

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Schlussbericht zum Thema “Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im integrierten und ökologischen Anbau“

FKZ: 2815NA151 und 2815NA177

Projektnehmer:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Julius Kühn-Institut

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Abschlussbericht des Verbundvorhabens

Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im integrierten und ökologischen Anbau

Laufzeit: 01.04.2017 - 31.05.2020



Zuwendungsempfänger: Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Ausführende Stelle: Pflanzenschutzamt

Förderkennzeichen: 2815NA151



Institut für Pflanzenschutz
in Gartenbau und Forst

Zuwendungsempfänger: Julius Kühn-Institut

Ausführende Stelle: Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst

Förderkennzeichen: 2815NA177

Gefördert durch:



BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Danksagung

Ein besonderer und herzlicher Dank gilt den Betriebsleitern der Spargelbetriebe, die das Projekt mit Interesse, Ideen und Tatkraft unterstützt und ihre Spargelflächen für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben:

- Beatrix und Dr. Magnus Alhusen, Alhusen KG, Eystrup
- Friedrich Heins, Spargel GUT Braunschweiger Land, Uehrde
- Jochen Henniges, Spargelhof Henniges, Braunschweig
- Jörg Heuer, Spargelhof Heuer, Fuhrberg
- Olaf Puls, Papes Gemüsegarten, Braunschweig
- Andreas Schröder, Biohof Wöhler, Fuhrberg
- Hans-Henrich und Dr. Moritz Jasper Wendt, Ostermeier GbR, Hassel

Ebenfalls bedanken wir uns bei unseren Spargel-beratenden Kollegen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen für die Unterstützung beim Monitoring, die Hilfe bei den Bonituren und die anregenden Diskussionen:

Friederike Herberg

Manfred Kettel

Nils Kraushaar

Stefan Radtke

Heinrich Romundt

Ulrike Weier

Geesa Wiehe

Kurzfassung

Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im integrierten und ökologischen Anbau

Vera Kühlmann¹, Alexandra Wichura¹, Quentin Schorpp², Imke Stark², Martin Hommes²

¹ Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Pflanzenschutzamt, Wunstorfer Landstr. 9, 30453 Hannover;
Kontakt: alexandra.wichura@lwk-niedersachsen.de

² Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau und Forst, Messeschnellweg 11/12, 38104 Braunschweig;
Kontakt: quentin.schorpp@julius-kuehn.de

Zwischen 2017-2019 wurden in Niedersachsen Erhebungen zum Dispersionsverhalten von Spargelfliegen (*Plioreocepta poeciloptera* syn. *Platyparea poeciloptera*) in Praxisanlagen durchgeführt und durch Beobachtungen zum Schlupf ergänzt.

Der Puppenschlupf findet im Frühjahr ab 10 °C statt. Der Flugzeitraum erstreckt sich ab erster Aprildekade bis Mitte Juli, wobei der Hauptflug zwischen Mitte Mai und Mitte Juni liegt. Auf 2/3 aller Flächen wurden durchschnittlich maximal 100 Fliegen pro Falle gefangen. Dabei lag die Befallshäufigkeit in Ertragsanlagen bei maximal 20%, ohne sichtbare Schädigung der Triebe. Nur in drei Flächen wurden mehr als 50% Triebbefall beobachtet. In Junganlagen und Neupflanzungen wurden im Randbereich der Anlagen bereits im Sommer abgestorbene Triebe beobachtet. Danach wanderten die Fliegen weiter in die Anlage hinein.

Der Befall wird bestimmt durch die Fliegenanzahl, die nach dem Stechende auf der Fläche auftritt. Durch eine Verschiebung des Stechendes nach hinten, kann die Anzahl befallener Triebe gesenkt werden. Der Schlupfbeginn im nächsten Jahr verschiebt sich um jeden Tag, um den das Stechende nach hinten verschoben wird, ebenfalls um 0,75 Tage.

Spargelfliegen bevorzugen für die Eiablage ca. 40 cm hohe Triebe. Die Eier werden ca. 5 cm unterhalb der Triebspitze abgelegt. Bei einem hohen Befallsdruck werden auch größere Triebe akzeptiert. Die Verpuppung findet bis 10 cm unter der Erdoberfläche innerhalb des Triebe statt.

Zwischen Anlagen wurde ein aktiver Zuflug über eine Distanz von mindestens 300 m nachgewiesen. Die Präsenz der Wirtspflanzen ist dabei entscheidend. Durch eine möglichst große Distanz zu Altanlagen (> 600m) lässt sich der Zuflug in Neuanlagen im ersten Jahr deutlich reduzieren und damit Schädigungen vermeiden.

Massenfang und Zwischensaaten konnten einen Befall nicht signifikant reduzieren. Allerdings wurde mit einer mechanischen Bearbeitung durch Mulchen und Fräsen die Schlupfrate im nächsten Jahr signifikant negativ beeinflusst.

Der Einsatz von Insektiziden scheint sich die Befallshäufigkeit nicht deutlich zu beeinflussen. Der wesentliche Effekt scheint in der Reduktion der Befallsstärke zu liegen. Die erarbeiteten Daten lassen darauf schließen, dass die Schad- und Bekämpfungsschwellen deutlich höher liegen, als es bisher angenommen wird.

Summary

Prospects of controlling the asparagus fly in integrated and ecological crop cultivation

Vera Kühlmann¹, Alexandra Wichura¹, Quentin Schorpp², Imke Stark², Martin Hommes²

¹ Chamber of Agriculture Lower Saxony, Plant Protection Service, Wunstorfer Landstr. 9, 30453 Hannover;
contact: alexandra.wichura@lwk-niedersachsen.de

² Julius Kühn-Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Plant Protection in Horticulture and Forests, Messeschnellweg 11/12, 38104 Braunschweig;
contact: quentin.schorpp@julius-kuehn.de

Eclosion started in spring at temperatures above 10 °C. Flight activity could be recorded between the first decade in April until mid July. The main flight period was reached between mid May and Mid June. On 2/3 of the sites trap catches did not exceed 100 flies per trap. On sites already in harvest, disease incidence on asparagus shoots reached max. 20%. No obvious damage was recorded. Only on three sites the incidence was above 50%. In newly planted crops and crops not yet in harvest, dead spears could be observed already in early summer. This damage occurred mainly at the crop border, but during the season the flies migrated further in the site.

Level of infestation is dependent on the number of flies being active after the end of harvest. For every day the harvest will be delayed, the eclosion of pupae will be delayed by 0,75 days in the next year.

The flies prefer spears being 40 cm in height for egg laying. The eggs are deposited around 5 cm under the vegetation point. Under high infestation pressure further developed spears will be accepted for egg laying as well. Larvae pupate in a depth of max. 10 cm under the soil surface in the shoots.

Active migration between asparagus sites could be observed over a distance of at least 300 m. The presence of attractive host plants is essential for migration. By choosing a distance of more than 600 m to other asparagus sites, migration into new plantings could be reduced distinctly.

Masstrapping and intercropping could not reduce infestation levels significantly. But eclosion rate was negatively influenced by mulching and subsequent moulding.

The influence of insecticides on the number of damaged shoots seems to be minor. But the influence on larvae per shoot seems higher. The generated data indicate that economic thresholds and injury levels might be higher, than commonly supposed at the moment.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	10
1.1 Gegenstand des Vorhabens	10
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	10
1.2.1 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen	10
1.2.2 Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele.....	10
1.3 Planung und Ablauf des Projektes	11
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde.....	14
2.1 Biologie der Spargelfliege	14
2.2 Befall und Bekämpfung.....	15
3. Material und Methoden.....	17
3.1 Flug- und Befallsüberwachung	17
3.1.1 Monitoring	17
3.1.2 Ermittlung der Verpuppungstiefe in den Trieben.....	18
3.1.3 Ermittlung der präferierten Triebgröße für die Eiablage	18
3.2 Schlupfversuche	20
3.2.1 Einfluss des physiologischen Puppenalters auf den Schlupf	20
3.2.2 Einfluss der Puppen-Ablagetiefe im Boden auf den Schlupf	20
3.2.3 Einfluss des Folieneinsatzes auf den Schlupf.....	21
3.3 Dispersionsverhalten	21
3.3.1 Besiedlung von Neuanlagen.....	21
3.3.2 Spargelfliegenaktivität im Umkreis einer Ertragsanlage.....	23
3.4 Alternativen Bekämpfungsmaßnahmen	24
3.4.1 Versuche zur mechanischen Zerkleinerung.....	24
3.4.2 Versuche zur Zwischensaat	25
3.4.3 Versuche zum Massenfang.....	27
3.5 Versuche zum Insektizideinsatz.....	28
4. Ergebnisse	30
4.1 Flug- und Befallsüberwachung	30
4.1.1 Flugzeitraum und Befallstärke	30
4.1.2 Verpuppungstiefe in den Trieben	32
4.2 Eiablagepräferenz.....	32
4.3 Schlupfversuche	32
4.3.1 Einfluss des physiologischen Puppenalters auf den Schlupf	32
4.3.2 Einfluss der Temperatur auf den Schlupf.....	35
4.3.3 Einfluss der Puppen-Ablagetiefe im Boden auf den Schlupf	36
4.3.4 Einfluss des Folieneinsatzes auf den Schlupf.....	36

4.4	Besiedlung von Neuanlagen	37
4.5	Spargelfliegenaktivität im Umkreis einer Ertragsanlage	40
4.6	Versuche zur mechanischen Zerkleinerung	41
4.7	Versuche zur Zwischensaat.....	43
4.8	Versuche zum Massenfang	44
4.9	Insektizidversuche	45
4.9.1	Ergebnisse am Standort Fuhrberg.....	45
4.9.2	Ergebnisse am Standort Braunschweig.....	48
5.	Diskussion.....	50
5.1	Flug- und Befallserfassung	50
5.2	Einflussgrößen auf den Schlupf.....	50
5.3	Dispersionsverhalten	51
5.4	Alternative Bekämpfungsmaßnahmen	52
5.4.1	Massenfang	52
5.4.2	Zwischensaat	52
5.4.3	Mechanische Zerkleinerung	53
5.5	Optimierung des Insektizideinsatzes.....	53
6.	Vorraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	55
7.	Gegenüberstellung geplante und tatsächlich erreichte Ziele.....	56
8.	Zusammenfassung.....	58
9.	Literaturverzeichnis	59
10.	Öffentlichkeitsarbeit.....	60

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BBCH	Skala zur Beschreibung der Pflanzenentwicklung entwickelt von der B iologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, B undessortenamt, C hemische Industrie
JKI	Julius Kühn-Institut
LWK	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
RTK	Real Time Kinematic

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1</i> Flug- und Befallsmonitoring	18
<i>Abbildung 2</i> Versuchsaufbau zur Eiablagepräferenz an der LWK.....	19
<i>Abbildung 3</i> Versuchsaufbau Dammversuch	20
<i>Abbildung 4</i> Fallenpositionen in den Neupflanzungen am Standort Fuhrberg.....	21
<i>Abbildung 5</i> Frühzeitiges Absterben befallener Triebe in 2-jähriger Anlage	22
<i>Abbildung 6</i> Versuchsaufbau zur Untersuchung der Flugaktivität im Umkreis einer Spargelanlage	23
<i>Abbildung 7</i> Durchführung des Versuchs zur mechanischen Zerkleinerung	24
<i>Abbildung 8</i> Versuchsaufbau zur Zwischensaat in der Praxisanlage	25
<i>Abbildung 9</i> Versuchsaufbau zur Zwischensaat am Standort der LWK	26
<i>Abbildung 10</i> Aufbau der Versuche zum Massenfang	27
<i>Abbildung 11</i> Zeitlicher Verlauf der Fallenfänge an den einzelnen Standorten 2017-2019 ...	30
<i>Abbildung 12</i> Flug und Befall auf den Monitoringflächen 2017-2019	31
<i>Abbildung 13</i> Saisonaler Schlupfverlauf der Spargelfliegen unterschiedlicher Monitoringflächen 2018 und 2019 im Insektarium	33
<i>Abbildung 14</i> Einfluss des Zeitpunktes des Triebdurchwuchses auf die Entwicklungsdauer der Spargelfliegen	34
<i>Abbildung 15</i> Einfluss der Lufttemperatur auf den Schlupf	35
<i>Abbildung 16</i> Einfluss der Puppen-Ablagetiefe und des Folieneinsatz auf den Spargelfliegenschlupf	36
<i>Abbildung 17</i> Räumliche Lage und Flugverlauf in zwei Neupflanzungen und benachbarten Flächen	38
<i>Abbildung 18</i> Umgebung und Monitoringraster einer Neupflanzung 2019	39
<i>Abbildung 19</i> Befallsdaten in einer Junganlage im zweiten Jahr nach der Pflanzung	39
<i>Abbildung 20</i> Flugaktivität um eine Ertragsanlage 2018 und 2019	40
<i>Abbildung 21</i> Schlupfzahlen der Versuche zur mechanischen Zerkleinerung	41
<i>Abbildung 22</i> Versuchsergebnisse 2018 und 2019 zur Zwischensaat	43
<i>Abbildung 23</i> Flugverlauf auf der Fläche des Massenfangs in den Jahren 2018 und 2019...44	44
<i>Abbildung 24</i> Befallshäufkeiten in den Insektizidversuchen der LWK	46
<i>Abbildung 25</i> Aufwuchs und Gesamtbefall in den Insektizidversuchen der LWK 2018	48
<i>Abbildung 26</i> Befallsstärke in den Insektizidversuchen des JKI 2017 und 2018	49

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1</i> Monitoringflächen zur allgemeinen Flug- und Befallserfassung.....	17
<i>Tabelle 2</i> Bodenbearbeitungsverfahren der untersuchten Flächen.....	24
<i>Tabelle 3</i> Übersicht der Varianten in den Insektizidversuchen 2017 bis 2019.....	29
<i>Tabelle 4</i> Puppentiefe in den Trieben der Insektizidversuche.....	32
<i>Tabelle 5</i> Einflussfaktoren auf Entwicklungsdauer und Schlupfzeitpunkt.....	33
<i>Tabelle 6</i> Gesamtanzahl der Fliegen und Befall von Neupflanzungen der Jahre 2017 – 2019 und ihr Abstand zur nächstliegenden beflogenen Spargelanlage	37
<i>Tabelle 7</i> Masse- und volumetrischer Anteil (%) der Partikelgrößen in den unterschiedlich mechanisch bearbeiteten Bodenproben	42
<i>Tabelle 8</i> Mittelwert (Standardabweichung) der Anzahl Triebe pro Pflanze in den Zwischensaat-versuchen 2019.....	44
<i>Tabelle 9</i> Mittelwerte (Standardabweichung) der Befallshäufigkeit und –stärke in den Versuchen zum Massenfang 2018 und 2019.....	45
<i>Tabelle 10</i> Behandlungshäufigkeiten in den Insektizidversuchen der LWK.....	47

1. Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Im Rahmen dieses Projektes sollten neue Ansätze und Strategien zur nachhaltigen Bekämpfung der Spargelfliege im ökologischen und integrierten Spargelanbau erarbeitet werden.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Das Vorkommen der Spargelfliege im niedersächsischen Raum, ihre Bedeutung als Schädling für den Spargelanbau sowie die Bekämpfungsmöglichkeiten sollten großräumig untersucht und neu eingeschätzt werden. Im Vordergrund dieser Studie standen grundlegende biologische und populationsökologische Untersuchungen auf deren Grundlage Anbauempfehlungen zur grundsätzlichen Vermeidung des Befalls erarbeitet werden sollten. Die Testung und Evaluierung von physikalischen und biotechnischen Bekämpfungsmaßnahmen in Form von Massenfang, Zwischensaaten und mechanischer Geräte, stellte einen wesentlichen Bestandteil bei der Erarbeitung alternativer Bekämpfungsmaßnahmen dar. Als letzter Teil wurden Wirksamkeitsprüfungen von Insektiziden durchgeführt, bei denen auch im biologischen Anbau zugelassene Mittel getestet wurden. Hierdurch sollten die Wahl und Terminierung von Insektiziden optimiert werden.

Als Ziel sollte ein ganzheitliches Bekämpfungskonzept für ökologisch und integriert produzierende Spargelanbauer erarbeitet werden, in dem alle Elemente des integrierten Pflanzenschutzes berücksichtigt und optimal ausgeschöpft werden.

1.2.1 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen

Das Vorhaben leistete Beiträge zu den im Modul B der Bekanntmachung über die „Förderung von innovativen Vorhaben für einen nachhaltigen Pflanzenschutz“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft vom 28. Juli 2015 vorgesehenen Zielen:

- Die ergänzend erarbeiteten Grundlagen über die Biologie der Spargelfliege sollten genutzt werden, um über einen systemaren Ansatz Pflanzen und Bestand gesund zu erhalten. Hierdurch ergab sich ein neuer nachhaltiger Bekämpfungsansatz.
- Der Massenfang, Zwischensaaten, sowie der Einsatz mechanischer Geräte sollte als mögliches Werkzeug der gezielten Bekämpfung in ökologisch wirtschaftenden Betrieben erprobt, sowie die Möglichkeiten der Ausweitung dieser alternativen Bekämpfungsverfahren auf integriert wirtschaftende Betriebe evaluiert werden.
- Durch die Überarbeitung der Bekämpfungsschwellen sollte es gelingen den Insektizideinsatz zu optimieren.
- Das Projekt war praxisorientiert konzipiert. Durch die Einbindung von Betrieben und die Ergebnisvorstellungen in Seminaren und auf anderen Veranstaltungen wurde ein schneller Wissenstransfer sichergestellt.

1.2.2 Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele

Folgende wissenschaftlichen und technischen Ziele sollten erreicht werden:

- Erarbeitung fehlender biologischer Parameter, wie der Einfluss des physiologischen Puppenalters auf den Schlupfzeitpunkt, der Photoperiode, sowie der Faktoren, die das großräumliche Auftreten der Fliege beeinflussen, aus denen sich Empfehlungen für optimierte Pflanz- und Erntetermine ableiten lassen.

- Erarbeitung von Kenngrößen zur Dispersion, aus denen sich Empfehlungen zu Mindestabständen zwischen Spargelfeldern ableiten lassen.
- Versuche zur gezielten Bekämpfung, durch den Einsatz physikalischer und biotechnischer Methoden, wie
 - mechanischer Geräte im Herbst
 - Zwischensaat als Verwirrung
 - Massenfang mit Stableimfallen
 sowie dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln für den ökologischen und konventionellen Anbau.
- Weiterentwicklung der vorhandenen vorläufigen Schad- und Bekämpfungsschwellen, unter Berücksichtigung des Anlagenalters und eventuell vorhandener Sortenunterschiede.
- Evaluierung der einzelnen Bekämpfungsmethoden, sowie deren Einsatz als Teilkomponenten im Rahmen einer Gesamtstrategie, unter Berücksichtigung der biologischen Komponenten.
- Wissenstransfer über
 - enge Einbindung von Praxisbetrieben
 - Publikationen in praxisrelevanten Zeitschriften z.B. Gemüse
 - Vorträge vor Praktikern und Beratern im Rahmen von Seminaren und Veranstaltungen
 - Erstellung eines Merkblattes

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Die Durchführung des Projektes erfolgte durch die LWK Niedersachsen, Pflanzenschutzamt im Verbund mit dem JKI, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst. Die Koordination erfolgte durch die LWK.

Folgende Arbeitspakete (AP) mit den dazugehörigen Aktivitäten waren geplant und durch die beiden Verbundpartner bearbeitet worden.

Die grau hinterlegten Aktivitäten wurden während der Projektdurchführung ergänzt, um für die Interpretation der Ergebnisse wichtige Zusatzinformationen zu erhalten.

AP 1: Erarbeitung biologischer Parameter unter kontrollierten Bedingungen

Aktivität 1.1 Puppensammlung

- Sammlung von Puppen getrennt nach dem Zeitpunkt der Belegung an markierten Trieben (JKI, LWK)

Aktivität 1.2 Schlupfversuche

- Schlupfverhalten von Puppen unterschiedlichen physiologischen Alters (JKI)
- Einfluss der Puppenablagetiefe auf den Schlupfzeitpunkt (JKI)
- Einfluss der Folie auf den Schlupfzeitpunkt (LWK)

Aktivität 1.3 Eiablagepräferenz

- Präferenz der Triebgröße für die Eiablage im Feld (LWK)
- Wahlversuch zur Präferenz der Triebgröße für die Eiablage (JKI)

AP 2: Dispersionsverhalten

Aktivität 2.1 Flug- und Befallsüberwachung

- Auswahl geeigneter Flächen (LWK, JKI)

- Fallenaufstellung in Anlagen verschiedenen Alters und in unterschiedlichem Abstand zueinander (LWK, JKI)
- regelmäßige Fallenauswertung (LWK, JKI)
- Befallsfeststellung an den Stängeln im Herbst (LWK, JKI)

Aktivität 2.2 Neubesiedlung von Neuanlagen

- Auswahl geeigneter Flächen (LWK, JKI)
- Fallenaufstellung in Anlagen verschiedenen Alters und in unterschiedlichem Abstand zueinander (LWK, JKI)
- regelmäßige Fallenauswertung (LWK, JKI)
- Befallsfeststellung an den Stängeln im Herbst (LWK, JKI)

Aktivität 2.3 Fangpflanzen

- Anzucht von Fangpflanzen (LWK)
- Aufstellen und regelmäßige Auswertung von Fangpflanzen um eine Befallsanlage (LWK)

AP 3: Bekämpfungsversuche

Aktivität 3.1 Versuche zur mechanischen Zerkleinerung (LWK, JKI)

- Planung und Durchführung von Versuchen zur mechanischen Zerkleinerung des Spargellaubes im Herbst (LWK, JKI)

Aktivität 3.2 Versuche mit Zwischensaaten (LWK, JKI)

- Planung und Durchführung von Versuchen mit Zwischensaaten als Verwirrmethode (LWK, JKI)

Aktivität 3.3 Versuche zum Massenfang

- Planung und Durchführung von Versuchen zum Massenfang mit Stableimfallen (LWK)

Aktivität 3.4 Versuche zum Insektizideinsatz

- Planung und Durchführung von Versuchen zum Insektizideinsatz unter Ausnutzung der unter Aktivität 4.1 gewonnen Erkenntnisse (LWK, JKI)

AP 4: Entwicklung von Schad- und Bekämpfungsschwellen

Aktivität 4.1 Schad- und Bekämpfungsschwellen

- Zusammenfassung, Überprüfung und Auswertung der unter den Aktivitäten 1.1 bis 3.4 unter dem Gesichtspunkt der Validierung oder Anpassung der bestehenden vorläufigen Schad- und Bekämpfungsschwellen (LWK, JKI)

Aktivität 4.2 Bekämpfungsstrategie

- Literaturrecherche (LWK)
- Auswertung der bei der LWK und beim JKI vorhandenen historischen Monitoringdaten (LWK)
- Entwicklung einer nachhaltigen Bekämpfungsstrategie unter Berücksichtigung der unter den Aktivitäten 1.1 bis 3.4 gewonnenen Erkenntnisse (LWK)

AP 5: Wissenstransfer

Aktivität 5.1 Merkblätterstellung

- Erstellung eines Merkblattes mit einer kompakten Darstellung der praxisrelevanten Ergebnisse (LWK)

Aktivität 5.2 Ergebnisaufbereitung und Verbreitung

- Vorträge auf Beratertagungen (Grünberg, Beratertagung Ökolandbau) (LWK)
- Vortrag oder Poster auf der Pflanzenschutztagung (LWK)

- Vorträge im Rahmen von Seminaren, Tagungen, Schulungen (*LWK, JKI*)
- Einstellung von Projektinformationen auf den Internetseiten der LWK und des JKI (*LWK, JKI*)
- Artikel in praxisrelevanten Zeitschriften (*LWK*)

Alle Arbeitspakete wurden in sehr enger und kooperativer Zusammenarbeit zwischen LWK und JKI abgearbeitet. Dabei konnten die unterschiedliche Geräteausstattung der Institutionen ergänzend genutzt und auch Arbeitsspitzen durch kurzfristige Unterstützung gebrochen werden.

Während des Projektes wurden sehr viele Daten gesammelt, die die Möglichkeiten zu noch weiteren Analysen gegeben hätten. Ebenfalls hatten sich während der Projektlaufzeit ergänzende Fragestellungen ergeben, die für eine Bearbeitung sinnvoll erschienen. Leider konnte die Projektlaufzeit nicht verlängert werden, sodass diese Aspekte nicht mehr bearbeitet werden konnten. Einige Arbeitspakete konnten deshalb nicht vollständig abgearbeitet werden (siehe 7).

Das Projekt war praxisnah konzipiert und stieß bei den Praxisbetrieben und LWK-Kollegen aus der Beratung auf reges Interesse. An den einmal jährlich stattfindenden Projekttreffen nahmen sowohl Betriebe als auch Spargelberater teil. Durch die Diskussion, die Ideen und die Unterstützung der Betriebe konnte das Projekt, so wie es vorgesehen war, sehr praxisnah gestaltet werden.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

2.1 Biologie der Spargelfliege

Die Spargelfliege (*Plioreocepta poeciloptera* syn. *Platyparea poeciloptera*) gehört zu den wichtigsten tierischen Schädlingen des Spargels und ist in Europa weit verbreitet (Hassan, 1970). Befallene Spargeltriebe können frühzeitig absterben und führen so schon während der Vegetationszeit zu einem Verlust der Assimilationsfläche. Zwar sind gesicherte Untersuchungen zu Befalls-Verlust-Beziehungen nicht verfügbar, allerdings können Anlagen bis zu 100 % befallener Pflanzen aufweisen (Otto, 2002). Von Koch (2011) wurde nachgewiesen, dass ein Befall mit Spargelfliegen eine sekundäre Infektion des Spargels mit *Fusarium* spp. fördern und zu Ertragsverlusten und dünneren Stangen im Folgejahr führen kann.

