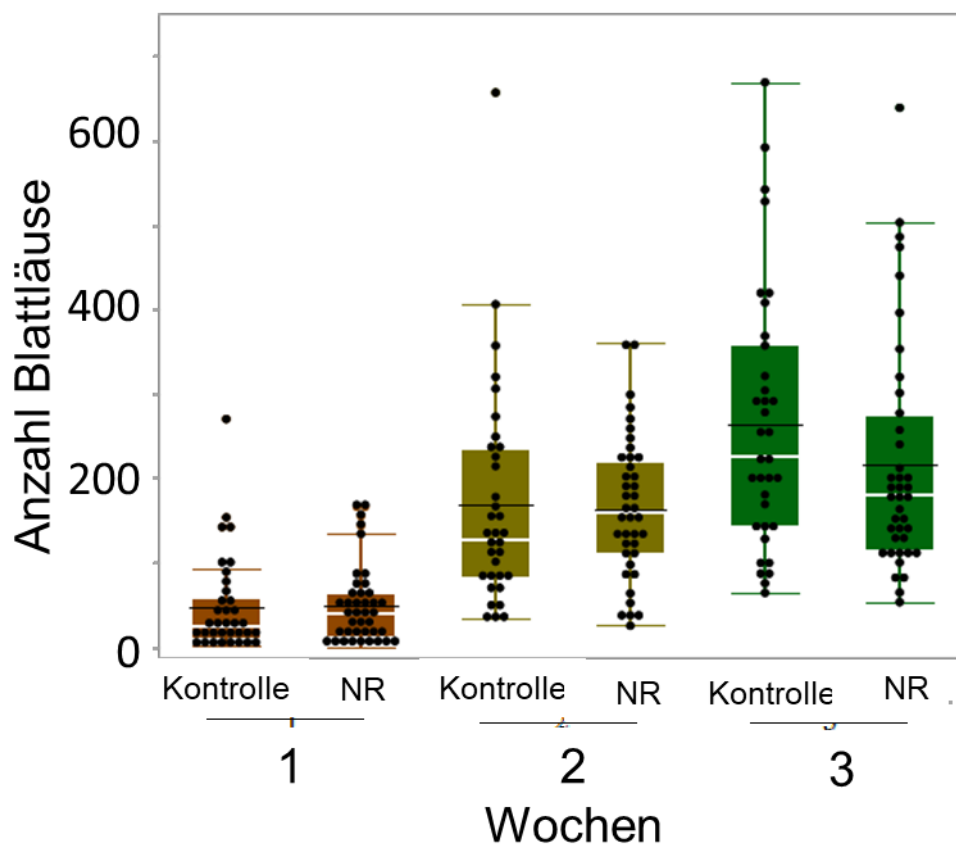


Abb. 37 Anzahl der Blattläuse im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.

Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

Im ersten Anbausatz sind sowohl in der Kontrolle, als auch in den Nützlings-Rollwiesen-Parzellen fast alle Salate mit mindestens einer Blattlaus befallen (Abb. 38).

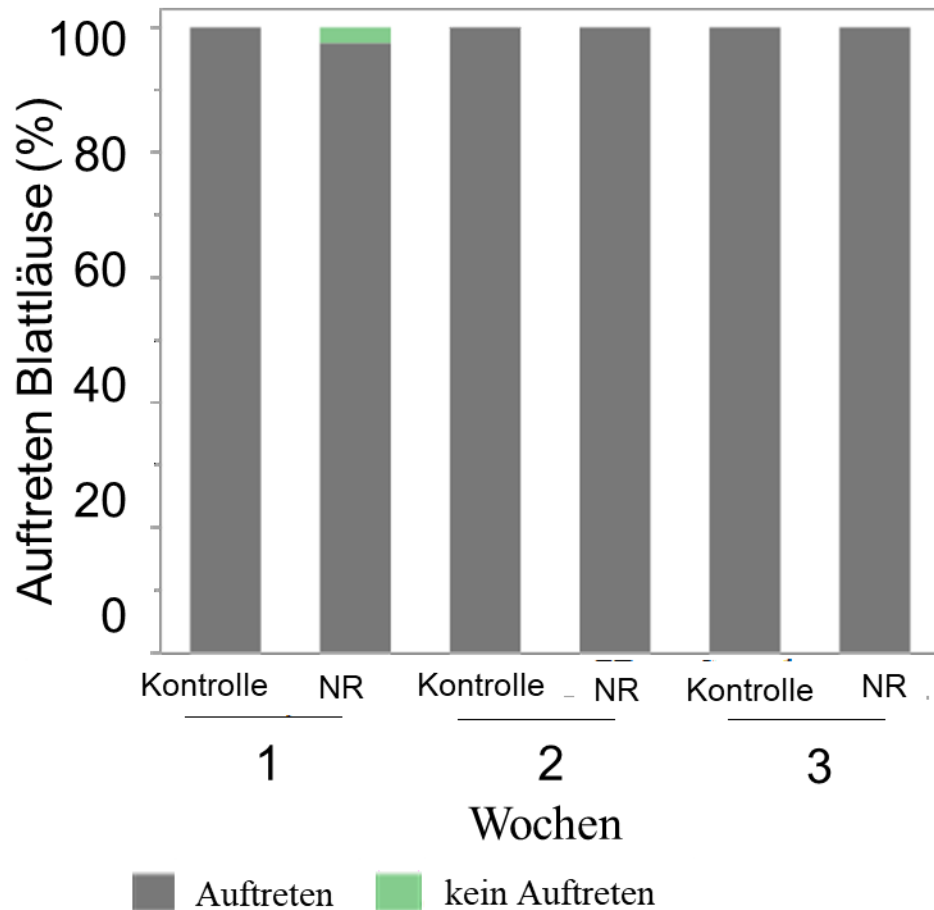


Abb. 38 Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit der Behandlung. Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Grün = kein Auftreten, frei von Blattläusen, grau = befallen mit mindestens einer Blattlaus.

Nützlings-Auftreten: mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

Mit fortlaufender Kulturdauer konnten signifikant mehr Nützlinge gefunden werden (glm.nb, $p < 0,001$). Allerdings konnten keine Unterschiede zwischen den zwei verschiedenen Behandlungen gefunden werden (Abb. 39).

