



Gezielte Nützlingsförderung im Freiland durch Anlage von maßgeschneiderten Blüh- streifen

DBU-Az: 30234

Abschlussbericht

Verfasser: Anton Sartisohn
Projektleitung: Dr. Rainer Meyhöfer
Institution: Leibniz Universität Hannover
Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme
Abteilung Phytomedizin
Projektdauer: 01.01.2015 – 31.03.2018
Kooperationspartner: Appels Wilde Samen GmbH, Darmstadt

Hannover, den 14.08.2018

1 Projektkennblatt

der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



| | | | | | |
|------------------------------|---|--|------------------|---------------------|-------------------|
| Az | 30234 | Referat | 34 | Fördersumme | 124.830,00 |
| Antragstitel | | Gezielte Nützlingsförderung im Freiland durch Anlage von maßgeschneiderten Blühstreifen | | | |
| Stichworte | | | | | |
| Laufzeit | Projektbeginn | Projektende | Projektphase(n) | | |
| 3 Jahre | 01.01.2015 | 31.03.2018 | | | |
| Zwischenberichte | 15.01.2016 | 31.12.2016 | | | |
| Bewilligungsempfänger | Leibniz Universität Hannover | | | Tel | 0511/762-8921 |
| | Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme | | | Fax | 0511/762-3015 |
| | Abteilung Phytomedizin | | | Projektleitung | |
| | Herrenhäuser Str. 2 | | | Dr. Rainer Meyhöfer | |
| 30419 Hannover | | | Bearbeiter | | |
| | | | Anton Sartisoehn | | |
| Kooperationspartner | Appels Wilde Samen GmbH Brandschneise 2 64295 Darmstadt | | | | |

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Die Anlage von Blühstreifen wird in Deutschland durch die Bundesländer subventioniert. Primär werden diese eingesetzt um Ziele des Arten-, Wild, und Bienenschutzes zu verfolgen. Von großem unmittelbarem Interesse ist jedoch auch ihre Funktion für den Pflanzenschutz, d.h. die Bereitstellung von Ressourcen für natürliche Gegenspieler von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Schädlingen. Konventionelle Blühstreifen erfüllen diese Funktion im Freilandgemüseanbau nicht oder nur bedingt, da bei Ihrer Zusammensetzung andere Funktionen im Vordergrund standen. Zum einen kommen in diesen Saatmischungen für Schadorganismen attraktive Pflanzenarten vor, zum anderen sind bestimmte Pflanzenarten aufgrund des morphologischen Aufbaus ihrer Blüten nicht in der Lage Nützlingen als Nahrungsressource zu dienen. In diesem Projekt wird die Entwicklung eines Blühstreifens für den Gemüseanbau vorangetrieben, welcher auf die Funktion des Pflanzenschutzes maßgeschneidert ist. Die Auswahl der im Blühstreifen vorkommenden Pflanzenspezies basiert auf Literaturdaten sowie Vorversuchen zur Attraktivität gegenüber Antagonisten (Generalisten, Parasitoide) bedeutender Schadorganismen im Kohlanbau. Gleichzeitig soll eine Attraktivität gegenüber den Schädlingen an sich vermieden werden (insb. Lepidoptera). Ziel dieses Projektes ist es, einen angepassten Blühstreifentypen für Gemüsekulturen zu untersuchen, weiter zu optimieren und zu etablieren. Dies soll im Vergleich zu einem konventionellen Blühstreifentypen erfolgen, der im Hinblick auf bestimmte Naturschutzfunktionen eingesetzt und gefördert wird.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Im Projektzeitraum wurden der angepasste Blühstreifen, sowie ein kommerzieller Blühstreifentyp auf Ihre Funktion für den Pflanzenschutz untersucht und verglichen. Dazu wurden beide Blühstreifentypen entlang standardisierter Parzellen mit Rosenkohl an drei verschiedenen Orten (Hannover, Ruthe, Darmstadt) ausgesät. Alle 14 Tage wurden Daten zu den Aktivitätsdichten von Nutz- und Schadarthropoden erhoben, ebenso Pflanzenphysiologische Kennzahlen. Neben Blütenbeobachtungen und der Bonitur von markierten Kohlpflanzen kamen dabei auch Gelbschalen zur Erfassung des Artenspektrums zum Einsatz.

Ergebnisse und Diskussion

Im Laufe des Forschungsprojektes konnte durch Optimierung der Saatmischung, dass ein maßgeschneiderter Blühstreifen enormes Potenzial im Hinblick auf seine Funktion für den biologischen Pflanzenschutz hat. Es konnte gezeigt werden, dass durch gezielte Auswahl von Blühpflanzenspezies und einer Optimierung der Zusammensetzung der Saatmischung die Attraktivität des Blühstreifen auf Nützlinge erhöht und Schadschmetterlinge minimiert werden konnte. Insbesondere die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Attraktivität einzelner Blühpflanzen-spezies auf bestimmte funktionelle Gruppen im Wirtskomplex um den Rosenkohl zeigten, dass eine sorgfältige Auswahl bei der Zusammenstellung von Blühmischungen, je nach Einsatzzweck, unabdingbar ist. Ein maßgeschneiderter Blühstreifen für den Kohlanbau, wie in diesem Forschungsprojekt entwickelt, sollte in keinem Fall Kohlschädling fördernde Pflanzenarten wie Ölrettich enthalten. Die Untersuchungen zeigten eindeutig, dass eine enorme Attraktivität auf Schadschmetterlinge, in diesem Fall der Familie Pieridae, einhergeht mit einer erhöhten Eiablage im Nahbereich. Es gab deutlich mehr Besuche von Schwebfliegen und Marienkäfern in der maßgeschneiderten Blühmischung im Vergleich zu einer konventionellen Blühmischung. Die Attraktivität aus Schadschmetterlinge war signifikant geringer. Ein Unterschied in den Parasitierungsraten der Weiße Fliege Larvenstadien konnte nicht beobachtet werden. Allerdings wurden eine geringere Dichte von Blattläusen, weniger Eier von Schadschmetterlingen sowie weniger Blattschäden durch Raupen-fraß entlang der maßgeschneiderten Blühmischung nachgewiesen. Ein Nutzen für die natürliche Regulation von Schadinsekten konnte somit nachgewiesen werden. Gleichzeitig wurde kein Nachteil in Bezug auf die konservierende Naturschutzwirkung und die Förderung von Bienen und anderen Bestäubern beobachtet.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation:

Poster:

- Sartisohn, A., Hondelmann, P. & Meyhöfer, R.: „Promotion of natural enemies by tailored flower strips in cabbage“, 34.Tagung des DPG- und DGaaE-Arbeitskreises „Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden“, Leibniz Universität Hanno-ver, 30.11.-01.12.2015
- Sartisohn, A., Hondelmann, P. & Meyhöfer, R.: „Nützlingsförderung durch maßgeschneiderte Blühstreifen im Kohlanbau“, Workshop „Aktuelle Arbeiten und Versuchsergebnisse“ in Zusammenarbeit mit Ökoring e. V., Leibniz Universität Hanno-ver, 01.06.2016
- Amelin, M., Sartisohn, A. & Meyhöfer, R.: „Untersuchungen zur Attraktivität einjähriger Blühpflanzen auf Kohlschädlinge und deren natürliche Gegenspieler“, Drei-Länder-Entomologentagung 2017, Zentrum Wald-Forst-Holz auf dem Campus Wei-henstephan, 13.03.-16.03.2017

Vorträge:

- „Gezielte Nützlingsförderung durch maßgeschneiderte Blühstreifen im Kohlanbau“, 60. Deutsche Pflanzenschutztagung, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 20.-23.09.2016
- „Entwicklung und Evaluierung von maßgeschneiderten Blühstreifen zur gezielten Nützlingsförderung im Kohlanbau“ Drei-Länder-Entomologentagung 2017, Zentrum Wald-Forst-Holz auf dem Campus Wei-henstephan, 13.03.-16.03.2017
- „Entwicklung eines maßgeschneiderten Blühstreifens zur gezielten Nützlingsförderung im Kohlanbau“, 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, Universität Hohenheim, 11.09.-14.09.2018
- Sartisohn, A., Hondelmann, P. & Meyhöfer, R.: „Nützlingsförderung durch maßgeschneiderte Blühstreifen im Kohlanbau“, Workshop „Aktuelle Arbeiten und Versuchsergebnisse“ in Zusammenarbeit mit Ökoring e. V., Leibniz Universität Hanno-ver, 01.06.2016

Fazit

Durch Optimierung der Blühmischung konnte der Preis unter 5€ / kg gesenkt werden, dadurch ist der maßgeschneiderte Blühstreifen auch ökonomisch konkurrenz-fähig. Abgewandelte Versionen des entwickelten Blühstreifens finden bereits im den Bereichen Naturschutz und Produktionsgartenbau Verwendung. Die Ergebnisse, insbesondere die nachgewiesene Attraktivität einzelner Pflanzenarten auf bestimmte Insektengruppen, werden ebenso genutzt um maßgeschneiderte Blühstreifen im Rahmen von weiterführenden Förderprojekten zu verbessern. Ein hohes Innovationspotential besteht darüber hinaus in der Anpassung von Blühstreifen zur Optimierung des biologischen Pflanzenschutzes in anderen Kultursystemen. Dabei werden in Zukunft auch mehrjährige Blühstreifen an Bedeutung gewinnen.

Zusammenfassung

In Deutschland werden Blühstreifen vorwiegend eingesetzt um Ziele des Arten- Bienen und Wildschutzes zu verfolgen. In dieser Funktion sind sie bereits etabliert und werden von den einzelnen Bundesländern gefördert. Weniger Beachtung erhielt ihre Funktion für den biologischen Pflanzenschutz. Zahlreiche Studien weisen bereits einen positiven Effekt auf die biologische Schädlingsbekämpfung in landwirtschaftlichen Kulturen aus, welcher durch die Förderung von natürlichen Gegenspieler der Schadorganismen zu erklären ist. In gartenbaulichen Kulturen können Blühstreifen jedoch auch attraktiv für die Schadorganismen an sich sein (insbesondere Schadschmetterlinge). Für einen Einsatz in gartenbaulichen Kulturen muss deshalb besonders auf die Zusammensetzung der Blühmischung geachtet werden. In vorliegendem Projekt wurde deshalb eine Saatmischung entwickelt, welche speziell für die Bedürfnisse in gartenbaulichen Kulturen maßgeschneidert ist. Anforderungen waren, neben einem permanenten Blütenangebot und hoher Blütendichte, eine hohe Attraktivität gegenüber Antagonisten von Schadinsekten (Aleyrodidae, Aphididae, Pieridae) und eine geringe Attraktivität gegenüber Schadschmetterlingen. Der maßgeschneiderte Blühstreifen besteht aus neun einjährigen Pflanzenarten, welche nach ihrer spezifischen Funktion innerhalb der Blühmischung ausgesucht wurden. Während der Projektlaufzeit wurde dieser Blühstreifen (Hannover Mischung) mit einer kommerziell erhältlichen Blühmischung (Tübinger Mischung) hinsichtlich der Funktion für den Pflanzenschutz verglichen. Dazu wurden an verschiedenen Standorten beide Blühmischungen entlang von standardisierten, mit Rosenkohl bepflanzten Parzellen ausgesät. Es wurden die Aktivitätsdichten von Nutz- und Schadinsekten bestimmt, ebenso wie Blütendichte und andere pflanzenphysiologischen Parameter. Es zeigte sich, dass der maßgeschneiderte Blühstreifen eine signifikant höhere Attraktivität gegenüber Nützlingen aufwies als der kommerziell erhältliche, gleichzeitig war die Attraktivität gegenüber Schadschmetterlingen deutlich reduziert. Gleichzeitig waren die Aktivitätsdichten von Schadinsekten im Rosenkohl, der neben dem maßgeschneiderten Blühstreifens angepflanzt wurde, teilweise geringer. Während des Projektverlaufs wurde die Saatmischung weiter optimiert, d.h. Pflanzenarten, welche keine hohe Leistung in geforderten Anforderungen zeigten wurden entfernt oder ersetzt. Im Feldversuch ohne Insektizideinsatz zeigte sich außerdem eine Verminderung der Blattschäden am Rosenkohl entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens, welche mit erhöhtem Ertrag einherging.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung | 4 |
| Inhaltsverzeichnis | 5 |
| Abbildungsverzeichnis..... | 7 |
| Tabellenverzeichnis..... | 10 |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Anlass und Zielsetzung des Projektes | 1 |
| 1.2 Planung und Ablauf des Projekts | 5 |
| 2 Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden | 7 |
| 2.1 Zusammensetzung des maßgeschneiderten Blühstreifens..... | 7 |
| 2.2 Charakterisierung der Versuchsstandorte | 9 |
| 2.2.1 Hannover-Herrenhausen..... | 10 |
| 2.2.2 Versuchsgut Ruthe | 11 |
| 2.2.3 Rosenkohlacker bei Darmstadt | 12 |
| 2.2.4 Versuchsfeld in Göttingen bei Sarstedt..... | 13 |
| 2.2.5 Versuchsfeld bei Rehburg-Loccum | 14 |
| 2.2.6 Versuchsflächen Cappeln | 15 |
| 2.2.7 Versuchsfläche bei Stadthagen | 16 |
| 2.3 Auflaufversuch zur Optimierung der relativen Anteile der einzelnen Pflanzenspezies in der Blümmischung..... | 17 |
| 2.3.1 Versuchsaufbau / Versuchsdurchführung | 17 |
| 2.4 Attraktivität von einjährigen Blühpflanzen auf Nutz- und Schädarthropoden..... | 18 |
| 2.4.1 Versuchsdurchführung..... | 20 |
| 2.5 Förderung der natürlichen Gegenspieler von Schadinsekten im Kohlanbau durch maßgeschneiderte Blühstreifen | 21 |
| 2.5.1 Vorversuche aus dem Jahr 2015 in Hannover-Herrenhausen und am Versuchsgut Ruthe | 21 |
| 2.5.2 Versuchsfläche Darmstadt 2015 | 24 |
| 2.5.3 Weiterführende Versuche im Jahr 2016..... | 25 |
| 2.5.4 Versuchsdurchführung..... | 27 |
| 2.5.5 Versuche zur effektiven Reichweite von Blühstreifen zur Erhöhung der natürlichen Regulation von Schädlerregern im Kohlanbau | 28 |
| 2.6 Erfassung des Artenspektrums mit Hilfe von Gelbschalen und Kescherfängen.. | 29 |
| 2.7 Nachernteuntersuchungen am Versuchsstandort Ruthe..... | 30 |
| 2.8 Statistische Auswertung und Darstellung der Daten | 31 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3 | Darstellung wichtigster Ergebnisse | 32 |
| 3.1 | Blütendichte | 32 |
| 3.1.1 | Ergebnisse aus den Versuchsstandorten Hannover-Herrenhausen und dem Versuchsgut Ruthe | 32 |
| 3.1.2 | Ergebnisse aus der Versuchsfläche bei Darmstadt | 33 |
| 3.2 | Unkrautdeckungsgrad | 35 |
| 3.3 | Auflaufversuch zur Optimierung der Saatmischung | 36 |
| 3.4 | Attraktivität von einzelnen einjährigen Blühpflanzenspezies auf Nutz- und Schadarthropoden..... | 37 |
| 3.4.1 | Attraktivität von einjährigen Blühpflanzenspezies aus Nutz- und Schadarthropoden | 37 |
| 3.4.2 | Attraktivität der Blühstreifentypen auf Nutz- und Schadinsekten..... | 40 |
| 3.5 | Förderung der natürlichen Gegenspieler von Schadinsekten im Kohlanbau durch maßgeschneiderte Blühstreifen | 41 |
| 3.5.1 | Aktivitätsdichten von <i>Aleyrodes proletella</i> im Rosenkohl entlang der Blühstreifentypen | 41 |
| 3.5.2 | Blattlauspopulationen im Rosenkohl und Aktivitätsdichten parasitärer Gegenspieler..... | 42 |
| 3.5.3 | Eiablage von Schadschmetterlingen im Rosenkohl | 43 |
| 3.6 | Erfasstes Artenspektrum der Nützlinge..... | 45 |
| 3.7 | Nachernteuntersuchungen..... | 46 |
| 4 | Diskussion..... | 48 |
| 5 | Öffentlichkeitsarbeit..... | 51 |
| 6 | Fazit | 53 |
| | Literaturverzeichnis | 54 |
| | Anhang..... | 59 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Übersicht über die Versuchsflächen (400 m ² + 300 m ²) in Hannover Herrenhausen, sowie deren Umgebung. Aufnahme nach Norden ausgerichtet..... | 10 |
| Abbildung 2: Übersicht über die Versuchsflächen (3 x ca. 1600 m ²) am Versuchsgut Ruthe, sowie deren Umgebung. Aufnahme nach Norden ausgerichtet..... | 11 |
| Abbildung 3: Übersicht über die Versuchsfläche (1000 m ²) in der Nähe von Darmstadt, sowie deren Umgebung. Aufnahme nach Norden ausgerichtet..... | 12 |
| Abbildung 4: Übersicht über die Versuchsfläche (1600m ²) in Gödringen bei Sarstedt. Aufnahme nach Norden ausgerichtet..... | 13 |
| Abbildung 5: Übersicht über die Versuchsfläche (2000 m ²) bei Rehburg-Loccum. Aufnahme nach Norden ausgerichtet..... | 14 |
| Abbildung 6: Versuchsfläche bei Cappeln (ca 1 ha.)..... | 15 |
| Abbildung 7: Versuchsfläche bei Stadthagen..... | 16 |
| Abbildung 8: Übersicht Einzelsaatversuch in Hannover-Herrenhausen am Tag der Aussaat (19.05.2016)..... | 19 |
| Abbildung 9: Versuchsparzellen in Hannover-Herrenhausen am 29.07.2016 | 20 |
| Abbildung 10: Überblick über das Versuchsfeld Hannover Herrenhausen. Die auf ihre Attraktivität gegenüber Nutz- und Schadarthropoden zu testenden Blühpflanzen neben einem Streifen Rosenkohl..... | 21 |
| Abbildung 11: Standardisierte Versuchsparzelle der Versuchsflächen in Hannover-Herrenhausen und am Versuchsgut Ruthe: Die zu untersuchenden Blühstreifen wurden entlang von Rosenkohl ausgesät. Der Blühstreifen ist Blau hinterlegt, die grünen Kreise stellen die einzelnen Rosenkohlpflanzen dar. Markierte Pflanzen dienen als Bonitурpflanzen. | 22 |
| Abbildung 12: Schematische Anordnung der Versuchsparzellen der Versuchsparzellen in Ruthe. Je 3 Wiederholungen pro Variante. V1=Hannover-Mix, V2=Tübinger Mischung, K= Kontrollvariante. Die Bereiche zwischen den Versuchsparzellen wurden mit Weidelgrass eingesät. | 23 |
| Abbildung 13: Schematische darstellung der Versuchsfläche in der Nähe von Darmstadt im Jahr 2015. In der Mitte ein 2 m breiter Blühstreifen (Je eine Hälfte Tübinger Mischung und Hannover-Mix). Die grün schraffierte Fläche stellt den Rosenkohlacker dar. Breite des schematischen Blühstreifens ist nicht maßstabsgetreu..... | 24 |
| Abbildung 14: Standardisierte Versuchsparzelle. Die zu untersuchenden Blühstreifen wurden entlang von Rosenkohl ausgesät. Der Blühstreifen ist Blau hinterlegt, die grünen Kreise stellen die einzelnen Rosenkohlpflanzen dar. Markierte Pflanzen dienen als Bonitурpflanzen | 25 |
| Abbildung 15: Schematische Anordnung der standardisierten Versuchsparzellen in Ruthe (links) und Darmstadt und Rehburg-Loccum (rechts). V1=Hannover-Mix, V2=Tübinger Mischung, K= Kontrollvariante. Die | |

| | |
|---|----|
| Bereiche zwischen den Versuchspartzen wurden nach Bedarf (Beikräuter aufflaufend) gegrubbert. | 26 |
| Abbildung 16: Überblick über das Versuchsfeld am Versuchsgut Ruthe im Jahr 2017. | 28 |
| Abbildung 17: Versuchsfeld bei Darmstadt am Tag der Aussaat. | 29 |
| Abbildung 18: Gelbschale in einer Parzelle mit Steinkraut. Aufnahme datum 17.08.2016 | 30 |
| Abbildung 19: Exemplarische Darstellung von Rosenkohlröschen der Handelsklassen I bis III | 31 |
| Abbildung 20: Oben dargestellt ist die Blütendichte der untersuchten Blühmischungen im Zeitraum von der 30. bis zur 42. Kalenderwoche 2015. Daten aus Hannover-Herrenhausen und dem Versuchsgut Ruthe wurden gepoolt. Dargestellt ist der Mittelwert der offenen Blüten [\pm Standardabweichung] der einzelnen Blühstreifen über die Zeit. $n=6$. Rechts: Die durchschnittliche Anzahl der blühenden Arten über den gesamten Versuchszeitraum \pm Standardfehler. $n=48$ | 33 |
| Abbildung 21: Oben dargestellt ist die Blütendichte der untersuchten Blühmischungen im Zeitraum von der 25. bis zur 35. Kalenderwoche 2015. Daten aus der Versuchsfläche bei Darmstadt. Dargestellt ist die Anzahl der offenen Blüten der einzelnen Blühstreifen über die Zeit. Rechts: Die durchschnittliche Anzahl der blühenden Arten über den gesamten Versuchszeitraum \pm Standardfehler. $n=5$ | 34 |
| Abbildung 22: Insektenbesuche in 10 Minuten Beobachtungszeit / m ² in Monopartzen von 15 Pflanzenspezies [Mittelwert über die gesamte Kulturzeit \pm Standardfehler]. Dargestellt sind die Besuche von Schwebfliegen, Marienkäfern und Wespen gemittelt über die Saison 2016. | 38 |
| Abbildung 23: Insektenbesuche in 10 Minuten Beobachtungszeit / m ² in Monopartzen von 15 Pflanzenspezies [Mittelwert über die gesamte Kulturzeit \pm Standardfehler]. Dargestellt sind die Besuche von Bienen, Hummeln und Schmetterlingen gemittelt über die Saison 2016. | 39 |
| Abbildung 24: Insektenbesuche in den einzelnen Blühmischungen in einem Zeitraum von 10 Minuten am Standort Ruthe. Werte gemittelt über den gesamten Erfassungszeitraum von Kalenderwoche 28 bis 42 (2016). Signifikante Unterschiede zwischen den Blühstreifen bei der Anzahl der erfassten Schwebfliegen, Marienkäfer und Schmetterlinge. Buchstaben stehen für Signifikanzniveau (glm, $\alpha=0.05$). | 40 |
| Abbildung 25: Befall des Rosenkohls entlang von maßgeschneidertem (Hannover Mix) und konventionellem (Tübinger Mix) Blühstreifen mit Larvenstadien 3 und 4 der Kohlmottenschildlaus an den 3 verschiedenen Versuchsstandorten im Jahr 2016. Werte über den Versuchszeitraum gemittelt. Rechts: Parasitierungsrate. Buchstaben stehen für das Signifikanzniveau (glm, $\alpha=0.05$). | 41 |
| Abbildung 26: Befall des Rosenkohls entlang von maßgeschneidertem (Hannover Mix) und konventionellem (Tübinger Mix) Blühstreifen mit Blattläusen der Arten <i>B. brassicae</i> und <i>M. persicae</i> an den 3 verschiedenen | |