Trotz ihrer Bedeutung im Spargelanbau, ist bisher noch relativ wenig zur Biologie der Spargelfliege bekannt. Im Jahr 1934 veröffentlichten Dingler und auch Eckstein Arbeiten zur Spargelfliege, die den Grundstein des heutigen Wissens bilden. Ergänzende Beobachtungen wurden von Hassan (1970) veröffentlicht. Zu einer maßgeblichen Erweiterung der Kenntnisse über die Populationsökologie der Spargelfliege trug die umfangreiche Arbeit von Otto (2002) bei, in der allerdings nicht alle relevanten Fragen beantwortet werden konnten. Abgesehen von zwei Arbeiten, die sich mit der Wirtsfindung der Fliegen beschäftigten (Thibaut & Augner, 1998; Thibaut et al. 2005), wurden keine grundlegenden Arbeiten zur Spargelfliegenbiologie mehr durchgeführt.

Die Spargelfliege gehört zur Familie der Bohrfliegen und ist monophag mit ihrer Wirtspflanze Spargel assoziiert. Sie bildet eine Generation pro Jahr (Otto, 2002). Mit dem Ovipositor legen die Weibchen ein oder mehrere Eier in die Spargelstangen ab (Otto, 2002). Ob vor allem die jungen, durchtreibenden Stangen (Dingler, 1934; Hassan, 1970) oder auch ältere Stangen belegt werden, wie von Otto (2002) vermutet, ist nicht abschließend geklärt. Die Larven fressen sich innerhalb des Spargelstängels nach unten zum Rhizom der Spargelpflanzen vor. Nach dem Durchlaufen von drei Larvenstadien, was etwa drei bis vier Wochen dauert (Hassan, 1970), kommen die Larven wieder näher an die Erdoberfläche und verpuppen sich in ca. 12 cm Tiefe innerhalb des Stängels (Dingler, 1934; Otto, 2002). Das Puppenstadium dauert etwa 10 Monate (Hassan, 1970). Um Schlüpfen zu können, sind die Adulten auf eine gute Zersetzung des Stängelgewebes angewiesen.

Die Lebensdauer der Fliegen ist von der Temperatur und vom Nahrungsangebot abhängig und kann bei 10 °C bis zu 28 Tage betragen, reduziert sich aber bei höheren Temperaturen um 20°C auf bis zu 20 Tage. Männchen scheinen dabei Perioden ohne Nahrungsangebot besser überdauern zu können, als Weibchen (Otto, 2002). Als Nahrung dienen den Fliegen Flüssigkeitstropfen, die nach der Eiablage, einem Eiablageversuch oder gezielten Einstichen aus der Pflanze austreten (Dingler, 1934).

Bereits kurz nach dem Schlupf sind die Ovarien der Weibchen mit reifen Eiern gefüllt (Thibout & Auger, 1999; Otto, 2002) und die Begattung findet direkt nach dem Schlupf statt (Dingler, 1934). Während wohl zuerst die Männchen von visuellen Reizen und Duftstoffen der Spargelstangen angezogen werden, reagieren die Weibchen in der Folge auf eine Mischung von Spargelduftstoff und männlichen Pheromonen (Thibout et al., 2005), deren Ausschüttung einem täglichen Rhythmus folgt (Thibout & Auger, 1999).

Zur Überwachung des Flugzeitraumes werden grüne Stableimfallen benutzt, die von Otto (2002) entwickelt wurden. Dabei werden drei Fallen pro Feld, mindestens 20 m vom Feldrand entfernt, in einem Abstand von 20 bis 30 m aufgestellt. Die Kontrolle erfolgt wöchentlich. Am Ende der Vegetationsphase werden im Herbst zudem an 20 Stellen über das Feld verteilt jeweils 10 Triebe kontrolliert, um die Befallsstärke auf dem Feld festzustellen.

Die Flugaktivität der Spargelfliege ist temperaturabhängig und die ersten Spontanflüge können ab 16°C beobachtet werden. Wie Otto (2002) zeigte, sind Fallenfänge eng mit Tagestemperaturen über 20 °C verbunden. Obwohl nur eine Generation pro Jahr gebildet wird, erstreckt sich der Flugzeitraum über einen weiten Zeitraum von Mitte April bis Ende Juli/Anfang August. Hierbei ist der Flugbeginn in Junganlagen deutlich früher, als in älteren Ertragsanlagen (Otto, 2002; Wichura, eigene Beobachtungen).

Zwar spielt auch bei der Entwicklung der Puppen die Temperatur eine entscheidende Rolle, da höhere Temperaturen die Entwicklungszeit verkürzen. Konstante Temperaturen scheinen aber die Entwicklungszeit weniger zu beeinflussen als tagesperiodische Schwankungen. Da der lange Schlupfverlauf durch den Einfluss der Bodentemperatur allerdings nicht erklärt werden kann (Otto, 2002), spielen sehr wahrscheinlich andere Faktoren eine Rolle. Otto (2002) konnte zeigen, dass sowohl die Puppenherkunft als auch das Anlagenalter signifikanten Einfluss auf die Entwicklungszeit der Puppen hatten, wobei die Entwicklungszeit in jüngeren Anlagen scheinbar kürzer war als in älteren (Otto, 2002).

Da mit dem Anlagenalter vor allem die Bewirtschaftungsweise variiert, d.h. Neupflanzungen nicht beerntet werden, jüngere Anlagen nur für eine kurze Zeit und ältere Anlagen für einen längeren Zeitraum in der Ernte stehen, und bei den Untersuchungen von Otto das physiologische Alter der Puppen nicht berücksichtigt wurde, scheint nicht das Anlagenalter, sondern vielmehr das Datum des Stechendes, d.h. der Beginn des Durchwuchses und damit der Termin der Eiablage im Vorjahr der entscheidende Faktor für das Auftreten im Folgejahr zu sein. Einen Erklärungsansatz für die Beobachtungen könnte dabei das Vorkommen unterschiedlicher Biotypen innerhalb der Spargelfliegenpopulation liefern, die sich in ihrem circadischen Rhythmus unterscheiden oder unterschiedlich auf photoperiodischen Einfluss reagieren.

2.2 Befall und Bekämpfung

Befallssymptome sind im Bestand nicht immer sichtbar. Frühzeitig abgereifte, vertrocknete Triebe können auf einen Befall hindeuten, aber auch Zeichen eines Befalls mit *Fusarium*-Pilzen sein (Koch, 2011). Vor allem Triebe, mit einem größeren Triebdurchmesser können einen Befall kompensieren, ohne dass eine frühzeitige Abreife des Triebes hervorgerufen wird (Otto, 2002).

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Befall eng mit der Stärke des Spargelfliegenfluges korreliert. Dabei ist die Verteilung befallener Pflanzen im Feld bei etablierten Anlagen gleichmäßig verteilt. Was maßgeblich durch die ausgeprägte Standorttreue der Spargelfliege und ihre geringen Flugstrecken erklärt wurde (Otto, 2002).

Der Anteil befallener Pflanzen betrug in den dreijährigen Untersuchungen zwischen 24 und 100%. Da zwischen dem Anteil befallener Pflanzen und dem Anteil befallener Triebe eine enge Korrelation besteht, errechnete Otto (2002), dass zwischen 5 und 60% der Triebe befallen sind (Otto, 2002).

Deutliche Befallsgradienten konnten dagegen in Junganlagen, ausgehend von einer in unmittelbarer Nähe stehenden Anlage, die im Vorjahr Befall aufwies, beobachtet werden (Otto, 2002; Wichura, persönliche Beobachtungen). In Neuanlagen, die in einer gewissen räumlichen Distanz zu Befallsanlagen stehen, konnte der Einflug dagegen erst mit ein bis zweijähriger Verspätung beobachtet werden (Wichura, persönliche Beobachtung).

Typischer Weise werden pro Trieb ein bis zwei Puppen gefunden. Nur in 25% der Triebe entwickeln sich jedoch mehr Tiere, hierbei hängt der Anteil der maximal möglichen Puppenanzahl von der Stängeldicke ab (Otto, 2002).

Da vor allem dünnere Triebe bei Befall zum Absterben neigen, sind besonders Neupflanzungen und Junganlagen einer stärkeren Gefährdung ausgesetzt als etablierte Ertragsanlagen.

In Niedersachsen wird nicht in allen Teilen des Landes ein gleich starker Befall beobachtet. Im Nordosten und in Raum Rothenburg (Wümme) ist die Spargelfliege z.T. kaum zu beobachten (Wichura, persönliche Beobachtungen). Ob großflächige, regionale oder eher kleinflächige, schlagspezifische Einflussfaktoren hierfür verantwortlich sind, ist bisher nicht bekannt.

Mangels einer sicheren Befalls-Verlust-Korrelation, wurden von Otto (2002) 10% befallene Pflanzen als geringer Befall, 10-40% befallene Pflanzen als mittlerer und mehr als 40% befallener Pflanzen als starker Befall definiert. Als vorläufige Schadschwelle wurde dabei ein maximaler Befall im mittleren Niveau, also von maximal 40% befallenen Pflanzen als sinnvoll erachtet. Daraus leitete er eine vorläufige Bekämpfungsschwelle von 10 (kumulierte) Fliegen/Falle ab. In der Praxis und bei einigen Pflanzenschutzdiensten hat sich daraus ein Wert von 10 Fliegen/Falle/Woche entwickelt. Dies führt dazu, dass der Aufruf zur Behandlung deutlich später erfolgt, als von Otto vorgeschlagen.

Wo die Bekämpfungsschwelle bei Junganlagen anzusetzen ist und in welchem Maß die im Juni neu durchtreibenden Stangen von Spargelfliegen befliegen werden, ist bisher nicht bekannt. Die Bekämpfung erfolgt derzeit in Junganlagen bei Flugbeginn und wird durch den Beginn der Blüte beendet.

Mechanische Bekämpfungsmaßnahmen durch ein feines Häckseln der Triebe und damit eine mechanische Zerstörung der Puppen sind möglich, werden aber in der Praxis noch nicht weit verbreitet eingesetzt. Zwar wird das Spargellaub zum Vegetationsende mechanisch zerkleinert, die Bearbeitungstiefe und der Zerkleinerungsgrad werden dabei aber vorrangig aus pflanzenbaulichen Aspekten und weniger aus Sicht der Bekämpfung der Spargelfliege gewählt.

Räumliche Aspekte, wie z.B. Mindestabstände zu Altanlagen, bei der Flächenwahl von Neuanlagen, werden in der Regel in der Praxis kaum berücksichtigt, können aber durchaus einen entscheidenden Einfluss auf die Neubesiedlung und Befallsstärke haben (Wichura, persönliche Beobachtungen).

Durch die Einsaat von Roggen konnte der Befall laut Berichten von Straib (1944) reduziert werden, Zwischensaat spielen momentan allerdings in der Praxis kaum eine Rolle. Welche Aussaat zur Reduzierung des Befalls weiterhin geeignet ist, ist nicht bekannt.

Stableimfallen erwiesen sich beim Wiederfang von Spargelfliegen als sehr effektiv (Otto, 2002), weshalb sie einen Massenfang als sehr vielversprechend erscheinen lassen.

Zur Bekämpfung stehen z.Z. nur Dimethoat-Produkte zur Verfügung, die 5x mit 0,6 l/ha als Bandbehandlung in einem Jahr angewendet werden dürfen. Nebenwirkungen auf die Spargelfliege durch die Anwendung von lambda-Cyhalothrin für andere Indikationen treten sehr wahrscheinlich auf. Detaillierte Versuche mit lambda-Cyhalothrin lagen zum Zeitpunkt der Antragstellung allerdings nicht vor. Deutliche Bekämpfungserfolge können von Produkten mit dem Wirkstoff Cyantraniliprole erwartet werden, was in Versuchen des Pflanzenschutzamts Niedersachsen gezeigt werden konnte. Bekämpfungserfolge können von Produkten mit dem Wirkstoff Cyantraniliprole erwartet werden, wie bisherige Versuche des Pflanzenschutzamts Niedersachsen zeigten. Allerdings scheint der Bekämpfungserfolg vom Einsatzzeitpunkt abzuhängen, der noch nicht ganz geklärt ist.

3. Material und Methoden

3.1 Flug- und Befallsüberwachung

3.1.1 Monitoring

Im Rahmen des Projektes wurde ein Monitoring zum Spargelfliegenaufkommen im Raum Hannover und Braunschweig durchgeführt. Alle untersuchten Standorte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Einige dort angegebenen Flächen wurden aufgrund der Größe oder unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen (z.B. versch. Sorten) in Teilflächen separiert, die hier allerdings nicht mit aufgeführt wurde.

Für die Flugüberwachung wurden drei grüne Stableimfallen (Temmen GmbH) pro Fläche verwendet. Die Aufstellung der Fallen erfolgte je nach Flächenausrichtung und möglichem Zuflug der Spargelfliege in die Fläche. Das heißt, entweder wurden die Fallen in einer Reihe hintereinander positioniert (5 m, 2 x 20 m) oder in einem gleichmäßigen Abstand über die Reihen verteilt. Da bereits im April mit Flug auf den Flächen zu rechnen war, wurden die Fallen ab Ende März bis zum Flugende, Ende Juli, kontrolliert. Die Kontrolle der Fallen erfolgte ein- bis zweimal wöchentlich, die gefangenen Fliegen auf den Fallen wurden protokolliert, die Fallen anschließend gereinigt und mit neuem Leim bestrichen.

Neben der Flugüberwachung wurden die Flächen im Herbst auf Befall bonitiert. Die Bonitur wurde je nach Witterung ab Mitte September durchgeführt, sodass die Fraßgänge noch

Tabelle 1 Monitoringflächen zur allgemeinen Flug- und Befallserfassung

Jahr	Standort	N Flächen	Flugüberwachung	Befallsfeststellung
2017	Belsen	2	2	2
	Bissendorf	1	1	1
	Braunschweig	2	2	0
	Fuhrberg	20	20	18
	Lindern	1	1	0
	Thune	2	2	2
	Uerhde	3	3	2
	Watenbüttel	5	5	5
2018	Belsen	2	2	2
	Braunschweig	3	3	0
	Fuhrberg	18	18	16
	Hassel	4	4	4
	Lindern	1	1	0
	Thune	2	2	2
	Uerhde	2	2	2
	Watenbüttel	5	5	5
2019	Belsen	2	2	2
	Braunschweig	1	1	0
	Fuhrberg	18	18	15
	Thune	2	2	2
	Uehrde	3	3	3
	Watenbüttel	5	5	4
Gesamt		104	102	85



Abbildung 1 Flug- und Befallsmonitoring

Links: Stableimfalle in Fläche + Stableimfalle mit Spargelfliege. Rechts: Bonitur der Triebe im Herbst mit Fraßgang. (Fotos: Alexandra Wichura, Vera Kühlmann)

eindeutig zu identifizieren und die unterirdischen Triebbereiche noch nicht zersetzt waren. Aufgrund der sehr warmen und trockenen Witterung in den Jahren 2018 und 2019 konnte die Befallsfeststellung in noch sehr grünen Anlagen auch noch bis in den späten Oktober/Anfang November erfolgen.

Um eine möglichst umfassende Aussage zum Gesamtbefall der Fläche zu erhalten, wurde zuvor ein virtuelles, gleichmäßiges Raster über jede Fläche gelegt. Hierfür wurden an 45 Stellen je Fläche, innerhalb eines Meters, 5 Triebe kontrolliert, unabhängig von äußerlich sichtbaren Schäden. In den meisten Fällen handelte es sich um 5 Reihen mit 9 hintereinanderliegenden Boniturstellen. In einigen Fällen musste von diesem Konzept abgewichen werden. Beispielsweise wurde bei kleineren oder größeren Flächen die Anzahl beprobter Triebe angepasst.

Für die Befallsbonitur wurden die Triebe ca. 2 cm, eine Daumenbreite, unterhalb der Erdoberfläche bzw. Dammkrone mit einer Rosenschere durchgeschnitten und auf Fraßgänge untersucht (Abbildung 1). Optimalerweise sollte die Befallsfeststellung in Höhe der Erdoberfläche stattfinden, da sich hier der Befall deutlich zeigt. Da beobachtet wurde, dass die Anzahl der Fraßgänge nicht immer mit der Puppenanzahl in den Trieben korreliert, und dadurch hervorgerufene Über- oder Unterschätzungen zu vermeiden, wurden befallene Triebe bis zur Kronwurzel ausgegraben und auf Puppen kontrolliert. Für weitere Versuche wurden die Puppen anschließend aus den Trieben entnommen und bis zum Beginn der Schlupfversuche gelagert.

3.1.2 Ermittlung der Verpuppungstiefe in den Trieben

Zur Überprüfung und Optimierung der Boniturmethode wurde die Position der Puppen in den Trieben bestimmt. Die Triebe wurden aus den durchgeführten Insektizidversuchen entnommen. Als Nullpunkt wurde die Schnittstelle zwischen unter- und oberirdischen Triebabschnitt gewählt, die an der weißlich/bräunlichen Verfärbung des Triebes zu erkennen ist. Die Puppen wurden später für verschiedene Versuche verwendet.

3.1.3 Ermittlung der präferierten Triebgröße für die Eiablage

Zur Klärung der Frage, ob nicht nur die durchtreibenden, sondern auch größere Spargelstangen von den Fliegen zur Eiablage akzeptiert werden, wurden zwei Versuche durchgeführt.

Bei der LWK wurden aus aufwachsenden Anlagen Triebe mit geschlossenem Kopf und ohne Seitentriebe, sowie mit deutlichem Wuchs über 80 cm und bereits entfalteten Seitentrieben entnommen und auf vorhandene Eiablage kontrolliert. Die Triebe wurden in mit Wasser gefüllte Gefäße gestellt, die mit Parafilm verschlossen wurden. 30 Spargeltriebe wurden mit den Gefäßen so in den Damm gegraben, dass jeweils 10 Triebe in die Größenkategorien bis 10 cm, bis 40 cm und >80 cm fielen (Abbildung 2). Die Triebe wurden 48 Stunden in der Anlage belassen und danach aus der Anlage entfernt. Spätestens zwei Tages später erfolgte die Bonitur auf Eiablage. Hierbei wurde zusätzlich die Position des Eis gemessen von der Triebspitze bestimmt. Der Versuch wurde insgesamt dreimal in verschiedenen Anlagen wiederholt.

Am JKI wurden im Gewächshaus vorgezogene Pflanzen verwendet. Für die Versuchsdurchführung wurden an den Pflanzen nur jeweils 1 Trieb in der Größenklasse bis 10 cm, bis 30 cm und bis 80 cm mit Seitentrieben belassen. Die restlichen Triebe wurden entfernt. Jeweils 3 Pflanzen jeder Größenklasse wurden in zwei große Gazekäfige gestellt. In jeden der beiden Käfige wurden 9 weibliche und 9 männliche Spagelfliegen für die Dauer von 2 Tagen hinzugegeben (1 Paar pro Pflanze). Danach wurden die Tiere herausgenommen, die Triebe markiert und die Pflanzen im Gewächshaus weiter kultiviert. Die Endbonitur auf die Puppen erfolgte Mitte August.



Abbildung 2 Versuchsaufbau zur Eiablagepräferenz an der LWK

Die eingekreisten Stangen zeigen die eingegrabenen Stangen in den drei Größenkategorien <10cm, bis 40 cm und > 80 cm. (Foto: Vera Kühlmann)

3.2 Schlupfversuche

Während der Versuchsjahre 2017, 2018 und 2019 wurden Puppen aus den Spargeltrieben verschiedener Versuchsbonituren bzw. des Befallsmonitorings im Herbst gesammelt und für Schlupfversuche verschiedener Fragestellungen verwendet.

3.2.1 Einfluss des physiologischen Puppenalters auf den Schlupf

Für die Untersuchung des Schlupfzeitpunktes in Abhängigkeit von Standort und physiologischen Alter wurden Puppen von Monitoringflächen sowie aus Trieben unterschiedlichen Aufwuchsalters aus den angelegten Insektizidversuchen untersucht. Die Schlupfüberwachung erfolgte mit kleinen Runddosen (Greiner Bio-One, Frickenhausen), die mit Quarzsand gefüllt waren, im Insektarium des JKIs. Aufgrund der geringen Größe (69 x 51 mm, 190 cm³) befanden sich maximal 30 Puppen in einer Dose. Die Dosen standen unter Freilandbedingungen an einem vor Regen sowie Sonne geschützten Ort. Die Klimadaten wurde mittels Dataloggern protokolliert. Für die späteren Berechnungen wurden nur Flächen berücksichtigt, an denen mehr als 10 Puppen gefunden wurden.

3.2.2 Einfluss der Puppen-Ablagetiefe im Boden auf den Schlupf

Der Einfluss der Ablagetiefe der Puppen im Boden auf das Schlupfverhalten wurde in zwei aufeinander folgenden Jahren untersucht. In den Versuchen wurden die Puppen von Spargelfliegen in zwei Tiefen (10 cm und 20 cm) auf dem Gelände des JKIs zum Ende des Kalenderjahres ausgebracht. Die genaue Positionierung der Puppen im Boden erfolgte mit Hilfe eines Bohrstocks (Durchmesser 2 cm), der mit einer runden Scheibe versehen war. Dieser Versuch wurde in 2017 viermal wiederholt angelegt, sodass an 4 Stellen je Bodentiefe 48 Puppen ausgebracht wurden (n= 384). In 2018 fanden fünf Wiederholungen je Tiefe mit 36 Puppen an 12 verschiedenen Stellen, je Stelle 3 Puppen, statt (n=360). Im anschließenden Frühjahr erfolgte eine Schlupfkontrolle mittels Bodenphotoelektoren (0,25 m²). Da nicht genügend Puppen von einem Standort zur Verfügung standen, wurden Puppen mehrerer

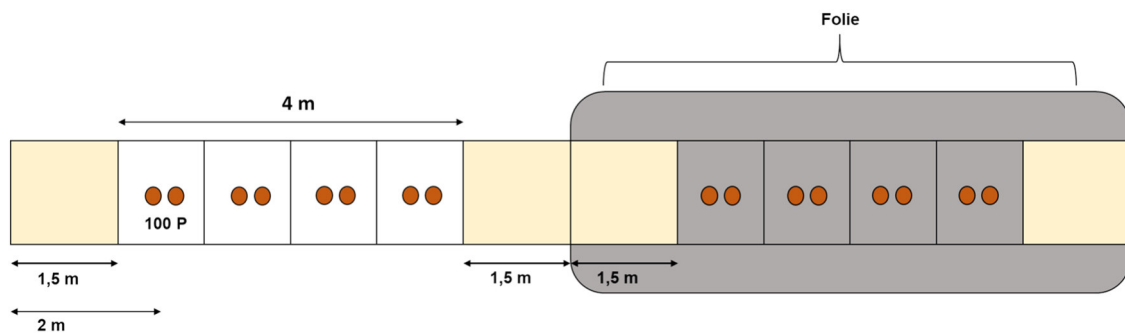


Abbildung 3 Versuchsaufbau Dammversuch

Oben: Versuchsaufbau zum Einfluss des Folieneinsatzes auf das Schlupfverhalten. Braune Kreise stehen für die Ablagestellen der Puppen, 50 Puppen je Ablagetiefe, 100 Puppen (100 P) je Wiederholung. Unten links: Wiederholungen ohne Folie. Rechts: Wiederholungen mit Folie.

Standorte verwendet und gleichmäßig über den Versuch verteilt. Als Kontrolle dienten Puppen im Insektarium des JKI. Die Kontrolle des Schlupfes erfolgte zwischen Mitte März bis Ende Juli zweimal wöchentlich (dienstags und donnerstags).

3.2.3 Einfluss des Folieneinsatzes auf den Schlupf

Der Einfluss des Folieneinsatzes bzw. dessen Einfluss auf die Bodentemperatur und somit auf das Schlupfverhalten wurde in einem ersten Tastversuch 2018/2019 betrachtet. Im Herbst 2018 wurde ein 14 m langer Spargeldamm errichtet. Puppen wurden im Bereich des Damms mit und ohne Schwarz-Weiß-Folie, schwarze Seite oben, abgelegt. Je Variante erfolgten 4 Wiederholungen, á 1 m Länge, mit je 2 Ablagestellen. Pro Ablagestellen wurden 50 Puppen in einer Tiefe von 10 cm unter der Dammkrone ausgebracht (Abbildung 3). Zur Überwachung des Schlupfes dienten jeweils eine Kopfdose und eine Stableimfalle. Die einzelnen Wiederholungen wurden mit einem Netz überspannt und die Bodentemperaturen mit Temperaturfühlern (Wetterstation: Davis Vantage Pro2) aufgezeichnet. Auch in diesem Versuch wurden Puppen verschiedener Standorte verwendet. Als Kontrolle dienten Puppen im Insektarium des JKI. Die Kontrolle des Schlupfes erfolgte zwischen Mitte März bis Ende Juli zweimal wöchentlich (dienstags und donnerstags).