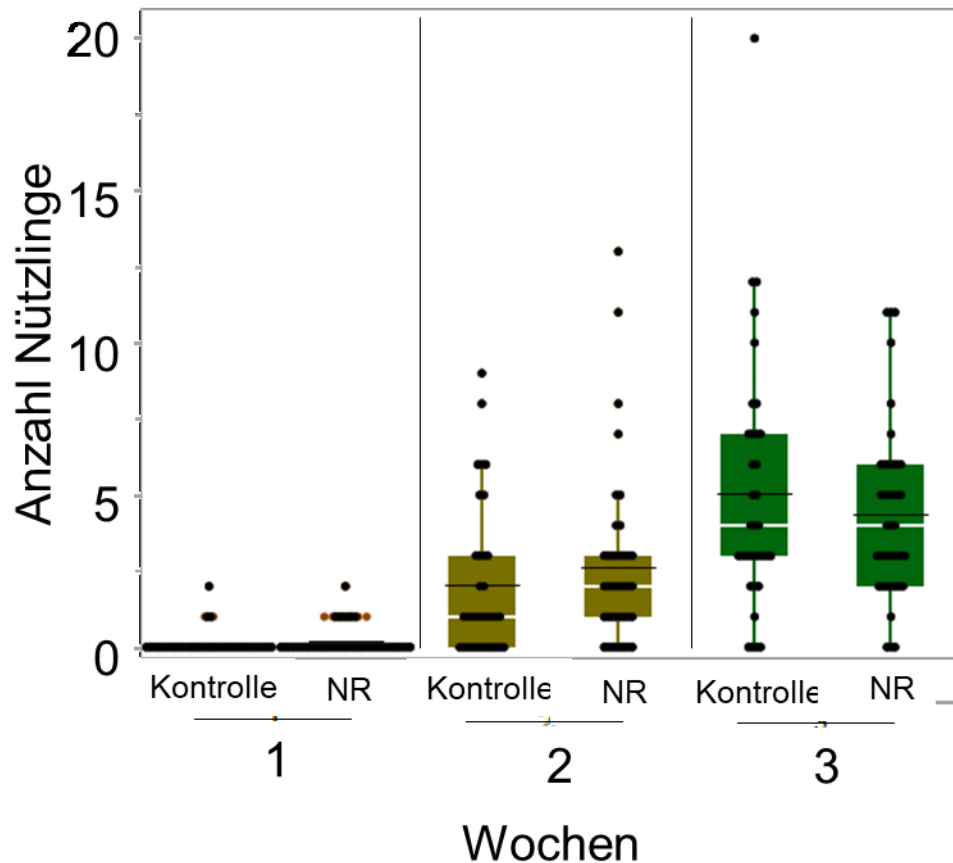


Abb. 39: Anzahl der Nützlinge im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Nützlinge, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.

Zweiter Anbausatz

Entwicklung der Blattlauspopulationen: mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

Mit fortschreitender Kulturdauer konnten immer weniger Blattläuse auf den Salaten gefunden werden (glm.nb, $p > 0,001$). In PN 1 konnten signifikant weniger Blattläuse in den Nützlings-Rollwiesen-Parzellen gefunden werden, als in der Kontrolle (glm.nb, $p < 0,05$). In PN 3 konnten allerdings mehr Blattläuse in den Nützlings-Rollwiesen-Parzellen gefunden werden, als in der Kontrolle (glm.nb, $p < 0,05$) (Abb. 40).

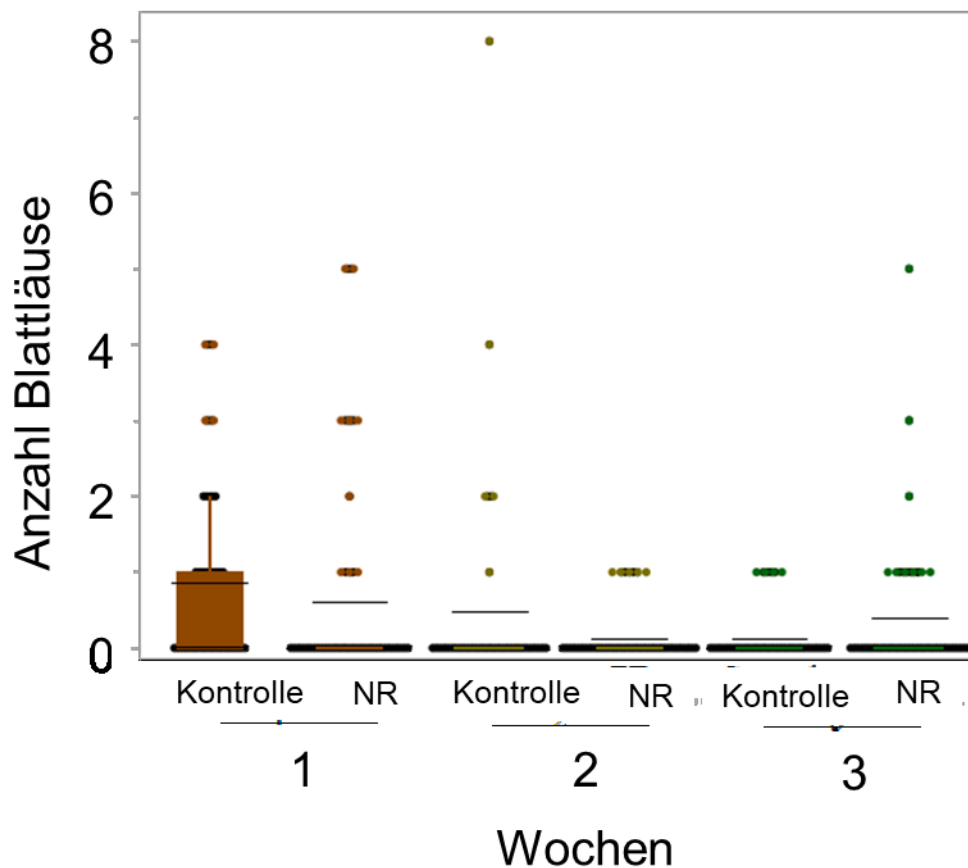


Abb. 40: Anzahl der Blattläuse im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.

Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

In PN 1 des zweiten Anbausatzes waren maximal 50% der Salate mit mindestens einer Blattlaus befallen. Darüber hinaus konnten in den Kontrollparzellen mehr Blattläuse gefunden werden (glm.nb, $p < 0,005$). In den beiden anderen PN konnte kein Unterschied zwischen den Behandlungen gefunden werden (glm.nb, $p > 0,05$) (Abb. 41).

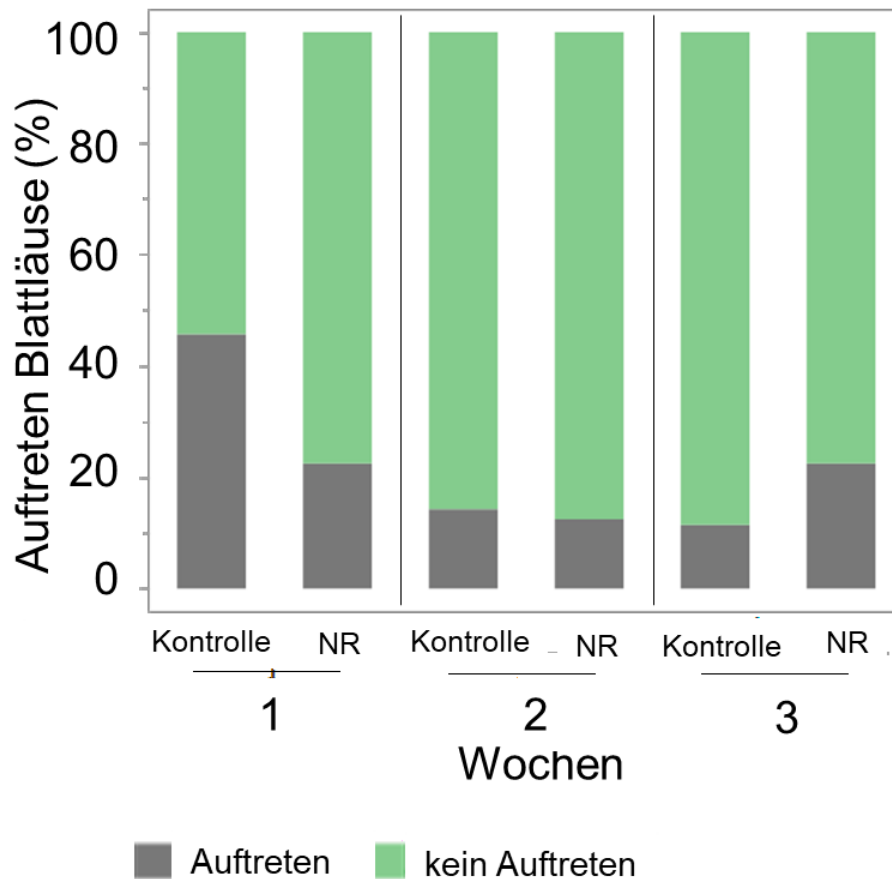


Abb. 41 Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit der Behandlung. Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Grün = kein Auftreten, frei von Blattläusen, grau = befallen mit mindestens einer Blattlaus.