| | |
|--|----|
| Versuchsstandorten im Jahr 2016. Rechts: Parasitierungsrate. Werte über den Versuchszeitraum gemittelt. Buchstaben stehen für das Signifikanzniveau (glm, $\alpha = 0.05$)..... | 42 |
| Abbildung 27: Mittlere Parasitierungsrate von gefundenen Blattläusern in verschiedenen Abständen zum maßgeschneiderten Blühstreifen (Hannover Mix)..... | 43 |
| Abbildung 28: Erfasste Schmetterlingseier im Rosenkohls entlang von maßgeschneidertem (Hannover Mix) und konventionellem (Tübinger Mix) Blühstreifen an den 3 verschiedenen Versuchsstandorten im Jahr 2016. Erfasste Erten waren: <i>M. brassicae</i> , <i>P. brassicae</i> , <i>P. rapae</i> , <i>P. xylostella</i> . (Reihenfolge nach ihrer Häufigkeit) Rechts: Parasitierungsrate der Eier. Werte über den Versuchszeitraum gemittelt. Buchstaben stehen für das Signifikanzniveau (glm, $\alpha = 0.05$)..... | 44 |
| Abbildung 29: Geschätzter Blattschaden (Raupenfraß) und Erntegewicht der Röschen Klasse 1 und 2 aus der Nachernteuntersuchung des Rosenkohls am Versuchsgut Ruthe. Erntedatum war 30.11.2016. ... | 46 |
| Abbildung 30: Mittlerer Blattschaden verursacht durch Raupenfrass in %±SE. Daten basierend auf der Nachernteuntersuchung im Dezember 2017. n=35 | 47 |
| Abbildung 31: Mittleres Erntegewicht der Röschen Klasse I und II in g±SE. Daten basierend auf der Nachernteuntersuchung am Versuchsgut Ruthe im Dezember 2017. n=5..... | 47 |
| Abbildung 32: Vorgestelltes Posterauf der 34. Tagung des Arbeitskreises Nutzarthropoden und entomophage Nematoden der DGaE. | 59 |
| Abbildung 33: Abgewandelte Form der Hannover Mixes, verwendet in dem Projekt BeeFriendly. 2017 | 60 |
| Abbildung 34: Hannover Mix in einer abgewandelten Variante auf einem Bioland-Hof im Praxiseinsatz zusätzlich zu Kulturschutznetzen. 2017 | 60 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Zusammensetzung und relative Anteile der einzelnen Pflanzenarten des maßgeschneiderten Blühstreifen..... | 8 |
| Tabelle 2: Relative Anteile der einzelnen Blühpflanzenspezies an den getesteten Varianten der maßgeschneiderten Blühmischung im Auflaufversuch. | 17 |
| Tabelle 3: Übersicht verwendeter Pflanzenspezies im Parzellenversuch Hannover-Herrenhausen. | 19 |
| Tabelle 4: Aussaat und Pflanztermine an den einzelnen Versuchsstandorten | 27 |
| Tabelle 5: Mittlere Unkrautdeckungsgrade der einzelnen Versuchsvarianten in der 35. Kalenderwoche 2015. Ermittelt durch Schätzung in einem definierten Bereich von 1 m ² | 35 |
| Tabelle 6: Ergebnisse des Auflaufversuches unter Gewächshausbedingungen. Getestet wurden 5 Varianten des maßgeschneiderten Blühstreifens in abgewandelten Versionen mit abnehmendem relativem Anteil von Steinkraut an der Blühmischung (V1= 35%, V5= 15%). Die dargestellten Werte für die ausgezählten Keimlinge wurden über 5 Wiederholungen summiert. | 36 |
| Tabelle 7: Mittlere Anzahl von Nützlingen pro Pflanze basierend auf Daten aus Ruthe im Jahr 2017. | 45 |

2 Einleitung

2.1 Anlass und Zielsetzung des Projektes

Die Anlage von Blühstreifen wird in vielen Bundesländern durch Subventionsprogramme für die Landwirtschaft gefördert. Sie werden primär eingesetzt um Ziele des Arten-, Wild- und Bienenschutzes zu verfolgen. Von großem unmittelbarem Interesse auf Betriebsebene ist aber auch die Funktion für den Pflanzenschutz, also die Bereitstellung von Ressourcen, wie Nahrung, Schutz und Alternativbeute, für natürliche Gegenspieler bedeutender Schädlinge. Darüber hinaus sollten Blühstreifen keine Quellhabitats für Schadorganismen darstellen. Die Steigerung der Nützlingseffizienz und die Reduzierung des Schädlingspotentials haben bei der Zusammenstellung der Pflanzenarten in kommerziell erhältlichen Blühmischungen bisher wenig Beachtung gefunden. Dies gilt vor Allem beim Einsatz in Gemüsekulturen, obwohl diese als streifenförmige Kulturen für einen solchen Ansatz besonders geeignet sind. Auch ist hier die Untersuchung und Etablierung von Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz dringend geboten, da im Gemüsebau nur noch eine geringe Anzahl an Wirkstoffen zugelassen ist und sich gleichzeitig neue Schädlingsarten wie z. B. die Kohlmottenschildlaus (*Aleyrodes proletella*) ausbreiten. Im ökologischen Anbau ist die Anwendung von Netzen und Vliesen zur Regel geworden, da keine wirksamen Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen. Dieses Verfahren ist aber aufwendig, teuer und trotzdem nicht immer erfolgreich.

Blühstreifen erfüllen verschiedenste Aufgaben im Agrarökosystem und ersetzen oder ergänzen Funktionen von semi-natürlichen Strukturelementen (Lys & Nentwig, 1992). Hierzu zählt die Erhöhung der Arten- und Landschaftsdiversität, die Förderung von Bestäubern (Bienen, Hummeln), das Angebot von Versteckmöglichkeiten für Wild und Vögel, aber auch der in vielen Studien nachgewiesene Nutzen für den biologischen Pflanzenschutz (Scheid, 2010). Bei letzterem werden verschiedenste Nützlingsarten gefördert wobei vielfältige Mechanismen eine Rolle spielen (z. B. Anlockung von Nützlingen, Angebot alternativer Nahrungsquellen, Ausweich- und Überwinterungsquartiere, und/oder Quellhabitats für die Wiederbesiedelung von Ackerflächen). Insbesondere das Vorhandensein eines ausreichenden Blütenangebotes hat sich als entscheidender Faktor für den erfolgreichen Einsatz von Nützlingen herausgestellt (Rusch et

al., 2010). Nützlinge dienen dann als natürlich vorkommende Gegenspieler für Schadorganismen wie Schmetterlingsraupen oder Blattläuse und ermöglichen es, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu verringern oder ganz zu vermeiden.

Besonders Parasitoide, deren Larven sich in den Eiern oder Raupen von Schädlingen entwickeln, sind die effektivsten Antagonisten aus der Klasse der Insekten und damit für den biologischen Pflanzenschutz von großer Bedeutung. Während räuberische Arten nur ihren Hunger stillen, nutzen die Parasitoide ihre Wirte für ihre gesamte Reproduktionsleistung. Die Reproduktionsleistung ist dabei abhängig von der Lebensdauer und dem Fettkörper der Weibchen, beides wird durch die Ernährungssituation bestimmt und ist damit positiv beeinflussbar. Die Effizienz der Parasitoide im Rahmen ihrer natürlichen Regulationsfunktion kann somit durch Blühstreifen gesteigert werden (Géneau et al., 2012).

Der Einsatz von Parasitoiden als Antagonisten von Schadinsekten sind im Erwerbsgartenbau insbesondere in Gewächshauskulturen seit den 1970er Jahren, aber zunehmend auch im Freiland, im Obstbau und in der Landwirtschaft bereits anerkannte und gebräuchliche Methoden des biologischen Pflanzenschutzes. Dabei handelt es sich häufig um direkte Pflanzenschutzmaßnahmen bei denen gezüchtete Individuen gezielt freigesetzt werden (Ehlers, 2006; Zimmermann, 2007; Englert und Herz, 2017). Die Ausbringung der Erzwespe (Chalcidoidea) *Trichogramma brassicae* als Eiparasit des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*) in s.g. Optikapseln mittels Oktokoptern ist derzeit sicherlich das spektakulärste Verfahren im biologischen Pflanzenschutz.

Trotz des erwiesenen Nutzens von Blühstreifen für den biologischen Pflanzenschutz wird diese Funktion heutzutage häufig zugunsten von anderen Zielen vernachlässigt und die Förderung setzt andere Schwerpunkte. So haben die im Rahmen von Agrar- und Umweltprogrammen in Deutschland geförderten Blühstreifen (z. B. in Niedersachsen das Nieders. und Bremer Agrar-Umweltprogramm NAU/BAU) zwar sehr allgemein gehaltene Vorgaben („...Förderung der Einführung oder Beibehaltung extensiver, Ressourcen schonender und besonders umweltverträglicher Anbauverfahren ein zusätzlicher Anreiz zur Erhaltung der Landschaft und der natürlichen und wirtschaftlichen Produktionsbedingungen...“), sind aber dann recht einseitig darauf ausgerichtet „Schutz-, Brut- oder Rückzugsflächen für Wildtiere in der Agrarlandschaft“, „Verbindungskorridore auf Ackerflächen“ oder „Übergangsflächen zu ökologisch sensiblen Bereichen“ zu schaffen. Häufig dienen daher solche Blühstreifen dem Wild- oder Vogelschutz und

sind auf bestimmte Zielarten wie z.B. das Rebhuhn (z. B. das Rebhuhnschutzprojekt im Landkreis Göttingen oder das Biodiversitätsprojekt der Region Hannover) ausgerichtet. Daneben dienen die Blühstreifen als Futterquelle, Versteck und Rückzugsraum für diese Arten. Ein weiteres Förderungsziel sind Bestäuber wie Honigbienen und Hummeln, die ein stetiges Blütenangebot („Trachtenfließband“) in sonst blütenarmen Agrarlandschaften finden sollen.

Die auf solchen Blühstreifen anzusäenden Pflanzenarten werden von den Bundesländern recht detailliert vorgegeben (siehe Anlage 7a zur Richtlinie NAU/BAU 2011) und das Pflanzenspektrum deutet ebenfalls darauf hin, dass in erster Linie Wild, Vögel und Bestäuber gefördert werden sollen (typische Bienenweiden wie Phacelie und Korbblütler, viele Leguminosen die vom Wild gerne als Äsung angenommen werden). Auffallend ist außerdem, dass es sich ausschließlich um nicht-einheimische Arten oder Kulturpflanzen handelt, die häufig für Gründüngung oder als Untersaaten eingesetzt werden (z. B. Leguminosen von 30 Arten insgesamt).

Die häufig schon fertig angebotenen Saatgutmischungen, die unter vielfältigen Namen („Tübinger Mischung“, „Brandenburger Mischung“, „Insektenparadies“, „Schmetterlingsmischung“, „Syngenta Bienenweide“, „Wildlebensraum“, u.v.a.m.) angeboten werden, spiegeln diesen Trend wieder und enthalten meist einen Mix ähnlicher Pflanzenarten in unterschiedlichen Gewichtsanteilen, die auch häufig für Gründüngung, Untersaaten, oder Bienenweiden verwendet werden und die vom Wild gerne gefressen werden und auch so beworben werden. Dies ist insofern überraschend, weil inzwischen eine sehr große Anzahl an heimischen Pflanzenarten als Saatgut erhältlich ist und man nicht mehr auf gängige Gründüngungsarten angewiesen ist. Auch sind, von wenigen Ausnahmen abgesehen, solche fertigen Mischungen wissenschaftlich nie auf ihre Wirkungen untersucht worden. Dies gilt insbesondere für Gemüsekulturen, da der Schwerpunkt der meisten Studien auf Blühstreifen in Getreidefeldern lag (Nentwig 2000, Scheid 2010).

Um einige der Problemfelder aufzuzeigen, die bei der Nützlingsförderung mit Blühstreifen in Gemüsekulturen auftreten, seien hier einige Beispiele genannt: Viele der in heutigen Blühstreifen eingesetzten Pflanzenarten (insb. Leguminosen und Asteraceae) können von Nützlingen wie Schwebfliegen wenig oder gar nicht genutzt werden, da deren Saugrüssel zu kurz sind, um an tiefliegende Nektarien zu gelangen (z. B. Gilbert 1981). Blattläuse in Blühstreifen sollen als alternative Nahrungsquellen dienen, dabei

sollte es sich um Blattlausarten handeln die benachbarte Feldfrüchte nicht besiedeln sollten. Daher sollten z. B. Brassicaceen in Blühstreifen an Kohlfeldern vermieden werden oder nur in geringen Anteilen vorkommen. Auch sollten Blühstreifen im Gemüsebau in Hinblick auf Schadschmetterlinge optimiert sein, d.h. sie sollten nicht solche Arten fördern (Nahrungsangebot für Raupen wie z. B. Gemüseeule oder Kohlweißlinge), die in Gemüsekulturen als Schädlinge relevant sind. Bei anderen Zielen gibt es Übereinstimmungen mit den vorhandenen Blühstreifentypen. Hierzu zählen z. B. ein stetiges Blütenangebot und ganzjährige Deckung, so dass es Rückzugs- und Überwinterungshabitate zumindest für einen Teil der Nützlinge gibt.

Blühstreifen in Gemüsekulturen wie Kohl erfordern wegen eines anderen Schädlingspektrums und der Vielzahl an angebauten Kulturen eine andere Zusammensetzung des Blühstreifen als z. B. Getreidefelder. Trotzdem sind verfügbare Mischungen bislang nur unzureichend auf ihre Wirkung im biologischen Pflanzenschutz untersucht und optimiert worden. Gleichzeitig stellt der Trend zur Anlage von Blühstreifen für den Vogel- und Wildschutz eine Herausforderung dar, da der Nutzwert solcher Blühstreifen für den konservierenden biologischen Pflanzenschutz fraglich ist. In diesem Projekt sollen diese Herausforderungen angenommen werden und alternative Schädlingsbekämpfungsstrategien erprobt und etabliert werden. Maßgeschneiderte Blühstreifen unterstreichen den konkreten Nutzen für den einzelnen Betrieb und werden zur Verbreitung und Akzeptanz hinsichtlich Ihrer Funktion für den biologischen Pflanzenschutz untersucht.

Aufgrund kürzlicher gesetzlicher Änderungen, die es nunmehr erlauben Blühflächen als ökologische Ausgleichsflächen im Rahmen des landwirtschaftlichen Greenings zu deklarieren und gleichzeitig für diese Maßnahme keine strikten Beschränkungen bezüglich Aussattermin, Breite der Streifen etc., wie in den Agrarumweltmaßnahmen BS11 und BS12 gelten, gewinnt die Thematik nochmals an Relevanz hinzu. Die Anreize Blühflächen anzulegen steigen durch die in 2018 in Kraft getretene Verordnung (EU) Nr. 2017/2393 erheblich, da Blühflächen mit dem Faktor 1,5 in die Berechnung des zu leistenden ökologischen Ausgleichs zur Erhaltung der EU-Direktzahlungen einfließen (vgl. brachliegende Flächen oder Anbau von Leguminosen fließen mit dem Faktor 0,5 ein).

2.2 Planung und Ablauf des Projekts

Ziel dieses Projektes ist es, einen maßgeschneiderten Blühstreifentyp für Gemüsekulturen zu entwickeln, gegebenenfalls weiter zu optimieren und zu etablieren. Dies soll im Vergleich mit einem bekannten Blühstreifentypen erfolgen, der in Hinblick auf bestimmte Naturschutzfunktionen wie Wildschutz, Vogelschutz und Bienen-tracht eingesetzt und gefördert wird. Der optimierte Blühstreifentyp soll für die Förderung von Nützlingen wie z. B. Schwebfliegen und Schlupfwespen im Rahmen des konservierenden biologischen Pflanzenschutzes im Gemüsebau einsetzbar sein.

Unser Projektansatz soll dazu dienen, modellhaft streifenförmige Kohlkulturen (Rosenkohl, *Brassica oleracea* var. *gemmifera* DC.), mit dem System Blattläuse (Aphididae), Parasitoide (Aphidiidae) und Schwebfliegen (Syrphidae) zu untersuchen. Dabei sollen zwei Blühstreifentypen miteinander verglichen werden, die auf folgenden Saatgutmischungen basieren: eine kommerziell erhältliche Saatgutmischung, die den Förderrichtlinien des Niedersächsischen und Bremer Agrar-Umweltprogramm (NAU/BAU) entspricht (z.B. „Tübinger Mischung“) und eine eigene Saatgutmischung, die optimal für die Förderung blütenbesuchender Nützlinge zusammengestellt ist und gleichzeitig das Vorkommen von Schadschmetterlinge reduziert. Der optimierte Blühstreifentyp soll neben der Naturschutzfunktion insbesondere auch Blütenbesuchern wie Schwebfliegen und Parasitoiden ein optimales Blütenangebot offerieren, für deren Larven alternative Beute (hier Blattläuse) bieten, jedoch kein Quellhabitat für im Gemüsebau relevante Schädlinge (Kohlblattläuse, Schadschmetterlinge) darstellen. Darüber hinaus soll dieser Blühstreifentyp für alle Kohlkulturen verwendbar sein. Es werden daher in der Mischung Pflanzenarten eingesetzt, die von blütenbesuchenden Nützlingen gut genutzt werden können und eine hohe Attraktivität aufweisen. Dazu sind zu einem geringeren Umfang auch Pflanzenarten enthalten, die regelmäßig von Blattlausarten die im Kohl keine Bedeutung haben, besiedelt werden. Das Blütenspektrum ist so gewählt, dass über das Jahr vom Frühjahr bis Herbst ein kontinuierliches Blütenangebot vorhanden ist.

Die Feldversuche wurden im Großraum Hannover auf ökologisch bewirtschafteten Flächen durchgeführt. Die Aktivitätsdichten blütenbesuchender Nützlingsgruppen wurden über Blütenbeobachtungen, Sammlungen im Bestand, Fangpflanzen und mit Gelbschalen (Artenspektrum) ermittelt. Die Entwicklung des Pflanzenbestandes der Blüh-

streifen wurde mit gängigen pflanzensoziologischen Kennzahlen und die der Kulturpflanzen anhand von BBCH Stadien erfasst. Sowohl im Feld als auch im Blühstreifen wurden Blattlausdichten und Schadraupenbefall bonitiert. Um den Einfluss der umgebenden Landschaft zu ermitteln wurden geostatistische Verfahren eingesetzt um Nützlings- bzw. Schädlingsaufkommen zu bewerten. Am Ende der Saison folgte die Ernte und Nachernteuntersuchungen nach Lindner & Billmann (2006).

Im ersten Jahr wurden auf universitätseigenen Anbauflächen in Ruthe, auf dem Universitätscampus Herrenhausen und auf Flächen der Firma Appels Wilde Samen Blühstreifen in Nachbarschaft zu Rosenkohlstreifen angelegt. Ziel war es die Blühstreifen an verschiedenen Standorten, d.h. unterschiedliche Böden und Unkrautdruck, zu bewerten. Die Ergebnisse wurden genutzt um im zweiten Jahr die Blühmischungen an Standorteigenschaften anzupassen. An allen Standorten wurden die Blühstreifen intensiv pflanzensoziologisch untersucht (Keimung und Deckung der Arten; Blütendichten und Blühzeiträume). Die Erhebungen wurden dreimal im Jahr durchgeführt und im 2. und 3. Projektjahr mit verringertem Aufwand fortgesetzt um die Ergebnisse abzusichern. Zusätzlich zu pflanzensoziologischen Parametern wird der Blütenbesuch in den Streifen erfasst, hierbei sollen insbesondere Schwebfliegen, Parasitoide und Schmetterlinge erfasst werden. Die gefangenen Insekten wurden für eine genaue Determination im Labor in Alkohol konserviert. Außerdem sind kurzzeitige Blütenbeobachtungen an den Hauptweidepflanzen erfolgt (Anzahl Blütenbesucher pro 10 min, gleicher Erfassungszeitraum und –häufigkeit wie oben) und pro Blühstreifen wurden zwei Gelbschalen aufgestellt, um eine kontinuierliche und objektive Erfassung der Aktivitätsdichte fliegender Insekten zu ermöglichen. Der Blattlausbefall und das Auftreten von nicht fliegenden Antagonisten (z. B. Schwebfliegenlarven, Florfliegenlarven, Marienkäfer) wurde im Blühstreifen an markierten Pflanzen erfasst. Der Schädlingsbefall im Kohl wurde im Beobachtungszeitraum ebenfalls zweimal pro Monat festgehalten, hierbei wurden Blattläuse, Weiße Fliegen und Schmetterlingsraupen genauer untersucht.