3.3 Dispersionsverhalten

3.3.1 Besiedlung von Neuanlagen

Zusätzlich zum allgemein Flug- und Befallsmonitoring sollte das Migrations- und Dispersionsverhalten der Imagines in den Neupflanzungen genauer betrachtet werden. Neben der Dokumentation der Flächenabstände sowie des Flugaufkommens in den benachbarten Anlagen sind einzelne Neuanlagen intensiv überwacht worden. Dieses Monitoring fand in 2018 und 2019 in zwei Neupflanzungen am Standort Fuhrberg und in einer Anlage in Uehrde in 2019 statt. Hierfür wurden die ausgewählten Flächen zuvor mittels Google Maps vermessen und Fallen in einem gleichmäßigen Raster über die Fläche verteilt (Abbildung 4). In Fuhrberg wurden in 2018 die Fallen in der Fläche „Bützkamp“ in 4 Reihen in einem Abstand von 100 m positioniert (N=22). In 2019 standen die Fallen in 5 Reihen in der Fläche „Kampe Warnecke“



Abbildung 4 Fallenpositionen in den Neupflanzungen am Standort Fuhrberg

Links: Schlag „Am Bützkamp“ in 2018. Rechts: Schlag „Neupflanzung Wald“ in 2019. Die Zahlen geben die Fallenposition und –nummer wieder.



Abbildung 5 Frühzeitiges Absterben befallener Triebe in 2-jähriger Anlage

Links: Vogelperspektive der Fläche „Laakwiese Garms“. Rotes Viereck: Bereich der intensiven Befallserfassung. Unten rechts sind die Boniturbereiche anhand der gelben Markierung dargelegt. Rechts: Fotos von den Spargelreihen am Feldrand der Fläche „Laakwiese Garms“ mit zahlreichen abgestorbenen Trieben im Sommer. (Fotos: Google Maps, Vera Kühlmann)

verteilt. Hierbei lag die Position der ersten Falle in der Reihe 10 m vom Feldrand entfernt, die folgenden 4 bis 5 Fallen standen in einem Abstand von je 90 m dahinter. Zusätzliche Fallen sind am unteren Ende, angrenzend an den Wald, ebenfalls 10 m in die Fläche gestellt (N=33) worden, da vorherige Beobachtungen auf ein vermehrtes Aufkommen an geschützten Orten, wie dem Waldrand, schließen ließen. Die Fallenposition wurde mittels GPS Koordinaten festgehalten.

Am Standort Uehrde wurden Fallen in der Fläche „Roklum“ in Richtung des erwarteten Zuflugs in Form eines L vor die Spargelreihen gestellt (N=12).

Die Befallsverteilung in der Fläche wurde durch Triebbonituren im Umkreis der Fallen ermittelt. Am Standort Fuhrberg wurden Triebe in der Reihe der Falle im Umkreis von 8 m (4 m davor und dahinter) sowie in den benachbarten 2ten bzw. 3ten Reihe in 2018/2019 auf Befall bonitiert. Da vor allem sehr dünne Triebe durch Fraßschäden frühzeitig absterben können, erfolgte eine zusätzliche Bonitur im Sommer. Alle abgestorbenen Triebe wurden entfernt und auf Spargelfliegenbefall untersucht. Anschließend fand im Herbst eine Bonitur von je 15 bis 21 Trieben im Umkreis der Fallen statt. In Roklum wurde eine Befallsfeststellung im Rahmen des allgemeinen Monitorings durchgeführt.

Weitere Untersuchungen zum Besiedlungsverhalten der Spargelfliege erfolgten 2018 in einem kleinen Teilstück der in 2017 gepflanzten 2-jährigen Anlage „Laakwiese Garms“. An zuvor festgelegten Bereichen mit je 8 m Dammlänge, wurden während der Vegetationszeit abgestorbene Triebe, und zur Herbstbonitur je 8 gesund erscheinende Triebe auf Fraßgänge

sowie Puppenbesatz untersucht (Abbildung 5). Zur Relativierung der Befallshäufigkeit wurde die Gesamtanzahl aufgewachsener Triebe bestimmt.

3.3.2 Spargelfliegenaktivität im Umkreis einer Ertragsanlage

Die Flugaktivität der Spargelfliegen im Umkreis einer Spargelanlage wurde in den Jahren 2018 und 2019 mit Hilfe von Fangpflanzen untersucht. Für den Versuch wurden im Winter 2017/2018 in einem zwei monatigen Abstand Saatgut der Spargelsorte 'Backlim' (Firma: Limgroup B.V.) in 54er Quickpot-Anzuchtplatten in Anzuchtsubstrat ausgesät und im Gewächshaus angezogen (20 °C, T/N 14:10). Nach etwas mehr als 2 Monaten wurden die Sämlinge in 13er Töpfe pikiert und nach ca. 4 Monaten in 15 l-Pflanzcontainer umgetopft. Als Substrat diente eine 85:15 Mischung aus Kultursubstrat sowie Ackererde von den Versuchsflächen des Pflanzenschutzamts. Phytosanitäre Maßnahmen, Bewässerung sowie Düngung erfolgte nach Bedarf.

Die Durchführung des Versuches erfolgte im Umkreis der Fläche „Kolkwiesen“ am Standort Fuhrberg. Es handelte sich hierbei um eine von Spargelfliegen befallene Ertragsanlage. Diese wurde ausgewählt aufgrund der etwas isolierten Lage, mit ca. 800 m Distanz zur nächsten Spargelanlage. In beiden Versuchsjahren wurden zum Flugbeginn der Spargelfliegen die vorgezogenen Containerpflanzen (N =68) in verschiedenen Abständen zur Spargelanlage aufgestellt (Abbildung 6). Die Pflanzen standen in fast allen Fällen am Rand eines Ackers oder einer Wiese. Zur benachbarten Hecke betrug der Abstand mindestens fünf Meter, sodass die Fangpflanzen freistanden und nicht zu sehr beschattet wurden. Der Abstand zwischen einzelnen Fangpflanzen betrug mindestens 50 m und wurde mittels RTK-Vermessung dokumentiert. Bei auftretendem Befall von Spargelhähnchen wurden die geschlüpften Larven mit Neudosan Neu (Kali-Seife) behandelt. Frühzeitig abgestorbene Triebe der Fangpflanzen wurden bereits im Sommer, die restlichen Triebe im Herbst auf Befall bonitiert.



Abbildung 6 Versuchsaufbau zur Untersuchung der Flugaktivität im Umkreis einer Spargelanlage

Links: Spargelanlage „Kolkwiesen“ (in rot) mit umliegenden Containerpflanzen (weiße Punkte).
Rechts: Spargelpflanze im Container. (Fotos: Google Maps, Vera Kühlmann)

Tabelle 2 Bodenbearbeitungsverfahren der untersuchten Flächen

Jahr	Standort	Arbeitsschritt		
		1	2	3
2018	Fuhrberg	Mulchen	Fräsen*	
	Hassel	Häckseln		
	Watenbüttel	Mulchen	Fräsen	
2019	Fuhrberg	Mulchen	Fräsen*	
	Hassel	Häckseln		
	Watenbüttel	Mulchen	Fräsen	
	Fuhrberg	Mulchen	Fräsen	Fräsen

*im gleichen Arbeitsschritt wurde bereits ein Damm gezogen.

3.4 Alternativen Bekämpfungsmaßnahmen

3.4.1 Versuche zur mechanischen Zerkleinerung

Im Herbst wird praxisüblich das Spargelkraut zerkleinert. Im Rahmen des Projektes sollten die Effekte verschiedener Bearbeitungsverfahren auf die Puppenmortalität der Spargelfliegen untersucht werden. Hierzu wurden jeweils zum Vegetationsende 2018 und 2019 drei Flächen, auf denen verschiedene praxisübliche Bearbeitungsverfahren (Mulcher, Fräse, Häcksler) angewendet worden waren, beprobt (Tabelle 2).

Eine vorherige Befallsfeststellung auf den Flächen im Rahmen des allgemeinen Monitorings war grundlegend, um sicher gehen zu können, dass nur Flächen bzw. Flächenabschnitte mit ausreichend Befall für die Untersuchung zum Einsatz kamen.

Für die Beprobung wurden an vier unterschiedlichen Stellen pro Fläche Triebe vor und Bodenproben nach der Bodenbearbeitung entnommen. Die Triebe wurden in einem zuvor festgelegten Bereich von 2 m entfernt. Nach der Bodenbearbeitung wurde das Gemisch aus Erde und zerkleinertem Spargeltrieben ebenfalls aus einer definierten Fläche (1 x 2 x 0,5 m = 100 l Bodenprobe) entnommen und in mit Lochfolie ausgekleideten Boxen (600 x 400 x 274 mm) im Gewächshaus gelagert. Aufgrund des erheblichen Gewichts der Bodenproben wurde eine Bodenprobe auf drei Kisten aufgeteilt.



Abbildung 7 Durchführung des Versuchs zur mechanischen Zerkleinerung

Links: Probenentnahme auf zwei Metern vor der Bodenbearbeitung. Mitte: Probenentnahme nach der Bodenbearbeitung. Rechts: Lagerung der Bodenproben und Untersuchung des Schlupfes in den Kisten. (Fotos: Vera Kühlmann)

Der Schlupf der Puppen aus den Trieben bzw. Bodenproben wurde im Frühjahr mit Hilfe von auf die Kisten aufgesetzter Kopfdosen zweimal wöchentlich überwacht (Abbildung 7). Nach der Schlupfzeit im August, wurden jeweils 3 x 5 l einer Bodenprobe ausgewaschen und auf zurückgebliebene Puppen untersucht.

Im Versuchsjahr 2019 sollte eine weitere Fläche am Standort Fuhrberg untersucht werden, da auf dieser Fläche zwei Fräsvorgänge durchgeführt worden waren. Aufgrund der spontanen Beprobung fehlte die Vergleichsprobe vor der Bodenbearbeitung, sodass lediglich ein Schlupfvergleich der Bodenproben nach einmaligen und zweimaligen Fräsen erfolgen konnte.

Des Weiteren sollte der realisierte Zerkleinerungsgrad der Bearbeitungsgeräte bestimmt werden. Hierfür wurden aus einer zusätzlichen homogenen Bodenprobe der Standorte 8 kg entnommen und mit verschiedenen Analysesieben in Größenfraktionen unterteilt. Zunächst wurden die größeren Bestandteile herausgesiebt (große Siebe mit Siebporen von 80 mm, 40 mm, 20 mm, 10 mm), anschließend die kleineren Fraktionen von 8, 5, 4, 2, ≤ 2 mm in 2017. In 2019 wurde anstelle der 8 und 5 mm-Siebe ein 7 mm-Sieb benutzt.

3.4.2 Versuche zur Zwischensaat

Die Ausbringung einer Zwischensaat zwischen die Spargelreihen gestaltete sich aufgrund der praxisüblichen Bewirtschaftungsweise schwierig. Zum einen hätten die Zwischensaat die Spargelernte behindert, zum anderen erfolgte während der Saison eine mechanische Bearbeitung des Bodens zwischen den Reihen. Um dennoch das Potenzial dieser Methode zu überprüfen, wurden zwei Versuche im Randbereich einer Praxisfläche und ein kleinparzelliger Versuch zur Zwischensaat auf einer Versuchsfläche der LWK angelegt.



Abbildung 8 Versuchsaufbau zur Zwischensaat in der Praxisanlage

Oben links: Skizze des Versuchsaufbaus. Die grünen Streifen entsprechen der Zwischensaat, die grauen Kreise den Spargelpflanzen in den Containern. Oben rechts: Spargeltöpfe in der Spargelanlage. Unten links: Zwischensaat mit Spargelpflanze im April. Unten rechts: aufgewachsene Zwischensaat im Sommer 2018 mit Spargelpflanze.

(Fotos: Imke Stark, Alexandra Wichura)

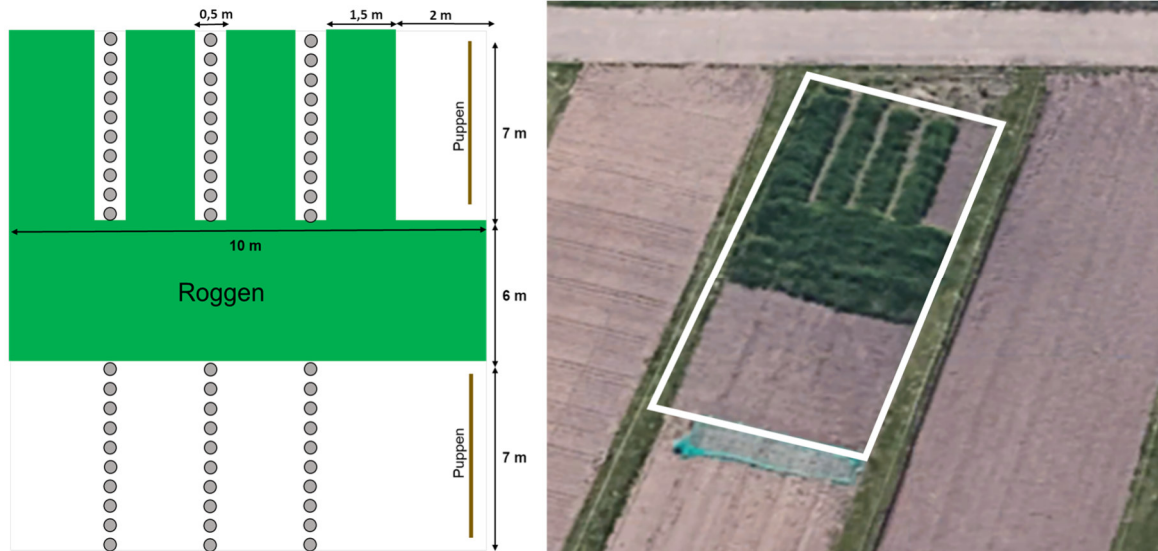


Abbildung 9 Versuchsaufbau zur Zwischensaat am Standort der LWK

Links: Skizze des Versuchsaufbaus. Die grünen Streifen entsprechen der Zwischensaat, die grauen Kreise den Spargelpflanzen. Rechts: Foto des Versuchs, zu diesem Zeitpunkt ist nur die Zwischensaat, der aufgelaufene Roggen, sichtbar. (Foto: Google Earth)

Die Praxisflächenversuche wurden in einer 2017 gepflanzten Anlage am Standort Watenbüttel durchgeführt. Im Umkreis der Fläche wurde ein L-förmiger, 6 m breiter Randstreifen ausgesät. Im ersten Versuchsjahr 2018 wurde Sommergetreide (Sommerweizen, Sommergerste) in Kombination mit einer Blümmischung, in 2019, wie in der Literatur von Straib (1944) genannt, Winterroggen verwendet (Abbildung 8).

In den 6 m breiten Randstreifen wurden nach dem Auflaufen des Getreides zwei ca. 1 m breite Reihen gefräst. Im Anschluss wurden vorgezogene Spargelpflanzen (3.3.2) in einem Bereich von 50 m mit einem Abstand von 10 m in die ausgefrästen Streifen gestellt. Als positive Kontrolle diente eine gleiche Anzahl an Spargelpflanzen, die parallel in die Spargelreihen gestellt wurden. Es erfolgten drei Wiederholungen mit 20 Pflanzen (N=60).

Zusätzlich zum Versuch in der Praxisfläche wurde in 2019 ein kleinparzelliger Versuch zur Zwischensaat durchgeführt. Auf einer 200 m² großen Versuchsfläche wurden an Anlehnung an das Versuchsdesign in der Praxisfläche, Winterroggenstreifen ausgesät und einjährige Spargelpflanzen gepflanzt (Abbildung 9). Die Ausrichtung des Versuches erfolgte mit der Hauptwindrichtung Südwest. Abgegrenzt durch einen breiten Roggenstreifen lag die Kontrolle mit den Spargelpflanzen ohne Zwischensaat.

Am westlichen Rand der Versuchsfläche wurden an 10 Stellen je 20 Puppen (N=200), abgelegt. Der Versuch wurde an drei Standorten auf dem Gelände des Pflanzenschutzamts wiederholt durchgeführt (Gesamt: 180 Spargelpflanzen, N= 1200 Puppen). Die Triebe aller Pflanzen wurden im Herbst auf Befall bonitiert.

3.4.3 Versuche zum Massenfang

Die Effektivität des Massenfanges wurde in einer in 2018 neu gepflanzten Anlage (Sorte 'Gijnlim') am Standort Fuhrberg überprüft. Nur durch eine Fahrgasse getrennt, grenzte die untersuchte Neupflanzung an eine Ertragsanlage, in der im Vorjahr sowohl Flug als auch Befall mit Spargelfliegen nachgewiesen worden waren.

In den Jahren 2018 und 2019 wurden zwei verschiedene Versuchsdesigns angewandt (Abbildung 10). In 2018 wurden die Fallen in Form eines Rechtecks aufgestellt, welches 6 Reihen überspannte. Dieser Ansatz wurde viermal wiederholt (je Rechteck: 34 Fallen, N= 136 Fallen). In 2019 wurde das Versuchsdesign auf eine Wiederholung in der Mitte des Feldes reduziert (N=90 Fallen), um einen möglichen Effekt durch einen Fluggradienten am Feldrand

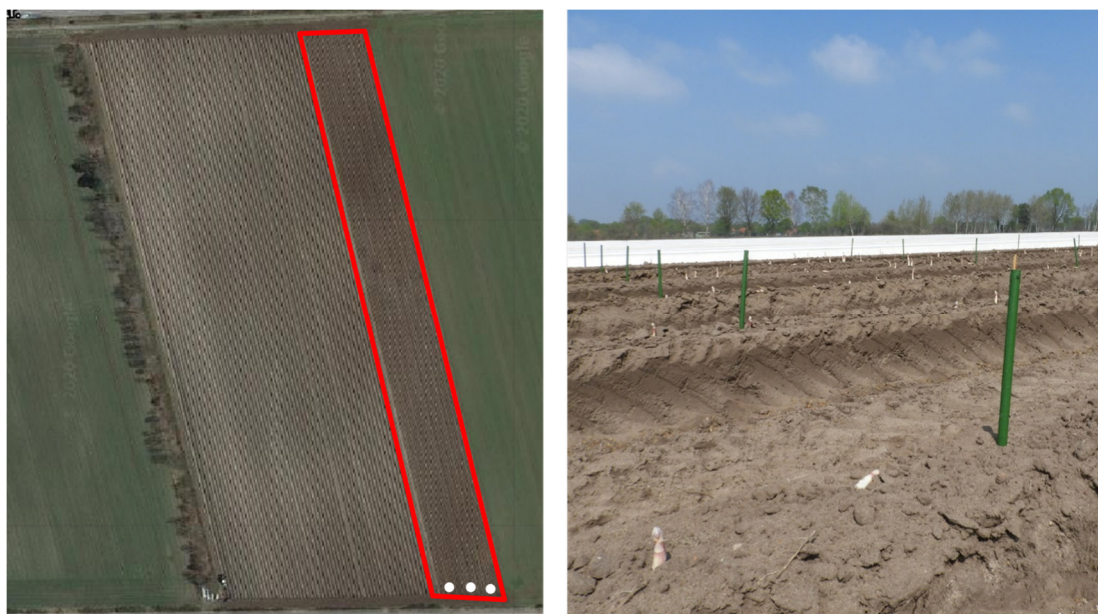


Abbildung 10 Aufbau der Versuche zum Massenfang

Oben links: Neupflanzung in roter Umrandung, links daneben die Ertragsanlage. Weiße Punkte: Position der Fallen des allgemeinen Flugmonitorings in der Neupflanzung. Oben rechts: Massenfang mit Blick auf die Ertragsanlage (weiße Folie) in 2019. Unten links: Versuchsdesign 2018 Massenfang in grün, Kontrollen als gestrichelte Linien. Unten rechts: Versuchsdesign 2019 mit Zusatzbonitur im Bereich des allgemeinen Flugmonitorings. (Fotos: Google Maps, Vera Kühlmann)

auszuschließen. Hierfür wurden in allen 15 Reihen der Anlage 6 Fallen auf einer Länge von 25 m aufgestellt. Innerhalb einer Reihe hatten die Fallen einen Abstand von 5 Meter.

Der Flug auf den Fallen wurde nach 21 und 42 Tagen protokolliert, die Fallen wurden dabei gesäubert und neu beleimt. Zusätzlich wurde der Beifang bonitiert. Mit Beginn der Abreife wurde der Befall der Triebe im Bereich des Massenfangs und außerhalb der Fallen kontrolliert. In 2018 erfolgte die Bonitur im Inneren des Rechtecks sowie außerhalb des Rechtecks in gleicher Form. In beiden Varianten wurden pro Wiederholung je 10 Triebe in den vier mittleren Reihen auf Befall bonitiert. In 2019 wurden ebenfalls 10 Triebe je Reihe, insgesamt 150 Triebe je Variante, betrachtet. Es erfolgte eine Zusatzbonitur in der Nähe zum Feldrand, da dort deutlich höhere Zahlen während des Flugmonitorings protokolliert wurden.

3.5 Versuche zum Insektizideinsatz

Versuche zur chemischen Bekämpfung wurden sowohl von der LWK als auch vom JKI durchgeführt. Verwendet wurden die Pflanzenschutzmittel Danadim Progress (Dimethoat), Benevia (Cyantraniliprole), Karate Zeon (Lambda-Cyhalothrin), Mospilan (Acetamiprid) und NeemAzal (Azadirachtin). Neben der Wirksamkeitsprüfung der Produkte, wurden verschiedene Bekämpfungsschwellen getestet (Tabelle 3). Die Applikation der Pflanzenschutzmittel erfolgte mit einer Parzellenspritze.

Alle Versuche der LWK und des JKI wurden in einem randomisierten Blockdesign mit vier Wiederholungen angelegt. Die Parzellen der einzelnen Versuchsglieder waren 10 m lang und verliefen in Richtung der Spargelreihe. Um Randeffekte zu vermeiden, wurden für die Bonitur nur die mittleren 8 m der Parzelle betrachtet. In den Jahren 2017 und 2018 entsprach eine Reihe einer Parzelle. In 2019 wurde die Parzellengröße um eine Randreihe auf jeder Seite auf insgesamt drei Reihen vergrößert, wobei nur in der mittleren Reihe Bonituren durchgeführt wurden. Die Behandlungsbedingungen wurden wie folgt festgelegt: nach Erreichen der festgelegten Bekämpfungsschwelle, ein Mindestabstand von 7 Tagen zwischen den Behandlungen, sowie Behandlungsende bei Erreichen des Entwicklungsstadiums BBCH 55 (Feller et al. 2012), bei Einsatz der bienengefährlichen B1-Mittel Danadim Progress und Benevia.

Um den Behandlungserfolg der eingesetzten Wirkstoffe und der ausgewählten Bekämpfungsschwellen zu überprüfen, wurden mit Aufwuchs des Spargels die neu aufgewachsenen Triebe, max. 30 Triebe pro Parzelle, ab 3 cm Triebhöhe einmal wöchentlich bis zum letzten Behandlungstermin mit Schlaufenetiketten markiert und im Herbst auf Befall überprüft. Zusätzlich wurde in einem zuvor ausgesteckten 2 m Bereich der Parzelle, die Anzahl neu aufgewachsener Triebe wöchentlich dokumentiert und im Herbst die Befallshäufigkeit in diesem Bereich bestimmt.

Beim JKI wurden pro Parzelle 3x 1m abgesteckt. Die innerhalb dieser Markierungen aufgewachsenen Triebe wurden markiert und später bonitiert.

Tabelle 3 Übersicht der Varianten in den Insektizidversuchen 2017 bis 2019

Jahr	Betreuer	PJ / S / AD / BZ	Wirkstoff/Insektizid	BK
2017	LWK	2017 Gijnlim 04.05.2017 Junganlage	Dimethoat/Danadim Progress	10 k
				5 k
			Cyantraniliprole/Benevia	10 k
				1 k
			Dimethoat/Danadim Progress	5 k
		Gijnlim 03.05.2017 Ertragsanlage		10 k
				1 k
		Cyantriliprole/Benevia	5 k	
				10 k
		JKI	2016 Gijnlim 09.05.2017 Versuchsfläche	Cyantriliprole/Benevia
2018	LWK	2018 Backlim 18.04.2018 Junganlage	Cyantriliprole/Benevia	1 w
				5 w
				10 w
			Lambda-Cyhalothrin/Karate Zeon	5 w
			Acetamiprid/Mospilan	5 w
				1 w
		Dimethoat/Danadim Progress	3 w	
			5 w	
		2011 Gijnlim 08.05.2018 Ertragsanlage		1 w
			Cyantriliprole/Benevia	3 w
		Lambda-Cyhalothrin/Karate Zeon	5 w	
			1 w	
	JKI	2011 Gijnlim 02.05.2018 Versuchsfläche		5 w
			Cyantriliprole/Benevia	10 w
			Lambda-Cyhalothrin/Karate Zeon	5 w
2019	LWK	2018 Backlim 11.05.2019 Junganlage		1 w
			Cyantriliprole/Benevia	5 w
				10 w
			Azadirachtin/NeemAzal-T/S	1 w
			Dimethoat/Danadim Progress	1 w
				1 w
		2017 Gijnlim 29.04.2019 Ertragsanlage		3 w
			Cyantriliprole/Benevia	5 w
			Lambda-Cyhalothrin/Karate Zeon	1 w
				3 w
			5 w	
	JKI	2011 Gijnlim 09.04.2019 Versuchsfläche		5 w
			Cyantriliprole/Benevia	10 w
			Lambda-Cyhalothrin/Karate Zeon	5 w

PJ: Pflanzjahr, S: Sorte, AD: Aufwuchsdatum, entspricht in beernteten Anlagen dem Stechende. BZ: Bezeichnung im Rahmen der Versuchsauswertung.