Nützlings-Auftreten: mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

Mit fortlaufender Kulturdauer konnten nicht gezeigt werden, dass sich mehr Nützlinge auf den Salaten befinden (glm.nb, $p > 0,05$). Allerdings konnte in PN 2 mehr Nützlinge in den Nützlings-Rollwiesen-Parzellen gefunden werden, als in den Kontrollparzellen (glm.nb, $p < 0,05$) (Abb. 42).

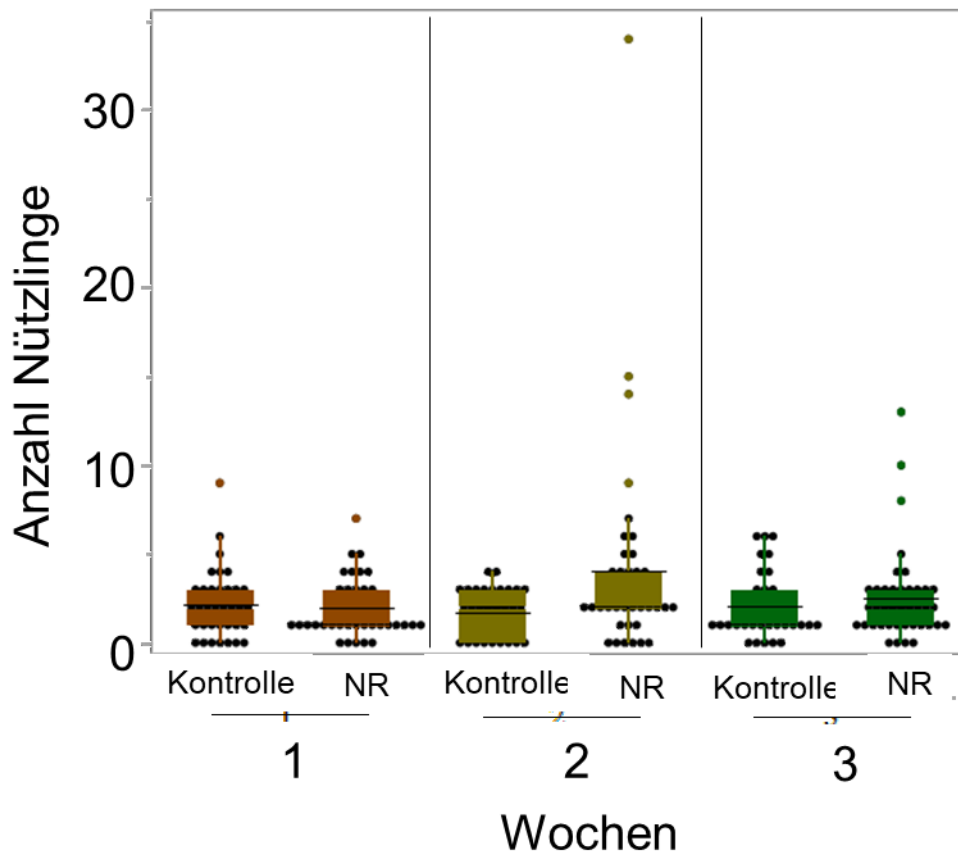


Abb. 42: Anzahl der Nützlinge im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Nützlinge, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.

Dritter Anbausatz

Entwicklung der Blattlauspopulationen: mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

In PN 1 konnten weniger Blattläuse gefunden werden, als in PN 2 und PN 3 (glm.nb, $p < 0,005$). Allerdings gab es keinen Unterschied zwischen den PN 2 und PN 3 (glm.nb, $p > 0,05$). Auch zwischen den jeweiligen Behandlungen konnte kein Unterschied gefunden werden (glm.nb, $p > 0,05$) (Abb. 43).

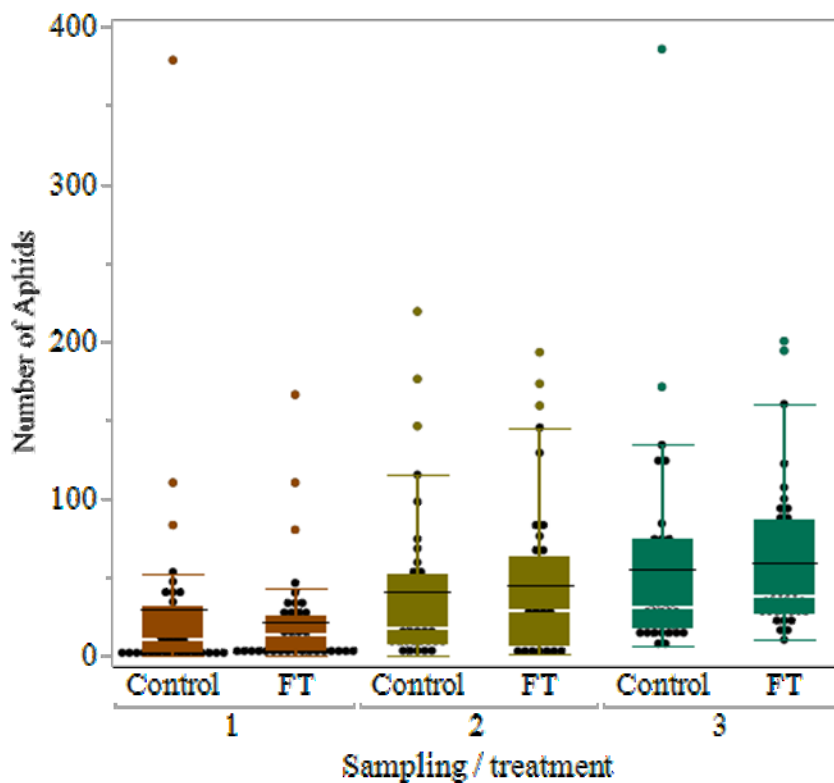


Abb. 43: Anzahl der Blattläuse im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Blattläuse, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.

Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

Es konnten keine Unterschiede in dem Befall durch Blattläuse gezeigt werden. Sowohl in jeder PN, als auch in beiden Behandlungen waren (nahezu) alle Salate mit mindestens einer Blattlaus befallen (glm.nb, $p > 0,05$) (Abb. 44).