Im zweiten Jahr wurde der optimierte und kommerzielle Blühstreifen in Zusammenarbeit mit Praxisbetrieben in der Region Hannover direkt miteinander verglichen. Die Erhebungen wurden wie im ersten Projektjahr durchgeführt. Die pflanzensoziologischen Erhebungen wurden mit verringertem, die Erhebungen der Insekten mit vollem Aufwand durchgeführt. Um die Wirkung der Blühstreifen in das Feld hinein nachzuweisen, wurden ab dem dritten Jahr Rosenkohlstreifen in drei verschiedenen Abständen zu den Blühstreifen untersucht werden.

3 Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

3.1 Zusammensetzung des maßgeschneiderten Blühstreifens

Die Zusammensetzung des maßgeschneiderten Blühstreifens erfolgte auf Grundlage von Literaturrecherche sowie Erfahrungswerten. Die Komposition der einzelnen Pflanzenarten sollte im Verbund folgende Anforderungen erfüllen:

- Hohe Attraktivität gegenüber Nützlingen
- Geringe Attraktivität gegenüber Kohlschädlingen (insbesondere Schadschmetterlinge)
- Permanentes Blütenangebot über die gesamte Saison
- Konkurrenzfähigkeit gegen Unkräuter
- Konkurrenzfähiger Preis im Vergleich zu anderen Blühmischungen

Abseits dieser Anforderungen sollte der maßgeschneiderte Blühstreifen ebenfalls Funktionen eines konventionellen Blühstreifens erfüllen, wie z. B. Förderung der biologischen Diversität und insbesondere Darbietung von Ressourcen für Bestäuber.

Die Zusammensetzung der Pflanzenarten ist in Tabelle 1 dargestellt. Zur Gewährleistung einer andauernden Blüte wurden Früh-, Mittel- und Spätblüher miteinander kombiniert, sodass theoretisch von April bis November Blüten im Blühstreifen vorhanden sind. Eine weitere funktionelle Gruppe von Pflanzenarten stellen die Bodendecker (Steinkraut, Buchweizen, Perserklee) dar. Sie sollen durch schnelles Auflaufen eine Überwucherung des Blühstreifens durch Unkräuter verhindern, beziehungsweise minimieren. Des Weiteren kommen in der Saatmischung auch Pflanzenarten zur Gründung (Perserklee), Bodenverbesserung (Ringelblume) und als Weide für Bestäuber (Phacelie) vor. Die Pflanzenarten, die für die verschiedenen Funktionen innerhalb der Blühmischung ausgewählt wurden, besitzen zumeist neben der beschriebenen Funktion auch eine hohe Attraktivität beziehungsweise positive Effekte auf Nützlingspopulationen. Als Beispiel sei hier Steinkraut genannt, welches sich in Vorversuchen neben seiner Funktion als Bodendecker und Langzeitblüher auch als hochattraktiv für Schwebfliegen gezeigt hat. Die in den Jahren 2016/2017 genutzte Mischung

wurde mittels eines Auflaufversuches, sowie mit Hilfe der Daten und Erfahrungen aus dem Jahr 2015 hinsichtlich der Artenzusammensetzung und Blühabfolge optimiert. Die relativen Anteile der Pflanzenarten wurden angepasst, sowie ungeeignete Arten entfernt. Klatschmohn wurde aufgrund einer obligatorischen Stratifikationsperiode während der Lagerung (mindestens 4 Wochen Temperaturen von unter ca. - 9°C) aus der Mischung entfernt. Gleiches gilt für die Saubohne, welche bei der Aussaat aufgrund ihrer Korngröße einen weiteren Arbeitsschritt bei der Aussaat zur Folge hat und dies nach Gesprächen mit Praxisbetrieben nicht gewollt, beziehungsweise wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Es stellte sich heraus, dass die Funktion der Saubohne als Wirtspflanze von Alternativwirten, welche keine Kohlpflanzen befallen, ebenfalls von der Kornblume erfüllt wird.

Tabelle 1: Zusammensetzung und relative Anteile der einzelnen Pflanzenarten des maßgeschneiderten Blühstreifen.

| Deutscher Name | Lateinischer Name | Prozent | Funktion | Aussaatstärke (g/m ²) |
|--------------------|---|---------|--|-----------------------------------|
| Kornblume | <i>Centaurea cyanus</i> | 10 | Auffüller, Farb- aspekt | 0,3 |
| Koriander | <i>Coriandrum sativum</i> | 8 | Mittelblüher, Weide | 0,24 |
| Phacelie | <i>Phacelia tanacetifolia</i> | 8 | Spätblüher, Weide | 0,24 |
| Lein | <i>Linum usitatissimum</i> | 8 | Auffüller, Farb- aspekt | 0,24 |
| Ringelblume | <i>Calendula officinalis</i> | 8 | Auffüller, Farb- aspekt | 0,24 |
| Buchweizen | <i>Fagopyrum esculentum</i> | 15 | Hauptweide, Bo- dendeckung | 0,45 |
| Dill | <i>Anethum graveolens</i> | 13 | Spätblüher, Weide | 0,39 |
| Perserklee | <i>Trifolium resupinatum</i> | 10 | Bodendeckung, Gründüngung | 0,3 |
| Steinkraut | <i>Lobularia maritima</i> (<i>Alyssum maritimum</i>) | 20 | Bodendeckung, Hauptweide, Spät- u. Lang- blüher | 0,6 |
| Summe | 9 | 100 | - | 3 |

Die Aussaatstärke des maßgeschneiderten Blühstreifens beträgt $3\text{g}/\text{m}^2$ und liegt hiermit in ähnlichen Größenordnungen wie konventionelle Blühstreifen.

3.2 Charakterisierung der Versuchsstandorte

Die Versuche fanden an 7 verschiedenen Versuchsstandorten statt, welche sich hinsichtlich ihrer Umgebungscharakteristika voneinander unterscheiden. Dies hat den Vorteil, dass die Blühmischungen in den untersuchten Parametern bei verschiedenen Umgebungen und Umwelteinflüssen miteinander verglichen werden können.

Die Versuche fanden trotz der unterschiedlichen Umgebungen in ähnlichen Bodenverhältnissen statt. Die Böden in Hannover-Herrenhausen, am Versuchsgut Ruthe sowie in Gödringen bei Sarstedt werden als sehr fruchtbare Lössboden charakterisiert. Die Böden am Versuchsgut Ruthe und in Gödringen zählen zu den fruchtbarsten Böden Deutschlands mit einem hohen Humusanteil. Sie sind Teil der sogenannten „Hildesheimer Börde“, geprägt von einer teilweise 8 Meter mächtigen Lössschicht, welche sich durch den Rückzug des Eispanzers der letzten Eisschicht gebildet hat. Der Lössboden in Hannover-Herrenhausen und Rehburg-Loccum hat einen geringeren Humusanteil, dafür ist dieser Boden sandiger. Der Boden am Versuchsstandort nahe Darmstadt weist ähnliche Charakteristika auf. Hier ist jedoch der Sandanteil noch höher als in Hannover-Herrenhausen. Insgesamt lässt sich sagen, dass alle Böden sich für eine gartenbauliche/landwirtschaftliche Nutzung vorbehaltlos hinsichtlich Ihrer Bodencharakteristik eignen.

3.2.1 Hannover-Herrenhausen



Abbildung 1: Übersicht über die Versuchsflächen (400 m² + 300 m²) in Hannover Herrenhausen, sowie deren Umgebung. Aufnahme nach Norden ausgerichtet.

Die Versuchsflächen in Hannover-Herrenhausen sind geprägt von einem urbanen Umfeld. Trotz Bäumen und Saumstrukturen, sowie zwei Kleingartenkolonien in der unmittelbaren Umgebung ist die Umgebung als urban/anthropogen zu beschreiben. Andererseits finden auf den anderen Versuchsflächen des Instituts für Gartenbauliche Produktionssysteme andere Versuche mit einer Vielzahl verschiedenster Pflanzenspezies statt, sodass von einer gewissen kleinräumlichen biologischen Diversifikation auszugehen ist.

3.2.2 Versuchsgut Ruthe



Abbildung 2: Übersicht über die Versuchsflächen (3 x ca. 1600 m²) am Versuchsgut Ruthe, sowie deren Umgebung. Aufnahme nach Norden ausgerichtet.

Das Versuchsgut Ruthe liegt in einer ländlichen Umgebung mit kleineren Dörfern und viel landwirtschaftlich genutzter Fläche. Die Versuchsflächen waren ursprünglich mit Gehölzen bepflanzt (v. A. verschiedene Rosen). In direkter Umgebung liegen Saumstrukturen aus kleineren Bäumen und Rosenbüschen, eine Anlage mit Apfel- und Kirschbäumen, sowie weitere Versuchsflächen des Instituts für Gartenbauliche Produktionssysteme mit diversen Kulturen. Somit weist die direkte Umgebung eine hohe Diversität auf landschaftlicher Ebene auf.

3.2.3 Rosenkohlacker bei Darmstadt



Abbildung 3: Übersicht über die Versuchsfläche (1000 m²) in der Nähe von Darmstadt, sowie deren Umgebung. Aufnahme nach Norden ausgerichtet.

Die Versuchsfläche in der Nähe von Darmstadt am Rand eines sehr weitläufigen, vor Allem für landwirtschaftliche Kulturen genutzten, Areal. Die Schläge sind relativ groß und es gibt östlich sehr wenig semi-naturrelle Saumstrukturen. Blühstreifen werden in näherer Umgebung nicht angelegt, die einzigen Blühpflanzen sind Unkräuter an den Rändern der konventionell genutzten Flächen sowie Blühpflanzen in den Gärten der anliegenden Siedlung im Westen. Die Versuchsfläche wurde überlassen und gepflegt von Appels Wilde Samen GmbH.

3.2.4 Versuchsfeld in Gödringen bei Sarstedt



Abbildung 4: Übersicht über die Versuchsfläche (1600m²) in Gödringen bei Sarstedt. Aufnahme nach Norden ausgerichtet.

Die Versuchsfläche liegt am Rande des Dorfes Gödringen bei Sarstedt. Sie ist Teil eines kleinen Gartenbaubetriebes, welcher verschiedene Gemüsesorten für die Direktvermarktung im eigenen Hofladen anbaut. Die umgebene Landschaft ist geprägt von großen Schlägen mit landwirtschaftlichen Kulturen, repräsentativ für das Anbaubereich der Hildesheimer Börde. Die Versuchsfläche wurde zur Verfügung gestellt von der Friedhofsgärtnerei Himstedt GbR. Der im Versuch angebaute Rosenkohl wurde der Vermarktung zugeführt.

3.2.5 Versuchsfeld bei Rehburg-Loccum



Abbildung 5: Übersicht über die Versuchsfläche (2000 m²) bei Rehburg-Loccum. Aufnahme nach Norden ausgerichtet.

Die Versuchsfläche in der Nähe von Rehburg-Loccum liegt auf den Betriebsflächen eines mittelgroßen Bioland-Betriebes. Angebaut werden verschiedene Gemüsesorten zur Direktvermarktung, sowie zum Vertrieb über eine Genossenschaft. Die Versuchsfläche ist umgeben von weitläufigen landwirtschaftlich genutzten Flächen, welche vor allem zum konventionellen Raps- und Getreideanbau dienen. Semi-naturrelle Strukturelemente sind nur vereinzelt in Form von Hecken und Unkrautstreifen an den Ackerändern vorhanden.

3.2.6 Versuchsflächen Cappeln



Abbildung 6: Versuchsfläche bei Cappeln (ca 1 ha.)

Die Versuchsfläche bei Cappeln (Oldenburg) liegt in einem der größten Norddeutschen Gemüsebaugebiete. Die Umgebung ist geprägt von intensiver landwirtschaftlicher Kulturlandschaft und sehr großen Schlägen und wenigen Waldflächen und Dörfern. Nur sehr vereinzelt gibt es semi-naturrelle Strukturelemente und somit nur eine geringe Landschaftsdiversifikation.

3.2.7 Versuchsfläche bei Stadthagen



Abbildung 7: Versuchsfläche bei Stadthagen

Die Versuchsfläche bei Stadthagen befindet sich auf einem ökologisch wirtschaftenden Gemüsebaubetrieb. Die nähere Umgebung ist charakterisiert durch einen hohen Anteil an Rapsflächen mit vereinzelt Hecken und Baumstrukturen zwischen den Schlägen. Auf betrieblicher Ebene zeigt sich eine hohe Anbaudiversifikation mit wechselnden Flächen und Produktion nach Bedarf.

3.3 Auflaufversuch zur Optimierung der relativen Anteile der einzelnen Pflanzenspezies in der Blütmischung

Im ersten Projektjahr zeigte sich, dass der maßgeschneiderte Blühstreifen von Steinkraut dominiert wird. Viele andere Arten wurden dadurch unterdrückt, sodass teilweise sehr wenig andere Pflanzenarten zur Blüte kamen. Um dem entgegenzuwirken wurde im Februar 2016 ein Auflaufversuch im Gewächshaus durchgeführt, indem verschiedene Zusammensetzungen des maßgeschneiderten Blühstreifens gegeneinander hinsichtlich ihrer Auflaufeigenschaften verglichen wurden. Die einzelnen Varianten unterschieden sich in erster Linie durch einen abnehmenden relativen Anteil von Steinkraut an der Blütmischung und gleichzeitiger Erhöhung der relativen Anteile der anderen Pflanzenspezies (siehe Tabelle 2).

3.3.1 Versuchsaufbau / Versuchsdurchführung

Tabelle 2: Relative Anteile der einzelnen Blühpflanzenspezies an den getesteten Varianten der maßgeschneiderten Blütmischung im Auflaufversuch.

| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 |
|--------------------|-------|------|------|------|------|
| Kornblume | 7 % | 7 % | 8 % | 10 % | 10 % |
| Koriander | 7 % | 7 % | 8 % | 8 % | 8 % |
| Phacelie | 5 % | 5 % | 8 % | 8 % | 8 % |
| Lein | 8 % | 8 % | 8 % | 8 % | 8 % |
| Ringelblume | 8 % | 8 % | 8 % | 8 % | 8 % |
| Buchweizen | 15 % | 15 % | 15 % | 15 % | 15 % |
| Dill | 7,5 % | 10 % | 10 % | 13 % | 15 % |
| Perserklee | 7,5 % | 10 % | 10 % | 10 % | 13 % |
| Steinkraut | 35 % | 30 % | 25 % | 20 % | 15 % |

Die verschiedenen Varianten der Blütmischung wurden je 5-mal in Pflanzkästen (0,55 x 0,35 m, randomisiert angeordnet) mit einer 10 cm hohen Schicht mit Blumenerde am 15.02.2016 in einer Saatstärke von 3g / m² ausgesät. Die Pflanzkästen wurden zusätz-

lich zum natürlichen Sonnenlicht mit zwischen 6 und 20 Uhr mit Natriumhochdruckdampflampen belichtet, sodass die durchschnittliche Tageslänge im Mai in Deutschland simuliert wurde. Nach 7 Wochen wurden die Keimlinge jeder Pflanzenart gezählt.

3.4 Attraktivität von einjährigen Blühpflanzen auf Nutz- und Schadarthropoden

Erste Vorversuche aus dem Jahr 2015 zeigten eine hohe Attraktivität des maßgeschneiderten Blühstreifen auf Schwebfliegen und Marienkäfer. Der konventionelle Blühstreifen wies eine Attraktivität gegenüber Schmetterlingen auf. Um diese Feststellung weitergehend zu untersuchen und zur weiteren Optimierung des maßgeschneiderten Blühstreifens wurden alle in den Blühmischungen (maßgeschneiderte Blühstreifen, Tübinger Mischung) enthaltenen Pflanzenspezies im Einzelnen auf Ihre Attraktivität gegenüber bestimmten im Kohlanbau relevanten Nutz- und Schadarthropoden untersucht. Dazu wurde am Versuchsstandort Hannover- Herrenhausen ein Parzellenversuch angelegt um die einzelnen Pflanzenspezies hinsichtlich ihrer Attraktivität auf verschiedene Insektengruppen vergleichend betrachtet.

In der 21. Kalenderwoche 2016 wurden insgesamt 64 Parzellen mit einer Kantenlänge von 1,5 m abgesteckt und jede zu testende Pflanzenspezies 4-mal deckend ausgesät. Die Parzellen wurden auf 2 verschiedenen Flächen in lateinischen Quadraten mit jeweils 1,5 m Abstand zueinander angeordnet. Zusätzlich wurden je 3 Parzellen des maßgeschneiderten Hannover Mix und der Tübinger Mischung ausgesät. Die Parzellen wurden mit Vogelschutznetz überspannt, welches nach Auflaufen der Saat, in der 23. Kalenderwoche, wieder entfernt wurde. Der Raum zwischen den einzelnen Parzellen wurde manuell Unkrautfrei gehalten um eine Beeinflussung durch blühende Unkräuter zu vermeiden. Die Bewässerung erfolgte manuell, je nach Bedarf. Eine Düngung der Flächen fand nicht statt.



Abbildung 8: Übersicht Einzelsaatversuch in Hannover-Herrenhausen am Tag der Aussaat (19.05.2016).

Eine Übersicht der ausgesäten Pflanzenspezies ist in Tabelle 3 zu sehen. Die Saatstärke wurde unter Berücksichtigung der Tausendkornmasse und Erfahrungswerten gewählt und mit Maisschrot gestreckt um ein gleichmäßiges und deckendes Auflaufen der Pflanzen zu erreichen.

Tabelle 3: Übersicht verwendeter Pflanzenspezies im Parzellenversuch Hannover-Herrenhausen.

| Trivialname | wiss. Name | Saatmenge pro Parzelle [g] |
|---------------|-------------------------------|----------------------------|
| Gelbsenf | <i>Sinapis alba</i> | 20 |
| Perserklee | <i>Trifolium resupinatum</i> | 10 |
| Buchweizen | <i>Fagopyrum esculentum</i> | 20 |
| Phacelia | <i>Phacelia tanacetifolia</i> | 10 |
| Koriander | <i>Coriandrum sativum</i> | 10 |
| Ackerbohne | <i>Vicia faba</i> 'Scirocco' | 200 |
| Dill | <i>Anethum graveolens</i> | 10 |
| Lein | <i>Linum usitatissimum</i> | 20 |
| Schwarzkümmel | <i>Nigella sativa</i> | 8 |
| Borretsch | <i>Borago officinalis</i> | 20 |
| Steinkraut | <i>Alyssum maritimum</i> | 5 |

| | | |
|-----------------------|---|----|
| Ringelblume | <i>Calendula officinalis</i> | 10 |
| Kulturmalve (violett) | <i>Malva meluca</i> | 20 |
| Ölrettich | <i>Raphanus sativus</i> spp. <i>Oleiferus</i> | 20 |
| Kornblume | <i>Centaurea cyanus</i> | 6 |
| Hannover Mix | - | 3 |
| Tübinger Mischung | - | 3 |

3.4.1 Versuchsdurchführung

Zur Bestimmung der Attraktivität auf bestimmte Insektengruppen wurden im Zeitraum Juni bis September alle zwei Wochen Blütenbeobachtungen durchgeführt. Dabei wurden Blütenbesuche von Insekten qualitativ und quantitativ über einen Zeitraum von 10 Minuten je Parzelle erfasst. Es wurde darauf geachtet, dass die Datenerhebung möglichst nur bei Windstille und Temperaturen zwischen 20 bis 28 °C durchgeführt wurden. Ebenfalls wurden Blütendichten und Blühzeiträume der einzelnen Pflanzenspezies und der Mischungen erfasst und fotodokumentiert.



Abbildung 9: Versuchspartellen in Hannover-Herrenhausen am 29.07.2016

Im Jahr 2017 wurde dieser Versuch in abgeänderter Anordnung nochmals wiederholt, zusätzlich wurde Rosenkohl neben die einzelnen Partellen gepflanzt, um den Einfluss eines benachbarten Rosenkohlfeldes zu simulieren.



Abbildung 10: Überblick über das Versuchsfeld Hannover Herrenhausen. Die auf ihre Attraktivität gegenüber Nutz- und Schadarthropoden zu testenden Blühpflanzen neben einem Streifen Rosenkohl.

3.5 Förderung der natürlichen Gegenspieler von Schadinsekten im Kohlanbau durch maßgeschneiderte Blühstreifen

3.5.1 Vorversuche aus dem Jahr 2015 in Hannover-Herrenhausen und am Versuchsgut Ruthe

Zur vergleichenden Betrachtung der unterschiedlichen Blühstreifen (maßgeschneiderter Blühstreifen „Hannover-Mix“ und Tübinger Mischung) wurden diese entlang von Rosenkohl Sorte „Octia“ in einer Saatstärke von 3 g/m² ausgesät. Zuvor erfolgte eine Bodenbearbeitung mit einem Grubber und einer Kreiselegge. Das Saatgut wurde mit Maisschrot auf eine Stärke von 10 g/m² gestreckt um eine gleichmäßige Aussaat zu gewährleisten. In einem zweiten Schritt wurden die Saubohnen in den Boden gebracht. Anschließend wurde das Saatgut angewalzt. Das Saatgut wurde vom Kooperationspartner Appels Wilde Samen GmbH gestellt.