BK: Bekämpfungsschwelle als durchschnittliche Anzahl Fliegen pro drei Fallen angegeben: k: kumulierte Anzahl Fliegen/Falle bis zum Erreichen der Bekämpfungsschwelle, w: Bekämpfungsschwelle erreicht bei Fliegen/Falle/Woche

4. Ergebnisse

4.1 Flug- und Befallsüberwachung

4.1.1 Flugzeitraum und Befallstärke

Im Folgenden werden die Daten zum allgemeinen Flug- und Befallsmonitoring dargestellt. Beginnend mit den Flugzahlen, die während der Saison an den verschiedenen Standorten erfasst wurden.

Der gesamte Flugzeitraum erstreckte sich von der ersten Aprildekade bis maximal Mittel Juli. Über alle Flächen betrachtet wurde der Hauptflug zwischen Mitte Mai und Mitte Juni beobachtet. Die Flugverläufe und -intensitäten variierten zwischen den Flächen und den Jahren (Abbildung 11).

In den Jahren 2017 – 2019 lagen die Flugzahlen in den einzelnen Flächen zwischen 0 und 472 durchschnittlich gefangenen Fliegen pro Falle. Auf zwei Drittel der Flächen wurden maximal 100 Fliegen pro Falle gefangen. Sehr hohe Flugzahlen wurden nur an einzelnen Standorten dokumentiert. Vor allem in 2017 und 2018 waren in den Flächen am Standort Bissendorf und Hassel ≥ 300 Fliegen/Falle mit teils wöchentlichen Flugzahlen von 200 Fliegen/Falle erfasst worden. In 2019 gingen die Flugzahlen auf den Flächen sichtbar zurück.

Dieser Rückgang wurde ebenfalls bei den Befallszahlen sichtbar. Der Befall lag 2017 auf 2/3 aller Flächen bei max. 20 % befallener Triebe. Unter Verwendung der erstellten Korrelation von Otto (2002) entspräche dies ca. 60 % befallener Pflanzen pro Fläche. In 2019 waren nur

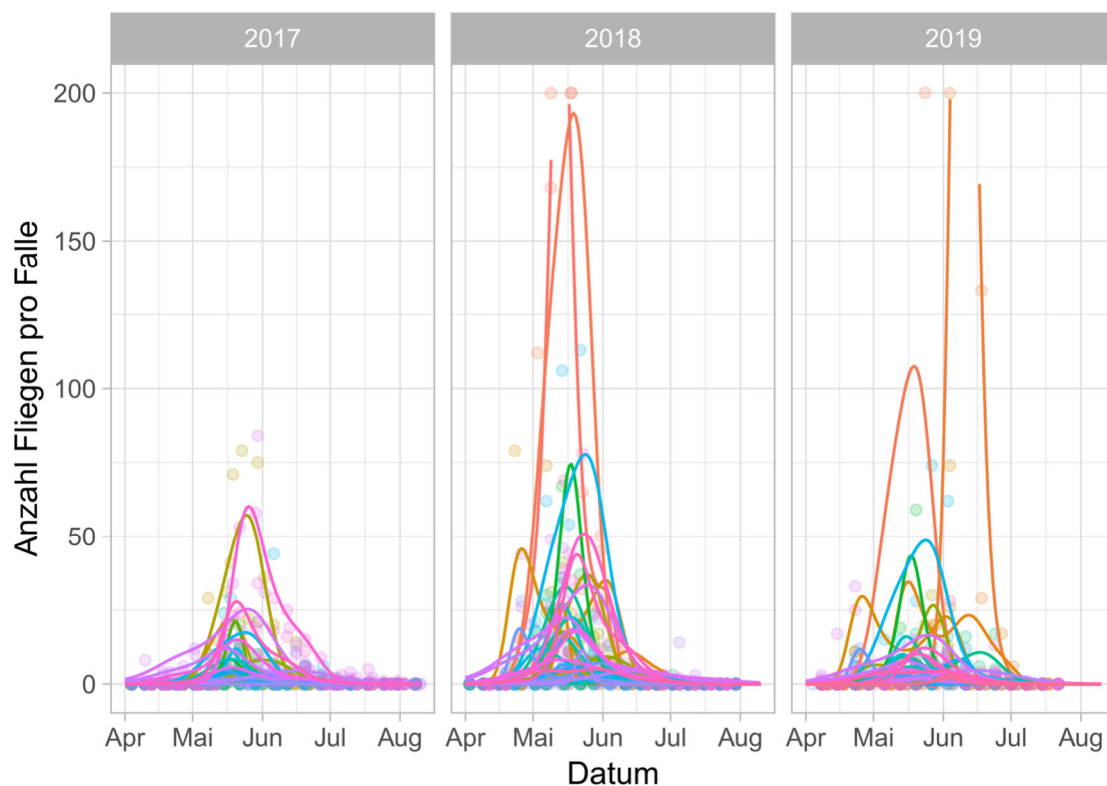


Abbildung 11 Zeitlicher Verlauf der Fallenfänge an den einzelnen Standorten 2017-2019

Punkte: Durchschnittliche Fangzahlen pro Falle. Linien: Modellierte Verläufe (GAM, $R^2 = 0,74$). Das GAM modellierte extrem hohe Erwartungswerte für zwei Standorte, die Ergebnisse werden für diese Standorte als abgeschnittene Linien dargestellt.

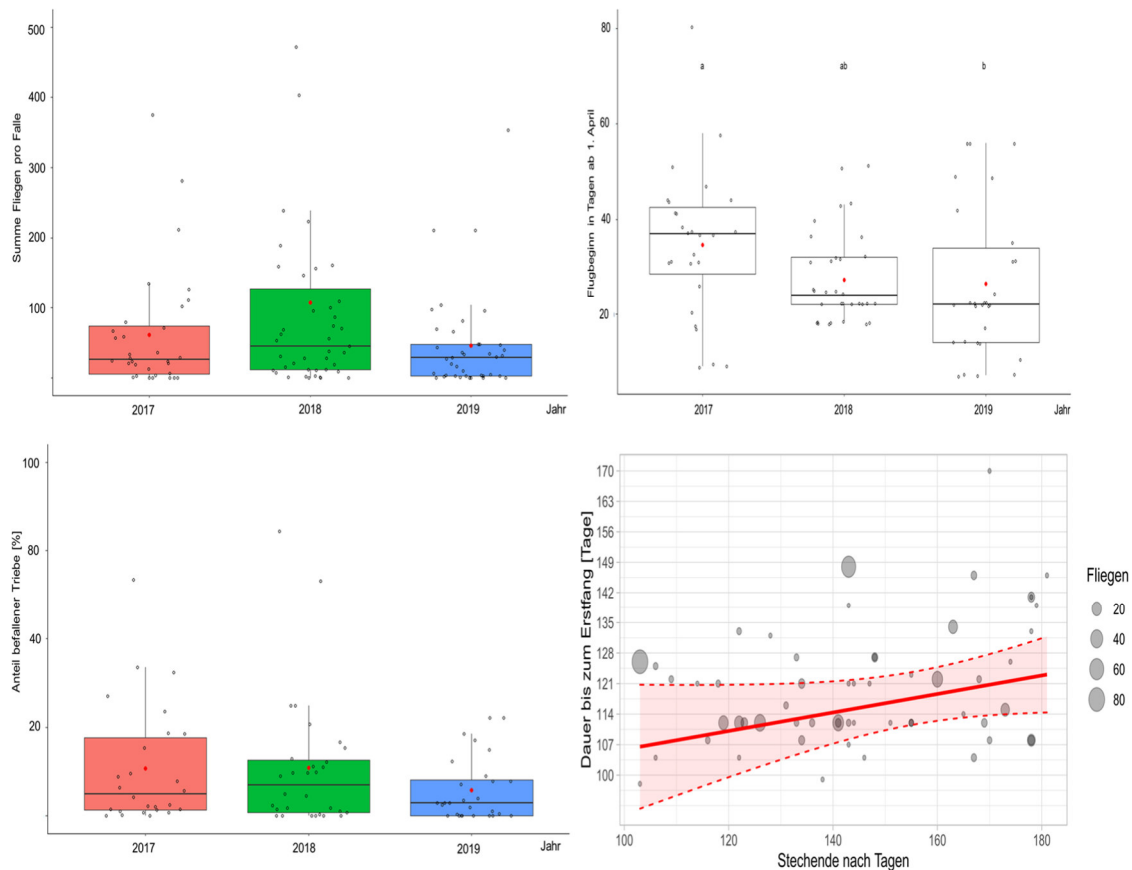


Abbildung 12 Flug und Befall auf den Monitoringflächen 2017-2019

Oben links: Summe der Fliegenanzahl während der Saison, errechnet als Durchschnitt der 3 Fallen pro Standort. Unten links: Daten des Befallsmonitorings. Oben rechts: Flugbeginn der einzelnen Flächen in Anzahl Tagen ab 1. April. Unten rechts: Abhängigkeit des Flugbeginns vom Stechende des Vorjahres in Tagen ab 1. Januar.

Die Boxplots zeigen folgende Daten:

Box: 50% der Datenpunkte; Querbalken: Median, Whiskers: unteres und oberes Quartil

ca. 10 % der Triebe befallen. In den drei Monitoringjahren konnte nur in drei Flächen ein Befall mit mehr als 50 % befallener Triebe, was etwa 90 % befallener Pflanzen pro Fläche entspräche, nachgewiesen werden (Abbildung 12).

Eine genauere Analyse des Flugbeginns zeigte eine Verfrühung des Flugbeginns im Zeitfenster von 2017 bis 2019. In den Jahren 2017 lag der Flugbeginn auf 50 % der Flächen Mitte Mai wohingegen in 2018 sowie in 2019 schon Mitte bis Ende April auf der Hälfte der Flächen Flugaktivität nachgewiesen wurde (Kruskal-Wallis-Test, $\chi^2 = 6.38$, $p < 0.05$).

Durch das Stechende bzw. den Aufwuchsbeginn im Vorjahr konnte der Zeitpunkt des Flugbeginns im Folgejahr nur zum Teil erklärt werden ($R^2 = 0,25$) (Abbildung 12).

4.1.2 Verpuppungstiefe in den Trieben

Nur ein geringer Teil der untersuchten Puppen in den Trieben befand sich oberhalb der Erdoberfläche bzw. der Dammkrone. Der Großteil, knapp 98 % aller Larven verpuppten sich in den Trieben im Bereich zwischen 0 und 10 cm unterhalb der Erdoberfläche (Tabelle 4).

Wenn mehrere Puppen in einem Trieb vorkamen, konnte oftmals beobachtet werden, dass sie sich in derselben Triebtiefe befanden.

Tabelle 4 Puppentiefe in den Trieben der Insektizidversuche

Puppentiefe	% Anteil (N= 4668)	% kumulierter Anteil
10	0,02	0,02
5	0,13	0,15
0	0,34	0,49
-5	54,67	55,16
-10	42,80	97,96
-20	1,89	99,85
-30	0,15	100,00

4.2 Eiablagepräferenz

In den Versuchen der LWK wurden 14 % der Triebe belegt. Von den belegten Trieben waren 77,3 % Triebe bis 40 cm groß, 22,7 % bis 10 cm. In Trieben, die größer als 80cm waren wurde keine Eiablage nachgewiesen. Die Eiablage erfolgte im Schnitt 5 cm unterhalb der Triebspitze.

Im Versuch des JKI konnten keine Unterschiede zwischen den Triebgrößen gefunden werden. In jedem Trieb konnten zwischen 2 und 9 Puppen gefunden werden. Das Ergebnis weist daraufhin, dass unter hohem Befallsdruck auch größere Triebe für die Eiablage akzeptiert werden.

4.3 Schlupfversuche

4.3.1 Einfluss des physiologischen Puppenalters auf den Schlupf

Die Schlupfrate aller gesammelten Puppen in den Dosen im Insektariums lag bei 90,7 %. Das bedeutet, dass nur ein geringer Teil der Puppen nicht überlebt oder eine verlängerte Ruhephase eingeht. Parasitoide wurden nicht gefunden.

Die Schlupfpeaks der einzelnen Flächen unterschieden sich zum Teil deutlich voneinander. Sie lagen 2018 zwischen dem 14. Mai und dem 11. Juni und 2019 zwischen dem 21. April und dem 21. Juni. Der Zeitraum für den Hauptschlupf, in dem 50 % der Maxima lagen, war 2018 zwischen dem 24. und 29. Mai, und in 2019 zwischen dem 26. Mai und dem 06. Juni (Abbildung 13).

Die statistische Analyse der Daten ergab, dass die theoretische Entwicklungsdauer der Tiere also die Zeit ab dem Stechende bzw. dem Aufwuchs der Triebe des Vorjahres bis zum Schlupf im Folgejahr, zu knapp 40 % ($R^2=0,39$) durch den Zeitpunkt des Aufwuchses im Vorjahr, das Untersuchungsjahr, als auch die Interaktion beider Faktoren mit dem Untersuchungstyp (Monitoring/Insektizidversuch) erklärt werden konnte. Die Entwicklungsdauer der Spargelfliegen nahm pro Tag, mit dem sich das Stechende bzw. der Austrieb der Spargelpflanzen nach hinten verschob, um 0,75 Tage im Folgejahr ab.

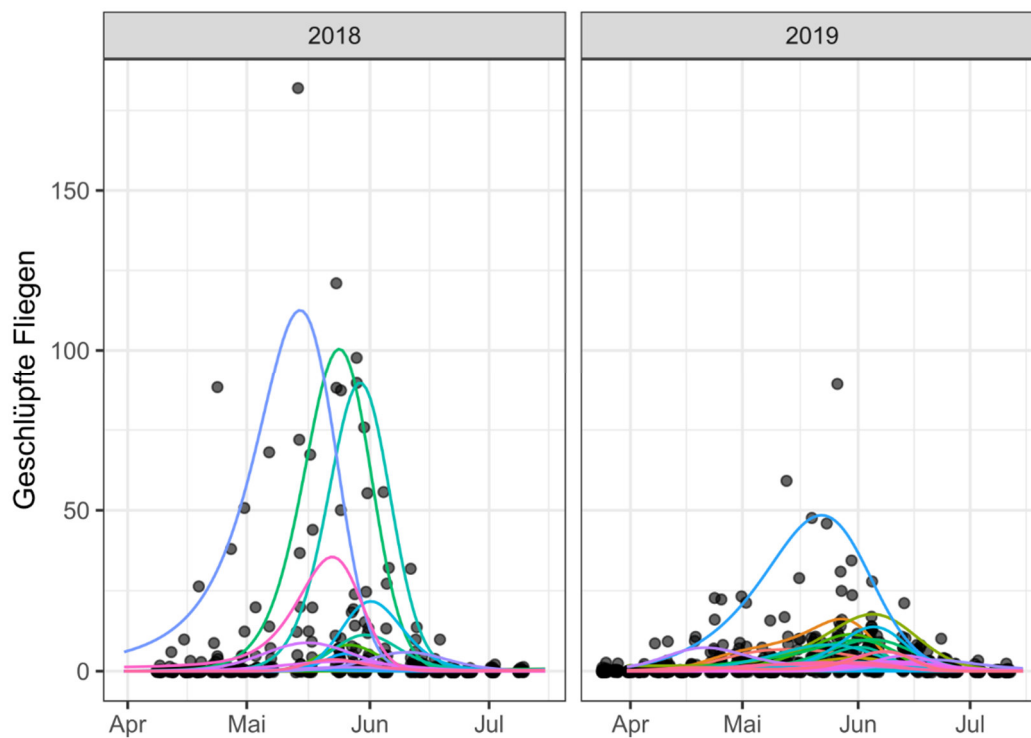


Abbildung 13 Saisonaler Schlupfverlauf der Spargelfliegen unterschiedlicher Monitoringflächen 2018 und 2019 im Insektarium

Farbige Linien: Modellanpassung des Verlaufs für die einzelnen Untersuchungsflächen. Schwarze Punkte: Anzahl geschlüpfter Fliegen.

Tabelle 5 Einflussfaktoren auf Entwicklungsdauer und Schlupfzeitpunkt

Modellname	Prädiktor	β	SE	t-Wert	p-Wert
Entwicklungsdauer	Stechende/Spargelaustrieb	-0,75	0,03	-21,75	< 0,001
	Untersuchungsjahr 2019	5,86	0,8	7,31	< 0,001
	Untersuchungstyp Monitoring	26,15	6,03	4,33	< 0,001
	Interaktion 1	-0,12	0,04	-2,85	< 0,01
	Interaktion 2	-6,89	1,13	-6,11	< 0,001
	Multiple R ²	0,39			
	Adjusted R ²	0,39			
	F _{5,3481}	443,1			
p	< 0,001				
Schlupfzeitpunkt	Stechende/Spargelaustrieb	0,25	0,03	7,19	< 0,001
	Untersuchungsjahr 2019	5,86	0,80	7,31	< 0,001
	Untersuchungstyp Monitoring	26,14	6,03	4,33	< 0,01
	Interaktion 1	-0,12	0,04	-2,85	< 0,001
	Interaktion 2	-6,89	1,13	-6,11	< 0,001
	Multiple R ²	0,08			
	Adjusted R ²	0,08			
	F _{5,3481}	61,91			
p	< 0,001				

Interaktion 1: Stechende/Spargelaustrieb:Untersuchungstyp;

Interaktion 2: Untersuchungsjahr:Untersuchungstyp

Betrachtet man den Schlupfzeitpunkt in Tagen ab dem 1. Januar desselben Jahres so kann die beobachtete Varianz durch die betrachteten Faktoren nicht erklärt werden ($R^2=0,08$). Der Schlupfzeitpunkt der Spargelfliegen im Folgejahr nahm pro Tag, mit dem sich das Stechende in den Monitoringflächen, bzw. der Austrieb der Spargelpflanzen in den Insektizidversuchen, nach hinten verschob, um 0,25 Tage zu (Tabelle 5, Abbildung 14).

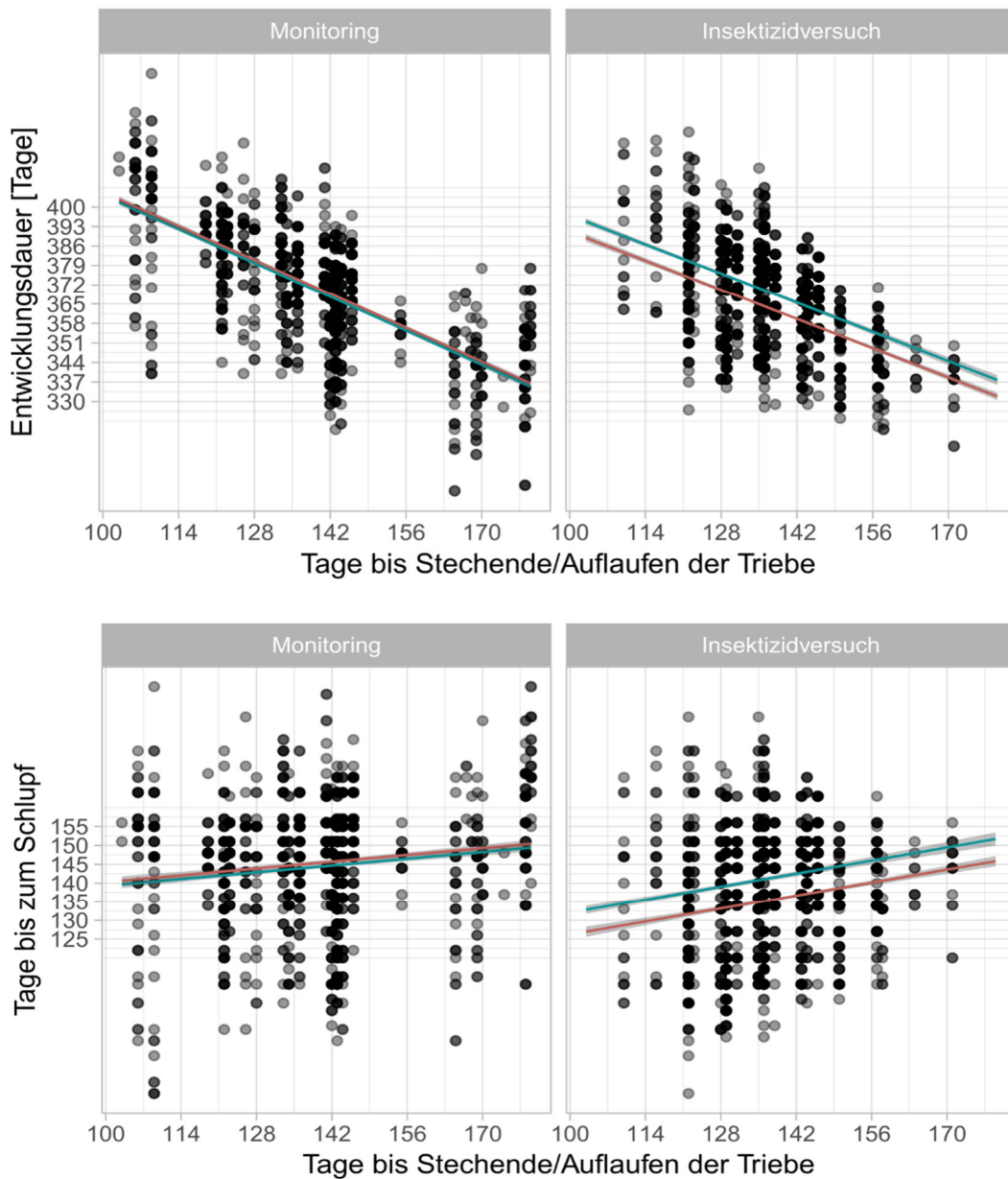


Abbildung 14 Einfluss des Zeitpunktes des Triebdurchwuchses auf die Entwicklungsdauer der Spargelfliegen

Oben: Theoretische Entwicklungsdauer der Spargelfliegen in Tagen bei unterschiedlichen Terminen für das Stechende (Monitoring), bzw. den Durchwuchs der Triebe (Insektizidversuch) im Vorjahr angegeben in Tagen ab 1. Januar. Linien: Lineare Regression ($R^2 = 0,39$). Rot = 2018, blau = 2019. Punkte: berechnete Schätzwerte für die Entwicklungsdauer der Spargelfliegen.

Unten: Dauer bis zum Puppenschlupf im Insektarium in Tagen bei unterschiedlichen Terminen für das Stechende (Monitoring), bzw. den Durchwuchs der Triebe (Insektizidversuch) in Tagen ab 1. Januar. Linien: Lineare Regression ($R^2 = 0,08$). Rot = 2018, blau = 2019. Punkte: berechnete Schätzwerte für die Entwicklungsdauer der Spargelfliegen.

4.3.2 Einfluss der Temperatur auf den Schlupf

Die graphische Abbildung zum Verlauf der Tagesmittelwerte der Lufttemperatur sowie der Summe geschlüpfter Fliegen im Insektarium lässt eine enge Korrelation vermuten. Der Schlupf wurde ab 10 °C Lufttemperatur beobachtet.

Daran anschließend wurde eine erste Verrechnung dieser Tagesmittelwerten zu Gradtagen durchgeführt. Der Zeitpunkt an dem 50 % aller Puppen im Insektarium geschlüpft waren lag in 2018 bei 935 Gradtagen und 2019 bei 1069 Gradtagen (kritischer Wert: 5 °C). Die Gradtage entsprechen der pflanzenphysiologischen Temperatursumme. Ihre Berechnung erfolgte über kumulierte Summe der Tagesmitteltemperaturen über 5 °C beginnend mit dem 1ten Januar. (Abbildung 15).