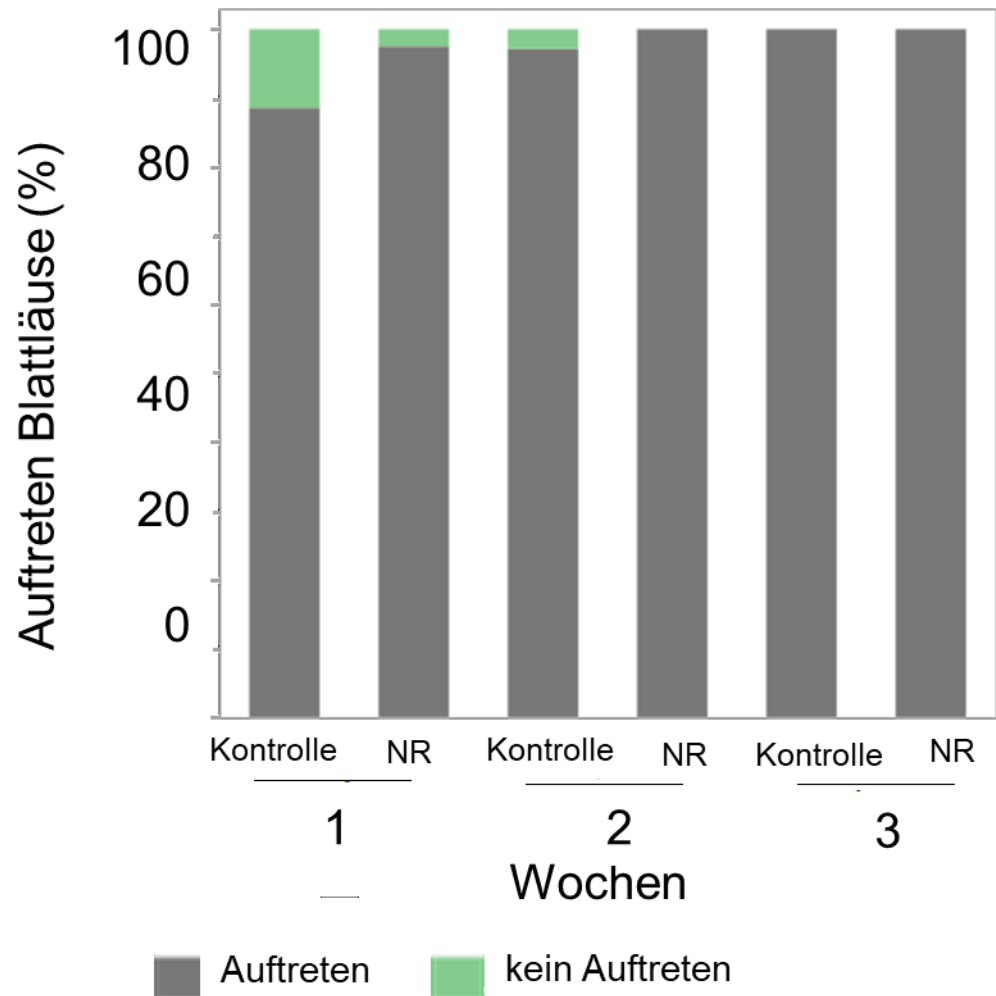


Abb. 44 Auftreten von Blattläusen im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit der Behandlung. Auftreten von Blattläusen mit fortschreitender Kulturdauer. Grün = kein Auftreten, frei von Blattläusen, grau = befallen mit mindestens einer Blattlaus.

Nützlings-Auftreten: mit fortschreitender Kulturdauer und in Abhängigkeit der Behandlung (mit Nützlings-Rollwiese und ohne Nützlings-Rollwiese (Kontrolle))

Mit fortlaufender Kulturdauer wurden immer mehr Nützlinge auf den Salaten gefunden (glm.nb, $p < 0,05$). Allerdings innerhalb der PN keine Unterschiede in den unterschiedlichen Behandlungen gefunden werden (glm.nb, $p > 0,05$) (Abb. 45).

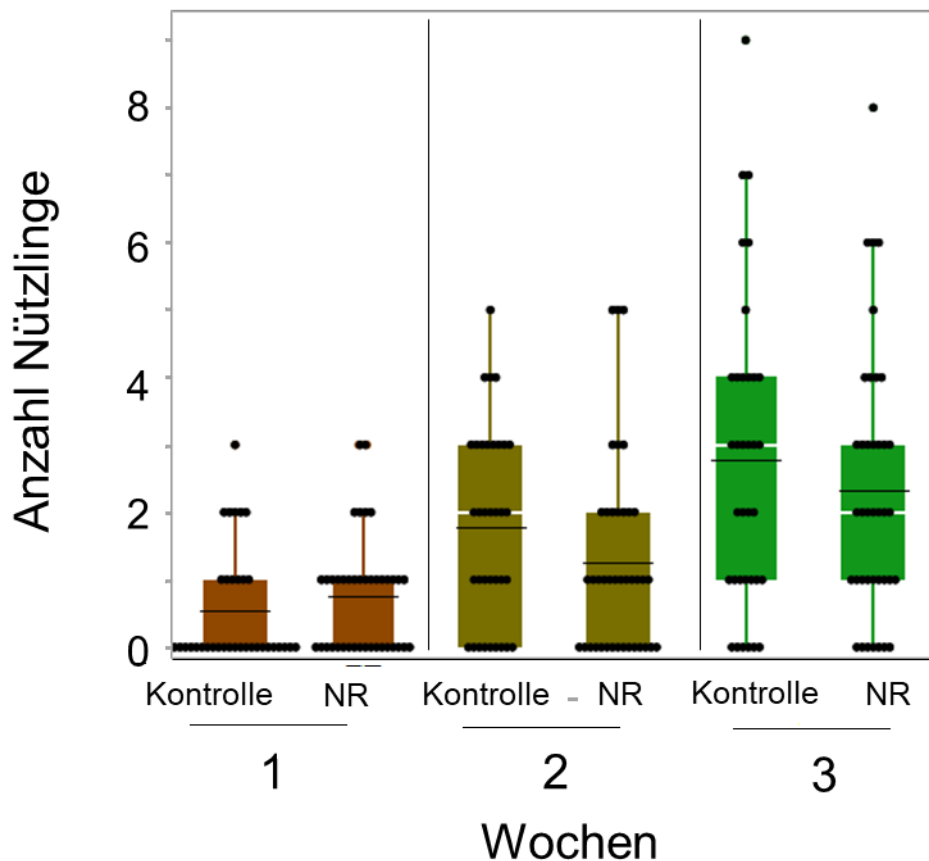


Abb. 45: Anzahl der Nützlinge im Verlauf der Kulturlaufzeit in Abhängigkeit zur Behandlung. Anzahl der Nützlinge, die sich auf den Salaten der jeweiligen Behandlungen (Kontrolle oder Nützlings-Rollwiesen-Parzellen) befinden.

Im ersten Anbausatz konnten wir mit fortlaufender Kulturdauer signifikant mehr Blattläuse finden. Die Nützlings-Rollwiese war erst gegen Ende der Kulturzeit in voller Blüte. Allerdings, und dies war vorhersehbar durch die Versuche der Jahre davor, konnten keine Unterschiede innerhalb der Probenahmezeitpunkte und der Kontrolle und Nützlings-Rollwiesen-Parzellen gefunden werden. Der Abstand der Nützlings-Rollwiesen zueinander und zur Kontrolle (max. 20 m) war zu gering. Jeder Salat war mit mindestens einer Blattlaus befallen, wobei die Anzahl der Blattläuse auch recht hoch war. Äquivalent zu den Zahlen der Blattläuse stiegen auch die Anzahl der Nützlinge mit fortlaufender Kulturdauer. Grund hierfür kann entweder die Nützlings-Rollwiese und ihre anlockende Wirkung haben, da diese erst gegen Ende der Kulturzeit blühte, oder durch die Masse an Blattläusen, die die Nützlinge durch ihre Duftstoffabgabe ((E)- β -Farnesen) anlockten (Micha und Wyss 1996). Auch bei

der Anzahl der Nützlinge konnte kein Unterschied zwischen Kontrolle und Nützlings-Rollwiesen-Parzellen gefunden werden.