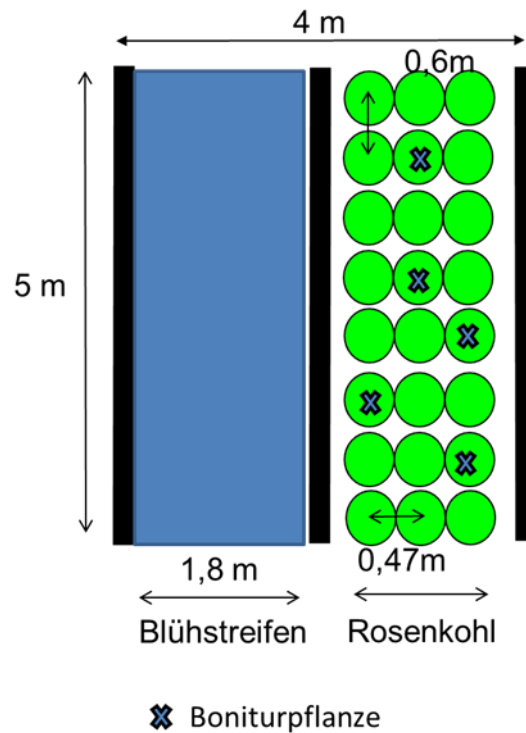


Abbildung 11: Standardisierte Versuchsparzelle der Versuchsflächen in Hannover-Herrenhausen und am Versuchsgut Ruthe: Die zu untersuchenden Blühstreifen wurden entlang von Rosenkohl ausgesät. Der Blühstreifen ist Blau hinterlegt, die grünen Kreise stellen die einzelnen Rosenkohlpflanzen dar. Markierte Pflanzen dienen als Bonitурpflanzen.

Die Anordnung der Versuchspartzen ist Abbildung 12 zu entnehmen. Als Kontrolle diente eine Variante der standardisierten Versuchspartzen, in der statt eines Blühstreifens eine schwarze Mulchfolie zum Einsatz kam.

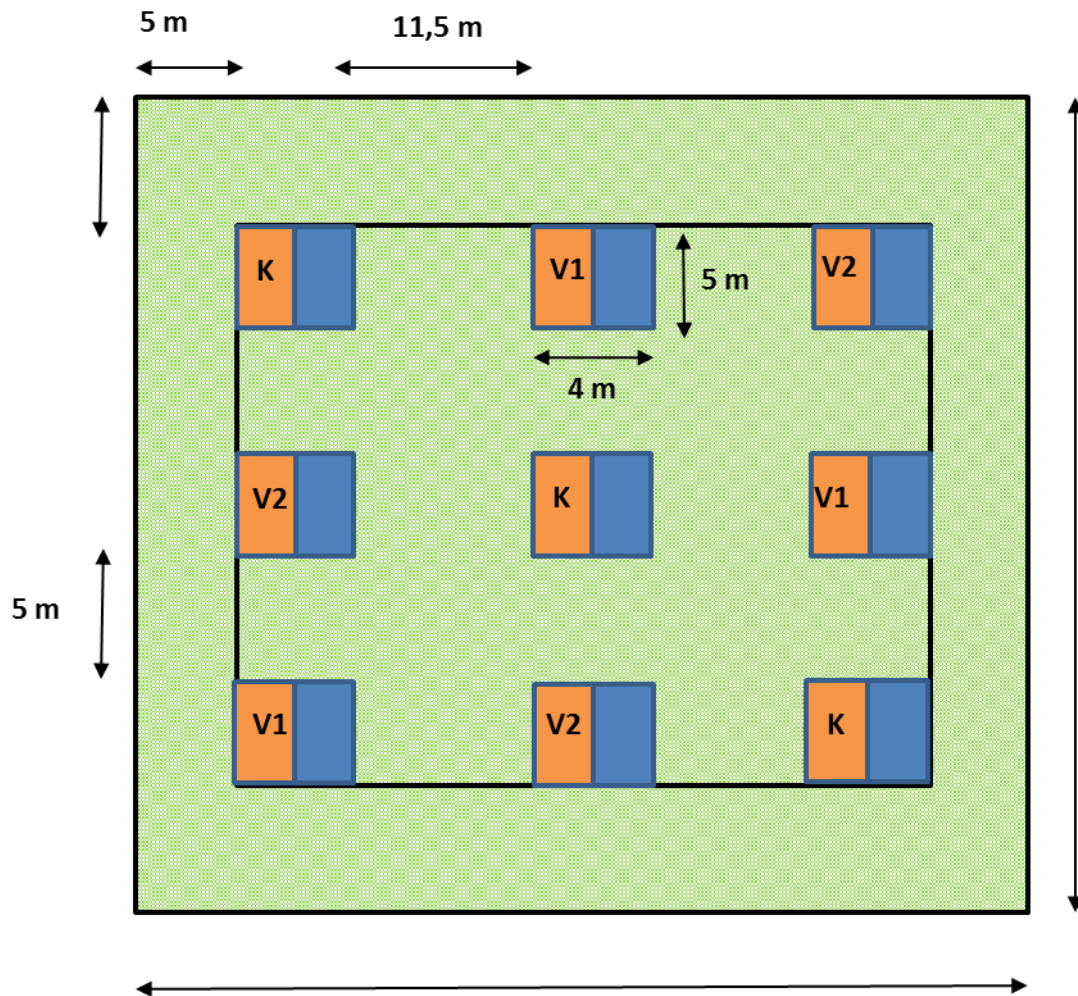


Abbildung 12: Schematische Anordnung der Versuchspartellen der Versuchspartellen in Ruthe. Je 3 Wiederholungen pro Variante. V1=Hannover-Mix, V2=Tübinger Mischung, K= Kontrollvariante. Die Bereiche zwischen den Versuchspartellen wurden mit Weidelgras eingesät.

Aufgrund der Platzverhältnisse in Hannover-Herrenhausen war es hier nicht möglich eine Kontrollvariante zu installieren. Weitere Unterschiede waren zum einen die Verwendung von Rosenkohl in Töpfen, was aus phytosanitären Gründen (Kohlhernie) notwendig war, sowie dadurch bedingt, der Einsatz von Mulchfolie unter den Töpfen.

Die Aussaat der Einzelsaaten erfolgte sowohl in Hannover-Herrenhausen, als auch in Ruthe in 2x2 m Partellen mit einem Abstand von 1,5 m zueinander. Bis zum Auflauf wurden alle Partellen mit Vogelschutznetzen abgedeckt und je nach Bedarf gegossen.

Vier Wochen nach Aussaat wurde mit Erhebungen in 14-tägigen Abstand begonnen. Dabei wurden die Anzahl der offenen Blüten /m², Blütenbesucher pro 10 min/m², der

Unkrautdeckungsgrad, die Aktivitätsdichten der Schadinsekten im Rosenkohl sowie dessen Entwicklungsstadium erfasst. Zusätzlich wurden am 20.07.2015 und am 24.08.2015 Gelbschalen für die Dauer von 48 Stunden aufgestellt um das Artenspektrum der fliegenden Insekten zu erfassen. Die Gelbschalen wurden Außen mit einer schwarzmaten Farbe bestrichen um eine horizontale optische Attraktivität zu begrenzen und anschließend zwischen Blühstreifen und Rosenkohl, auf Höhe des Rosenkohls positioniert. Als Fangmedium wurde Wasser mit einem geringen Zusatz von handelsüblichem Spülmittel zur Absenkung der Oberflächenspannung genutzt. Die gefangenen Insekten wurden mit Hilfe eines Trichters und Thripsgaze in 70%-EtOH überführt und bis zur Bestimmung konserviert.

3.5.2 Versuchsfläche Darmstadt 2015

Die Versuchsfläche in der Nähe von Darmstadt hat einen deutlich abweichenden Aufbau im Vergleich zu den vorherigen. Der Rosenkohl wurde hier kommerziell angebaut und auf Wunsch des Anbauers gab es nur die Möglichkeit einen durchgehenden Streifen mitten im Rosenkohl auszusäen. Aufgrund der Länge des Schlages von etwa 125 m wurde je die Hälfte mit den zu vergleichenden Blühmischungen eingesät. Die Aussaat erfolgte analog zu den anderen Versuchsflächen.

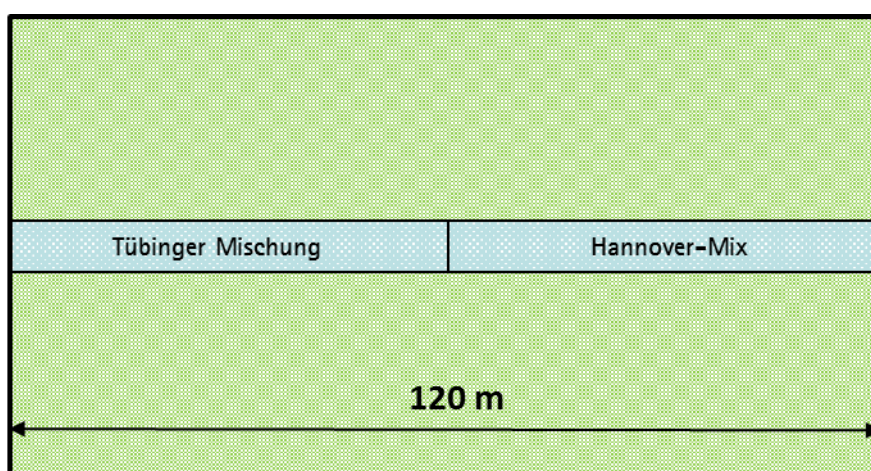


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Versuchsfläche in der Nähe von Darmstadt im Jahr 2015. In der Mitte ein 2 m breiter Blühstreifen (Je eine Hälfte Tübinger Mischung und Hannover-Mix). Die grün schraffierte Fläche stellt den Rosenkohlacker dar. Breite des schematischen Blühstreifens ist nicht maßstabsgetreu.

Die Datenaufnahme aus dem Versuchsfeld in der Nähe von Darmstadt erfolgte durch das Personal von Appels Wilde Samen GmbH mithilfe eines Boniturbogens. Der Fokus

der Erhebungen lag auf pflanzenphysiologischen Daten des Blühstreifens (Blütendichte). Aktivitätsdichten von Schad- und Nutzarthropoden wurden aufgrund des Einsatzes von Insektiziden nicht erhoben.

3.5.3 Weiterführende Versuche im Jahr 2016

Wie schon im ersten Projektjahr wurde untersucht, ob es mit Hilfe von maßgeschneiderten Blühstreifen möglich ist, die Gegenspieler von Schadinsekten im Kohl zu fördern und damit die natürliche Regulation zu erhöhen. Dazu wurden praxisnahe Feldversuche an 4 verschiedenen Standorten (Ruthe, Gödringen, Rehburg-Loccum und Darmstadt) durchgeführt, in denen die Populationsdichten von Nutz- und Schadarthropoden im Rosenkohl neben den Versuchsvarianten (Hannover Mischung, Tübinger Mischung, Kontrolle) über die Saison erfasst wurden.

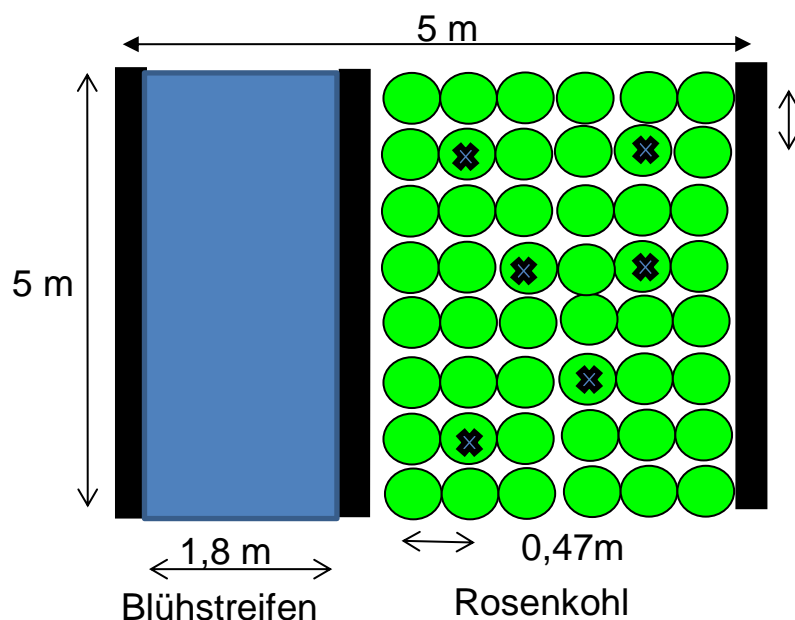


Abbildung 14: Standardisierte Versuchsparzelle. Die zu untersuchenden Blühstreifen wurden entlang von Rosenkohl ausgesät. Der Blühstreifen ist Blau hinterlegt, die grünen Kreise stellen die einzelnen Rosenkohlpflanzen dar. Markierte Pflanzen dienen als Boniturpflanzen

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten wurde an allen 4 Standorten mit standardisierten Versuchspartzen gearbeitet (siehe Abbildung 14). Die Breite der Blühstreifen in diesem Versuch betrug 1,8 m, angepasst an gängige Spurbreite von Traktoren. Der Anteil von Rosenkohl wurde im Vergleich zum Vorjahr erhöht, um

Randeffekte gering zu halten. Die Abstände zwischen den einzelnen Rosenkohlpflanzen wurden an die maschinelle Unkrautbekämpfung angepasst. Es wurde Rosenkohl der Sorte „Nautic F1“ gepflanzt, welcher als Jungpflanze geliefert wurde. Die Anordnung der einzelnen Versuchspartellen an den verschiedenen Versuchsstandorten wurde an die örtlichen Gegebenheiten angepasst. Der minimale Partellenabstand betrug 10 m. Es wurden drei verschiedene Varianten getestet: Der angepasste Blühstreifen, eine konventionelle Blühmischung (Tübinger Mischung) und eine Kontrolle (Brache). Die Anzahl der Wiederholungen betrug am Versuchsgut in Ruthe 6, in Gödringen 2, in Darmstadt und auf der Versuchsfläche bei Rehburg-Loccum 3. In Ruthe und Gödringen waren die Versuchspartellen im Quadrat angeordnet (Abbildung 15), in Darmstadt und Rehburg-Loccum war nur eine Anordnung in einer Linie möglich.

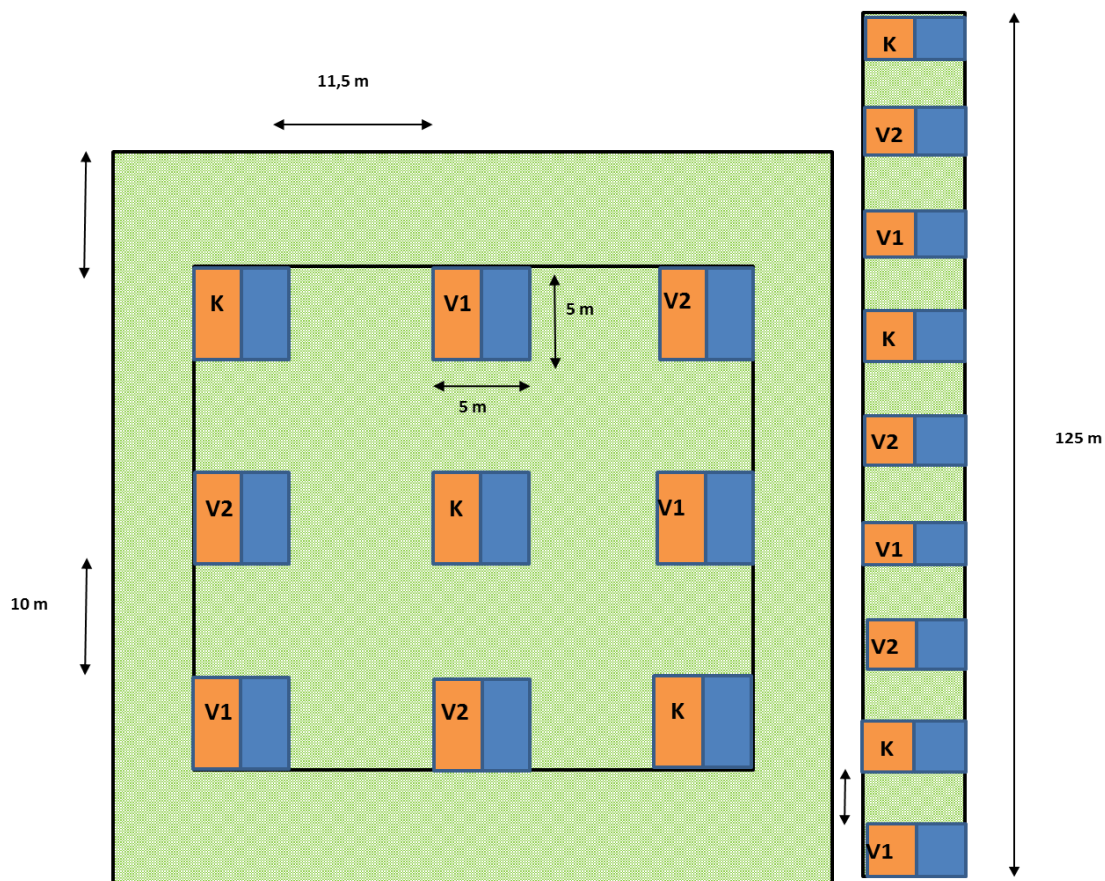


Abbildung 15: Schematische Anordnung der standardisierten Versuchspartellen in Ruthe (links) und Darmstadt und Rehburg-Loccum (rechts). V1=Hannover-Mix, V2=Tübinger Mischung, K= Kontrollvariante. Die Bereiche zwischen den Versuchspartellen wurden nach Bedarf (Beikräuter auflaufend) gegrubbert.

3.5.4 Versuchsdurchführung

Um den Nutzen des maßgeschneiderten Blühstreifens für den Pflanzenschutz beurteilen zu können wurde dieser mit der konventionellen Blühmischung „Tübinger Mischung“ verglichen und einer Kontrollvariante verglichen. Dazu wurden an den jeweiligen Versuchsstandorten je Parzelle 48 Rosenkohljungpflanzen gepflanzt, sowie entlang derer die entsprechende Variante ausgesät (Kontrolle wurde geackert). Die einzelnen Pflanz- und Saattermine sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4: Aussaat und Pflanztermine an den einzelnen Versuchsstandorten

| Standort | Aussaat | Pflanzung | Düngung |
|------------------------|------------|------------|--|
| Ruthe | 31.05.2016 | 31.05.2016 | Mineralisch 300 kg N / ha +Spurennährstoffe |
| Gödringen | 06.06.2016 | 30.05.2016 | Organische Düngung (Haar- mehlpellets) |
| Darmstadt | 09.06.2016 | 09.06.2016 | Mineralisch 300 kg N / ha +Spurennährstoffe |
| Rehburg- Loccum | 25.05.2016 | 15.04.2016 | Organische Düngung |

Die Aussaat erfolgte in einer Saatstärke von 3g /m² und wurde mit Maisschrot gestreckt um eine gleichmäßige Aussaat zu gewährleisten. Bis zum Auflauf der Saaten wurde je nach Bedarf gewässert. Die Düngung des Rosenkohls erfolgte in zwei Gaben nach Bodenuntersuchung (Blühstreifen ohne Düngung). Vier Wochen nach Aussaat wurde mit Erhebungen in 2-wöchigem Abstand begonnen. Dabei wurden die Anzahl der offenen Blüten /m² im Blühstreifen sowie die Aktivitätsdichten von Nutz- und Schadinsekten im Rosenkohl mittels visueller Bonitur erfasst. Der Versuch am Standort Rehburg-Loccum musste aufgrund von massiver Überwucherung durch Unkraut abgebrochen werden. Zusätzlich wurden in Ruthe am 18.07.2016 Kescherfänge mit der Schlagzahl 10 je Parzelle durchgeführt um das Artenspektrum der Schwebfliegen genauer zu betrachten.

3.5.5 Versuche zur effektiven Reichweite von Blühstreifen zur Erhöhung der natürlichen Regulation von Schaderregern im Kohlanbau

Im letzten Projektjahr wurde das Augenmerk der Untersuchungen auf die effektive Reichweite des für den biologischen Pflanzenschutz positiven Effektes, welcher von maßgeschneiderten Blühstreifen ausgeht, gelegt. Dazu wurde am Versuchsgut Ruthe und auf dem Versuchsfeld bei Darmstadt ein zu den Vorjahren abgeänderter Versuch angelegt, mit dem Ziel Unterschiede in den Aktivitätsdichten von Nutz- und Schadarthropoden im Kohl bei unterschiedlichen Abständen zu Blühstreifen vergleichend zu betrachten.



Abbildung 16: Überblick über das Versuchsfeld am Versuchsgut Ruthe im Jahr 2017.



Abbildung 17: Versuchsfeld bei Darmstadt am Tag der Aussaat.

Die Erhebungen erfolgten analog zu den Vorjahren, jedoch betrug der Abstand zwischen Rosenkohl und Blühstreifen 1m, 14,5m und 24,5m.

3.6 Erfassung des Artenspektrums mit Hilfe von Gelbschalen

Im Jahr 2016 wurden analog zum Vorjahr Gelbschalen in den Versuchspartellen am Standort Hannover- Herrenhausen und Ruthe zur Erfassung des Artenspektrums von fliegenden Insekten eingesetzt. Die Gelbschalen wurden Außen mit einer schwarzmaten Farbe bestrichen um eine horizontale optische Attraktivität zu begrenzen und anschließend zwischen Blühstreifen und Rosenkohl und mittig in die Versuchspartellen auf Höhe der Blüten positioniert. Als Fangmedium wurde Wasser mit einem geringen Zusatz von handelsüblichem Spülmittel zur Absenkung der Oberflächenspannung genutzt. Nach einer Expositionszeit von 48 Stunden wurden die gefangenen Insekten mit Hilfe eines Trichters und Thripsgaze in 70%-EtOH überführt und bis zur Bestimmung konserviert.