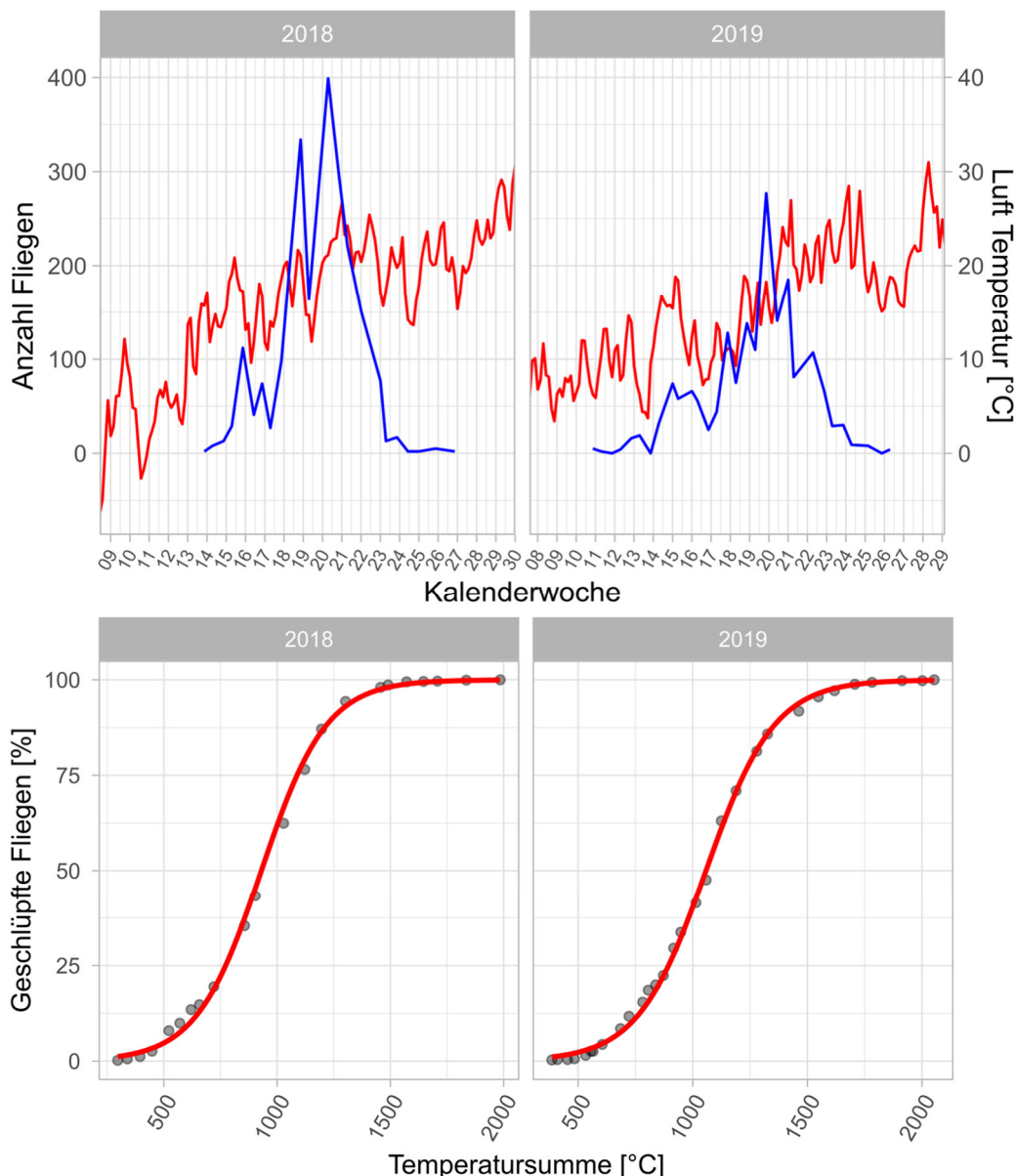


Abbildung 15 Einfluss der Lufttemperatur auf den Schlupf

Oben: Zeitverläufe für die Tagesmitteltemperatur und die Anzahl geschlüpfter Fliegen im Insektarium. Rote Linie: Tagesmitteltemperatur. Blaue Linie: Anzahl geschlüpfter Fliegen. Unten: Der kumulierte prozentuale Anteil aller geschlüpften Fliegen pro Kontrolltag im Verhältnis zur Temperatursumme ab 1. Januar im Jahresverlauf im Insektarium (krit. Wert: 5 °C). Punkte: prozentualer Anteil Fliegen; rote Linie: angepasste Werte ($R^2 = 0,79$, binomial GLM).

4.3.3 Einfluss der Puppen-Ablagetiefe im Boden auf den Schlupf

Die Ergebnisse der Versuche zur Ablagetiefe zeigen, dass sowohl aus 10 cm als auch aus 20 cm Ablagetiefe, Spargelfliegen schlüpfen und an die Erdoberfläche gelangen können. Generell konnten in beiden Versuchsjahren eine verringerte Schlupfrate von 17% (2018) bzw. 27 % (2019) aus Ablagetiefen von 20 cm beobachtet werden. Eine statistische Absicherung zwischen den Schlupftiefen war jedoch nicht möglich und scheint somit keinen starken Einfluss zu haben (2018: $t(6) = 0,183$, $p > 0,05$; 2019: $t(8) = 0,056$, $p > 0,05$) (Abbildung 16).

4.3.4 Einfluss des Folieneinsatzes auf den Schlupf

Der Einsatz einer Schwarz-Weiß-Folie, mit schwarzer Seite nach oben gerichtet, führte zu einem verfrühten Schlupf der Imagines (Abbildung 16). Bereits Ende April schlüpfen die ersten Fliegen im Bereich der Folie, nach 120 Tagen bzw. 379 Gradtagen (Grenzwert 5°C). Der Schlupf ohne Folieneinsatz erfolgte um 10 Tage verzögert (338 Gradtagen), Anfang April. Die aufgezeichneten Bodentemperaturen ab Anfang April bis zum Schlupfende/Ende Juli lagen im Bereich der Folie, in einer Tiefe von 10 cm, um +0,3 °C bis ~+3,5°C (MW= 2,15° C) höher als im Damm ohne Folie.

Generell ist der Schlupfverlauf beider Varianten sehr ähnlich, die Schlupfrate jedoch insgesamt relativ niedrig. Weiterhin konnte beobachtet werden, dass im Bereich ohne Folie deutlich mehr Fliegen geschlüpft bzw. an die Erdoberfläche gelangten (Schlupfrate 31 %), als im Bereich mit Folie (Schlupfrate 10,8 %). Ob durch die Folie die Anzahl schlüpfender Fliegen generell reduziert wurde oder es aufgrund des Versuchsdesigns zu einem verringerten Schlupf kam, konnte nicht geklärt werden.

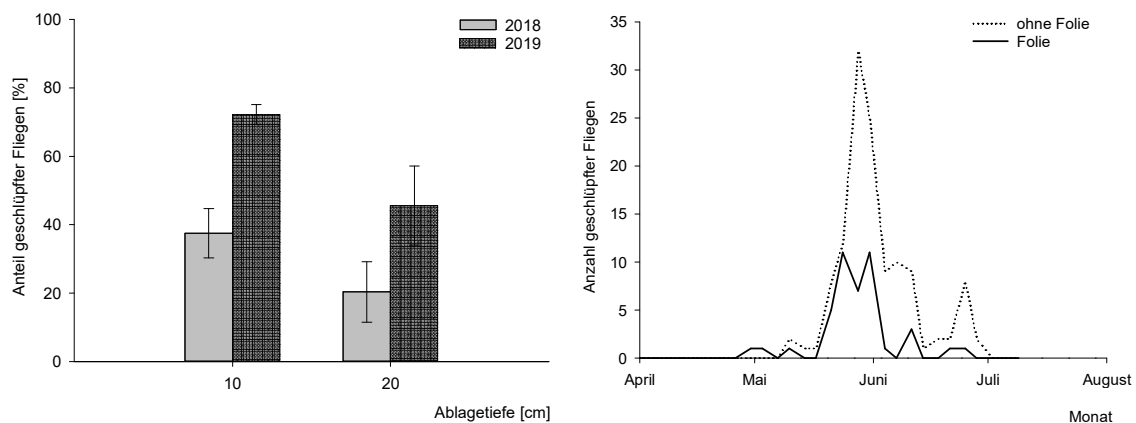


Abbildung 16 Einfluss der Puppen-Ablagetiefe und des Folieneinsatzes auf den Spargelfliengenschlupf

Links: Schlupfraten bei verschiedenen Ablagetiefen. Fehlerbalken entsprechen dem Standardfehler.
Rechts: Schlupfkurven des Dammversuches.

4.4 Besiedlung von Neuanlagen

In Tabelle 6 sind die im Rahmen des Projektes beobachteten Neupflanzungen der teilnehmenden Betriebe aus den Jahren 2017 bis 2019 aufgelistet.

In allen Anlagen, bis auf den Schlag „Roklum“, konnte bereits im ersten Standjahr Flug und Befall zum Zeitpunkt der Endbonitur im Herbst nachgewiesen werden. Anhand dieser Daten wird deutlich, dass die Spargelfliege durchaus in der Lage ist, über 600 m entfernte Spargelanlagen zu erreichen, auch wenn die beobachtete Anzahl von 3 Fliegen pro Falle und 1% befallener Triebe bei dieser Distanz sehr niedrig ist. Deutlich höhere Flugzahlen wurden bei Abständen bis zu 300 m erreicht, wohingegen hohe Befallszahlen nur bei Flächen in direkter Nachbarschaft (11-12 % Befall) zu verzeichnen waren.

Auf den Schlägen „Bützkamp“ und „Kampe Warnecke“ erfolgte eine genauere Betrachtung des Spargelfliegenaufkommens (Abbildung 17).

Anhand der Flugverläufe des allgemeinen Flugmonitorings lässt sich eine deutliche Übereinstimmung der Flugpeaks, vor allem mit der nächstliegenden befliegenen Fläche erkennen. Wohingegen in 2018 bereits Ende April die ersten Fliegen in der Neupflanzung „Bützkamp“ gefangen wurden, erfolgte der Zuflug in der Neupflanzung „Kampe Warnecke“ aus den angrenzenden Flächen erst im Juni. Eine eindeutige Zuordnung des Zuflugs zu einer benachbarten Spargelanlage war anhand dieser Daten nicht möglich.

Zur genaueren Klärung des Migrationsverhalten wurde das Flugverhalten der Spargelfliege innerhalb der Neupflanzungen und in 2019 auch außerhalb der Anlage mit einer erhöhten Anzahl an Stableimfallen beobachtet.

In der Neupflanzung „Bützkamp“ aus 2018 konnte zu nächstliegenden Spargelanlagen sowie zum Feldrand ein nicht linearer Zusammenhang nachgewiesen werden (GAM, $R^2=0,76$, $\text{Chi}^2=22,79$, $p<0,001$). Hohe Flugzahlen waren vor allem in den ersten Reihen der Spargelanlage zu finden. Entfernungen von ≥ 300 m zu einer benachbarten Fläche scheinen für den Zuflug in diese Fläche kaum eine Rolle zu spielen.

Die hohe Fängigkeit der Stableimfallen in der Nähe des Feldrandes wurde ebenfalls in der Fläche „Kampe Warnecke“ beobachtet. Vor allem im Bereich von Gehölzen waren die Flugzahlen deutlich höher. Die höchsten Flugzahlen wurden am unteren Ende, angrenzend an den Wald beobachtet und lagen in einer Distanz von ca. 1 km zur benachbarten Spargelanlage (Abbildung 18).

Tabelle 6 Gesamtanzahl der Fliegen und Befall von Neupflanzungen der Jahre 2017 – 2019 und ihr Abstand zur nächstliegenden befliegenen Spargelanlage

Jahr	Standort	Schlag	\sum Fliegen pro Falle	befallene Triebe [%]	Abstand [m]
2017	Fuhrberg	Laakwiese Garms	71,67	1	30
	Thune	Mühlenkamp	33,67	1	370
	Watenbüttel	Vor dem Dorfe	127,33	12	0
2018		Bio 2018	38,33	11	0
	Fuhrberg	Grünspargel Neupflanzung	12,00	1	30
		Bützkamp	70,67	2	200
	Hassel	Schweinestall	11,33	0	10
2019		Am Rübeland	74,33	4	70
	Fuhrberg	Kampe Warnecke	3,00	1	620
	Uehrde	Roklum*	0,00	0	1300

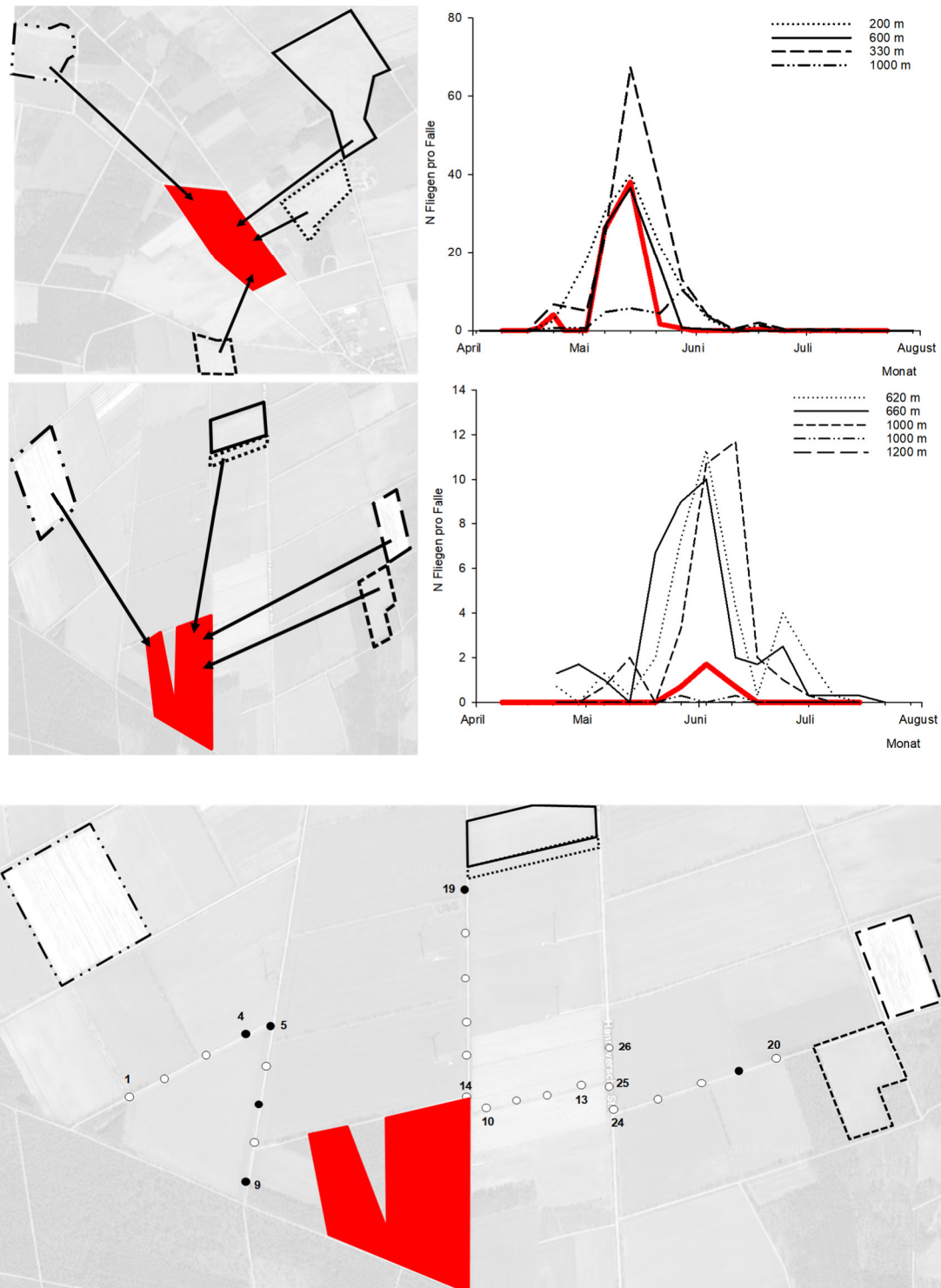


Abbildung 17 Räumliche Lage und Flugverlauf in zwei Neupflanzungen und benachbarten Flächen

Oben links: Neupflanzung „Bützkamp“ 2018 (rot) mit benachbarten Spargelflächen (schwarz).
Oben rechts: Flugverläufe 2018 im „Bützkamp“ und den im angegebenen Abstand benachbarten Flächen.

Mittel links: Neupflanzung „Kampe Warnecke“ 2019 (rot) mit benachbarten Spargelflächen (schwarz).
Mitte rechts: Flugverläufe 2019 im „Kampe Warnecke“ und den im angegebenen Abstand benachbarten Flächen.

Unten: Fallenpositionen im Umkreis der Fläche „Kampe Warnecke“. Zahlen geben die Fallenummer wieder. Schwarze Punkte: An dieser Falle wurden Spargelfliegen gefangen, max. 2 Fliegen pro Falle. Weiße Punkte: Diese Fallen waren nicht fängig.

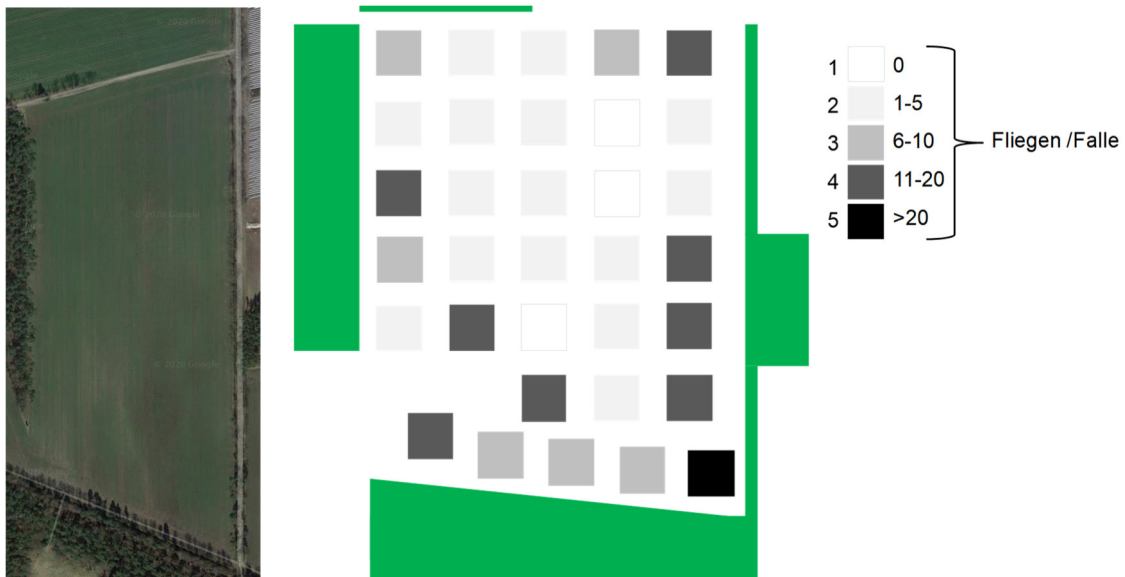


Abbildung 18 Umgebung und Monitoringraster einer Neupflanzung 2019

Links: Fläche „Kampe Warnecke“. Rechts: Monitoringraster. Jedes Viereck steht für eine Fallenposition und ist farblich einer bestimmten Kategorie, die der Summe Fliege pro Falle entspricht, zu zuordnen. Grüne Flächen zeigen Saumstrukturen (Gehölze), vergleiche mit Foto links. (Foto: Google Maps)

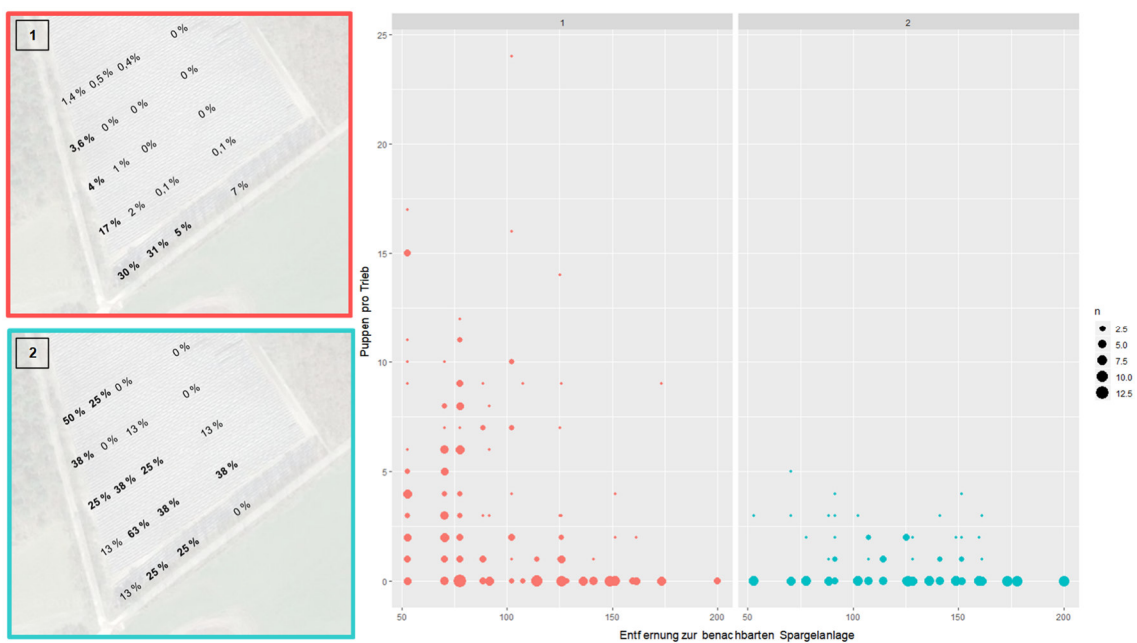


Abbildung 19 Befallsdaten in einer Junganlage im zweiten Jahr nach der Pflanzung

Links: Befallshäufigkeiten der Zwischen- und Endbonitur. Rechts: Befallsstärke aller bonitierten Triebe (Puppen pro Trieb). 1: Zwischenbonitur im Sommer. Hier wurden nur abgestorbene Triebe bonitiert. 2: Endbonitur im Herbst.

Zusätzliche Fallen im Umkreis einer Neupflanzung wurden nur in 2019 aufgestellt. Aufgrund der sehr geringen Fangzahlen an nur einzelnen Fallen mit max. 2 Fliegen pro Fallen über den Flugzeitraum, ist eine Einwanderungsrouten nicht eindeutig zu erkennen. Die Fliegen wurden an sehr unterschiedlichen Positionen dokumentiert, wobei die meisten Fliegenfänge in Nähe der kaum beflogenen und 1 km entfernten Fläche, Fallen 4-9, entlang eines Blühstreifens bonitiert wurden (Abbildung 17 unten).

Aufgrund der niedrigen Flugzahlen in den Neupflanzungen lässt sich kein deutliches Befallsmuster innerhalb der Fläche abbilden. Der Flug konnte in 2018/2019 im Bereich der Falle zwar ab 1 bzw. 6 Fliegen pro Falle registriert werden, lag jedoch bei nur 0,001 bis max. 1 befallenen Trieb/m² (Abbildung 18).

Deutlichere Effekte konnten in einer zweijährigen Anlage nachgewiesen werden. Im Sommer 2018 wurden an einem kleineren Feldabschnitt des Schlages „Laakwiese Garms“ zahlreiche abgestorbene und befallene Triebe beobachtet. In ca. 60 % aller abgestorbener Triebe konnten Puppen der Spargelfliegen gefunden werden. Eine verstärkte Belegung dieser Triebe, mit bis zu ~20 Puppen pro Trieb, erfolgte in nächstliegender Distanz zur benachbarten 50 m entfernten Spargelanlage bzw. zum Feldrand (Abbildung 5). Dieser Gradient konnte bei einer reinen Befallsbonitur im Herbst nicht mehr nachgewiesen werden. Die Anzahl der Puppen in der Herbstbonitur lag max. bei 5 Puppen pro Trieb. Zudem war ein verändertes Befallsmuster zu erkennen (Abbildung 19). Infolgedessen würde man den tatsächlichen Befall durch eine Bonitur im Herbst nicht korrekt abbilden.

4.5 Spargelfliegenaktivität im Umkreis einer Ertragsanlage

Die Flugaktivität von Spargelfliegen im Umkreis der Spargelanlage „Kolkwiesen“ wurde bis zu einer Distanz von knapp 500 m (470 m Luftlinie) nachgewiesen.

Aufgrund der noch sehr dünnen Triebe der Fangpflanzen im ersten Versuchsjahr wurden weniger als 10 % der Fangpflanzen von der Spargelfliege belegt, mit nicht mehr als einem Fraßgang pro befallenen Trieb. Deutlich höhere Befallszahlen konnten in 2019 beobachtet werden. Ein Drittel der aufgestellten Pflanzen wies Befall auf.

In Abbildung 20 (Mitte) ist zu erkennen, dass vor allem Pflanzen in direkter Nachbarschaft zur Spargelanlage von der Spargelfliege befallen wurden (rote Punkte). Pflanzen mit Entfernungen bis 200 m waren 2,78x mehr befallen als Pflanzen (odds ratio) mit einem größeren Abstand > 200 m zur Fläche (blaue Umrandung). Dies zeigt sich auch bei der Betrachtung der

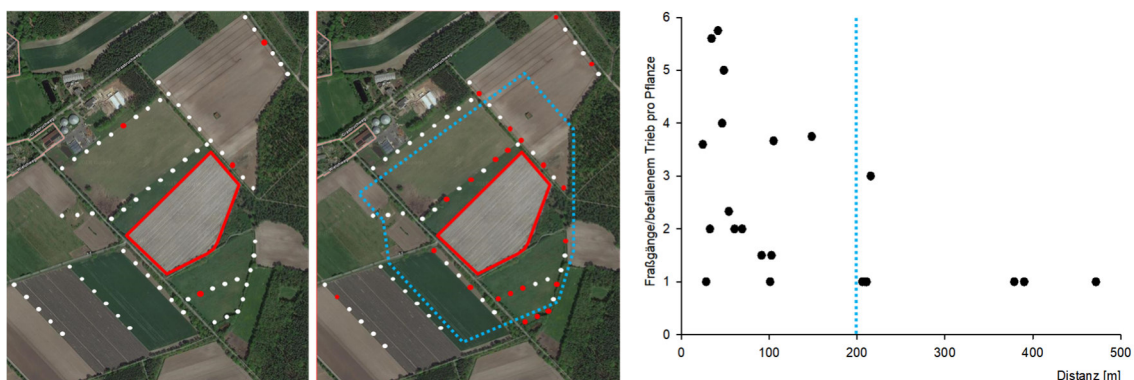


Abbildung 20 Flugaktivität um eine Ertragsanlage 2018 und 2019

Links/Mitte: Schema der Fangpflanzenposition mit befallenen Pflanzen (rote Punkte). Links: 2018. Mitte: 2019. Die gestrichelte blaue Linie gibt die Fangpflanzen in Distanzen von 200 m zur Spargelanlage wieder. Die Entfernung wurden mit RTK Vermessung bestimmt. Rechts: Mittlere Fraßganganzahl pro befallenen Triebe pro Pflanze in Abhängigkeit zur Entfernung zur Spargelanlage in 2019.