Die Nützlings-Rollwiese war im zweiten Anbausatz in voller Blüte. Dies spiegelt sich auch in der Anzahl der Nützlinge auf den Salaten wider, denn diese waren bereits am Anfang der Probennahmen deutlich höher, als am Ende der Kulturzeit im ersten Anbausatz. In der zweiten Probennahme konnten auch mehr Nützlinge in den Nützlings-Rollwiesen-Parzellen gefunden werden – ein Effekt, der sich bei der ersten und letzten Probennahme nicht (mehr) zeigte. Gleichzeitig konnten von Anfang an weniger Blattläuse auf den Salaten gefunden werden. Hierbei waren, in der ersten Probennahme, sogar signifikant mehr Blattläuse in den Kontroll-Parzellen zu finden. Gleichzeitig konnten auch mehr unbefallene Salate in den Nützlings-Rollwiesen-Parzellen gefunden werden. Dieser Effekt verlor sich in der zweiten Probennahme und in der dritten waren signifikant mehr Blattläuse in den Nützlings-Rollwiesen-Parzellen.

Im dritten Anbausatz war die Anzahl der Blattläuse von Anfang an wieder höher, als im zweiten Anbausatz. Fortlaufend stieg die Anzahl der Schädlinge, mit Ausbleiben von Unterschieden zwischen Nützlings-Rollwiesen- und Kontroll-Parzellen. Prozentual gesehen waren wieder alle Salatköpfe mit mindestens einer Blattlaus befallen. Das Phänogramm der Schädlinge und Nützlinge zeigt dieselben Entwicklungen, die bereits im ersten Anbausatz zu beobachten waren. Auch die Anzahl der Nützlinge stieg wieder mit fortlaufender Kulturdauer. Dadurch, dass die Nützlings-Rollwiese bereits in voller Blüte stand, besteht hier die Annahme, dass die Nützlinge zusätzlich zu den gehäuft auftretenden Blattäusen angelockt werden.

3.4 Ergebnis-Zusammenfassung

Über die 3 Jahre lässt sich zusammenfassend sagen, dass die Nützlings-Rollwiese sich ohne weitere Bemühungen sehr gut selbst etabliert. In unseren Versuchen wurde die Nützlings-Rollwiese zeitgleich mit der Kultur in den Boden gebracht. Allgemein zeigte sich, dass die Nützlings-Rollwiese erst ihre Wirkung voll entfaltet, sobald sie komplett etabliert ist und in der Blüte steht. Dies ist so gut wie immer der Fall am zweiten Anbausatz der Fall (meist im Frühsommer). Der erste und letzte Anbausatz muss schwierigeren Umweltfaktoren standhalten, wie beispielsweise wechselhaftes Wetter, Kälteperioden oder starken Regenfällen.

Die eindrucksvollste Reduktion der Blattläuse konnte 2022 beobachtet werden, als für den ersten Anbausatz keine Nützlings-Rollwiese etabliert worden war und die Zahlen exponentiell anstiegen. Sobald allerdings eine Nützlings-Rollwiese in den Bestand etabliert wurde, so konnte eine eindeutige Reduktion beobachtet werden. Und sobald die Wiese etabliert war und in Blüte stand, wurden maximal 40% der Salate mit einem Befall von mindestens einer Blattlaus festgestellt.

Daraus leitet sich die Empfehlung ab, dass für mindestens einen Drittel der Saison auf Insektizid verzichtet werden kann. Wir konnten sehen und zeigen, dass die Nützlinge durch die Nützlings-Rollwiese angelockt werden. Die Reichweite war weitaus größer als gedacht. Zwischen einer Distanz von 70 und 84 m sind die Nützlinge gewillt, sich auszubreiten. Des Weiteren konnten wir zeigen, dass die Nützlings-Rollwiese auf den Schädlingsbefall einen vergleichbaren Effekt zum Insektizideinsatz hat – zumindest in den ersten beiden Anbausätzen.

Um die Verkaufsqualität zu bewerten, betrachten wir hauptsächlich die Salate aus der letzten Probenahmewoche, da diese zum selben Zeitpunkt wie die tatsächliche Ernte unter Produktionsbedingungen stattfand. Als Kriterium für die Verkaufsqualität standen bei uns Kopfgröße, Gewicht, Krankheiten, visuelle Gesundheit und Schädlingsbefall im Vordergrund. Das Jahr 2021 war sehr regnerisch. Hier konnten wir sowohl einen Nacktschneckenbefall an den Salaten beobachten, als auch Salatfäule, da der Acker durchgängig durchnässt war. Sofern das Wetter allerdings trocken und warm blieb, konnten wir weder Krankheiten an den Salaten sehen, noch Unterschiede in Kopfgröße und -gewicht. Nach diesen Kriterien hatten unsere Salate Verkaufsqualität.

Um die Verkaufsfähigkeit der Salate anhand eines Schädlingsbefalls festzulegen, erlaubten wir uns die Schwelle auf 5 Blattläuse pro Salatkopf zu setzen. Hierbei zeigte sich, dass unsere Salate im ersten und zweiten Anbausatz verkaufsfähig sind. Die Salate, die im dritten Anbausatz (Spätsommer, Frühherbst) abgebaut wurden, fielen durch das Kriterium durch. Immerhin könnten zwei Drittel der Salate ohne Insektizidbehandlung verkauft werden.

Die Biodiversität der Insekten wird auch erhöht. Dies lässt sich nicht nur an den steigenden Zahlen der Nützlinge, sondern auch an den weiteren Insekten und Spinnentieren auf den Salaten zeigen.

4. Fazit und Ausblick

Die drei Versuchsjahre – mit durchaus völlig unterschiedlichen Witterungsverläufen – haben gezeigt, dass die Nützlings-Rollwiese als Grundlage einer „offenen Zucht“ von Nützlingen eine deutlich unterdrückende Wirkung auf die Blattlaus-Schädlingpopulationen in einer Kopfsalatkultur hat. Typischerweise können in einem Anbaujahr drei Freiland-Kopfsalatsätze hintereinander auf der gleichen Fläche angebaut werden. Die Blattlaus-unterdrückende Wirkung ist nicht in allen drei Anbausätzen einer Anbausaison gleich hoch. Für den 2. Anbausatz, d.h. im Anbauzeitraum von KW 25 bis KW 35 war die Wirkung in allen drei Versuchsjahren sehr gut, d.h. die Wirkung war so gut wie eine Insektizidbehandlung und das Insektizid-Einsparpotenzial liegt theoretisch bei mindestens 30 %.

Beim 1. Anbausatz war regelmäßig zu beobachten, dass sich die Nützlingspopulationen nicht schnell genug aufbauen konnten, um den Blattlausbefall wirkungsvoll zu unterdrücken. Ein Verzicht auf einen Insektizideinsatz im 1. Anbausatz von Kopfsalat wäre also mit dem Risiko verbunden, dass keine Verkaufsqualität erreicht werden kann. Da die Nützlings-Rollwiese mit der Pflanzung des Kopfsalats ausgelegt wurde, erfolgte die natürliche Besiedlung der Nützlings-Rollwiese mit Nützlingen praktisch zeitgleich mit dem Blattlausbefall der Kopfsalatkultur. Es konnte zwar im Kulturverlauf des 1. Anbausatzes beobachtet werden, dass die Blattläuse von den Nützlingen zu Kulturende hin mehr und mehr unterdrückt wurden, aber dies war nicht ausreichend, um eine Verkaufsqualität für den Salatsatz zu erzielen.

Beim 3. Anbausatz war regelmäßig zu beobachten, dass die Nützlinge im Herbst zu Kulturende ihre Aktivität deutlich vor den Blattläusen eingestellt haben. Dies führte dazu, dass die Blattlauspopulationen im Herbstsatz zu Kulturende deutlich zugenommen haben und ohne Insektizideinsatz nicht mit Sicherheit eine Verkaufsqualität erzielt werden könnte.