Abbildung 18: Gelbschale in einer Parzelle mit Steinkraut. Aufnahmedatum 17.08.2016

3.7 Nachernteuntersuchungen am Versuchsstandort Ruthe

Zusätzlich zur Erfassung der Populationsdichten von Schad- und Nutzinsekten wurde der Rosenkohl am Versuchsstandort Ruthe am 29.11.2016 und am 12.12.2017 geerntet und einer Nachernteuntersuchung zugeführt. Dabei wurden Blattschäden an 7 Pflanzen pro Parzelle visuell geschätzt sowie die Röschen des Rosenkohls in Verschmutzungsgrad und Güteklasse eingeteilt und der Durchmesser gemessen. Anschließend wurden die Röschen der Handelsklasse I und II gewogen um Unterschiede bei der Vermarktbarkeit ökonomisch zu betrachten.



Abbildung 19: Exemplarische Darstellung von Rosenkohlröschen der Handelsklassen I bis III

3.8 Statistische Auswertung und Darstellung der Daten

Die Aufbereitung und statistische Auswertung der Daten aus den drei Projektjahren erfolgte entweder mit Microsoft Excel 365® oder der Open-Source-Statistiksoftware „R“ in der Version 3.5.1. Die angewandten statistischen Methoden variierten je nach Zielvariable und sind im Ergebnisteil entsprechend angegeben. Wenn nicht weiter erwähnt erfolgte jeder Test zu einer Wahrscheinlichkeit eines Fehlers erster Art zu 5%.

4 Darstellung wichtigster Ergebnisse

4.1 Blütendichte

4.1.1 Ergebnisse aus den Versuchsstandorten Hannover-Herrenhausen und dem Versuchsgut Ruthe

Es zeigte sich über den Versuchszeitraum im Jahr 2015, dass die konventionelle Tübinger Mischung teils deutlich weniger offene Blüten /m² bietet als die maßgeschneiderte Blütmischung. In den Versuchspartellen mit der Tübinger Mischung waren im Mittel über die gesamte Versuchsdauer 23,82 offene Blüten /m² zu beobachten. Der Hannover Mix hingegen zeigte mit 78,69 offenen Blüten einen mehr als dreimal höheren Wert. Dieser Unterschied ist hoch signifikant (GLM, Verteilungsannahme= quasi-poisson, mit anschließendem multiplen Vergleich, Signifikanzniveau= $p < 0.0001$). Ebenso zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Anzahlen der gleichzeitig blühenden Pflanzenarten. Während im angepassten Blühstreifen durchschnittlich 4,89 verschiedene Pflanzenarten blühen, liegt dieser Wert in der Tübinger Mischung bei 3,73.

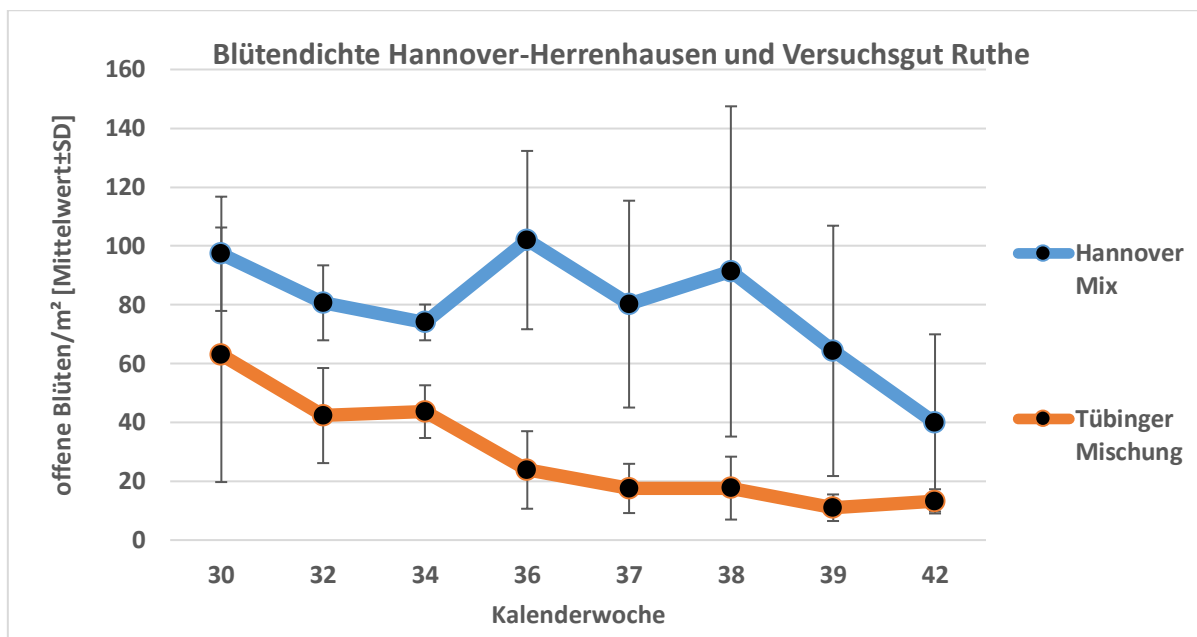
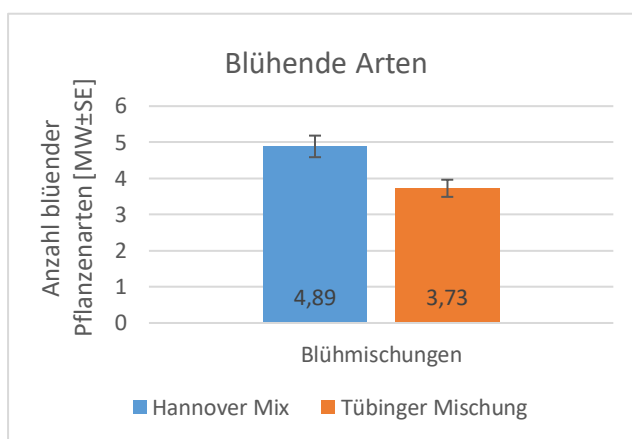


Abbildung 20: Oben dargestellt ist die Blütendichte der untersuchten Blühmischungen im Zeitraum von der 30. bis zur 42. Kalenderwoche 2015. Daten aus Hannover-Herrenhausen und dem Versuchsgut Ruthe wurden gepoolt. Dargestellt ist der Mittelwert der offenen Blüten [\pm Standardabweichung] der einzelnen Blühstreifen über die Zeit. $n=6$. Rechts: Die durchschnittliche Anzahl der blühenden Arten über den gesamten Versuchszeitraum \pm Standardfehler. $n=48$.



4.1.2 Ergebnisse aus der Versuchsfläche bei Darmstadt

Die gewonnenen Daten zur Blütendichte und Anzahl blühender Pflanzenarten aus der Versuchsfläche bei Darmstadt zeigen einen ähnlichen Trend wie die zuvor beschriebenen (3.1.1). Ab der 29. Kalenderwoche stieg die Anzahl offener Blüten / m^2 im Hannover Mix stetig bis zur 35. Kalenderwoche auf einen hohen Wert von 248 (Abbildung 21). Die Anzahl der offenen Blüten in der Tübinger Mischung stieg zunächst von der 29. bis zur 31. Kalenderwoche auf 98 an, nahm jedoch bis zur 35. Kalenderwoche wieder auf etwa die Hälfte ab. Auch zeigte sich, dass die Anzahl der gleichzeitig blühenden

Arten auch auf der Versuchsfläche in Darmstadt im Hannover Mix höher ist, als in der Tübinger Mischung. Ein signifikanter Unterschied war aufgrund der geringen Fallzahl nicht nachzuweisen.

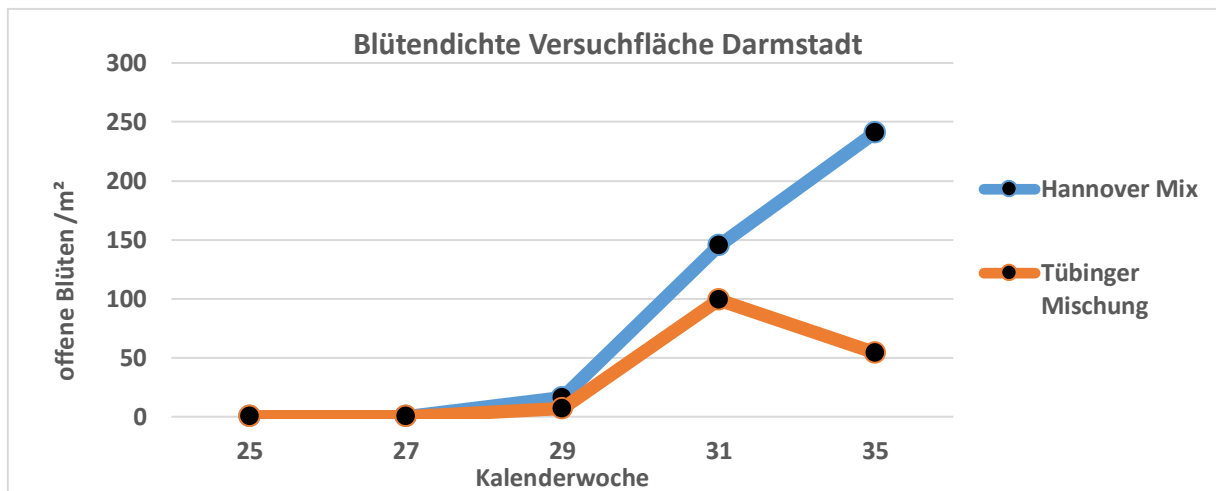
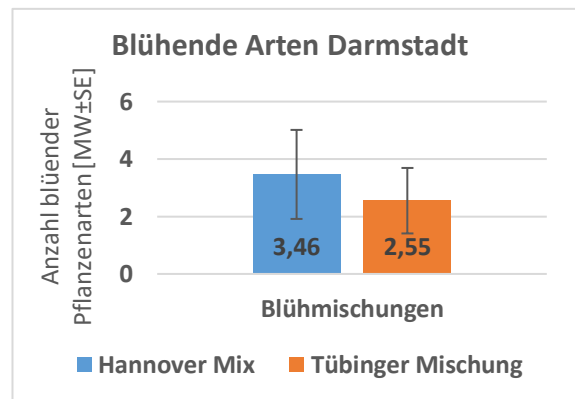


Abbildung 21: Oben dargestellt ist die Blütendichte der untersuchten Blühmischungen im Zeitraum von der 25. bis zur 35. Kalenderwoche 2015. Daten aus der Versuchsfläche bei Darmstadt. Dargestellt ist die Anzahl der offenen Blüten der einzelnen Blühstreifen über die Zeit. Rechts: Die durchschnittliche Anzahl der blühenden Arten über den gesamten Versuchszeitraum \pm Standardfehler. $n=5$.



4.2 Unkrautdeckungsgrad

Die erfassten gemittelten Unkrautdeckungsgrade in der 35. Kalenderwoche zeigen eine tendenziell geringere Verunkrautung der maßgeschneiderten Blümmischung. Am Versuchsgut Ruthe und in Darmstadt zeigte sich eine starke Verunkrautung der Tübinger Mischung vor Allem mit Gräsern und Melde.

Tabelle 5: Mittlere Unkrautdeckungsgrade der einzelnen Versuchsvarianten in der 35. Kalenderwoche 2015. Ermittelt durch Schätzung in einem definierten Bereich von 1 m².

| Versuchsstandort | Blümmischung | Unkrautdeckungsgrad [%] |
|------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Hannover-Herrenhausen | Hannover Mix | 10 |
| Hannover-Herrenhausen | Tübinger Mischung | 20 |
| Versuchsgut Ruthe | Hannover Mix | 20 |
| Versuchsgut Ruthe | Tübinger Mischung | 25 |
| Darmstadt | Hannover Mix | 10 |
| Darmstadt | Tübinger Mischung | 25 |

4.3 Auflaufversuch zur Optimierung der Saadmischung

Es zeigte sich, dass eine Reduktion des relativen Anteils von Steinkraut an der Blümmischung die Anzahl der Keimlinge anderer Pflanzenarten erhöht. Nach Auszählung aller Keimlinge zeigten die Varianten V4 und V5 eine hohe Bodendeckung sowie Keimlinge aller Pflanzenspezies. Die Varianten mit einem höheren relativen Anteil an Steinkraut zeigten zwar eine hohe Bodendeckung, jedoch auch eine Verdrängung von Lein, Kornblume, Koriander und Dill. Diese Arten waren nicht gekeimt. Die letzte Variante V5 mit einem relativen Anteil von 15 % Steinkraut an der Gesamtmischung zeigte nur eine ungenügende Bodendeckung.

Tabelle 6: Ergebnisse des Auflaufversuches unter Gewächshausbedingungen. Getestet wurden 5 Varianten des maßgeschneiderten Blümmstreifens in abgewandelten Versionen mit abnehmendem relativem Anteil von Steinkraut an der Blümmischung (V1= 35%, V5= 15%). Die dargestellten Werte für die ausgezählten Keimlinge wurden über 5 Wiederholungen summiert.

| Variante | Keimlinge nach 7 Wochen (Summe) | Anteil Steinkraut [%] |
|----------|------------------------------------|-----------------------|
| V1 | 768 | 67 |
| V2 | 784 | 65 |
| V3 | 584 | 32 |
| V4 | 552 | 26 |
| V5 | 444 | 21 |

4.4 Attraktivität von einzelnen einjährigen Blühpflanzenspezies auf Nutz- und Schadarthropoden

4.4.1 Attraktivität von einjährigen Blühpflanzenspezies aus Nutz- und Schadarthropoden

Wie erwartet zeigten sich teils deutliche Unterschiede in der Attraktivität bestimmter Blühpflanzenspezies auf bestimmte Insektengruppen. Als hochattraktiv gegenüber Schwebfliegen zeigten sich Steinkraut, Buchweizen, Koriander und Kornblume, wobei auf Steinkraut die höchste Zahl an Besuchen zu verzeichnen war (Abbildung 22). Es wurde keine Pflanzenspezies von Schwebfliegen gemieden, jedoch ist ein Trend zu erkennen, dass Pflanzen mit kleinen, offenen Blüten bevorzugt werden. Ein anderes Bild zeigte sich für die erfassten Besuche von Marienkäfern. Die einzige Pflanzenspezies, welche eine hohe Zahl von Besuchen aufwies war Kornblume. Alle anderen Pflanzenspezies schienen keine Attraktivität gegenüber Marienkäfern aufzuweisen. Bei der Betrachtung der Blütenbesucher von Lepidopteren konnte eine eindeutige Präferenz hin zu großblütigen Brassicaceen nachgewiesen werden (Abbildung 23). Öltrich wies mit großem Abstand die meisten Besuche von Schmetterlingen auf. Hierbei wurden hauptsächlich Besuche von *Pieris brassicae* und *Pieris rapae* erfasst, welche im Kohlanbau als Schadschmetterlinge gelten. Die typischen Bienenweiden wie Phacelie, Kornblume und Borretsch wiesen eine hohe Attraktivität gegenüber Bienen und Hummeln auf. Jedoch wurden auch alle anderen Blühpflanzenspezies von diesen Bestäubern angefliegen. Die Ergebnisse zeigten teils deutliche Unterschiede bei der Blütenpräferenz von bestimmten Insektengruppen, insbesondere bei der Gruppe der Schadschmetterlinge.

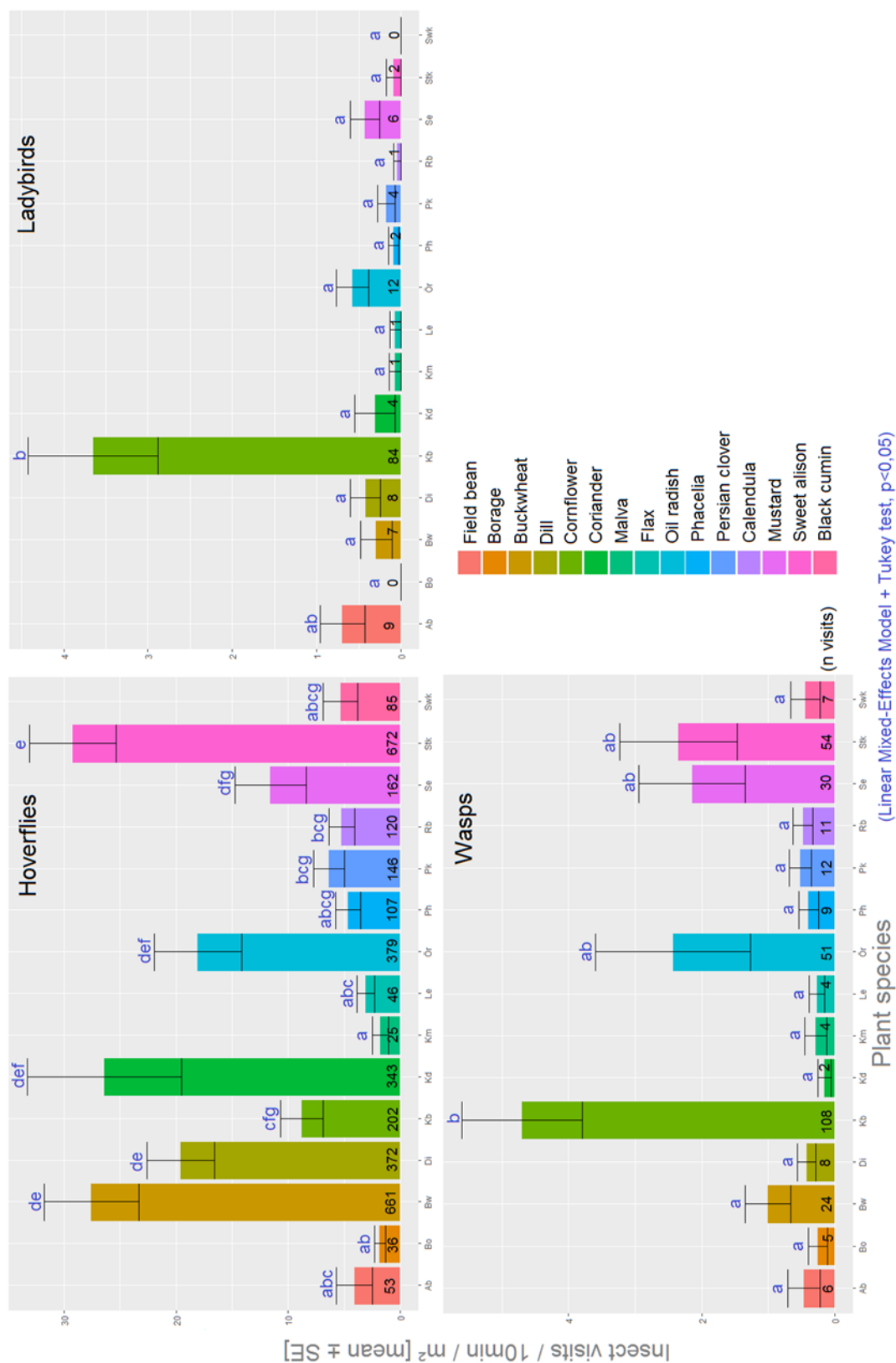


Abbildung 22: Insektenbesuche in 10 Minuten Beobachtungszeit / m² in Monoparzellen von 15 Pflanzenspezies [Mittelwert über die gesamte Kulturzeit ± Standardfehler]. Dargestellt sind die Besuche von Schwebfliegen, Marienkäfern und Wespen gemittelt über die Saison 2016.

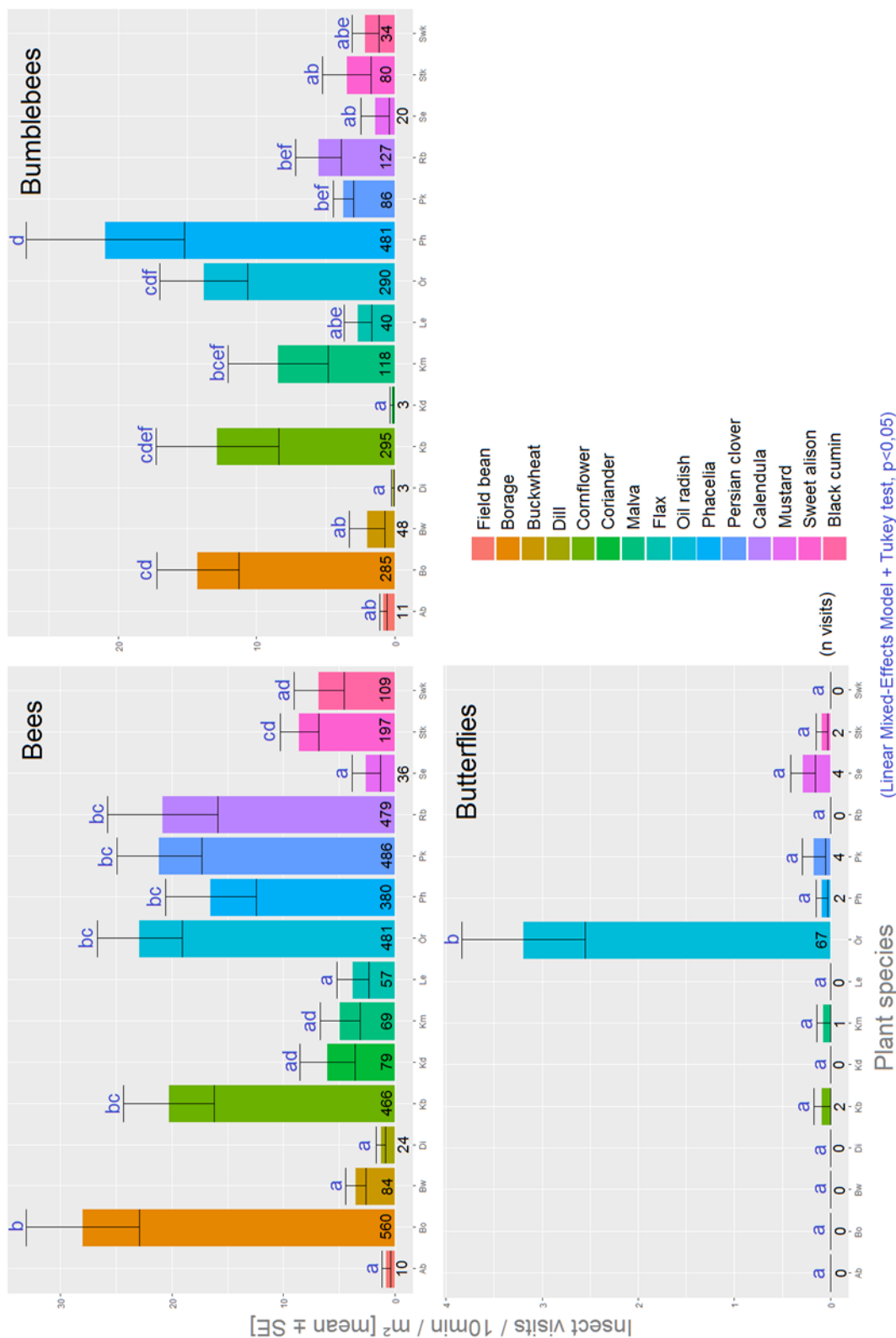


Abbildung 23: Insektenbesuche in 10 Minuten Beobachtungszeit / m² in Monoparzellen von 15 Pflanzenspezies [Mittelwert über die gesamte Kulturzeit ± Standardfehler]. Dargestellt sind die Besuche von Bienen, Hummeln und Schmetterlingen gemittelt über die Saison 2016.