Befallsstärke. Im Umkreis von 200 m traten deutlich stärkere Schädigungen der Pflanze mit 4 bis 6 Fraßgängen pro befallenem Trieb pro Pflanze auf.

Ein bestimmtes Flugverhalten ist aufgrund des Befallsmusters der Fangpflanzen nicht abzuleiten. Befallene Pflanzen wurden in sehr unterschiedlichen Himmelsrichtungen beobachtet.

4.6 Versuche zur mechanischen Zerkleinerung

Durch das oberirdische Abhäckseln des Krautes konnte in den Jahren 2018 und 2019 die Anzahl der geschlüpften Fliegen in den Bodenproben nicht verringert werden. Dagegen führte eine Bodenbearbeitung mit zwei Arbeitsschritten - Mulchen und Fräsen- mit und ohne anschließend gezogenem Damm, zu einer verringerten Schlupfzahl. Das gleichzeitige Ziehen des Dammes, scheint die Schlupfzahlen noch einmal zu verringern.

Ein zusätzlicher Fräsvorgang (1x vs. 2x Fräsen) führte zu keiner Reduktion des Befallspotenzials im Boden. Die Anzahl geschlüpfter Fliegen war mit maximal 5 Fliegen pro Probe jedoch schon beim ersten Fräsvorgang sehr gering (Abbildung 21). Eine statistische Absicherung ist nur möglich, wenn die Daten aller Versuche und Jahre gepoolt werden und nur der Vergleich zwischen der Beprobung vor der Bodenbearbeitung (unbehandelt) und der

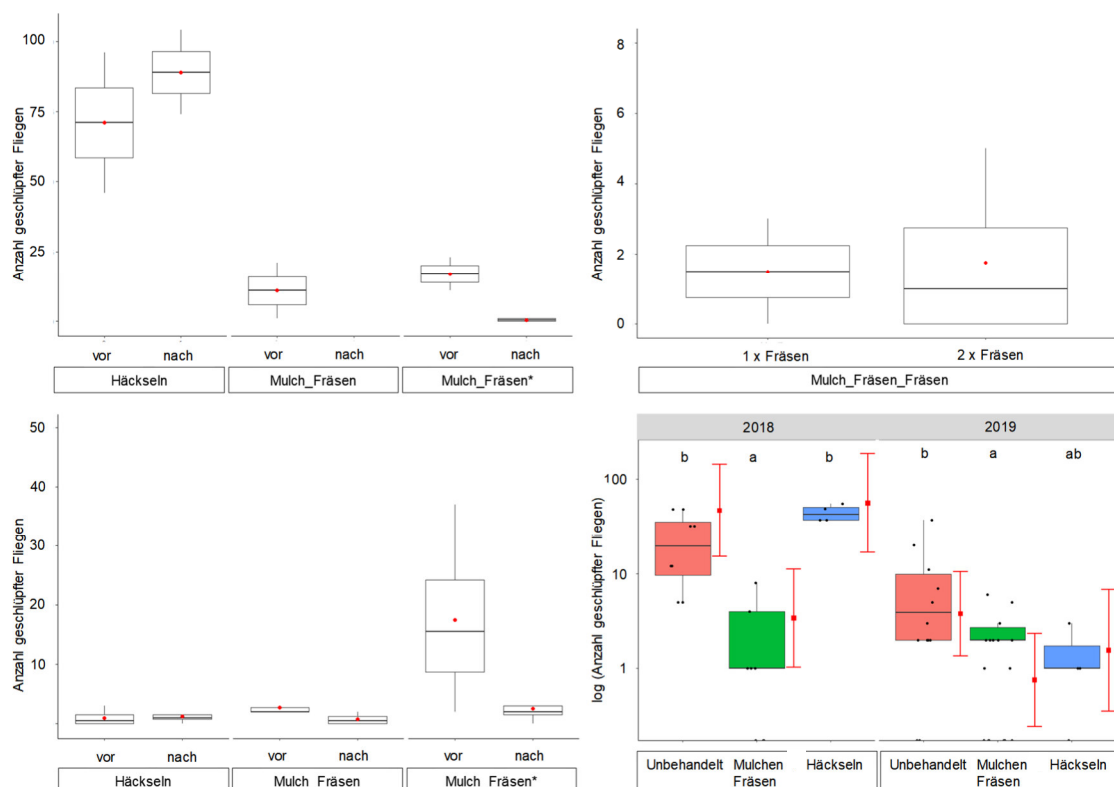


Abbildung 21 Schlupfzahlen der Versuche zur mechanischen Zerkleinerung

Oben links: Schlupfzahlen der Proben aus dem Jahr 2018. Unten links: Schlupfzahlen aus dem Jahr 2019. Oben rechts: Schlupfzahlen des Vergleichs 1x vs. 2x Fräsen nur nach der Bodenbearbeitung in 2019. Unten rechts: zusammengefasste Schlupfzahlen aller Versuche. Rote Balken geben die modellierten Werte mit Konfidenzintervallen an.

Vor/Unbehandelt: Proben vor der Bodenbearbeitung, also nur Triebe. Nach: Proben nach der Bodenbearbeitung, also Bodenproben.

* mit gleichzeitig gezogenem Damm

beiden Bearbeitungsverfahren „Häckseln“ sowie „Mulchen mit Fräsen“ erfolgt. (GLMM, $z = -8,79$ $p < 0,05$, poisson Verteilung).

Beim stichprobenartigen Auswaschen der Bodenproben nach dem Ende des Schlupfes konnten keine vitalen Puppen mehr, sondern nur noch einzelne leere Puppenhüllen gefunden werden. Da daraus geschlossen werden konnte, dass alle Puppen im Folgejahr schlüpfen und keine verlängerte Diapause eingehen, wurde das Auswaschen im zweiten Versuchsjahr nicht noch einmal wiederholt,

Das Sieben der Bodenproben und die Separierung in unterschiedliche Fraktionen (80 mm bis ≤ 2 mm) mittels Siebturm führte zu keinem aussagekräftigen Ergebnis aufgrund einer nicht ausreichend etablierten Methodik. Zum einen wurde das Gewicht der einzelnen Fraktionen am Gesamtgewicht, zum anderen der volumetrische Anteil an Material (Pflanzen- und Erdmaterial,) in den einzelnen Fraktionen bestimmt (Tabelle 7).

Folgende Aussagen können jedoch getroffen werden: 70 – 90 % der Masse der gesiebten Bodenproben nach der Bearbeitung durch die verschiedenen mechanischen Verfahren weist Partikelgrößen von ≤ 2 mm auf. Ein Großteil dieser Fraktion ist auf Erdmaterial zurückzuführen. Pflanzliches Material findet sich bei allen Zerkleinerungsverfahren, auch in geringer Menge bei Partikelgrößen ≤ 2 mm, aber vor allem bei ≥ 7 mm. Lediglich die Ergebnisse der Variante „Mulchen + Fräsen“ zeigen eine relativ breite Verteilung pflanzlichen Materials in allen Fraktionen, wobei die Zerkleinerung der Spargeltriebe mit dieser eingesetzten Technik vergleichsweise hoch in den Fraktionen ≥ 2 bis ≤ 7 mm war. Eine weitere Auswertung hinsichtlich des Zerkleinerungsgrades ist aufgrund der unterschiedlichen Erhebungsverfahren nicht möglich.

Tabelle 7 Masse- und volumetrischer Anteil (%) der Partikelgrößen in den unterschiedlich mechanisch bearbeiteten Bodenproben

		Siebgröße [mm]															
		80		40		20		10		7		4		2		< 2	
M	H	0	0	0	0	2	11	8	8	27	45						
	MF	0	0	1	2	3	2	4	88								
	MF*	0	0	1	3	3	5	79	9								
		PM	EM	PM	EM	PM	EM	PM	EM	PM	EM	PM	EM	PM	EM	PM	EM
V	H	0	0	0	0	50	50	40	60	25	75	25	75	5	95	1	99
	MF	98	2	94	6	85	15	70	30	60	40	25	75	30	70	1	99
	MF*	0	0	100	0	50	50	40	60	25	75	25	75	5	95	1	99

M: Massenanteil an Gesamtprobe; V: Volumetrischer Anteil (optisch geschätzt); H: Häckseln

MF: Mulchen+Fräsen; MF*: Mulchen+Fräsen mit anschließend gezogenem Damm

PM: Pflanzenmaterial; EM: Erdmaterial

4.7 Versuche zur Zwischensaat

In den Untersuchungen zur Zwischensaat in der Praxisanlage konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden (Abbildung 22).

In der Praxisanlage erfolgten Versuche in den Jahren 2018 und 2019. Da die Spargelpflanzen in den Töpfen im ersten Versuchsjahr noch sehr klein waren, konnten diese erst zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt, nach dem Aufwuchsbeginn der Spargelanlage sowie dem Flugpeak, in der Fläche aufgestellt werden. Folglich wurde weder im Bereich der Zwischensaat noch im Bereich der Spargelanlage Befall in den Spargeltöpfen nachgewiesen. In der Praxisfläche wurden jedoch im Rahmen der Befallsfeststellung im Herbst 16 % befallene Triebe bonitiert.

Im zweiten Versuchsjahr erfolgte die Aufstellung der Töpfe bereits Ende April und somit vor dem Aufwuchs des Spargels in der Fläche. Es zeigen sich keine Unterschiede im Befall. Im Bereich der Spargelanlage waren 90 % aller Pflanzen, im Bereich der Zwischensaat 93 % der Pflanzen in den Töpfen befallen. Auch im Hinblick auf die Befallsstärke, Fraßgänge pro befallenem Trieb, wurde kein Verwirrungseffekt und infolgedessen keine Befallsreduzierung durch die Zwischensaat ersichtlich.

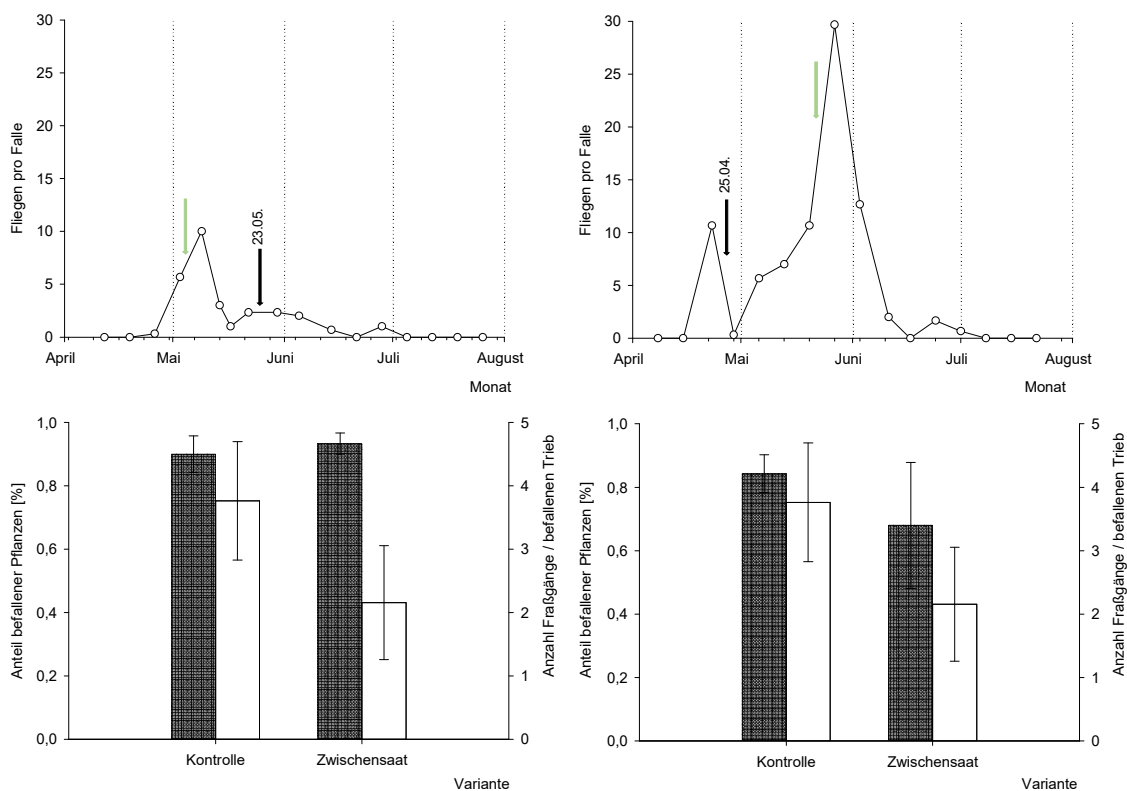


Abbildung 22 Versuchsergebnisse 2018 und 2019 zur Zwischensaat

Oben: Flugverläufe der Spargelanlage/Praxisanlage in Watenbüttel in 2018 (links) und 2019 (rechts). Grüner Pfeil gibt den Zeitpunkt des Aufwuchses der Spargelanlage und der schwarze Pfeil den Zeitpunkt des Aufstellens der Spargelpflanzen in den Töpfen an. Unten links: Ergebnisse der Zwischensaat in der Praxisanlage in 2019. Unten rechts: Ergebnisse der Zwischensaat des kleinparzelligen Versuches am Standort Hannover in 2019. Schwarze Balken entsprechen dem Anteil befallener Triebe und weiße Balken der Anzahl Fraßgänge pro befallenem Trieb. Fehlerbalken: Standardfehler. (unabhängiger t-Test, $p < 0,05$).

Tabelle 8 Mittelwert (Standardabweichung) der Anzahl Triebe pro Pflanze in den Zwischensaatversuchen 2019

Standort	Versuchsdesign	Variante	Anzahl Triebe pro Pflanze	
Braunschweig	Praxisfläche	kein Roggen	7,07 (1,17)	t(4)= -0,25
		Roggen	7,17 (0,42)	
Hannover	Parzellenversuch	kein Roggen	11,66 (1,17)	t(4)= 4,46
		Roggen	6,11 (0,42)	

Etwas bessere Effekte konnten im kleinparzelligen Versuch am Standort Hannover ermittelt, aber nicht statistisch abgesichert werden. Im Bereich der Zwischensaat wurden 16 % weniger Pflanzen befallen, mit einer Befallsstärke von 2,16 ($\pm 1,56$) Fraßgängen pro befallenem Trieb im Vergleich zu 3,76 ($\pm 1,62$) Fraßgängen pro befallenem Trieb. Als signifikant negativer Effekt wurde ein deutlich verringerter Spargelaufwuchs als Folge der Konkurrenz im Bereich der Zwischensaat beobachtet (Tabelle 8).

4.8 Versuche zum Massenfang

Die Aufstellung der Fallen in der Fläche erfolgte in beiden Jahren Ende April, in 2018 kurz nach dem Beginn des Aufwuchses und in 2019 mit dem Ernteende und somit mit dem Beginn des Durchtriebes.

Die Flugverläufe des allgemeinen Flugmonitorings der Fläche sind in Abbildung 22 dargestellt. Zum Zeitpunkt des Spargelfliegenfluges wurden insgesamt 0,84 bzw. 1,27 Fliegen pro Falle im Bereich des Massenfangs gezählt. Zusätzlich wurde der Beifang auf den Fallen bestimmt. Nützlinge sowie Bestäuber klebten nur vereinzelt auf den Fallen und wurden deshalb nicht im Detail aufgeführt. Hauptsächlich waren Spargelhähnchen sowie Weberknechte an den Fallen zu finden.

Die Befallsfeststellung der Triebe im Herbst lässt keine Befallsreduzierung im Bereich des Massenfangs erkennen. Im ersten Versuchsjahr wurden insgesamt 136 Fallen eingesetzt, wobei der Befall in beiden Bereichen bei 11 bzw. 12 % sowie die Befallsstärke bei 1,20 befallenen Fraßgängen pro Trieb lag. Im zweiten Versuchsjahr konnte nur ein sehr niedriger

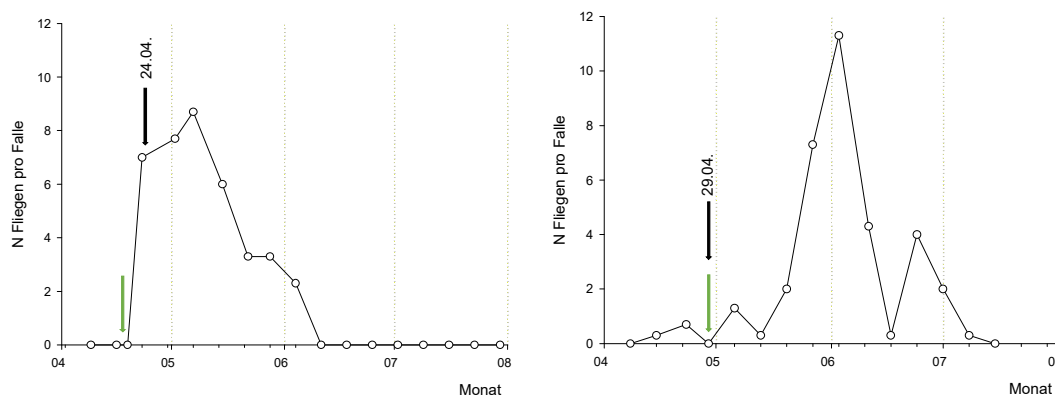


Abbildung 23 Flugverlauf auf der Fläche des Massenfangs in den Jahren 2018 und 2019

Links: Flugverlauf 2018. Rechts: 2019 Flugverlauf 2019. Grüner Pfeil gibt den Zeitpunkt des Aufwuchses der Spargelanlage und der schwarze Pfeil den Zeitpunkt des Aufstellens der Fallen für den Massenfang.

Tabelle 9 Mittelwerte (Standardabweichung) der Befallshäufigkeit und –stärke in den Versuchen zum Massenfang 2018 und 2019

		Ø Fliegen pro Falle	Anteil befallener Triebe (%)	Anzahl Fraßgänge pro befallenem Trieb
2018	K		0,12 (0,01) t(6)= -0,511	1,22 (0,07) t(6)= 0,156
	MF	0,84	0,11 (0,01) p > 0,05	1,20 (0,14) p > 0,05
2019	K		0,03 FET	2,00 (1,00) t(7)= -0,382
	MF	1,27	0,03 p=1	1,75 (0,96) p > 0,05
	ZB		0,27	2,22 (1,42)

K: Kontrolle, Bereich ohne Fallen; MF: Massenfang, Bereich mit Fallen; ZB: Zusatzbonitur: Bonitur im Bereich der Fallen des allgemeinen Flugmonitorings am Feldanfang; FET= Fisher's exact test

Befall von 3 % befallener Triebe ermittelt werden und war nachweislich zu gering, um deutliche Effekte hervorzuheben (Tabelle 9).

Aufgrund des sehr niedrigen Befalls im Bereich des Versuches in 2019, aber des deutlich nachweisbaren Fluges auf den Stableimfallen im Rahmen des Monitorings wurde eine zusätzliche Bonitur durchgeführt. Es lässt sich ein deutlicher Befallsgradient in der Fläche nachweisen, die Positionierung des Versuches in der Mitte der Fläche war somit förderlich, um Randeffekte zu umgehen.

4.9 Insektizidversuche

4.9.1 Ergebnisse am Standort Fuhrberg

In den Versuchen der LWK am Standort Fuhrberg konnten differenzierte Bekämpfungserfolge in nur sehr wenigen Fällen nachgewiesen werden. Die Versuchsauswertung und Interpretation wird erschwert durch die hohen Varianzen zwischen den Wiederholungen. In Abbildung 24 sind die Befallshäufigkeiten, der an den Behandlungsterminen markierten Triebe in den 6 durchgeführten Versuchen dargestellt. Ergänzend findet sich in Tabelle 10 eine Übersicht über die Anzahl der Behandlungen, die die einzelnen Triebe erhalten haben. Eine vollständige statistische Analyse konnte während der Projektlaufzeit nicht mehr erfolgen.

Mehrfach mit dem Mittel Benevia (Wirkstoff Cyantraniliprole) behandelte Triebe zum Aufwuchsbeginn zeigten niedrigere Befallszahlen (Ertragsanlage 2019), wohingegen einzelne Behandlungen zu späteren Terminen (T4, T5) in Ertrags- und Junganlagen keinen Einfluss auf den Befall mehr hatten. Die Wirksamkeit früher Behandlungen war jedoch nicht in allen Versuchsjahren zu beobachten. Diese nicht vorhandene Wirkung zu späten Terminen wurde ebenfalls an Acetamiprid behandelten Trieben festgestellt. Das bis 30.06.2020 einsetzbare Mittel Danadim Progress (Wirkstoff Dimethoat) wies eine ähnlich variierende Wirkung auf. Durch eine frühzeitige Behandlung mit Karate Zeon (Wirkstoff: lambda-Cyhalothrin) und mit NeemAzal T/S konnte ebenfalls ein befallsreduzierender Effekt beobachtet werden.

Eine Anpassung der Bekämpfungsschwellen von kumulierten zu wöchentlichen Flugzahlen wurde in 2018 durchgeführt und in 2019 wiederholt getestet. Anhand der dargelegten Ergebnisse aus allen Versuchsjahren scheint eine Behandlung der Junganlagen zum Flugbeginn sinnvoll. Die gesetzten Bekämpfungsschwellen von 5 und 10 kumulierten bzw. wöchentlich gefangenen Fliegen erweisen sich für die Behandlung dieses Anlagentyps jedoch zu unspezifisch. Im ersten Versuchsjahr (2017) wurden die Bekämpfungsschwellen in der Fläche zu allen Terminen überschritten, welches sehr hohen Befallszahlen mit frühzeitig abgestorbenen Trieben zur Folge hatte. In 2018/2019 wurde nach Anpassung der Schwellenwerte nur die erste Bekämpfungsschwelle von 5 Fliegen pro Falle pro Woche erreicht, dies zeigt sich aber nicht beim Vergleich des Behandlungserfolgs aller Versuchsvarianten.