Wie der letzte Kopfsalatsatz eines Jahres wirkungsvoll mit Nützlingen im Freiland vor Blattläusen geschützt werden kann, ist nach wie vor eine ungeklärte Frage.

Um den ersten Kopfsalatsatz vor Blattläusen zu schützen, müsste die Nützlings-Rollwiese nicht erst mit der Salatpflanzung auf dem Feld etabliert werden, sondern idealerweise bereits 14 Tage früher, was aber witterungsbedingt nicht in jedem Jahr gelingen wird. Alternativ könnte die Nützlings-Rollwiese aber auch mit Nützlingen „bestückt“ sein, so dass man nicht auf den natürlichen Zuflug und die natürliche Besiedlung angewiesen wäre. Auf diese Weise könnte auch der erste Salatsatz ohne Insektizide zur Verkaufsreife und Verkaufsqualität gebracht werden. Dies ist besonders wichtig, da ein Insektizideinsatz beim ersten Salatsatz die Nützlings-Populationen für den Folgesatz massiv schädigen würde und somit das ganze System zerstört.

Ein Insektizideinsatz beim letzten Salatsatz hätte nicht diese verheerende Wirkung und man hätte so durch den Insektizidersatz im ersten und zweiten Salatsatz immerhin eine Insektizidreduktion um mehr als 60 %.

Die etablierte Nützlings-Rollwiese hat bei dem gewählten Artenspektrum durchgeblüht, wobei im Vegetationsverlauf unterschiedliche Pflanzenarten zur Blüte kamen und auch einzelne Nützlingsarten eine unterschiedliche Populationsdynamik aufwiesen. Der Flächenanteil der Nützlings-Rollwiese an der gesamten Salatkulturfläche lag in allen Versuchen unter 2,5 %. Dies war offensichtlich ausreichend. Allerdings konnte die Distanzwirkung bzw. die Eindringtiefe der Nützlinge ausgehend von einer Nützlings-Rollwiese nicht abschließend geklärt werden. In unseren Versuchen konnte jedenfalls gezeigt werden, dass auch im Abstand von über 50 m noch eine gute Unterdrückung der Blattläuse stattfand, während bei über 80 m die Blattlaus-Populationen deutlich zunehmen. Durch ein modifiziertes Versuchsdesign könnte die optimale Lage und die Entfernungen der Nützlings-Rollwiese zueinander herausgearbeitet werden.

5. Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen und Vorträge

Öffentlichkeitsarbeit

44. Hohenheimer Gemüsebautag (21.09.2021): Präsentation des Projektes im Rahmen einer Fachführung und Poster; ca. 120 Fachbesucher aus dem Bereich Gemüseerzeugung

Tag der offenen Tür, Universität Hohenheim (02.07.2022): Präsentation des Projektes im Rahmen eines Posters

45. Hohenheimer Gemüsebautag 20.09.2022): Präsentation des Projektes im Rahmen einer Fachführung und Poster; ca. 110 Fachbesucher aus dem Bereich Gemüseerzeugung

46. Hohenheimer Gemüsebautag 19.09.2023): Präsentation des Projektes im Rahmen einer Fachführung und Poster; ca. 120 Fachbesucher aus dem Bereich Gemüseerzeugung

Tag der offenen Tür, Universität Hohenheim (08.07.2023): Präsentation des Projektes im Rahmen eines Posters

Tag der Offenen Tür (23.09.2023): Präsentation des Projektes im Rahmen von Führungen und Poster; ca. 350 Besucher

Veröffentlichungen

Henzler, J. (2021): Gesundes Gemüse durch Früherkennung und richtige Sortenwahl. Bericht vom 44. Hohenheimer Gemüsebautag mit Hinweis auf das Projekt „Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüseanbau als Insektizid-Ersatz“. Landinfo 5/2021, S.58-60.

Kuhn, D. (2022): Nützlings-Rollwiese als Alternative zum Insektizid-Ersatz bei Kopfsalat. Landinfo 4/2022, S.21-22.

Kuhn, D. (2024): Innovation Nützlings-Rollwiese kann ein Drittel des Insektizideinsatzes in Kulturen mit kurzer Wachstumszeit einsparen. Fachmagazin Gemüse; voraussichtlich Juli 2024.

Vorträge

Kuhn, D. (2021): Development of a specific flower strip for crop cultivation as insecticide substitute. Fachgebietsseminar, Universität Hohenheim, Institut für Phytomedizin

Kuhn, D. (2022): Insights of biological pest control implementing flower strips. Fachgebietsseminar, Universität Hohenheim, Institut für Biologie

Abschlussbericht: Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

Poster

„Förderinitiative Pestizide“: Entwicklung einer Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

Versuchshintergrund

Beim Freilandgemüseanbau ist der Insektizid-Einsatz zur Bekämpfung von Schadorganismen v.a. durch Pyrethroide und Neonicotinoide üblich. In weitestgehend geschlossenen Systemen, wie Gewächshäusern, ist der insektizid-freie, biologische Pflanzenschutz durch Einsatz von Nützlingen bereits seit langer Zeit etabliert. Jedoch stellt die Übertragung des biologischen Pflanzenschutzes auf das Freiland eine Bürde dar. Auf Basis dieses Problems entwickelte Hermann Welzel (Hermann Welzel Gartenbau) eine spezifische Nützlings-Rollwiese, welche durch einfache Handhabung in den Feldbestand eingepflegt und etabliert werden kann. Durch diese Nützlings-Rollwiese sollen verschiedene Nützlinge angezogen werden, welche durch Prädation oder durch Parasitierung den Schädlingsbestand minimieren. Somit kann der Insektizid-Einsatz reduziert oder im besten Falle sogar vermieden werden.

Die besondere Problematik eines biologischen Pflanzenschutzes im Freilandgemüsebau im Zusammenhang mit Nützlingen stellen kurze Kulturzeiten des anzubauenden Produkts dar. Kopfsalat z.B. weist eine Kulturzeit von ca. 6 Wochen auf, wodurch die Etablierung der Nützlinge im Optimalfall bereits vor dem Anpflanzen gegeben sein sollte.

Die Nützlings-Rollwiese soll in diesem Projekt als Nahrungsressource und im Optimalfall als Habitat für Nützlinge, welche als natürliche Antagonisten von Blattläusen agieren, darstellen.

Da dieses Projekt im Rahmen einer Doktorarbeit läuft, dürfen Ergebnisse vorab nicht veröffentlicht werden.

Blütmischung

Durch diverse Versuche an der sogenannten Intraguild predation (IGP), bei welcher sich Nützlinge gegenseitig fressen, wird die Blütmischungszusammensetzung angepasst.

Bearbeiter: Denise Kuhn / Dr. Michael Ernst

Staatsschule für Gartenbau Stuttgart-Hohenheim
 Emil-Wolff-Str. 19-21, 70599 Stuttgart, 0711-45922726, poststelle @sfg.bwl.de, www.SfG-BW.de

Abb. 46 Poster für den Gemüsebautag und Tag der offenen Tür Uni Hohenheim 2021.

„Förderinitiative Pestizide“: Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

Versuchsdurchführung

In diesem Jahr wurden insgesamt 4 Sätze Kopfsalat angepflanzt. Die Blühwiesen wurden zeitgleich mit der zweiten Anbauperiode in das Feld etabliert. Der erste Ansatz wurde ohne Blühwiese durchgeführt, um die sich darauf befindliche Insektenpopulationen ohne jeglichen Einfluss zu untersuchen.