4.4.2 Attraktivität der Blühstreifentypen auf Nutz- und Schadinsekten

Die am Standort Ruthe ermittelten Besuche von Insekten in den getesteten Blühstreifentypen zeigte, dass die maßgeschneiderte Blümmischung signifikant attraktiver gegenüber Schwebfliegen und Marienkäfern ist (Abbildung 24). Gleichzeitig konnten die Anflüge von Schmetterlingen bei der Hannover Mischung um 75% gegenüber der Tübinger Mischung reduziert werden. Hinsichtlich der Attraktivität auf Blütenbestäuber konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

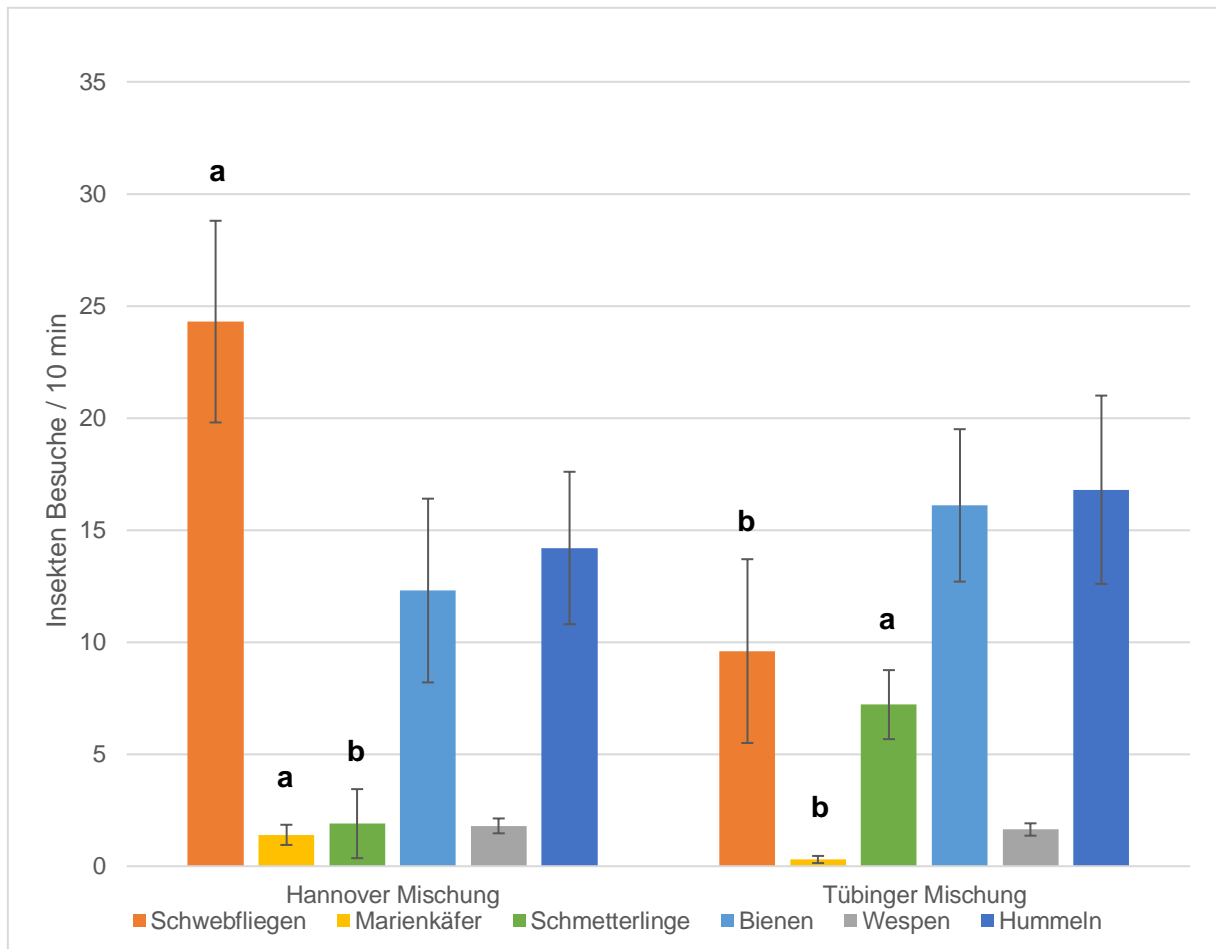


Abbildung 24: Insektenbesuche in den einzelnen Blümmischungen in einem Zeitraum von 10 Minuten am Standort Ruthe. Werte gemittelt über den gesamten Erfassungszeitraum von Kalenderwoche 28 bis 42 (2016). Signifikante Unterschiede zwischen den Blühstreifen bei der Anzahl der erfassten Schwebfliegen, Marienkäfer und Schmetterlinge. Buchstaben stehen für Signifikanzniveau (glm, $\alpha = 0.05$).

4.5 Förderung der natürlichen Gegenspieler von Schadinsekten im Kohlanbau durch maßgeschneiderte Blühstreifen

4.5.1 Aktivitätsdichten von *Aleyrodes proletella* im Rosenkohl entlang der Blühstreifentypen

Es zeigten sich deutliche Unterschiede beim Befall mit der Kohlmottenschildlaus zwischen den Versuchsstandorten, zwischen den Versuchsvarianten konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden (Abbildung 25). Die ermittelte Parasitierungsrate der Larven der Kohlmottenschildlaus war an allen Standorten bei der Variante mit dem maßgeschneiderten Blühstreifen signifikant erhöht. Die Parasitierung war entlang der Kontrollvariante am geringsten. Eine Korrelation zwischen Parasitierungsrate und Befall mit L3 und L4 Larven der Kohlmottenschildlaus konnte nicht nachgewiesen werden. Die Auswertung der Versuche aus dem Jahr 2017 zeigte sowohl keine Unterschiede zwischen den Varianten hinsichtlich des Befalls mit

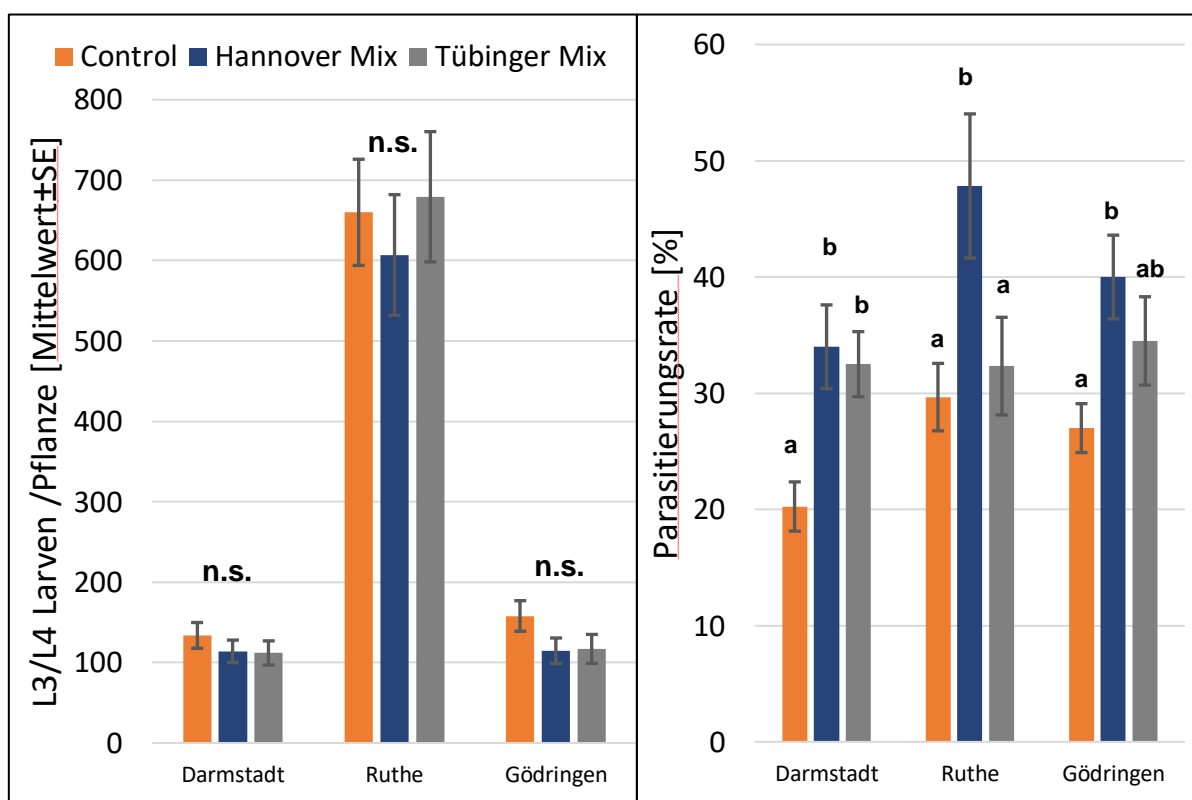


Abbildung 25: Befall des Rosenkohls entlang von maßgeschneidertem (Hannover Mix) und konventionellem (Tübinger Mix) Blühstreifen mit Larvenstadien 3 und 4 der Kohlmottenschildlaus an den 3 verschiedenen Versuchsstandorten im Jahr 2016. Werte über den Versuchszeitraum gemittelt. Rechts: Parasitierungsrate. Buchstaben stehen für das Signifikanzniveau (glm, $\alpha = 0.05$).

A. proletella, als auch keine Unterschiede in der Parasitierungsrate der Larvenstadien zwischen den untersuchten Distanzen zum Blühstreifen.

4.5.2 Blattlauspopulationen im Rosenkohl und Aktivitätsdichten parasitärer Gegenspieler

Bei Betrachtung des Befalls mit Blattläusen zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Versuchsstandorten, als auch zwischen den Versuchsvarianten (Abbildung 26). Die Rosenkohlpflanzen entlang der Kontrollvariante wiesen den höchsten Befall mit Blattläusen an allen Versuchsstandorten auf.

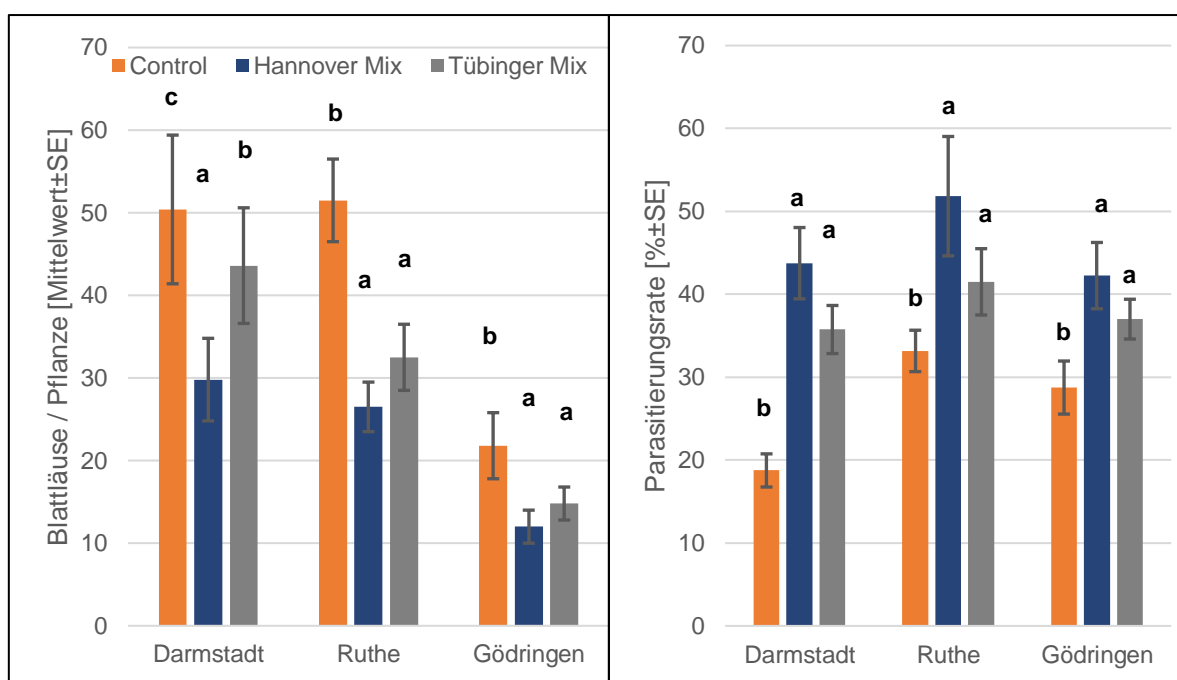


Abbildung 26: Befall des Rosenkohls entlang von maßgeschneidertem (Hannover Mix) und konventionellem (Tübinger Mix) Blühstreifen mit Blattläusen der Arten *B. brassicae* und *M. persicae* an den 3 verschiedenen Versuchsstandorten im Jahr 2016. Rechts: Parasitierungsrate. Werte über den Versuchszeitraum gemittelt. Buchstaben stehen für das Signifikanzniveau (glm, $\alpha = 0.05$).

Der Blattlausbefall entlang der beiden Blühstreifentypen war durchgehend geringer, wobei die niedrigsten Befallswerte entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens ermittelt wurden. Analog zu diesem Ergebnis zeigten sich die ermittelten Parasitierungsraten. Die höchsten Zahlen parasitierter Blattläuse waren entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens zu finden. Die Kontrollvariante wies an allen Versuchsstandorten die geringste Parasitierungsrate auf. Die Erhebungen aus dem Jahr 2017 am Versuchsstandort Ruthe zeigten eine abnehmende Parasitierungsrate der Blattläuse im Rosenkohl bei steigender Entfernung zum Blühstreifen (Abbildung 27).

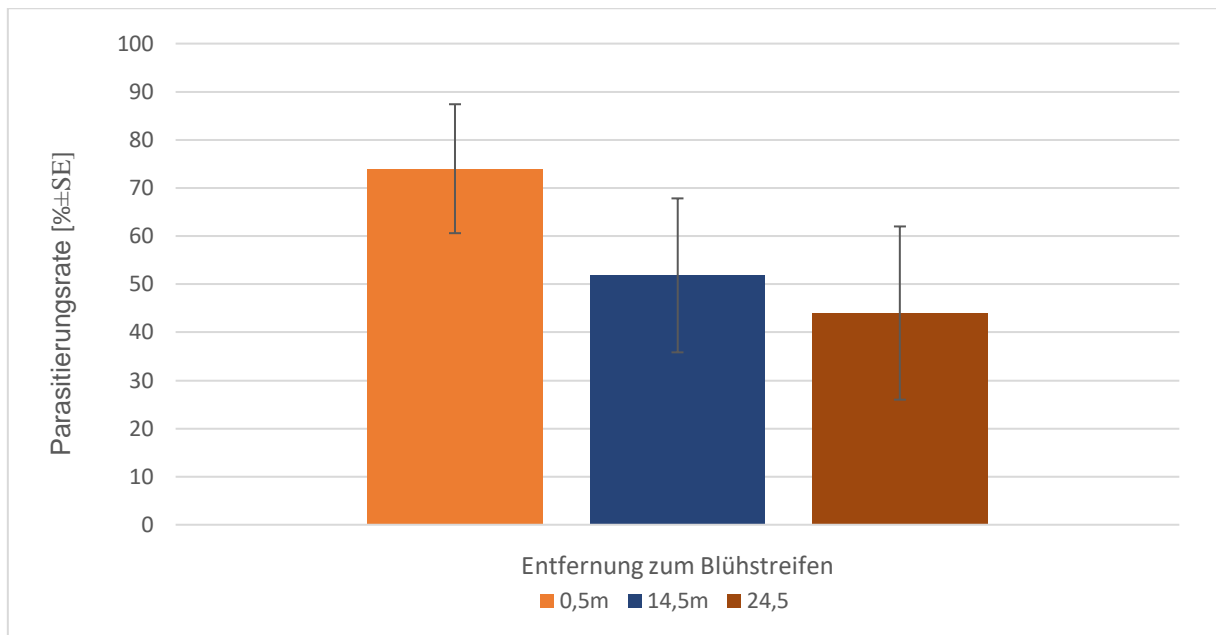


Abbildung 27: Mittlere Parasitierungsrate von gefundenen Blattläusern in verschiedenen Abständen zum maßgeschneiderten Blühstreifen (Hannover Mix).

4.5.3 Eiablage von Schadschmetterlingen im Rosenkohl

Bei Betrachtung der Eiablage von Schadschmetterlingen zeigte sich deutlich, dass die meisten Eier im Rosenkohl entlang des konventionellen Blühstreifens abgelegt wurden. Die Zahlen in der Kontrollvariante und entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens waren geringer. Unterschiede in der Parasitierung der Schmetterlingseier konnten nur am Versuchsstandort Ruthe nachgewiesen werden, hier wurde die höchste Parasitierungsrate entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens festgestellt. Ein Unterschied in der Eiablage von Schadschmetterlingen in unterschiedlichen Abständen zum Blühstreifen hat sich nicht gezeigt.

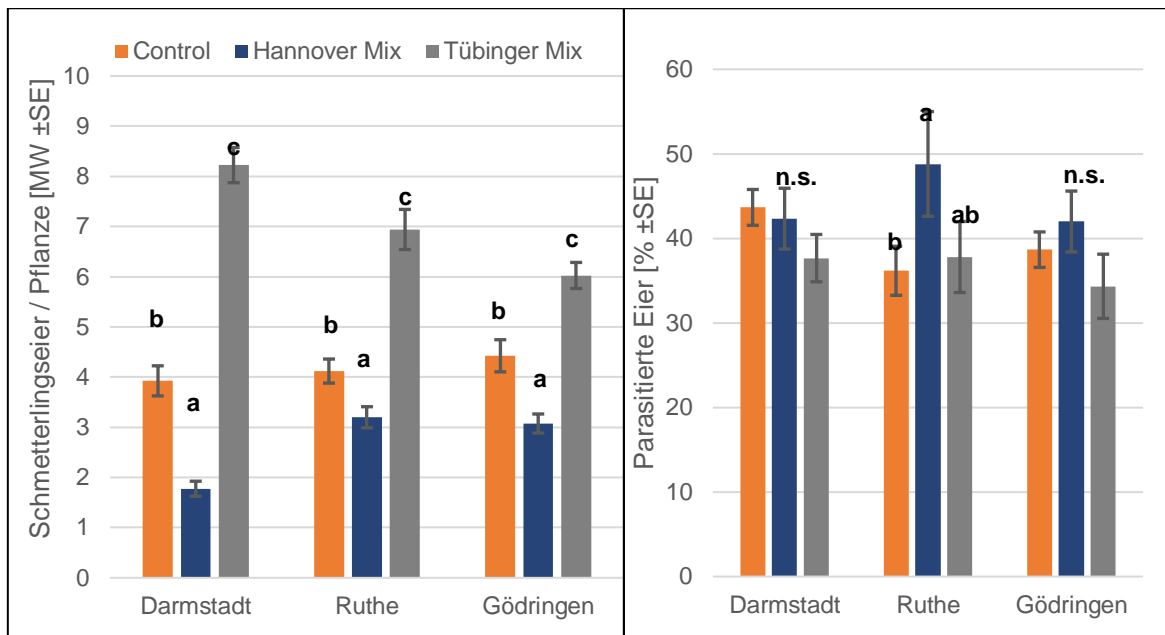


Abbildung 28: Erfasste Schmetterlingseier im Rosenkohl entlang von maßgeschneidertem (Hannover Mix) und konventionellem (Tübinger Mix) Blühstreifen an den 3 verschiedenen Versuchsstandorten im Jahr 2016. Erfasste Erten waren: *M. brassicae*, *P. brassicae*, *P. rapae*, *P. xylostella*. (Reihenfolge nach ihrer Häufigkeit) Rechts: Parasitierungsrate der Eier. Werte über den Versuchszeitraum gemittelt. Buchstaben stehen für das Signifikanzniveau (glm, $\alpha = 0.05$).