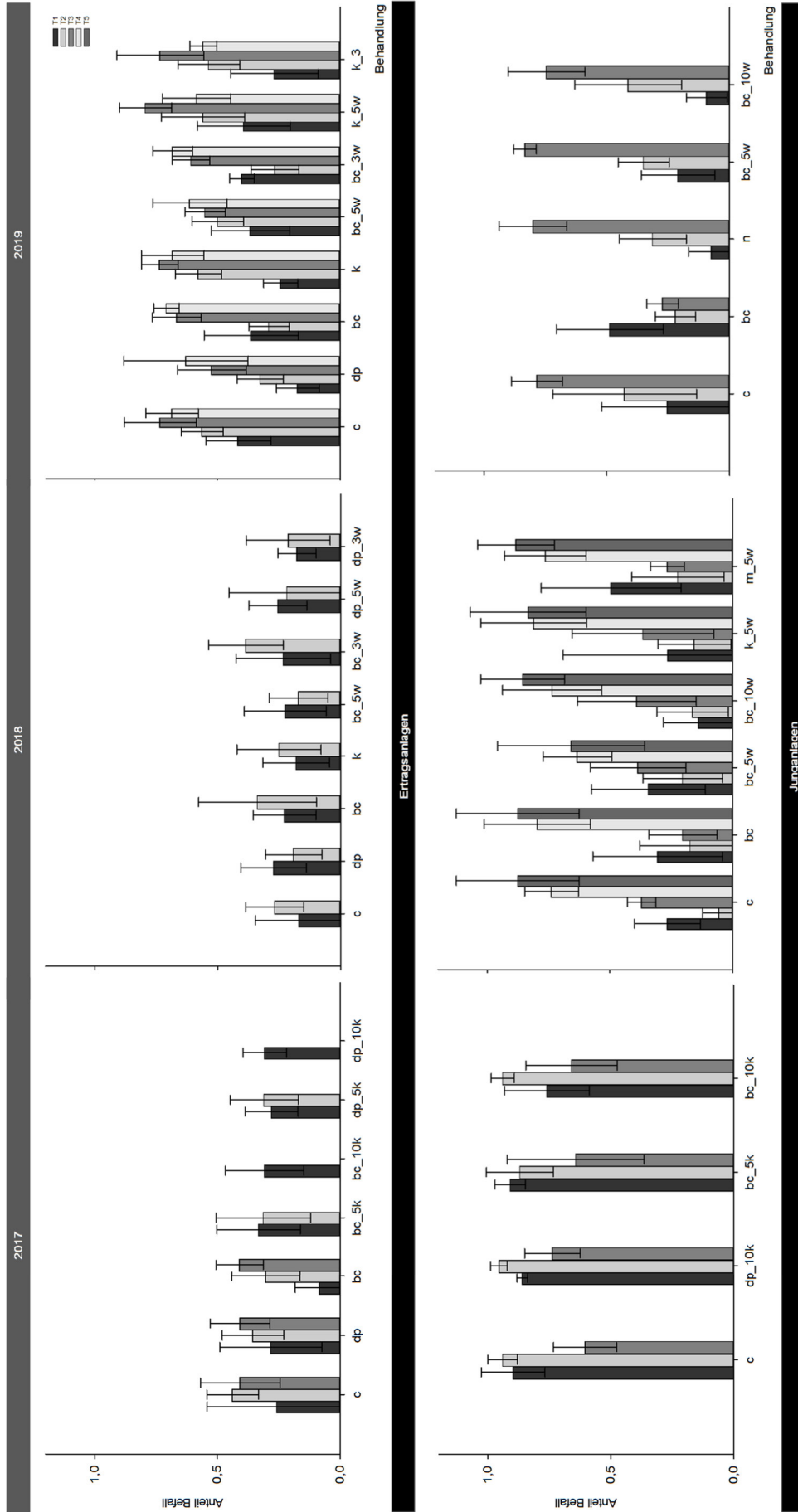


Abbildung 24 Befallshäufigkeiten in den Insektizidversuchen der LWK

Oben: Ertragsanlagen. Unten: Junganlagen. Angabe der gemittelten Befallshäufigkeit der markierten Triebe nach Termin mit Standardabweichungen. c=Kontrolle, dp: Danadim Progress, bc:Benevia + Codacide, k:Karate Zeon, m: Mospilan SG n:NeemAzal T/S Bekämpfungsschwellen: 5/10k= Fliegen pro Falle kumuliert, 3/5/10w= Fliegen pro Falle pro Woche. Ohne Zahl: wöchentliche Behandlung

Tabelle 10 Behandlungshäufigkeiten in den Insektizidversuchen der LWK

Anlage	Jahr	Behandlung	Termin					Σ Behandlungen
			1	2	3	4	5	
Ertragsanlage	2017	bc	x	x	x			3
		dp	x	x	x			3
		bc_5k	x	x				2
		bc_10k	x					1
		dp_5k	x	x				2
		dp_10k	x					1
	2018	bc	x	x				2
		dp	x	x				2
		k	x	x				2
		bc_3w	x	x				2
		bc_5w	x					1
		dp_3w	x	x				2
	dp_5w	x					1	
	2019	bc	x	x	x			3
		dp	x	x	x			3
		k	x	x	x	x		4
		bc_3w	x	x	x			3
		bc_5w			x			1
		k_3w	x	x	x	x		4
	k_5w			x	x		2	
	Junganlage	2017	bc_5k	x	x	x		
bc_10k			x	x	x			3
dp_10k			x	x	x			3
2018		bc	x	x	x			3
		bc_5w	x					1
		bc_10w	x					1
		k_5w	x			x	x	3
		m_5w	x			x	x	3
2019		bc	x	x	x			3
		n	x	x	x			3
		bc_5w			x			1
		bc_10w						0

bc: Benevia + Codacide, dp: Danadim Progress, k: Karate Zeon, n: NeemAzal T/S, m: Mospilan, Bekämpfungsschwellen: 5/10k= Fliegen pro Falle kumuliert, 3/5/10w= Fliegen pro Falle pro Woche. Wenn keine Zahl angegeben, wie bc/dp/k/n/m dann wöchentliche Behandlung ab Flugbeginn. X: erfolgte Behandlung

In den Ertragsanlagen zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Niedrigere Befallszahlen wurden auch hier bei einer zeitigen Behandlung nach Stechende und nach Erreichen der ersten Bekämpfungsschwelle von 3 Fliegen pro Falle pro Woche erzielt.

Die Befallsgefährdung einer Anlage hängt vom zeitlichen Zusammentreffen des Triebdurchwuchses und der Anzahl Spargelfliegen ab. Da auch nach dem Spargelfliegenflug weiterhin Triebe in unterschiedlichem Umfang geschoben werden können, relativiert sich der Befall im Saisonverlauf. Um eine bessere Einschätzung zur eigentlichen Gefährdung der Versuchsanlagen und somit zum Bekämpfungsbedarf zu erhalten, wurden für das Jahr 2018 die dokumentierten Aufwüchse und Flugverläufe in den beiden Anlagentypen abgebildet.

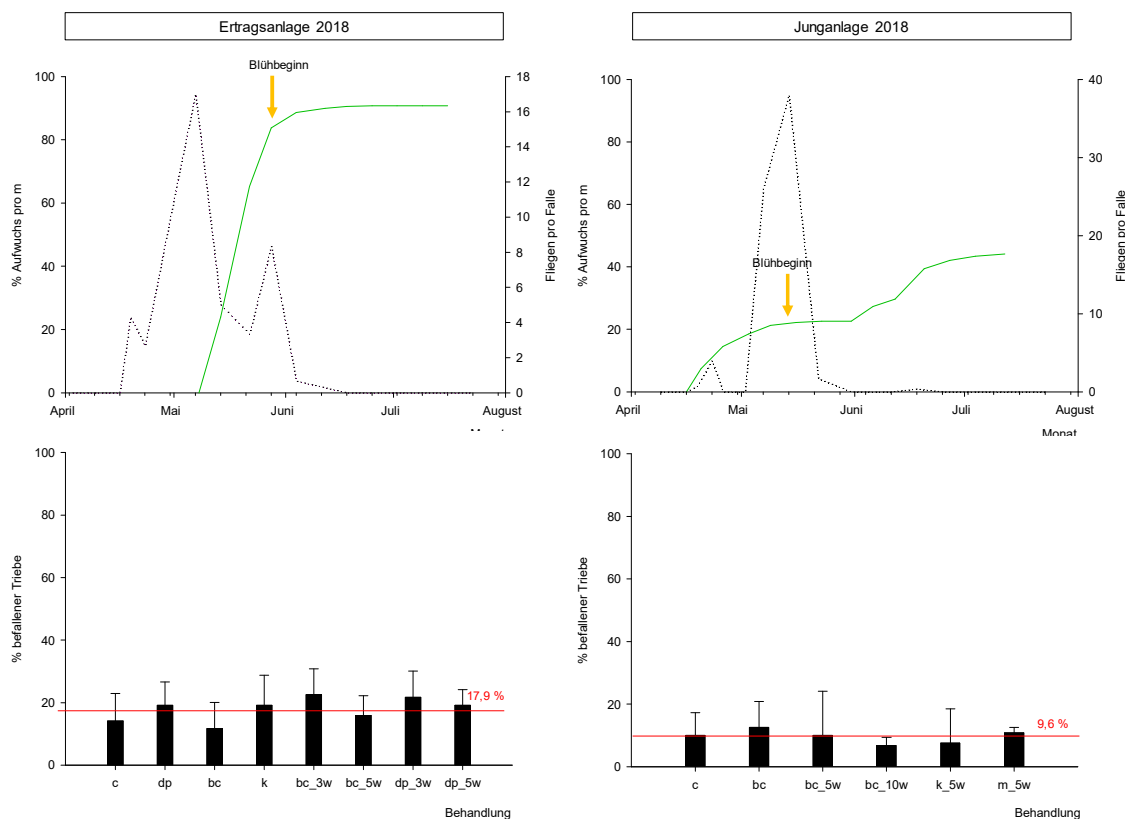


Abbildung 25 Aufwuchs und Gesamtbefall in den Insektizidversuchen der LWK 2018

Oben: Gestrichelte Linie: Flugverlauf. Grüne Linie: prozentualer Aufwuchs bis Mitte Juli. Die 100 % Aufwuchs wurden zur Endbonitur (Oktober) erfasst. Unten: Gesamtbefall aller Versuchsglieder. Je Variante wurden 30 Triebe innerhalb von 2 m bonitiert. Rote Linie: mittlerer Befall über alle Versuchsglieder.

Anschließend wurde der Gesamtbefall der einzelnen Versuchsglieder dieser Grafik gegenübergestellt.

In der Ertragsanlage 2018 wuchsen über 90% der gesamten Triebe während des Spargelfliegenfluges auf und konnten theoretisch belegt werden. Die Flugaktivität war zu diesem Zeitpunkt allerdings abnehmend, relativ wenige Fliegen hatten relativ viele Triebe zur Eiablage zur Auswahl. Der Anteil befallener Triebe lag im Herbst bei knapp 18%. Schäden durch ausfallende Triebe wurden nicht beobachtet. Die Gefährdung der Anlage kann damit als mäßig eingestuft werden (Abbildung 25).

In der Junganlage aus 2018, fand die Einwanderung der Fliegen mit Aufwuchs der ersten Triebe statt. Der Flugpeak lag unmittelbar in dem Zeitraum der ersten Aufwuchswelle, in dem knapp 20 % der Gesamtriebe durchstießen. Viele Fliegen trafen auf relativ wenige Triebe, weshalb die Befallshäufigkeit in diesen Trieben ziemlich hoch war. Da während der Saison nach relativ viele Triebe nachwuchsen, reduzierte sich der Gesamtbefall auf knapp 10% Befallshäufigkeit.

4.9.2 Ergebnisse am Standort Braunschweig

Am Standort Braunschweig wurden Versuche mit Benevia und Karate Zeon durchgeführt. Die Wirkung der Pflanzenschutzmittel wurde über die Anzahl an Fraßgängen in den Stängeln beurteilt. Von der Anzahl der Fraßgänge kann mittelbar auf die Eiablage und die Zahl an Larven und Puppen geschlossen werden, die eine Schädigung der Spargeltriebe verursachen. In 2017 erfolgte ein Vergleich zwischen der Kontrolle und einer im Abstand von 2 Wochen

wiederholten Behandlung mit Benevia. Die Behandlung wurde begonnen, sobald der Flug der Spargelfliege einsetzte und erfolgte insgesamt dreimal. Da zu Versuchsende alle Triebe stark befallen waren, konnten keine Effekte der Pflanzenschutzmittelapplikation festgestellt werden.

In den Untersuchungsjahren 2018 und 2019 wurden Behandlungen nur nach Erreichen der Schadschwelle durchgeführt. Für Benevia wurde neben der Schadschwelle von 5 Fliegen/Falle auch eine Schadschwelle von 10 Fliegen/Falle angesetzt. Die Versuche zeigten in allen 3 Versuchsjahren, dass die Pflanzenschutzmittel im Vergleich zur Kontrolle nur geringfügige Reduktionen in der Anzahl der Fraßgänge erbrachten, wobei in 2018 die deutlichsten Differenzen in der mittleren Anzahl an Fraßgängen beobachtet wurden. Dennoch ließ sich sowohl in 2018, als auch in 2019, ähnlich wie in den Versuchen der LWK, ein Effekt von Benevia und Karate Zeon feststellen. In 2018 zeigten Spargeltriebe, die zwischen dem 02. Mai und dem 15. Mai aufgelaufen sind, nach ein- bis zweimaliger Behandlung eine deutliche Abnahme in der mittleren Anzahl an Fraßgängen.

In 2019 galt dasselbe für Triebe, die zwischen dem 17. April und dem 14. Mai aufgelaufen sind. Der überwiegende Teil dieser Triebe erfuhr nur eine einzige Behandlung zwischen dem 24ten und dem 29ten Mai. Die Art des Mittels spielte weniger eine Rolle, als die Schadschwelle oder der daraus resultierende Zeitpunkt der Applikation. Spargeltriebe die 1-2 Wochen vor Applikation der Pflanzenschutzmittel frisch aufliefen, zeigten zum Zeitpunkt der Ernte keine wesentliche Reduktion in den Fraßgängen. Im Jahr 2018 betrug das Alter der Spargeltriebe, in denen die Anzahl der Fraßgänge reduziert wurde 10-23 Tage, in 2019 waren es 10-35 Tage. Aus den Trieben die im Zeitraum 17. April bis 14. Mai aufliefen, zeigten jedoch auch die Kontrollen eine allgemein niedrigere Anzahl an Fraßgängen. Scheinbar reduzierten die Pflanzenschutzmittel eine weitere Belegung mit Eiern an älteren Trieben, verhinderten jedoch eine Eiablage an jungen Trieben nicht. Die Mechanismen, die hinter dieser Beobachtung stecken könnten, konnten nicht geklärt werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass an jungen Trieben generell weniger Eier abgelegt werden und eine Pflanzenschutzmaßnahme, deshalb an diesen Trieben keinen Effekt zeigt (Abbildung 26).

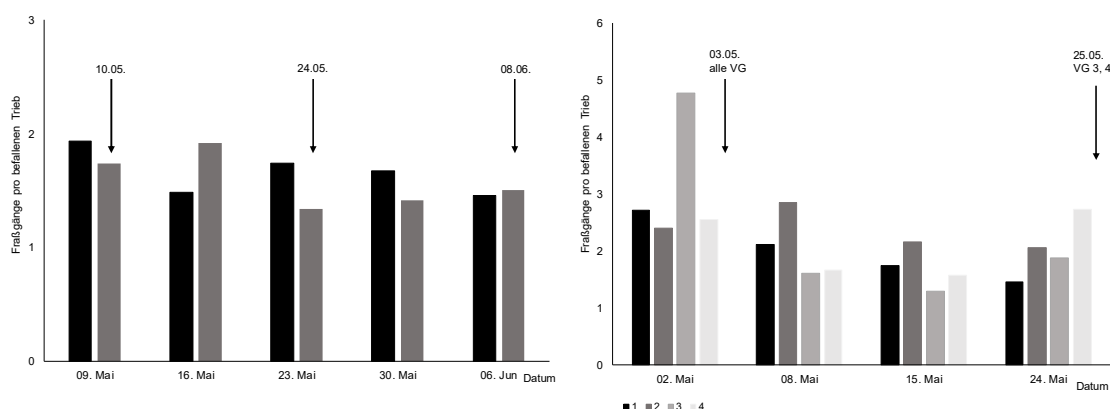


Abbildung 26 Befallsstärke in den Insektizidversuchen des JKI 2017 und 2018

Links: Versuch in 2017. Schwarze Balken: Kontrolle. Graue Balken: Benevia + Codacide mit wöchentlicher Applikation ab Flugbeginn. Rechts: Versuch in 2018. Von links nach rechts: 1: Kontrolle. 2: Benevia + Codacide mit Bekämpfungsschwelle 10 Fliegen pro Falle pro Woche. 3: Karate Zeon mit Bekämpfungsschwelle 5 Fliegen pro Falle pro Woche. 4: Benevia + Codacide. Bekämpfungsschwelle 5 Fliegen pro Falle pro Woche.

5. Diskussion

5.1 Flug- und Befallserfassung

Die in 2017 -2019 erfassten Flug- und Befallszahlen der verschiedenen Standorte geben die natürlichen Schwankungen in der Populationsdynamik der Spargelfliege mit den Jahreseffekten wieder.

Zwar wurde von Otto (2002) eine Korrelation zwischen dem erfassten Flugaufkommen auf den Fallen und dem Anteil befallener Pflanzen in einer Fläche dargestellt, diese Korrelation konnte in diesem Projekt in dieser Deutlichkeit allerdings nicht wiedergefunden werden. Ein insgesamt starkes Flugaufkommen, muss nicht immer mit einem hohen Befall einhergehen, wie anhand der Daten in 2018 erkenntlich wird. Das heißt, hohe Flugzahlen können nicht immer mit einer starken Schädigung der Spargeltriebe gleichgesetzt werden. Ausschlaggebend ist vielmehr das Vorhandensein attraktiver Triebe während der Flugphase. In 2018 stiegen die Temperaturen nach einem kühlen Frühjahr schlagartig an (Daten hier nicht abgebildet). Hierdurch kam es zu einem massenhaften starken Schlupf der Tiere innerhalb einer kleinen Zeitspanne. Da sich der überwiegende Teil der Anlagen aber zu diesem Zeitpunkt noch in der Ernte befand, fehlte den Fliegen die Gelegenheit Eier abzulegen. Nur spät schlüpfende Fliegen hatten noch die Gelegenheit Spargeltriebe zu belegen.

Es wurde beobachtet, dass der Schlupfzeitpunkt der Tiere, nicht mit dem auf dem Feld beobachteten Flugzeiträumen übereinstimmte. Diese Abweichung kann einerseits erklärt werden durch den in den Anlagen durch die Folien verfrühten Schlupf der Fliegen, andererseits aber vor allem durch den Zuflug aus benachbarten anderen Anlagen. Da das Projekt an Standorten durchgeführt wurde, die eine hohe Spargelflächendichte aufwiesen, spielte der Zuflug auf diesen Flächen eine erhebliche Rolle. Durchreibende Stangen sind für die Spargelfliegen sehr attraktiv und werden aktiv angefliegen. Hierdurch lassen sich die hohen Fangzahlen in Junganlagen und Neupflanzungen erklären, die noch keinen Befall aufweisen konnten. Da diese Anlagen früh aufwachsen und den Fliegen die erste Möglichkeit der Eiablage bieten, sind sie besonders attraktiv.

Die Daten wurden in Flächen erhoben, auf denen auch Insektizide eingesetzt wurden. Es hat sich gezeigt, dass durch die intensive Überwachung der Flächen die Bekämpfung sehr gezielt durchgeführt werden konnte und nur auf sehr wenigen Flächen überhaupt notwendig war. Wie die Insektizidversuche zeigten, wird die Befallshäufigkeit durch den Insektizideinsatz in der Regel nicht signifikant beeinflusst. Die gemeinsame Verrechnung von Flächen mit und ohne Insektizideinsatz kann für die Befallshäufigkeit deshalb vertreten werden. Für die Verrechnung der Flächen hinsichtlich der Befallsstärke müsste differenzierter betrachtet werden.

5.2 Einflussgrößen auf den Schlupf

Die Arbeitshypothese zu Projektbeginn war, dass der Schlupfzeitpunkt im nächsten Jahr im Wesentlichen durch das physiologische Alter einer Puppe bestimmt wird. Also Puppen, die sich aus früh abgelegten Eiern entwickelten im nächsten Jahr auch früh schlüpfen. Die Hypothese wurde anhand von historischen Flugmonitoringdaten aufgestellt. Wie die Auswertung der Daten allerdings zeigte, kann es zu erheblichen Zuflug aus räumlich benachbarten Spargelfeldern kommen, was sich in erhöhten Fallenfängen vor allem in Junganlagen zeigt. Die Fallenfänge lassen daher keinen sicheren Schluss auf das Schlupfgeschehen auf der Fläche zu, zumindest nicht in Regionen mit einer hohen Spargelflächendichte.

Trotzdem konnten 40% der beobachteten Varianz des Schlupfzeitpunktes durch den Termin der Eiablage erklärt werden. Der Einfluss ist damit allerdings geringer als angenommen. Es ist wahrscheinlich, dass der Schlupf durch das Erreichen von individuellen Temperatursummen

unter Langtagbedingungen ausgelöst wird. Auf diese Weise lässt sich erklären, dass sich die Entwicklungsdauer von Tieren aus spät abgelegten Eiern im Vergleich zu Tieren aus früh abgelegten Eiern verkürzt.

Auch durch die praxisübliche Verwendung von Folien wird der Schlupfzeitpunkt beeinflusst. Eine in der Praxis eingesetzte Schwarz-Weiß-Folie mit schwarzer Seite nach oben gerichtet, führte zu einer erhöhten Dammtemperatur von durchschnittlich 2 °C ab April und einem daraus resultierenden verfrühten Schlupf im Vergleich zu dem Schlupf aus einem unbedeckten Damm. Für den Schlupfbeginn erscheint das Erreichen mindestens von 10 °C entscheidend zu sein.

Anhand der im Insektarium gewonnen Erkenntnisse zum Schlupfverhalten der Images, ist in der Regel mit sehr hohen Schlupfraten zu rechnen. Diese werden bedingt durch eine geringe natürliche Mortalität, der Absenz von Parasitoiden und dem Fehlen einer verlängerten Winterdiapause. Unter natürlichen Umständen sind die Puppen jedoch in den zersetzten Trieben im Boden und nicht auf der Bodenoberfläche vorzufinden. Dies könnte einen negativen Einfluss auf die Schlupfrate haben. Eine Abschätzung der natürlichen Schlupfrate konnte durch die Untersuchungen zum Schlupfverhalten aus verschiedenen Ablagetiefe erfolgen. Im Vergleich zum Insektarium schlüpften in beiden Jahren ca. 60% der Tiere. Der Schlupferfolg aus beiden Ablagetiefen von 10 und 20 cm unterschied sich nicht signifikant. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine mögliche Verlagerung der Puppen in tiefere Bereiche, z.B. durch eine tiefere Bodenbearbeitung, keinen Effekt auf die Anzahl schlüpfender Tiere im Folgejahr hätte.

Als Faustzahl kann deshalb angenommen werden, dass ungefähr 2/3 der in den Trieben bzw. Boden liegenden Puppen in einer Fläche im nächsten Jahr zum Schlupf kommen können. Dieser Zusammenhang könnte genutzt werden, um für das nächste Jahr das Fliegenpotenzial in der Fläche und die Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen abzuschätzen.

Ein alternativer Ansatz, den Befall in einer Fläche anzugeben wäre anstelle der momentan genutzten Befallshäufigkeit der Triebe, die Angabe des im Herbst ermittelten Puppenbesatzes als Puppen/m². Hieraus ließe sich auch das Schlupfpotenzial der Fläche für das nächste Jahr ableiten.

5.3 Dispersionsverhalten

Die bisherige Annahme, dass die Spargelfliege eher träge und standorttreu ist (Dingler, 1934; Otto, 2002), lässt sich anhand der aktuellen Untersuchungen nicht bestätigen. Die höchsten Flug- und Befallszahlen wurden zwar in direkter Nachbarschaft beflugener Flächen bzw. in den ersten Reihen angrenzender Anlagen beobachtet, generell muss jedoch anhand der dargelegten Ergebnisse mit einer erhöhten Flugaktivität im Umkreis von 300 m gerechnet werden. Auch in Entfernungen von 600 m scheinen von einigen Tieren überwunden werden zu können.

Eine Ansiedlung der Fliege in Neuanlagen ist vor allem in den Randbereichen und in der Nähe von holzigen Vegetation beobachtet worden. In den Untersuchungen zum Dispersionsverhalten anderer Schädlinge wie der Möhrenfliege, *Chamaepsila rosae*, wurden ebenfalls Hecken sowie hochwüchsige Nachbarkulturen als möglicher Verstärker des Befalls gesehen. Eine vermehrte Ansiedlung konnte hierbei entlang eines Feuchtegradientens beobachtet werden (Herrmann et al., 2010). Ob adulte Spargelfliegen aufgrund eines bevorzugten Mikroklimas oder hinsichtlich eines Ortswechsel zur Nahrungssuche in den Randbereichen anzutreffen sind, konnte im Rahmen dieses Projektes nicht geklärt werden. Durch die erhöhten Fangzahlen in der Nähe eines Blühstreifens oder in benachbarten Wiesen scheinen aber Blüten als Nahrungsquelle für die Spargelfliegen eine wichtige Rolle zu spielen.

Aufgrund der Dokumentation des Fliegenvorkommens an den Fangpflanzen in verschiedenen Himmelrichtungen und der beobachteten Flugaktivität in Neupflanzungen kann davon ausgegangen werden, dass die Fortbewegung der Fliegen zumindest in einem Radius von 300 m aktiv auch gegen die Windrichtung erfolgt. Inwieweit eine Einwanderung in Flächen in einer Entfernung von 500 bis 600 m aktiv oder passiv stattfindet kann anhand der Daten nicht sicher geklärt werden. Es ist aber anzunehmen, dass auch über der Grenze von 300 m immer mit einem vereinzelt Auftreten von Tieren zu rechnen ist.

5.4 Alternative Bekämpfungsmaßnahmen

Der vermehrte Einsatz von Stableimfallen bzw. einer Zwischensaat zur Verwirrung scheinen die Reproduktion der Fliegen und deren Eiablage in den Spargelbeständen nicht ausreichend unterbinden zu können.

5.4.1 Massenfang

Auch wenn sich die von Otto (2002) entwickelten Stableimfallen, als bester Fallentyp zum Fang der Spargelfliegen in der Praxis gezeigt haben, konnte durch einen vermehrten Einsatz dieser Fallen im Bestand, der Befall nicht reduziert werden. Dieser Effekt lässt sich nur dadurch erklären, dass die Fallen weniger attraktiv sind, als die Wirtspflanzen selbst. Bei Spargelfliegen dürften neben optischen auch olfaktorische Reize bei der Orientierung eine Rolle spielen (Thibout et al. 2005). Eine geringere Attraktivität der Falle kann bis zu einem gewissen Grad mit einer Erhöhung der Fallenzahl ausgeglichen werden. Bei den durchgeführten Versuchen wurden bis zu 125 Fallen pro ha aufgestellt. Für einen Praxisbetrieb dürfte diese Fallenzahl vom Arbeitsaufwand her kaum wirtschaftlich zu realisieren sein. Hinzu käme nicht nur der Aufwand für das Aufstellen, sondern ebenfalls die Kosten für die Pflege, da die Fallen durch auffliegende Bodenpartikel, die am Leim haften bleiben, ihre Fängigkeit verlieren. Der Leim müsste daher in regelmäßigen Abständen erneuert werden.