Es ist nicht bekannt, in wie weit sich Nützlinge, sobald sie angelockt und etabliert sind, tatsächlich im Feldbestand ausbreiten. Deshalb galt als erster Versuchsansatz Parzellen zu entwerfen, welche die Nützlinge anziehen sollen. Diese wurden im Jahr 2021 an beiden Enden des Versuchsfeldes eingebracht, sodass eine mögliche Verdriftung durch den kontinuierlichen Westwind untersucht werden konnte. Die jeweiligen Distanzen waren bis zur Mitte des Feldes definiert (6 Abstände à 6,25 m auf eine Länge von 37,5 m). Dieses Jahr wurden die Blühwiesen nur auf einer Seite des Feldes etabliert, da die Reichweite im Jahr 2021 noch nicht ausreichte. Die Beprobungspunkte für dieses Jahr haben eine Entfernung von 14 m zu einander.

Die Probenahme erfolgte ab 3 Wochen vor Ende der Kulturzeit. Hierbei wurden pro Woche je 7 Salate einer jeden Blühparzelle in verschiedenen Abständen (14 m) entnommen und auf den Schad- und Nützlingsbestand untersucht.

Bearbeiter: Denise Kuhn / Dr. Michael Ernst

Staatsschule für Gartenbau Stuttgart-Hohenheim
 Emil-Wolff-Str. 19-21, 70599 Stuttgart, 0711-45922726, poststelle @sfg.bwl.de, www.SfG-BW.de

Abb. 47 Poster für den Gemüsebautag und Tag der offenen Tür Uni Hohenheim 2022.

Abschlussbericht: Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz



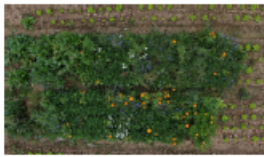
Denise Kuhn, Michael Ernst, Georg Petschenka
Angewandte Entomologie, Institut für Phytomedizin
Staatsschule für Gartenbau



„Förderinitiative Pestizide“ Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

Warum muss eine Alternative zu dem Einsatz von Insektiziden gefunden werden?

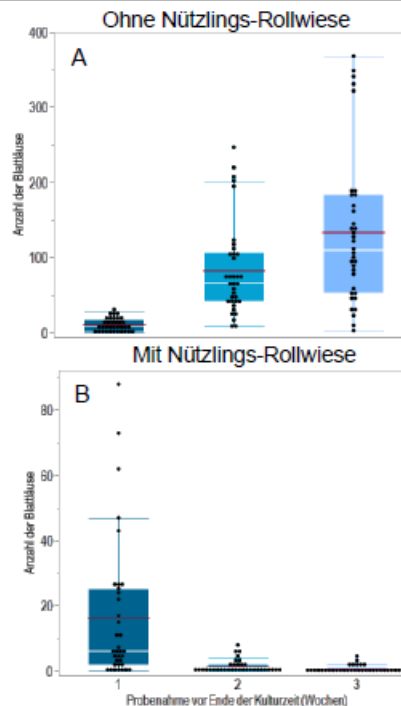
Der Einsatz von Insektiziden führt u.a. zur Schädigung des ökologischen Gleichgewichts durch das Töten von Nicht-Zielorganismen – sogenannten non-target Organismen. Darunter zählen nicht nur die beliebten Honigbienen, sondern auch verschiedene einheimische Nützlinge wie bspw. Marienkäfer und Schwebfliegen, die durch ihre Funktion als natürliche Fressfeinde im Ökosystem sehr wichtig sind.



Wie kann diese aussehen?

Aufgrund diverser Umweltfaktoren bringt der biologische Pflanzenschutz diverse Herausforderungen mit sich. Auf Basis dieses Problems entwickelte Hermann Welzel (Hermann Welzel Gartenbau) eine spezifische Nützlings-Rollwiese, welche in den Feldbestand eingebunden werden kann. Die Rollwiese soll verschiedene Nützlinge anlocken, indem sie ihnen ein Habitat und Nahrungsressourcen bietet. Von dort aus soll sich der Nützlingsbestand in der Kultur ausbreiten. Hier bekämpfen vor allem die Larven der Nützlinge effektiv die Schädlinge. Somit kann der Insektizid-Einsatz reduziert oder im besten Falle ganz vermieden werden.

Freilandversuche in der Gemüsekultur Kopfsalat
Lactuca sativa L.



Anzahl der Blattläuse auf den Kopfsalaten 1 Woche, 2 Wochen und 3 Wochen vor Ende der Kulturzeit im ersten Anbausatz ohne Nützlings-Rollwiese (A) und im zweiten Anbausatz mit Nützlings-Rollwiese (B).

Ergebnisse

- Ohne Nützlings-Rollwiese (A)
 - die Blattlauspopulation steigt stetig mit fortlaufender Kulturdauer
- Nach Etablierung der Nützlings-Rollwiese (B)
 - Nahrungsressource und Habitat für Nützlinge vorhanden
 - Anzahl der Blattläuse von Anfang an geringer
 - durch Prädation der Nützlinge ist der Blattlausbestand am Ende der Kulturzeit bei fast 0

Fazit

- Durch Einbringen der Nützlings-Rollwiese: biologische Schädlingsbekämpfung
- Erhöhung der Biodiversität: mehr Nützlinge im Feldbestand
- Stärkung der Ökosystemdienstleistungen
- Unterstützung der einheimischen Flora und Fauna



Abb. 48 Poster für den Gemüsebautag und Tag der offenen Tür Uni Hohenheim 2023.

Literaturangaben

- Charles JJ, Paine TD (2016) Fitness Effects of Food Resources on the Polyphagous Aphid Parasitoid, *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). PLOS ONE 11:e0147551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147551>
- Laubertie EA, Wratten SD, Hemptinne J-L (2012) The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. Biological Control 61:1–6. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.12.010>
- Maier M (2021) Beeinflussen Blühinseln und Blühmischungen Ertrag und Qualität von Knollensellerie sowie das Vorkommen von Nutz- und Schadinsekten? Bachelorarbeit der Agrarwissenschaften, Staatsschule für Gartenbau, Universität Hohenheim
- Micha SG, Wyss U (1996) Aphid alarm pheromone (E)- β -farnesene: A host finding kairomone for the aphid primary parasitoid *Aphidius uzbekistanicus* (Hymenoptera: Aphidiinae). Chemoecology 7:132–139. <https://doi.org/10.1007/BF01245965>
- Möckel S, Gawel E, Liess M, Neumeister L (2021) Wirkung verschiedener Abgabekonzepte zur Reduktion des Pestizideinsatzes in Deutschland – eine Simulationsanalyse
- Rakhshani E, Talebi AA, Kavallieratos NG, et al (2005) Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphidoidea) in Iran | SpringerLink. J. Pest Sci. 193–198
- Sartisoehn A (2018) DBU-Abschlussbericht: Gezielte Nützlingsförderung im Freiland durch Anlage von mageschneiderten Blühstreifen. Leibniz Universität Hannover Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme Abteilung Phytomedizin, Hannover
- Sarwar M (2016) Food habits or preferences and protecting or encouraging of native ladybugs (Coleoptera: Coccinellidae). 1:2455–7269
- Sparks TC, Nauen R (2015) IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. Pesticide Biochemistry and Physiology 121:122–128. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014>
- Van Rijn P (2012) The suitability of field margin flowers as food source for *Chrysoperla* lacewings. IOBC/WPRS Bulletin 75:213–216
- Van Rijn P, Wäckers FL (2010) The suitability of field margin flowers as food source for zoophagous hoverflies

Anhang

Informationen zum Einsatz der Nützlings-Rollwiese für Gemüseerzeuger

Das Funktionsprinzip

Schadinsekten (z.B. Blattläuse oder Weiße Fliege) haben natürliche Feinde (Prädatoren; z.B. Schlupfwespen, Schwebfliegen, Blumenwanzen, Marienkäfer, Florfliege).