4.6 Erfasstes Artenspektrum der Nützlinge

Die Erfassung der Hauptantagonisten von Kohlschädlingen im Rosenkohl zeigte, dass die am häufigsten vertretenen Prädatoren Spinnen (nicht näher bestimmt), Marienkäfer (*Harmonia axyridis* 37%, *Coccinella septempunctata* 31%, *Crioceris quinquepunctata* 11%, *Adalia bipunctata* 3%, n=29), Schwebfliegenlarven (*Sphaerophoria scripta* 25%, *Melanostoma mellinum* 19%, *Episyrphus balteatus* 17%, n=108) und Florfliegen (100% *Crysoperla carnea*) sind. Bei den parasitären Hymenopteren wurde durch Ausbrüten von parasitierten Laven von *A. proletella* der Anteil von *Encarsia tricolor* aus über 99% bestimmt (n= 342).

Tabelle 7: Mittlere Anzahl von Nützlingen pro Pflanze basierend auf Daten aus Ruthe im Jahr 2017.

| Mittelwert± SE | Marienkäfer (Adult+Lar- ven) | Schwebflie- genlarven | Florfliegen- larven | Spinnen | Parasitäre Hymenop- teren |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------|---------------------------------|
| Hannover Mix | 1,75±0,34 | 0,98±0,16 | 0,78±0,13 | 2,01±0,71 | 3,45±0,98 |
| Tübinger Mix | 1,63±0,41 | 0,37±0,09 | 0,66±0,12 | 2,12±0,59 | 2,88±1,02 |
| Kontrolle | 1,22±0,26 | 0,34±0,11 | 0,67±0,15 | 1,77±0,48 | 2,68±0,69 |

4.7 Nachernteuntersuchungen

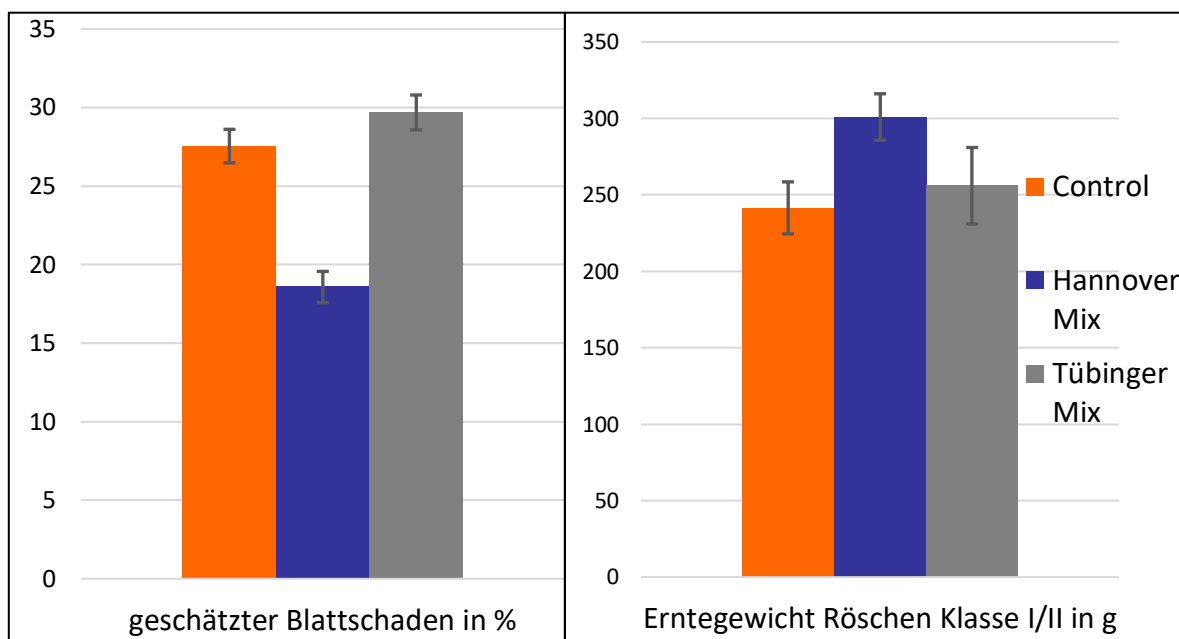


Abbildung 29: Geschätzter Blattschaden (Raupenfraß) und Erntegewicht der Röschen Klasse 1 und 2 aus der Nachernteuntersuchung des Rosenkohls am Versuchsgut Ruthe. Erntedatum war 30.11.2016.

In den Nachernteuntersuchungen konnte gezeigt werden, dass der von Raupen verursachte Blattschaden, entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens am geringsten ausfiel (Abbildung 29). Sowohl die Kontrollvariante, als auch der konventionelle Blühstreifen trugen nicht zu einer Verminderung des Blattschadens durch Raupenfraß bei. Die Ergebnisse der visuellen Beurteilung der Verschmutzung der geernteten Röschen zeigte keine Unterschiede zwischen den Varianten. Allerdings konnte gezeigt werden, dass das Erntegewicht entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens am höchsten ausfiel. Ein tendenziell gleiches Bild ergab sich aus der Nachernteuntersuchung im Jahr 2017. Sowohl für den Blattschaden als auch beim Erntegewicht der Röschen zeigten die Rosenkohlpflanzen neben dem konventionellen Blühstreifen schlechtere Werte im Vergleich mit der Kontrollvariante und dem angepassten Blühstreifen (Abbildung 30+31). Es zeigte sich, dass die Nähe zum konventionellen Blühstreifen (Tübinger Mix) einen signifikant höheren Blattschaden zur Folge hatte als es bei den anderen Varianten und Abständen zu den Blühstreifen der Fall war. Das Erntegewicht war im Mittel neben dem konventionellen Blühstreifen um 13 % gegenüber dem angepassten Blühstreifen verringert.

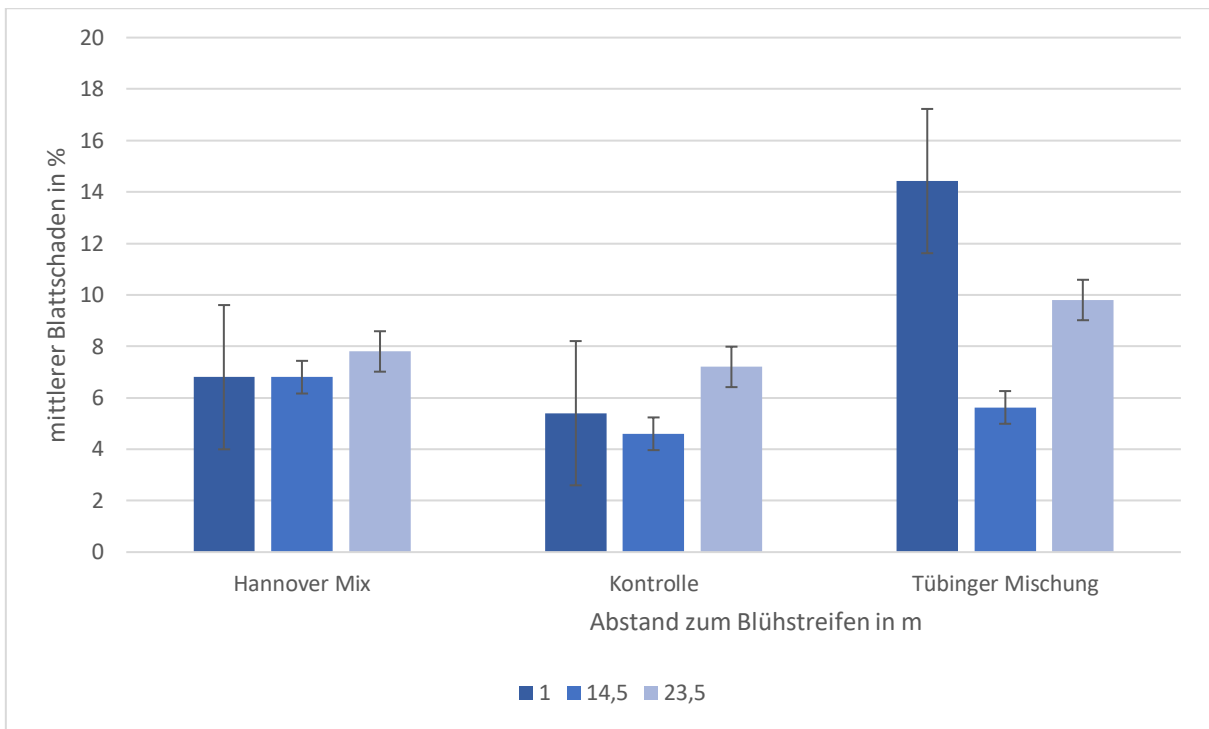


Abbildung 30: Mittlerer Blattschaden verursacht durch Raupenfrass in %+SE. Daten basierend auf der Nachernteuntersuchung im Dezember 2017. n=35

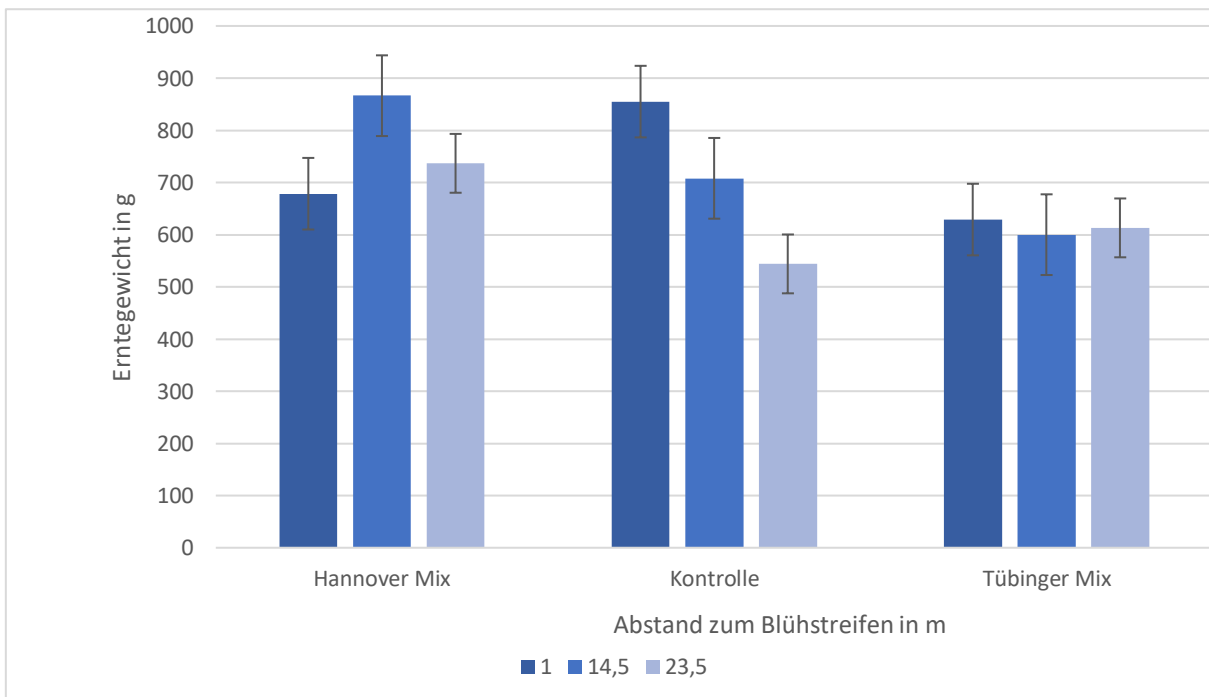


Abbildung 31: Mittleres Erntegewicht der Röschen Klasse I und II in g+SE. Daten basierend auf der Nachernteuntersuchung am Versuchsgut Ruthe im Dezember 2017. n=5

5 Diskussion

Im Laufe des Forschungsprojektes konnte durch Optimierung der Saatmischung, dass ein maßgeschneiderter Blühstreifen enormes Potenzial im Hinblick auf seine Funktion für den biologischen Pflanzenschutz hat. Es konnte gezeigt werden, dass durch gezielte Auswahl von Blühpflanzenspezies und einer Optimierung der Zusammensetzung der Saatmischung die Attraktivität des Blühstreifen auf Nützlinge erhöht und Schadschmetterlinge minimiert werden konnte. Insbesondere die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Attraktivität einzelner Blühpflanzenspezies auf bestimmte funktionelle Gruppen im Wirtskomplex um den Rosenkohl zeigten, dass eine sorgfältige Auswahl bei der Zusammenstellung von Blühmischungen, je nach Einsatzzweck, unabdingbar ist. Ein maßgeschneiderter Blühstreifen für den Kohlanbau, wie in diesem Forschungsprojekt entwickelt, sollte in keinem Fall Kohlschädling fördernde Pflanzenarten wie Ölrettich enthalten. Die Untersuchungen zeigten eindeutig, dass eine enorme Attraktivität auf Schadschmetterlinge, in diesem Fall der Familie Pieridae, einhergeht mit einer erhöhten Eiablage im Nahbereich. Eine Förderung und in erster Linie auch Attraktion von Nützlingen konnte ebenso bei bestimmten einjährigen Blühpflanzenspezies nachgewiesen werden. So zeigte sich, dass insbesondere Pflanzenarten, welche gut zugängliche und offene Blüten haben, eine hohe Attraktivität gegenüber Schwebfliegen und parasitären Hymenopteren aufweisen (Bianchi et al., 2008). Grundsätzlich bestand ein Zusammenhang zwischen Blütenform- und Zugänglichkeit und der Form und Größe der Mundwerkzeuge, wobei Schmetterlinge mit Ihrem langen Saugrüssel tiefliegende Nektarien bevorzugen, während Nützlinge, hier vor Allem Schwebfliegen und Schlupfwespen, eher kurze Mundwerkzeuge besitzen und somit nicht von schwer zugänglichen Blüten profitieren (Jamont et al., 2013). Die Ergebnisse decken sich größtenteils mit denen der Untersuchungen von Barbir et al. (2015) und Warzecha et al. (2018). Obwohl in diesen Studien der Fokus nicht auf Nutz- und Schadinsekten lag, kamen auch diese Studien zu dem Schluss, dass mit bestimmten Pflanzenarten bestimmte funktionelle Gruppen angelockt und gefördert werden können. Ein interessanter Aspekt ist, dass in diesen Studien gezeigt werden konnte, dass eine Attraktion in erster Linie vom Vorhandensein einer attraktiven Pflanzenart abhängt und es nur bedingt zu mehr Besuchen von bestimmten funktionellen Gruppen kommt, wenn die Quantität dieser Pflanzenspezies steigt oder eine es eine generell höhere Diversität an Pflanzenarten gibt. Gleiches konnte im Forschungsprojekt beobachtet werden. Als Beispiel sei hier die Attraktivität von Steinkraut auf Schwebfliegen genannt. Es konnte

eine hohe Attraktivität nachgewiesen werden, jedoch führt eine Monokultur an Steinkraut nicht zu mehr Besuchen von Schwebfliegen, als in einem Blühstreifen mit einem Steinkrautanteil von 25%. Dieser Fakt ist insbesondere für die Entwicklung von maßgeschneiderten Blühstreifen wichtig, da man in der Lage ist viele Insektengruppen zu fördern. Dies zeigte sich auch bei der vergleichenden Betrachtung der untersuchten Blühstreifen. Während im Hannover Mix eine gezielte Auswahl der Pflanzenarten basierend auf dem Wissen zur Attraktivität auf bestimmte Insektengruppen stattfand, stehen die in der Tübinger Mischung vertretenen Pflanzenarten in erster Linie für eine konservierende Naturschutzfunktion. Dementsprechend fielen die Ergebnisse wie erwartet aus und es wurde durch eine Anpassung der Zusammensetzung eine höhere Attraktivität auf Schwebfliegen und Marienkäfer beobachtet. Gleichzeitig konnten keine Nachteile auf die Förderung von anderen Bestäubern wie Bienen und Hummeln nachgewiesen werden. Als besonders wichtig ist der Fakt zu nennen, dass durch Weglassen von bestimmten Pflanzenarten die Attraktivität auf Schadschmetterlinge gesenkt werden konnte. In einigen Studien (z.B. Lavadero et al., 2006) zeigte sich nämlich, dass durch gesteigerte florale Ressourcen ebenso Schädlinge profitieren können und somit den positiven Effekt von Blühflächen auf den Pflanzenschutz aufheben oder sogar ins Negative drehen können. Die Untersuchungen zu Aktivitätsdichten und Populationsentwicklungen im Rosenkohl entlang der untersuchten Blühmischungen zeigten jedoch, dass das Konzept eines maßgeschneiderten Blühstreifens für den biologischen Pflanzenschutz grundsätzlich funktionieren kann. In diese Richtung weisen viele Studien, in denen die Auswirkungen von Blühmischungen oder Monokulturen einzelner Blühpflanzenarten auf die biologische Schädlingskontrolle in benachbarten Kulturpflanzen untersucht wurden. Dabei sind insbesondere die Ergebnisse von Tschumi et al., 2014; Pfiffner et al., 2003 und Balmer et al., 2014 von Interesse für den Vergleich mit diesem Forschungsprojekt. In Allen Studien konnte eine erhöhte Aktivitätsdichte von Schlupfwespen in der Nähe zu Blühflächen nachgewiesen werden, ebenso ein positiver Effekt auf die Schädlingsregulation. Gleiches wurde auch für Teile der in diesem Forschungsprojekt untersuchten Insektenarten nachgewiesen. Wie in den Ergebnissen gezeigt, waren die erfassten Blattlauspopulationen (*B. brassicae* und *M. persicae*) im Rosenkohl entlang der Blühstreifen im Vergleich zu einer Kontrollvariante geringer, dieser Effekt nahm gleichzeitig mit der Parasitierungsrate mit der Entfernung zum Blühstreifen ab. Tendenziell war die Parasitierung neben dem maßgeschneiderten Blühstreifen höher als in den anderen Varianten. Die Anzahl von gefundenen Schmetterlingseiern war entlang des maßgeschneiderten Blühstreifens geringer als im

konventionellen Blühstreifen. Es konnte ein Zusammenhang zwischen Eiablage und Blühstreifentyp nachgewiesen werden. Obwohl hinsichtlich der Populationsdichten von *A. proletella* keine Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten gefunden wurden, lassen die Ergebnisse im Gesamten auf einen positiven Effekt für die biologische Schädlingskontrolle schließen. Das Eintreten von gleichen Aktivitätsdichten von Schadinsekten (im Fall von *A. proletella*) ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf regionale Einflussfaktoren bei der Besiedlung mit der Kohlmottenschildlaus zurückzuführen. Wie von Ludwig & Meyhöfer, 2016 beschrieben, kommt es nach der Rapsernte zu einem enormen Zuflug von adulten Tieren, sofern sich viele Rapsfelder in der Umgebung befinden. Eine alleinige biologische Bekämpfung ist in diesem Fall nicht mehr möglich. Ein anderer möglicher Grund ist, dass der Hauptparasitoid *E. tricolor*, trotz Förderung durch Ressourcen des maßgeschneiderten Blühstreifens, nicht in der Lage ist die Populationsdichten von *A. proletella* nachhaltig zu verringern. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass mit geringen Abweichungen die erwarteten Ergebnisse eingetreten sind. Eine erhöhte natürliche Regulierung von Schadinsekten im Rosenkohl entlang von maßgeschneiderten Blühstreifen konnte nachgewiesen werden. Ebenso konnte gezeigt werden, dass die Vermeidung einer Attraktivität auf Schadschmetterlinge zu geringerer Eiablage führt, einhergehend mit weniger Blattschäden. In diesem Kontext ist noch zu erwähnen, dass durch Nachernteuntersuchungen gezeigt werden konnte, dass entlang der Tübinger Mischung der Raupenfraß (Blattschaden) signifikant im Vergleich zu der Kontrolle und der Variante entlang der Hannover Mischung erhöht war.

Das Konzept von maßgeschneiderten Blühstreifen als Teil einer breiten Pflanzenschutzstrategie ein erfolgversprechender Ansatz. Vor Allem in Hinblick auf eine allgemein aufflammende Diskussion bezüglich geringer Diversität in der Kulturlandschaft und damit verbundener Bereitschaft von Seiten des Gesetzgebers die Rahmenbedingungen und Anreize zur Anlage von Blühflächen zu schaffen. Eine Anpassung an weitere Kulturen ist mit Forschungsaufwand möglich und vielversprechend.

Die Zusammenarbeit mit lokalen Anbauern aus der Region Hannover, dem Oldenburger Land, Darmstadt, sowie den Außenstellen der Leibniz Universität Hannover lief reibungslos. Das Interesse insbesondere ökologisch wirtschaftender Anbauer ist sehr groß. Auf Grundlage der Ergebnisse dieses Forschungsprojektes wurden im Oldenburger Land in den Jahren 2017 und 2018 über 60 Hektar Blühfläche als Ökologische Vorrangfläche angelegt. Die Ergebnisse werden ebenso genutzt um eine optimierte Blühmischung für das Biodiversitätsprojekt der Region Hannover zu entwickeln.

6 Öffentlichkeitsarbeit

Poster

Sartisoehn, A., Hondelmann, P. & Meyhöfer, R.: „Promotion of natural enemies by tailored flower strips in cabbage“, 34.Tagung des DPG- und DGaaE-Arbeitskreises „Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden“, Leibniz Universität Hannover, 30.11.-01.12.2015

Sartisoehn, A., Hondelmann, P. & Meyhöfer, R.: „Nützlingsförderung durch maßgeschneiderte Blühstreifen im Kohlanbau“, Workshop „Aktuelle Arbeiten und Versuchsergebnisse“ in Zusammenarbeit mit Ökoring e. V., Leibniz Universität Hannover, 01.06.2016

Amelin, M., Sartisoehn, A. & Meyhöfer, R.: „Untersuchungen zur Attraktivität einjähriger Blühpflanzen auf Kohlschädlinge und deren natürliche Gegenspieler“, Drei-Länder-Entomologentagung 2017, Zentrum Wald-Forst-Holz auf dem Campus Weihenstephan, 13.03.-16.03.2017

Vorträge

„Gezielte Nützlingsförderung durch maßgeschneiderte Blühstreifen im Kohlanbau“, 60. Deutsche Pflanzenschutztagung, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 20.-23.09.2016

„Entwicklung und Evaluierung von maßgeschneiderten Blühstreifen zur gezielten Nützlingsförderung im Kohlanbau“ Drei-Länder-Entomologentagung 2017, Zentrum Wald-Forst-Holz auf dem Campus Weihenstephan, 13.03.-16.03.2017

„Entwicklung eines maßgeschneiderten Blühstreifens zur gezielten Nützlingsförderung im Kohlanbau“, 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, Universität Hohenheim, 11.09.-14.09.2018

Sartisoehn, A., Hondelmann, P. & Meyhöfer, R.: „Nützlingsförderung durch maßgeschneiderte Blühstreifen im Kohlanbau“, Workshop „Aktuelle Arbeiten und Versuchsergebnisse“ in Zusammenarbeit mit Ökoring e. V., Leibniz Universität Hannover, 01.06.2016

Geplante Veröffentlichungen

Sartisoehn, A. & Meyhöfer, R. (in prep.): The attractiveness of annual flowering plants to hoverflies (Diptera: Syrphidae) and lepidopteran pests of cabbage (Lepidoptera: Pieridae)

Sartisoehn, A. & Meyhöfer, R. (in prep.): Effectiveness of tailored flower strips in reducing crop plant damage by lepidopteran pests (Lepidoptera: Pieridae)

Amelin, M. (in prep.): Untersuchungen zur Attraktivität von einjährigen Blühpflanzenarten auf Nutz- und Schadinsekten im Kohlanbau (M. Sc. -Thesis)

Sartisoehn, A. (in prep.): Development and evaluation of tailored flower strips to increase natural regulation of pest insects in cabbage (Dissertation)

7 Fazit

Blühstreifen werden in der Landwirtschaft primär zur Erreichung von Zielen des Arten-, Wild- und Bienenschutzes angelegt. Die Förderung von natürlichen Gegenspielern gartenbaulicher und landwirtschaftlicher Schädlinge durch Bereitstellung von Ressourcen wie Nahrung, Beute und Schutzhabitat fand bei der Auswahl der Pflanzenarten wenig Beachtung. Die Anlage von Blühstreifen kann jedoch eine sinnvolle strategische Maßnahme im Rahmen des Pflanzenschutzmanagements sein. In den Jahren 2015 bis 2017 wurde ein Blühstreifen entwickelt und getestet, welcher zum einen eine hohe Attraktivität gegenüber Nützlingen (insb. Schwebfliegen, Schlupfwespen und Marienkäfer) aufweist, zum anderen jedoch kein Quellhabitat für Schädlinge (insb. Schmetterlinge) darstellt. Erreicht wurde dies durch die Zusammensetzung des Blühstreifens aus verschiedenen Pflanzenarten, welche im Verbund ein permanent blühendes Habitat für eine Vielzahl von nützlichen Insektenspezies bieten. Es gab deutlich mehr Besuche von Schwebfliegen und Marienkäfern in der maßgeschneiderten Blühmischung im Vergleich zu einer konventionellen Blühmischung. Die Attraktivität aus Schadschmetterlinge war signifikant geringer. Ein Unterschied in den Parasitierungsraten der Weiße Fliege Larvenstadien konnte nicht beobachtet werden. Allerdings wurden eine geringere Dichte von Blattläusen, weniger Eier von Schadschmetterlingen sowie weniger Blattschäden durch Raupenfraß entlang der maßgeschneiderten Blühmischung nachgewiesen. Ein Nutzen für die natürliche Regulation von Schadinsekten konnte somit nachgewiesen werden. Gleichzeitig wurde kein Nachteil in Bezug auf die konservierende Naturschutzwirkung und die Förderung von Bienen und anderen Bestäubern beobachtet.

Durch Optimierung der Blühmischung konnte der Preis unter 5€ / kg gesenkt werden, dadurch ist der maßgeschneiderte Blühstreifen auch ökonomisch konkurrenzfähig. Abgewandelte Versionen des entwickelten Blühstreifens finden bereits im den Bereichen Naturschutz und Produktionsgartenbau Verwendung. Die Ergebnisse, insbesondere die nachgewiesene Attraktivität einzelner Pflanzenarten auf bestimmte Insektengruppen, werden ebenso genutzt um maßgeschneiderte Blühstreifen im Rahmen von weiterführenden Förderprojekten zu verbessern. Ein hohes Innovationspotential besteht darüber hinaus in der Anpassung von Blühstreifen zur Optimierung des biologischen Pflanzenschutzes in anderen Kultursystemen. Dabei werden in Zukunft auch mehrjährige Blühstreifen an Bedeutung gewinnen.

Literaturverzeichnis

- Alignier, A., Raymond, L., Deconchat, M., Menozzi, P., Monteil, C., Sarthou, J. P., ... Ouin, A. (2014). The effect of semi-natural habitats on aphids and their natural enemies across spatial and temporal scales. *Biological Control*, *77*, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.06.006>
- Almohamad, R., Verheggen, F. J., & Haubruge, É. (2009). Searching and oviposition behavior of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae): a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, *13*(3), 467–481. Retrieved from <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/81394>
- Balmer, O., Géneau, C. E., Belz, E., Weishaupt, B., Förderer, G., Moos, S., ... Luka, H. (2014). Wildflower companion plants increase pest parasitation and yield in cabbage fields: Experimental demonstration and call for caution. *Biological Control*, *76*, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.04.008>
- Balmer, O., Pfiffner, L., Schied, J., Willareth, M., Leimgruber, A., Luka, H., & Trautgott, M. (2013). Noncrop flowering plants restore top-down herbivore control in agricultural fields, 2634–2646. <https://doi.org/10.1002/ece3.658>
- Barbir, J., Badenes-Pérez, F. R., Fernández-Quintanilla, C., & Dorado, J. (2015). The attractiveness of flowering herbaceous plants to bees (Hymenoptera: Apoidea) and hoverflies (Diptera: Syrphidae) in agro-ecosystems of Central Spain. *Agricultural and Forest Entomology*, *17*(1), 20–28. <https://doi.org/10.1111/afe.12076>
- Bianchi, F. J. J. A., & Wäckers, F. L. (2008). Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological Control*, *46*(3), 400–408. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.04.010>
- Bowie, M. H., Gurr, G. M., & Frampton, C. M. (2001). Adult and larval hoverfly communities and their parasitoid fauna in wheat in New South Wales, Australia. *New Zealand Entomologist*, *24*(1), 3–6. <https://doi.org/10.1080/00779962.2001.9722075>
- Burel, F., Lavigne, C., Marshall, E. J. P., Moonen, A. C., Ouin, A., & Poggio, S. L. (2013). Landscape ecology and biodiversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *166*, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.01.001>
- Carreck, N. L., & Williams, I. H. (2002). Food for insect pollinators on farmland: Insect visits to flowers of annual seed mixtures. *Journal of Insect Conservation*, *6*(1), 13–23. <https://doi.org/10.1023/A:1015764925536>
- Delattre, T., Vernon, P., & Burel, F. (2013). An agri-environmental scheme enhances butterfly dispersal in European agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *166*, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.06.018>
- Erichsen, E., & Hünmörder, S. (2005). Kohlfliegenauftreten im Raps. *Gesunde Pflanzen*, *57*(6), 149–157. <https://doi.org/10.1007/s10343-005-0081-z>


- Fakult, D. N., Wilhelm, G., Universit, L., & Doktor, G. (1983). Pest prevention in Brassica vegetables : relating ecosystem services and disservices to landscape.
- Fiedler, A. K., Landis, D. A., & Wratten, S. D. (2008). Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control*, *45*(2), 254–271. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.12.009>
- Figure, S. (n.d.). *No Title No Title_2015*. <https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>
- Gámez-Virués, S., Gurr, G., Raman, A., La Salle, J., & Nicol, H. (2009). Effects of flowering groundcover vegetation on diversity and activity of wasps in a farm shelterbelt in temperate Australia. *BioControl*, *54*(2), 211–218. <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9182-9>
- Gillespie, M., Wratten, S., Sedcole, R., & Colfer, R. (2011). Manipulating floral resources dispersion for hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a California lettuce agroecosystem. *Biological Control*, *59*(2), 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.07.010>
- Gómez-Marco, F., Urbaneja, A., & Tena, A. (2016). A sown grass cover enriched with wild forb plants improves the biological control of aphids in citrus. *Basic and Applied Ecology*, *17*(3), 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.10.006>
- Gonthier, D. J., Ennis, K. K., Farinas, S., Hsieh, H.-Y., Iverson, A. L., Batáry, P., ... Perfecto, I. (2014). Biodiversity conservation in agriculture requires a multi-scale approach. *Proc. R. Soc. B*, *281*, 20141358. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1358>
- Gontijo, L. M., Beers, E. H., & Snyder, W. E. (2015). Complementary suppression of aphids by predators and parasitoids. *Biological Control*, *90*, 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.06.002>
- Gontijo, L. M., Beers, E. H., & Snyder, W. E. (2013). Flowers promote aphid suppression in apple orchards. *Biological Control*, *66*(1). <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.03.007>
- Haenke, S., Scheid, B., Schaefer, M., Tschardtke, T., & Thies, C. (2009). Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. *Journal of Applied Ecology*, *46*(5), 1106–1114. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01685.x>
- Hatt, S., Lopes, T., Boeraeve, F., Chen, J., & Francis, F. (2017). Pest regulation and support of natural enemies in agriculture: Experimental evidence of within field wildflower strips. *Ecological Engineering*, *98*, 240–245. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.10.080>
- Hedberg, P. R., & Nicol, H. I. (2006). Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests, 547–554. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01168.x>

- Hogg, B. N., Bugg, R. L., & Daane, K. M. (2011). Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. *Biological Control*, *56*(1), 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.09.007>
- Hummel, J. D., Dossall, L. M., Clayton, G. W., Harker, K. N., & O'Donovan, J. T. (2010). Responses of the parasitoids of *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae) to the vegetational diversity of intercrops. *Biological Control*, *55*(3), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.08.004>
- Jamont, M., Crépellière, S., & Jaloux, B. (2013). Effect of extrafloral nectar provisioning on the performance of the adult parasitoid *Diaeretiella rapae*. *Biological Control*, *65*(2), 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.01.010>
- Jandricic, S. E., Dale, A. G., Bader, A., & Frank, S. D. (2014). The effect of banker plant species on the fitness of *Aphidius colemani* Viereck and its aphid host (*Rhopalosiphum padi* L.). *Biological Control*, *76*, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.04.007>
- Jönsson, A. M., Ekroos, J., Dänhardt, J., Andersson, G. K. S., Olsson, O., & Smith, H. G. (2015). Sown flower strips in southern Sweden increase abundances of wild bees and hoverflies in the wider landscape. *Biological Conservation*, *184*, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.12.027>
- Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, *18*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>
- Lavandero I, B., Wratten, S. D., Didham, R. K., & Gurr, G. (2006). Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: A double-edged sword? *Basic and Applied Ecology*, *7*(3), 236–243. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2005.09.004>
- Lys, J.-A., & Nentwig, W. (1992). Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. *Oecologia*, *92*(3), 373–382. <https://doi.org/10.1007/BF00317463>
- Monografie, B., Meier, B. V. U., & Bundesanstalt, B. (2001). Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen.
- Nentwig, W. (2000). *Streifenförmige ökologische Ausgleichsflächen in der Kulturlandschaft: Ackerkrautstreifen, Buntbrache, Feldränder*. Bern [u.a.]: Verl. Agrarökologie. Retrieved from <https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIB-KAT%3A306991322/Streifenförmige-ökologische-Ausgleichsflächen-in/>
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2013). Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *33*(2), 257–274. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0092-y>
- Norman, A. G. (Arthur G., American Society of Agronomy., M., Sarthou, J. P., & Roger-Estrade, J. (1949). *Advances in agronomy. Advances in Agronomy* (Vol. 109). Academic Press. Retrieved from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103326193>

- Pfiffner, L., Luka, H., Schlatter, C., Juen, A., & Traugott, M. (2009). Impact of wildflower strips on biological control of cabbage lepidopterans. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129(1–3), 310–314. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.10.003>
- Pfiffner, L., Merkelbach, L., & Luka, H. (2003). Do sown wildflower strips enhance the parasitism of lepidopteran pests in cabbage crops? *Landscape Management*, 26(4), 111–116.
- Ramsden, M. W., Menéndez, R., Leather, S. R., & Wäckers, F. (2014). Optimizing field margins for biocontrol services: The relative role of aphid abundance, annual floral resources, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199, 94–104. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.024>
- Raymond, L., Sarthou, J. P., Plantegenest, M., Gauffre, B., Ladet, S., & Vialatte, A. (2014). Immature hoverflies overwinter in cultivated fields and may significantly control aphid populations in autumn. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 185, 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.019>
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J. P., & Roger-Estrade, J. (2013). Effect of crop management and landscape context on insect pest populations and crop damage. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 166, 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.05.004>
- Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M. M., Hawro, V., Holland, J., Landis, D., ... Bommarco, R. (2016). Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 221, 198–204. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.039>
- Scheid, B. E. (2010). The role of sown wildflower strips for biological control in agroecosystems, (April), 1–140.
- Schweiger, O., Musche, M., Bailey, D., Billeter, R., Diekötter, T., Hendrickx, F., ... Dziock, F. (2007). Functional richness of local hoverfly communities (Diptera, Syrphidae) in response to land use across temperate Europe. *Oikos*, 116(3), 461–472. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.15372.x>
- Shaw, M. R., Stefanescu, C., & Nouhuys, S. Van. (2009). Parasitoids of European butterflies. *Ecology of Butterflies in Europe*, 130–156. Retrieved from <http://www.eeb.cornell.edu/sdv2/www/data/uploads/pdf/shaw-stefanescu-vsvn-2009.pdf>
- Tschumi, M., Albrecht, M., Entling, M. H., & Jacot, K. (2015). High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proceedings. Biological Sciences*, 282(1814), 20151369. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1369>
- Tschumi, M., Albrecht, M., Entling, M. H., & Jacot, K. (2014). Targeted flower strips effectively promote natural enemies of aphids. *Landscape Management for Functional Biodiversity IOBC-WPRS Bulletin*, 100(MAY), 131–135. <https://doi.org/10.13140/2.1.4382.0488>


- Uyttenbroeck, R., Hatt, S., Piqueray, J., Paul, A., Bodson, B., Francis, F., & Monty, A. (2015). Creating Perennial Flower Strips: Think Functional! *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6(0), 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.044>
- Warzecha, D., Diekötter, T., Wolters, V., & Jauker, F. (2018). Attractiveness of wildflower mixtures for wild bees and hoverflies depends on some key plant species. *Insect Conservation and Diversity*, 11(1), 32–41. <https://doi.org/10.1111/ica.12264>
- Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J. F., Ferrer, A., & Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>
- Woltz, J. M., Isaacs, R., & Landis, D. A. (2012). Landscape structure and habitat management differentially influence insect natural enemies in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 152, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.02.008>
- Wood, T. J., Holland, J. M., & Goulson, D. (2015). Pollinator-friendly management does not increase the diversity of farmland bees and wasps. *Biological Conservation*, 187, 120–126. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.04.022>
- Wratten, S. D., Gillespie, M., Decourtye, A., Mader, E., & Desneux, N. (2012). Pollinator habitat enhancement: Benefits to other ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 159, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.06.020>
- Barbir, J., Badenes-Pérez, F. R., Fernández-Quintanilla, C., & Dorado, J. (2015). The attractiveness of flowering herbaceous plants to bees (Hymenoptera: Apoidea) and hoverflies (Diptera: Syrphidae) in agro-ecosystems of Central Spain. *Agricultural and Forest Entomology*, 17(1), 20–28. <https://doi.org/10.1111/afe.12076>
- Lys, J.-A., & Nentwig, W. (1992). Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. *Oecologia*, 92(3), 373–382. <https://doi.org/10.1007/BF00317463>
- Scheid, B. E. (2010). The role of sown wildflower strips for biological control in agroecosystems, (April), 1–140.
- Warzecha, D., Diekötter, T., Wolters, V., & Jauker, F. (2018). Attractiveness of wildflower mixtures for wild bees and hoverflies depends on some key plant species. *Insect Conservation and Diversity*, 11(1), 32–41. <https://doi.org/10.1111/ica.12264>

Anhang



Nützlingsförderung durch maßgeschneiderte Blühstreifen im Kohlanbau

Anton Sartiso, Peter Hondelmann & Rainer Meyhöfer
Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme, Abteilung Phytomedizin - Angewandte Entomologie
 Leibniz Universität Hannover




Einleitung / Zielsetzung

Blühstreifen werden in der Landwirtschaft primär zur Erreichung von Zielen des Arten-, Wild- und Bienenschutzes angelegt. Die Förderung von natürlichen Gegenspielern gartenbaulicher und landwirtschaftlicher Schädlinge durch Bereitstellung von Ressourcen wie Nahrung, Beute und Schutzhabitat fand bei der Auswahl der Pflanzenarten wenig Beachtung. Die Anlage von Blühstreifen kann jedoch eine sinnvolle strategische Maßnahme im Rahmen des Pflanzenschutzmanagements sein. Im Forschungsprojekt „Maßgeschneiderte Blühstreifen zur gezielten Nützlingsförderung im Kohlanbau“ soll ein Blühstreifen entwickelt werden, welcher zum einen eine hohe Attraktivität gegenüber Nützlingen aufweist, zum Anderen jedoch kein Quellhabitat für Schädlinge (insb. Schmetterlinge) darstellt. Erreicht werden soll dies durch die Zusammensetzung des Blühstreifens aus verschiedenen einjährigen Pflanzenarten, welche im Verbund ein permanent blühendes Habitat und eine Quelle für benötigte Ressourcen für eine Vielzahl von **nützlichen Insektenspezies bieten.**

Material und Methoden

Anforderungen an die Blütmischung:

- Langer Blühzeitraum/ Hohe Blütendichte
- Konkurrenzstark gegen Unkräuter
- Geringe Attraktivität gegenüber typischen Kohlschädlingen, hohe Attraktivität gegenüber Nützlingen



- „Hannover Mix“ besteht aus 11, der „Tübinger Mix“ aus 6 annuellen Blühpflanzenspezies
- Beide Blühstreifen wurden 2015 entlang von Rosenkohl ausgesät (3g/m², 2.2 x 6 m, n=9, 3 Orte: Hannover, Ruthe, Darmstadt)
- Untersuchte Parameter:
 - Blühstreifen-> Blütenbesucher, Blütendichte und andere pflanzenphysiologischen Merkmale
 - Rosenkohl-> Schädlingsdichte

Ergebnisse

➤ „Hannover Mix“ im Vergleich mit dem „Tübinger Mix“:

- Höher:
 - Blütendichte (Abb.1)
 - Attraktivität gegenüber Schwebfliegen, Marienkäfern (Abb.2)
 - Diversität und Dichte von verschiedenen Insektenspezies
- Geringer:
 - Attraktivität gegenüber Schmetterlingen (Abb.2)
 - Befall mit *A. prolella* im Rosenkohl (Abb.3)

Blütendichte

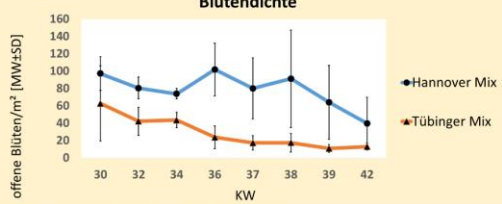


Abb.1: Blütendichte (n=6) von Kalenderwoche 30 bis 42 in 2015.

Blütenbesucher

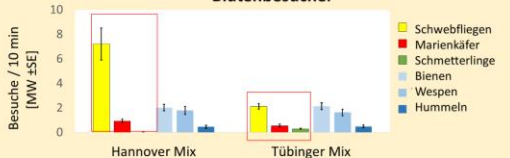


Abb.2: Blütenbesucher von Kalenderwoche 30 bis 42 (66 Beobachtungen) in Hannover und Ruthe.

A. prolella Befall

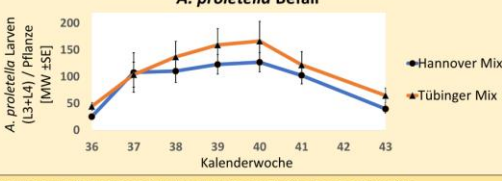



Abb.3: Anzahl von Kohlmottenschildlaus (L3+L4) im Rosenkohl (n=15) entlang der Blühstreifen.

Zusammenfassung



Die Ergebnisse zeigen das Potenzial von maßgeschneiderten Blühstreifen zur gezielten Nützlingsförderung. Der „Hannover Mix“ zeigte eine höhere Attraktivität gegenüber Nützlingen sowie eine geringere Attraktivität gegenüber Schadschmetterlingen. Höhere Dichten an natürlichen Gegenspielern lassen sich durch die gezielte Auswahl von Pflanzenspezies erreichen.

Ausblick

- Optimierung der Blütmischung
 - Ersetzen von Pflanzenspezies, welche die Anforderungen nicht erfüllen
 - Reduktion der Kosten pro kg
- Validierung der Ergebnisse in Zusammenarbeit mit Kohlanbauern
- Untersuchungen zur effektiven Reichweite



Leibniz
Universität
Hannover

Kontakt:
Anton Sartiso
sartiso@ipp.uni-hannover.de

Abbildung 32: Vorgestelltes Posterauf der 34. Tagung des Arbeitskreises Nutzarthropoden und entomophage Nematoden der DGaE.

Beispiele für Umsetzung



Abbildung 33: Abgewandelte Form der Hannover Mixes, verwendet in dem Projekt BeeFriendly. 2017



Abbildung 34: Hannover Mix in einer abgewandelten Variante auf einem Bioland-Hof im Praxiseinsatz zusätzlich zu Kulturschutznetzen. 2017