Der Einsatz von Stableimfallen mit möglichen Ködermitteln wurde während der Projektphase diskutiert, gestaltet sich aufgrund der fehlenden Studien zu attraktiven Komponenten sowie einer möglichen Umsetzung an den beleimten Fallen im Rahmen des Projektes als schwierig umsetzbar. Zudem bliebe das Problem der notwendigen Säuberung der Fallen während der Saison weiterhin ungeklärt.

5.4.2 Zwischensaat

Durch die Zwischenreihensaat konnte der Befall in den Spargelpflanzen nicht signifikant reduziert werden. Ein kritischer Punkt war bei der Versuchsdurchführung die genaue Terminierung des Auflaufens der Zwischensaat mit dem Durchstoßen des Spargels. Zudem musste die Zwischensaat eine ähnliche Größe wie der Spargel erreichen, um diesen während der Flugphase zu verdecken. Im kleinparzelligen Versuch mit Winterroggen konnte zudem ein negativer Effekt auf die Kulturpflanze durch Konkurrenz beobachtet werden. Dies wurde auch von Brainard et al. (2012) bei der Bewertung von Zwischenreihensaat in Spargel angemerkt. In sehr niederschlagsarmen und heißen Jahren ist eine verstärkte Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe und damit einhergehenden verminderten Spargelerträge zudem nicht auszuschließen.

In der Praxis als Zwischenreihensaat im Spargel zum Einsatz kommende Klee-Grasmischungen zur Erosionsminderung wurden aufgrund ihrer Frostempfindlichkeit und des somit unpassenden Aussaattermins, sowie der fehlenden Höhe der Pflanzen im Projekt nicht betrachtet.

5.4.3 Mechanische Zerkleinerung

Ein Effekt der untersuchten Zerkleinerungsgeräte auf Spargelfliegen hängt eng mit der Bearbeitungstiefe zusammen. Eine oberirdische Bearbeitung wie das Häckseln erreichte einen Großteil der Puppen in den Trieben nicht, da sich die Puppen unter der Erdoberfläche befinden (vgl. Abschnitt 4.1.2). Dagegen werden durch eine ober- und unterirdische Bearbeitung wie Mulchen + Fräsen die Puppen zerstört oder verletzt, sodass die Schlupfrate im nächsten Jahr deutlich verringert werden kann. Aufgrund der teils niedrigen Schlupfzahlen sind Aussagen zum absoluten Bekämpfungserfolg jedoch nur schwer zu treffen. Vor allem in den untersuchten Bodenproben mit anschließend gezogen Damm, kann davon ausgegangen werden, dass eine verstärkte Durchmischung des Bodens zu einem Verdünnungseffekt führte. Der eigentliche Effekt der eingesetzten Technik wird deshalb möglicherweise nicht korrekt abgebildet.

Die tiefe Bodenbearbeitung scheint ein wichtiger Ansatzpunkt für eine Reduktion des Befallspotenzials im nächsten Jahr zu sein. Aufgrund der derzeitigen pflanzenbaulichen Praxis, würde eine Bearbeitungstiefe von 5 bis 10 cm unter der Dammkrone in der Regel nicht kritisch sein. Je nach Pflanzungstiefe und Dammhöhe ließen sich betriebsspezifisch auch größere Bearbeitungstiefen realisieren, ohne dass das Rhizom der Spargelpflanzen geschädigt wird.

Zusätzlich geplante Untersuchungen mittels eines Spargelvollernters (u.a. dem KIRPY), zur Entfernung der Triebe im Herbst 2018, konnten aufgrund des niedrigen Befalls in der zuvor ausgewählten Fläche sowie zu weiten Transportwegen zu anderen Flächen nicht realisiert werden. Andere Techniken wurden ebenfalls in Betrachtung gezogen, konnte aber im Zuge des Projektes nicht weiterverfolgt werden.

5.5 Optimierung des Insektizideinsatzes

In den während der dreijährigen Projektphase durchgeführten Insektizidversuchen mit zugelassenen und in der Zulassung befindlichen Pflanzenschutzmitteln, gestaltete sich der Nachweis der Wirksamkeiten schwierig. Die vollständige statistische Auswertung der Versuche konnte noch nicht abgeschlossen werden. Eine erste Zusammenstellung zeigte jedoch, dass Effekte mit systemischen Mitteln zu erzielen waren. Nicht systemische Mittel wie Karate Zeon und NeemAzal zeigten ebenfalls eine gewisse Wirkung. Allgemein zeigte sich jedoch eine hohe Variabilität innerhalb der Versuche. Dieses wurde möglicherweise durch mehrere Faktoren beeinflusst. Diese sind im Folgenden dargelegt.

Versuchstechnisch bedingte Einflussfaktoren

Versuchsdesign

Aufgrund der kleinparzelligen Insektizidversuchsflächen ist zum einen nicht auszuschließen, dass eine Wechsel- oder Repellentwirkung von applizierten Insektiziden in den benachbarten Nachbarparzellen eintritt. Zum anderen kann es durch die Flugdynamik der Fliege in der Spargelanlage, zu einer Verzerrung der Ergebnisse in den Versuchspartellen kommen. Um diesen Einflussgrößen entgegen zu wirken, wurden die Parzellengröße und –ausrichtung angepasst. Nichtsdestotrotz bleibt die Problematik bestehen.

Applikationstechnik

Eine präzise und gute Benetzung der Spargeltriebe ist vor allem zu Beginn des Aufwuchses sehr schwierig, da die Triebe im Bestand sehr klein und lückenhaft auflaufen. In der Praxisfläche kann es deshalb dazu führen, dass zu wenig Wirkstoff auf die Triebe gelangt.

Wirkstoff bedingte Einflussfaktoren:

Ungeklärte Wirksamkeit auf die Fliege

Bei den meisten getesteten Wirkstoffen ist nicht vollständig geklärt, auf welches Entwicklungsstadium der Spargelfliege das eingesetzte Insektizid am besten wirkt oder ob durch subletale Effekte, wie es z.B. bei NeemAzal vermutet wird, die Regulierung durch die Reduzierung der Reproduktionsrate erfolgt.

Ungünstige Terminierung

Wie Versuche des Pflanzenschutzamtes bei Möhrenfliegen zeigten, kann die Wirksamkeit eines Mittels deutlich durch die Wahl des optimierten Einsatzzeitpunktes gesteigert werden. Aufgrund der unbekanntenen Wirkungsmechanismen wurde in den durchgeführten keine Optimierung hinsichtlich des Terminierungstermins eingeplant.

Trotz der Unzulänglichkeiten von Parzellenversuche und des Testdesigns bei Spargelfliegenversuchen soll hier aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden., dass die eingesetzten Insektizide schlichtweg keine ausreichende Wirkung gegen Spargelfliegen haben. Eine genaue statistische Analyse der Daten über den Parameter der Befallsstärke soll hier in absehbarer Zeit noch Klarheit bringen.

Eine allgemeine schlechte Wirkung der untersuchten Mittel ist durchaus denkbar und wurde möglicherweise durch die versuchstechnischen Einflussgrößen verstärkt.

Aufgrund der noch fehlenden statistischen Auswertung konnten die Bekämpfungsschwellen noch nicht überarbeitet werden. Sicher ist, dass für Jung- und Neupflanzungen geringere Flugzahlen akzeptabel sind, als für Ertragsanlagen. Aufgrund der sehr wenigen und dünnen Triebe wurde schon bei einer Larve pro Trieb (eigene Beobachtungen) ein frühzeitiges Absterben von Trieben beobachtet. Bei Ertragsanlagen dagegen hat sich gezeigt, dass eine relativ hohe Befallshäufigkeit in einer Anlage aufgrund der stärkeren Triebe weitgehend unsymptomatisch bleibt und damit akzeptiert werden kann. Ein wirtschaftlicher Verlust scheint erst bei sehr hohen Flug- und auch Belegzahlen eine Rolle zu spielen.

Zukünftige Befallsschwellen sollten sich daher auch nicht mehr wie bisher an der Befallshäufigkeit orientieren, sondern vielmehr an der zu erwartenden Befallsstärke berechnet werden. Diese wird beeinflusst durch den Aufwuchszeitpunkt, sowie Flugdauer und -intensität.

Durch den Nachweis der erhöhten Aktivität im Randbereich bei Neu- und Junganlagen, und in den ersten Rendreihen der Zuflugsrichtung, sowie in der Nähe von Gehölzen kann eine Randbehandlung zu Beginn des Einfluges womöglich ausreichend sein.

6. Vorraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Das Projekt war sehr anwendungsorientiert ausgerichtet. Durch das Projekt konnten Lücken zum Verhalten und der Biologie der Spargelfliege geschlossen werden. Hierdurch können Zusammenhänge im Befallsgeschehen klarer erkannt werden. Zudem werden Anbauer und Berater durch die erarbeiteten Informationen in die Lage versetzt, schlagspezifische Risiken im Vorfeld genauer einschätzen zu können. Im Speziellen können die Ergebnisse wie folgt genutzt werden:

- deutlichere Interpretationen der Monitoringergebnisse auf den Flächen ist möglich.
- Optimierung der Fallenaufstellung durch Auswahl von Feldstrukturen mit zu erwartender erhöhter Aktivität der Fliegen
- Optimierte Befallsbonitur in Neupflanzungen und Junganlagen
- Die Grundlage für eine deutliche Korrektur der Beurteilung des Befalls auf Grundlage der bisherigen Befallshäufigkeiten hin zu zukünftigen Befallsstärken ist gelegt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in Ertragsanlagen ein deutlich höherer Befall toleriert und damit eine höhere Befallsschwelle festgesetzt werden kann.
- Detaillierte Angaben und Bewertungen zu alternativen Bekämpfungsverfahren sind möglich.
- Empfehlungen zum Abstand zwischen den Anlagen und zum Stechende können gegeben werden.
- Eine erste Einschätzung zu den Wirksamkeiten verschiedener Insektizide ist möglich.

Detaillierte Angaben sind im erstellten Merkblatt zu finden.

7. Gegenüberstellung geplante und tatsächlich erreichte Ziele

Geplantes Ziel	Ziel erreicht	Bemerkung
Erarbeitung fehlender biologischer Parameter		
- Einfluss des physiologisches Puppenalters auf Schlupfzeitpunkt	ja	Der Einfluss ist vorhanden, aber nicht so groß wie angenommen.
- wie Photoperiode	ja	Der Einfluss der Photoperiode wurde nicht direkt in Versuchen untersucht. Die Analyse der Schlupfdaten ergab, dass dieser Einfluss für die Fragestellung des Projektes nicht relevant ist.
- das großräumliche Auftreten	ja	Es konnte gezeigt werden, dass die Flugaktivität der Spargelfliege eine größere Rolle spielt als angenommen. In zusammenhängenden Spargelanbau-gebieten ist der Flug zwischen den Flächen ein wesentlicher Faktor für das Auftreten.
Optimierte Pflanz- und Erntetermine	ja	Durch die Eingrenzung des Hauptfluges können Empfehlungen für die Vermeidung der Hauptflugphase bei der Pflanzung, sowie die Verschiebung des Ernteendes in Risikoanlagen gegeben werden.
Mindestabstände zwischen Spargelfeldern	ja	Die Daten lassen die Einschätzung von Abständen mit hohem und niedrigerem Befallsrisiko zu
Beurteilung der mechanischen Zerkleinerung im Herbst	ja	Empfehlungen und die Beurteilung praxisgängiger Geräte auf die Spargelfliegenbekämpfung sind möglich
Beurteilung der Verwirrung durch Zwischensaaten	ja	Es wurde nachgewiesen, dass keine Effekte zu erwarten sind.
Beurteilung des Massenfangs durch Stableimfallen	ja	Die Methode zeigte sich als nicht effektiv.
Beurteilung der Wirksamkeit von Insektiziden	teilweise	die erste Verrechnung ergab nur schwer nachweisbare Wirksamkeiten. Der Einfluss kleinparzelliger Versuchsmethodik auf den Nachweis der Wirksamkeit bei der Spargelfliege, sollte gezielter untersucht werden, evtl. eine EPPO-Richtlinie entwickelt werden.
Weiterentwicklung Schad- und Bekämpfungsschwellen	teilweise	Verschiedene Bekämpfungsschwellen wurden getestet, allerdings ohne großen Erfolg. Die Berücksichtigung der Wirkungsweise des eingesetzten Insektizides, des Aufwuchszeitraumes der Triebe und die Stängeldicke müssen bei der Entwicklung mitberücksichtigt werden. Eine vollständige statistische Analyse der Flug- und Befallszahlen konnte im Projektzeitraum nicht mehr erfolgen.

Gesamtstrategie	ja	Grundsätzlich konnten die wichtigsten Aspekte zur Spargelfliegenbekämpfung beleuchtet werden. Die Maßnahmen zur Befallsvermeidung und der Einsatz physikalischer Methoden kann von den Betrieben bereits verwendet werden. Solange die Bekämpfungsschwellen noch nicht überarbeitet werden konnten, sollten die derzeit gültigen genutzt werden.
Wissenstransfer über enge Einbindung der Praxis	ja	Sowohl Berater als auch Betriebe wurden eingebunden
Publikationen in praxisrelevanten Zeitschriften	noch nicht	Publikationen sind vorgesehen
Vorträge	ja	Vor Beratern und Praktikern wurden zahlreiche Vorträge gehalten

8. Zusammenfassung

Während der dreijährigen Projektphase konnten wichtige Erkenntnisse zur Biologie der Spargelfliege erarbeitet werden, die das Verständnis zur Befallsdynamik vertiefen.

Generell ist der Flugzeitraum der Spargelfliege zwischen Anfang April und Ende Juli, wobei der Hauptflug zwischen Mitte Mai und Mitte Juni zu beobachten ist. Der Schlupf scheint maßgeblich durch die Temperatur beeinflusst zu werden. Der Schlupfbeginn kann unter Langtagbedingungen ab 10 °C beobachtet werden. Schwarze Folien haben in der Konsequenz einen verfrühenden Einsatz auf den Schlupf.

Auf 2/3 aller Flächen wurden während der Projektphase durchschnittlich maximal 100 Fliegen pro Fallen gefangen. Nur selten waren es mehr. Der in den Anlagen beobachtete Befall im Projektzeitraum unterlag Jahreseffekten. In den meisten Anlagen lag er bei 10-20% Befallshäufigkeit. Bei dieser Befallshäufigkeit wurden in der Regel keinen sichtbaren Schäden an den befallenen Trieben beobachtet. Absterbende Triebe wurden in Ertragsanlagen nur in massiv beflogenen Anlagen beobachtet, wo es zu Befallshäufigkeiten von >80% kam. Ein anderes Bild zeigte sich dagegen in Neupflanzungen und Junganlagen. Durch einen sehr hohen Larvenbesatz verursachte Absterbeerscheinungen wurden hier bereits im Sommer beobachtet. Der Befall konzentrierte sich dabei auf die Randbereiche der Anlage. Im Herbst konnten befallene Triebe dann auch weiter zur Anlagenmitte beobachtet werden. Da der Larvenbesatz in diesen Trieben geringer war, starben diese Triebe nicht ab.

Der Befall wird bestimmt durch die Anzahl der Fliegen, die nach dem Stechende auf der Fläche auftreten. Durch eine Verschiebung des Stechendes nach hinten, kann die Anzahl befallener Triebe gesenkt werden. Der Schlupfbeginn im nächsten Jahr verschiebt sich um jeden Tag, um den das Stechende nach hinten verschoben wird, ebenfalls um 0,75 Tage nach hinten.

Spargelfliegen bevorzugen für die Eiablage ca. 40 cm hohe Triebe, die zu diesem Zeitpunkt noch geschlossene Köpfe haben. Die Eier werden ca. 5 cm unterhalb der Triebspitze abgelegt. Bei einem hohen Befallsdruck werden aber auch höhere Triebe für die Eiablage akzeptiert. Die Verpuppung findet bis 10 cm unter der Erdoberfläche innerhalb des Triebe statt.

Die Flugaktivität der Spargelfliegen ist höher als angenommen. Ein aktiver Zuflug zwischen Anlagen konnte für eine Distanz von mindestens 300 m nachgewiesen werden. Dabei orientieren sich die Tiere vor allem an der Präsenz der Wirtspflanze. Durch dieses Verhalten werden die hohen Fangzahlen in Junganlagen und Neupflanzungen, sowie Grünspargelanlagen erklärbar, da diese Anlagen bereits aufwachsen, wenn die anderen Anlagen noch unter Folie liegen. Gerade in Regionen mit hoher Spargelanlagendichte findet eine aktive Bewegung der Tiere zwischen den Anlagen statt. Durch eine möglichst große Distanz zu Altanlagen (> 600m) lässt sich der Zuflug in Neuanlagen im ersten Jahr deutlich reduzieren und damit Schädigungen vermeiden.

Die Fliegen scheinen sich bevorzugt in geschützten Bereichen (Hecken und hohe Bäume) aufzuhalten. Blüten scheinen als Nahrungsquelle eine wichtige Rolle zu spielen.

Durch Massenfang und Zwischensaaten konnte ein Befall nicht signifikant reduziert werden. Allerdings konnte mit einer mechanischen Bearbeitung durch Mulchen und Fräsen die Schlupfrate im nächsten Jahr signifikant negativ beeinflusst werden.

Durch den Einsatz von Insektiziden scheint sich die Befallshäufigkeit nicht wesentlich beeinflussen zu lassen. Der wesentliche Effekt scheint in der Reduktion der Befallsstärke zu liegen. Die im Projekt erhobenen Daten lassen darauf schließen, dass die Schadschwellen und damit die Bekämpfungsschwellen deutlich höher liegen könnten, als es bisher in der Praxis und Beratung angenommen wird. Eine detaillierte Analyse der Daten im Hinblick auf die Bekämpfungsschwellen konnte im Projektzeitraum leider nicht mehr erfolgen.

9. Literaturverzeichnis

- Brainard, D. C.; Bakker, J.; Noyes, D. C.; Myers, N. (2012). Rye living mulch effects on soil moisture and weeds in Asparagus. *Hortscience* 47 (1): 58–63
- Dingler, M. (1934). Die Spargelfliege (*Platyparea poeciloptera* Schrank.). *Arbeiten über Physiologie und angewandte Entomologie Berlin-Dahlem* 1(2+3): 131-162, 185-217
- Eckstein, F. (1934). Untersuchungen zur Epidemiologie und Bekämpfung von *Pyrausta nubilalis* und *Platyparea poeciloptera*. *Arbeiten über Physiologie und angewandte Entomologie Berlin-Dahlem* 1(2): 109-131
- Feller, C.; Richter, E.; Smolders, T.; Wichura, A. (2012). Phenological growth stages of edible asparagus (*Asparagus officinalis*): codification and description according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology* 160(2): 174-180
- Hassan, S. A. (1970). Untersuchungen über die Spargelfliege *Platyparea poeciloptera* Schrank (Typeidae), die Spargelminierfliege *Melanagromyza simplex* Loew (Agromyuidae) und die Bohnenfliege *Delia* (*Hylemya*) *platyura* Meigen (Anthomyiidae) an Spargel in Nordbaden. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 77(2-3): 122-131
- Hermann, F.; Wedemeyer, R.; Liebig, N.; Buck, H.; Hommes, M.; Sauke, H. (2010). Entwicklung situationsbezogener Strategien zur Vermeidung von Möhrenfliegenschäden auf Praxisbetrieben. Schlussbericht. *BÖL-Bericht-ID-18200*
- Johnson, C. G. (1969). Migration and dispersal of insects by flight. Methuen, London
- Koch, T. (2011). Auftreten von *Fusarium* spp. und Mykotoxinen im niedersächsischen Spargelanbau - Ertragsrelevanz und determinierende Faktoren. Dissertation, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
- Otto, M. (2002). Populationsökologische Untersuchungen zur Spargelfliege (*Platyparea poeciloptera*) und Zwiebelfliege (*Delia antiqua*) unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Simulationsmodellen im Integrierten Pflanzenschutz. Dissertation, Universität Bayreuth
- Straib, W. (1944): Beitrag zur Bekämpfung der Spargelfliege (*Platyparea poeciloptera* Schrk.). *Anzeiger für Schädlingskunde* 20 (7-12): 34–38
- Thibout, E.; Auger, J. (1999). Sexual attraction and male pheromone evidence in the asparagus fly, *Platyparea poeciloptera*. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 92: 335-337
- Thibout, E., Pierre, D., Mondy, N., Lecomte, C., Biemont, J.C., Auger, J. (2005). Host-plant finding by the asparagus fly, *Plioreocepta poeciloptera* (Diptera: Tephritidae), a monophagous monovoltine tephritid. *Bulletin of Entomological Research* 95: 393-399

10. Öffentlichkeitsarbeit

Vorträge

- Wichura, A. (2017) Aktuelles aus dem Pflanzenschutz - Projektvorstellung. – Versuchs- und Informationsausschuss der Vereinigung der Spargel- und Beerenobstanbauer Niedersachsen e.V., 25.10.2017, Hannover-Ahlem, 15 Teilnehmer
- Kühlmann, V. (2017) Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im ökologischen und integrierten Spargelanbau – Projektvorstellung. Seminar zum Spargelanbau, LWK Niedersachsen, Hannover-Ahlem, 01.11.2017, 30 Teilnehmer
- Wichura, A. (2017) Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im ökologischen und integrierten Spargelanbau. - Fachreferententagung für Gemüsebau, Zierpflanzen und Baumschule, JKI, Braunschweig, 08.11.2017, 40 Teilnehmer
- Kühlmann, V. (2017). Bisherige Ergebnisse im Spargelfliegenprojekt, Vortrag im Rahmen des Projekttreffens. - LWK Niedersachsen, Hannover-Ahlem, 06.12.2017 (15 Teilnehmer)
- Kühlmann, V. (2018) Parameter, die das Auftreten der Spargelfliege in Spargelanlagen beeinflussen. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.09.2018, Universität Hohenheim
- Kühlmann, V. (2018). Bisherige Ergebnisse im Spargelfliegenprojekt. - Vortrag im Rahmen des Projekttreffens, LWK Niedersachsen, Hannover-Ahlem, 05.12.2018 (15 Teilnehmer)
- Kühlmann, V. (2019). Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im ökologischen und integrierten Spargelanbau – Erste Ergebnisse. Seminar zum Spargelanbau, LWK Niedersachsen, Hannover-Ahlem, 06.03.2019, 30 Teilnehmer
- Kühlmann, V. (2019). Dispersionsverhalten der Spargelfliege. 28. Bundesberatertagung für Fachberater im Gemüsebau, Grünberg, 12.03.2019, 80 Teilnehmer
- Kühlmann, V. (2019). Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im integrierten und ökologischen Anbau. Öko-Feldtage, Staatsdomäne Frankenhausen, 04.07.2019
- Wichura, A. (2019). Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im integrierten und ökologischen Anbau. Versuchs- und Informationsausschuss der Vereinigung der Spargel- und Beerenobstanbauer Niedersachsen e.V., 30.10.2019, Hannover-Ahlem, 15 Teilnehmer
- Wichura, A. (2019). Neuigkeiten zur Spargelfliege. - Tagung der Fachreferenten für den Gemüsebau, Zierpflanzen und Baumschule, JKI Braunschweig, 06.11.2019, 50 Teilnehmer
- Kühlmann, V. (2019). Ergebnisse im Spargelfliegenprojekt. - Vortrag im Rahmen des Projekttreffens, LWK Niedersachsen, Hannover-Ahlem, 05.12.2019 (15 Teilnehmer)
- Kühlmann, V. (vertreten durch U. Weier) (2020) Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im integrierten und ökologischen Anbau. - 29. Bundesberatertagung für Fachberater im Gemüsebau, Grünberg, 11.03.2020, 80 Teilnehmer

Veröffentlichungen

- Kühlmann, V., Wichura, A., Schorpp, Q., Hommes, M. (2018). Parameter, die das Auftreten der Spargelfliege (*Plioreoepta poeciloptera*) in Spargelanlagen beeinflussen. Julius-Kühn-Archiv 461: 113-114

Poster

Schorpp, Q., Kühlmann, V., Wichura, A., Hommes, M. (2019) New insights on the dispersal ability of the asparagus fly *Plioreocepta poeciloptera* Schrank, 1776 (Diptera: Tephritidae). Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie, 11.03.-14.03.2019, Martin-Luther-Universität Halle- Wittenberg

Teilnahme auf Messeständen

- Interaspa Praxis Fachmesse, Stand der LWK Niedersachsen, 04.09.2019, Wenzendorf

Versuchsbesichtigungen

Besichtigung der Versuche des Pflanzenschutzamtes, Fuhrberg, 18.09.2019, 30 Teilnehmer

Geplante Veröffentlichungen

Alternative Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege, Gesunde Pflanzen

Vergleich von Flug- und Schlupfdaten der Spargelfliege in Praxisanlagen, Environmental Entomology

Wirksamkeitsversuche zur Bekämpfung der Spargelfliegen, Journal for Plant diseases and plant protection

Überarbeitet Schad- und Bekämpfungsschwellen zur Spargelfliege, European Journal for Plant Protection

Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege im Ökoanbau, Ökumenischer Gärtnerbrief

Vermeidung von Befall und alternative Bekämpfungsmöglichkeiten der Spargelfliege, Spargel- und Erdbeerprofi