Ausgewählte und besonders effektive Prädatoren werden als „Nützlinge“ in Gewächshauskulturen (z.B. bei Gurke, Tomate, Paprika) seit Jahren nach dem Prinzip der „Offenen Zucht“ erfolgreich eingesetzt.

Dieses Funktionsprinzip kann auch auf den Freilandgemüseanbau übertragen werden.

Hierzu müssen entsprechende nektarreiche Blühpflanzen als Nahrungsgrundlage für die Nützlinge in bzw. am Rand der Gemüsekultur „angebaut“ werden, damit sich die Nützlinge dort ansiedeln und die Schadinsekten in der Gemüsekultur effektiv bekämpfen können und so ein befallsfreies und verkaufsfähiges Produkt erzeugt werden kann.

Damit die Blühpflanzen möglichst schnell ihre Wirkung entfalten und Nützlinge anlocken können, werden sie auf einem speziellen Vlies ausgesät, vorkultiviert bis das Vlies gut durchwurzelt ist und werden dann für den Transport (wie Rollrasen) aufgerollt.

Am Feldrand angekommen, werden die Rollen abgewickelt und auf dem vorbereiteten Gemüsebeet ausgelegt. Die einzelne Rolle ist 2,5 m lang und 60 cm breit und passt so zu den typischen Beetbreiten von 1,20 m oder 1,80 m.

Die Artenzusammensetzung der nektarreichen Blühpflanzen der Nützlings-Rollwiese wurde so ausgewählt, dass für die gesamte Vegetationszeit immer eine ausreichende Blüte und damit ein ausreichendes Nahrungsangebot für die Nützlinge gegeben ist. Folgende Arten wurden dafür ausgewählt: Schafgarbe, Sterndolde, Ringelblume, Echter Kümmel, Kornblume, Wilde Möhre, Mannstreu, Wiesenstorchschnabel, Luzerne, Klatschmohn, Wiesensalbei, Storchschnabel.



Erntefähiger Kopfsalat mit blühender Nützlings-Rollwiese im Hintergrund.

Risikoabschätzung

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt,

dass die Funktion im 1. Anbausatz nur dann gegeben ist, wenn die Nützlings-Rollwiese spätestens ab Kulturmitte (3-4 Wochen vor der Ernte) mit entsprechendem Blütenbesatz voll etabliert ist.
dass die Nützlings-Rollwiese sehr zuverlässig im 2. Anbausatz (Frühsommer/Sommer) funktioniert.
dass im letzten Anbausatz des Jahres die Aktivität der Nützlinge – trotz blühender Nützlings-Rollwiese – so deutlich abnimmt, dass ein befallsfreies und uneingeschränkt verkaufsfähiges Produkt nicht mehr gewährleistet werden kann.

Daraus folgt,

dass die Nützlings-Rollwiese bereits vor der Pflanzung des 1. Salatsatzes oder mit der Pflanzung des 1. Kohlrabisatzes ausgebracht werden muss, um einen guten Erfolg zu gewährleisten.
Evtl. sollten Nützlinge – wie im Gewächshaus auch – gezielt gekauft und in der Nützlings-Rollwiese ausgebracht werden.
dass die Sommersätze problemlos funktionieren und Nützlinge natürlicherweise einwandern.
dass der letzte Anbausatz ggf. auf andere Weise geschützt werden muss.

Bedacht werden sollte:

Die Nützlings-Rollwiese bietet Schnecken und anderen Schadorganismen Unterschlupf.
Die Blühpflanzen der Nützlings-Rollwiese produzieren natürlicherweise Samen, der im nächsten Jahr in der Folgekultur zu unerwünschtem Aufwuchs führen kann, der dann beseitigt werden muss.

Kosten-/Nutzenabwägung

Manche Kosten lassen sich klar quantifizieren, andere Kosten können nur abgeschätzt werden und unterscheiden sich von Betrieb zu Betrieb (z.B. Vermarktung, Flächenstruktur).

Die Kostenkalkulation bezieht sich auf 1 ha.

Kosten entstehen durch:

| | |
|---|---------------------|
| - Beschaffung der Nützlings-Rollwiese (24 qm/ha anteilig für 3 Sätze) | 120 € ^{*)} |
| - Ausbringung der Nützlings-Rollwiese (AKh usw.) | 45 € |
| - „Verlust“ an Kulturfläche (DB) | 30 € |
| - Bekämpfung von Schnecken usw. (Mittelaufwand, AKh) | 40 € |
| - Beseitigung von unerwünschtem Aufwuchs (anteilig für 3 Sätze) | 40 € |
| Summe der kalkulierten Kosten pro Anbausatz | 275 € |

^{*)} Preis stand für das Jahr 2024 noch nicht fest.

Der Nutzen der Nützlings-Rollwiese zeigt sich auf ganz unterschiedliche Weise. Eine monetäre Bewertung ist dabei schwierig und ist wie bei den Kosten auch von Betrieb zu Betrieb sowie in Abhängigkeit der Vermarktungsstruktur ganz unterschiedlich zu bewerten.

Nutzen entsteht durch:

- Einsparung von chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen (Mittel- und Applikationskosten)
- Image-Gewinn bei Kunden, insbesondere bei Direktvermarktung durch
 - o Verzicht auf chemisch-synthetischen Pflanzenschutz (rückstandsfreies Gemüse) und
 - o Förderung der Biodiversität.

Darüber hinaus sollte im Einzelfall geprüft werden, ob die Nützlings-Rollwiese eine betriebliche Maßnahme darstellt, die im Rahmen eines Förderprogrammes berücksichtigt werden kann.

Die Umsetzung in der Praxis

Schritt 1:

Nützlings-Rollwiese bestellen, so dass sie ca. 2 Wochen vor dem 1. Salatsatz bzw. mit dem 1. Kohlrabisatz ausgelegt werden kann.

Für 1 ha werden 24 qm Nützlings-Rollwiese benötigt; dies entspricht 16 Rollen (0.6 m x 2,5 m).

Schritt 2:

Nützlings-Rollwiese auf dem Feld so verlegen, dass sie eine Fläche von je 6 qm bedecken und im Abstand von 50 m zueinander liegen. (Die Eindringtiefe der Nützlinge in den Salatbestand liegt bei über 50 m, so dass durch Überlappung der Eindringtiefe ausreichend Sicherheit gegeben ist.)

Schritt 3:

Nützlings-Rollwiese gegebenenfalls angießen.

Schritt 4:

Die Nützlings-Rollwiese bleibt das gesamte Anbaujahr auf der Fläche und bedarf keiner weiteren Pflege. Im Spätherbst, Winter oder Frühjahr kann die Nützlings-Rollwiese mit der betriebsüblichen Grundbodenbearbeitung eingearbeitet werden.

Abschlussbericht: Entwicklung einer spezifischen Nützlings-Rollwiese für den Freilandgemüsebau als Insektizid-Ersatz

Auf Euro-Paletten und in Stretch-Folien eingewickelt erreicht die Nützlings-Rollwiese den Betrieb:



Auf dem Beet wird die Nützlingswiese ausgerollt und ggf. angegossen:

