



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Studiengang: Agrarwirtschaft

Bachelorarbeit

**Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum*)
unter besonderer Berücksichtigung
alternativer Bekämpfungsmöglichkeiten im Gemüsebau**

von:
Anne Kizina

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2010-0351-8

1. Prüfer: Prof. Dr. Gerhard Flick
2. Prüfer: Dr. Ellen Richter

Juli 2010

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Anfertigung der Bachelorarbeit unterstützt haben.

Für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Bachelorarbeit danke ich Prof. Dr. Gerhard Flick. Ganz besonderer Dank geht an Dr. Ellen Richter für Ihre Unterstützung, Bereitstellung von Informationen sowie Ihre Hilfestellung bei Fragen und Problemen.

Außerdem bedanke ich mich bei der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V in Gülzow, Kompetenzzentrum für Freilandgemüsebau (GKZ) für die Möglichkeit an den Versuchen zur alternativen Bekämpfung der Kleinen Kohlflye mitzuwirken und insbesondere den Mitarbeitern des GKZ für die Mithilfe bei der Versuchsauswertung.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis.....	6
1 Einleitung und Problemstellung	7
2 Literaturübersicht	9
2.1 Vorkommen und Biologie der Kleinen Kohlflye (<i>Delia radicum</i>).....	9
2.2 Befallsprognose	13
2.3 Bekämpfung	16
2.3.1 Chemische Bekämpfung	16
2.3.2 Alternative Bekämpfungsmöglichkeiten.....	18
2.4 Kleine Kohlflye im Raps.....	25
3 Untersuchungen.....	28
3.1 Freilandversuch	28
3.1.1 Material und Methoden	28
3.1.2 Ergebnisse	36
3.2 Gewächshausversuch	48
3.2.1 Material und Methoden	48
3.2.2 Ergebnisse	54
4 Diskussion	61
5 Zusammenfassung.....	70
6 Literaturverzeichnis.....	72
7 Anhang	80
Eidesstattliche Erklärung.....	89

Abkürzungsverzeichnis

Anz.	Anzahl
BBA	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bundesrepublik Deutschland
BBCH	B iologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, B undessortenamt und C hemische Industrie
engl.	englisch
EU	Europäische Union
GD	Grenzdifferenz
GKZ	Gemüsebaukompetenzzentrum
HSD	Honest Significant Difference
JKI	Julius Kühn-Institut
KF	Kohlflye
Man.	Manschette
MV	Mecklenburg-Vorpommern
n. b.	nicht bonitiert
N _{min}	mineralischer Stickstoff
PSM	Pflanzenschutzmittel
s	Standardabweichung
SKI	Schadensklasse
spp.	subspecies
WG	Wirkungsgrad
\bar{x}	arithmetisches Mittel

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Adulte Kleine Kohlflyge (<i>Delia radicum</i>)	10
Abb. 2: Eier der Kleinen Kohlflyge (<i>Delia radicum</i>)	10
Abb. 3: Made der Kleinen Kohlflyge (<i>Delia radicum</i>)	11
Abb. 4: Puppe der Kleinen Kohlflyge (<i>Delia radicum</i>)	11
Abb. 5: Eimanschette um Kohlrabipflanze (Foto: GKZ Gülzow, 2007)	14
Abb. 6: Aufbau eines Insektenschutzzaunes,	22
Abb. 7: Behandlung der Kohlrabipflanzen mit dem jeweiligen Mittel.....	31
Abb. 8: Aufbau der Versuchsanlage von Satz 3 in Gülzow	32
Abb. 9: Verlauf der Eiablage von <i>Delia radicum</i> in Gülzow 2009.....	37
Abb. 10: Ergebnis des Freilandversuchs – Satz 1/2009 bei Gresse	39
Abb. 11: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Freilandversuch – Satz 1/2009	40
Abb. 12: Ergebnis des Freilandversuchs – Satz 2/2009 in Gülzow	41
Abb. 13: Ergebnis Freilandversuch – Satz 2/2009: Verteilung der Schadensklassen.....	43
Abb. 14: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Freilandversuch – Satz 2/2009	44
Abb. 15: Ergebnis Freilandversuch – Satz 3/2009 in Gülzow	45
Abb. 16: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Freilandversuch – Satz 3/2009	46
Abb. 17: Aufbau des Zuchtkäfigs	51
Abb. 18: Ergebnis Gewächshausversuch – Satz 1/2009	55
Abb. 19: Ergebnis Gewächshausversuch – Satz 1/2009: Verteilung der Schadensklassen	56
Abb. 20: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Gewächshausversuch - Satz 1/2009	58
Abb. 21: Ergebnis Gewächshausversuch – Satz 2/2009	59
Abb. 22: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Gewächshausversuch – Satz 2/2009.....	60

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Mittel-Liste für Insektizide gegen die Kleine Kohlfliege	17
Tab. 2: Termine zu den Freilandversuchen 2009	29
Tab. 3: Versuchsvarianten mit den eingesetzten Mitteln im Freiland in 2009	30
Tab. 4: Daten zur Versuchsanlage in Gresse und Gülzow	31
Tab. 5: Einteilung der Wurzelschäden in Schadensklassen (Freiland),	33
Tab. 6: statistische Kennzahlen (Freilandversuch, Satz 1).....	40
Tab. 7: statistische Kennzahlen (Freilandversuch, Satz 2).....	42
Tab. 8: Verteilung der Schadensklassen in einzelnen Versuchsgliedern (Satz 2)	43
Tab. 9: statistische Kennzahlen (Freilandversuch, Satz 3).....	46
Tab. 10: Termine zu den Gewächshausversuchen 2009	48
Tab. 11: Versuchsvarianten mit den eingesetzten Mitteln im Gewächshaus in 2009.....	50
Tab. 12: Einteilung der Wurzelschäden in Schadensklassen (Gewächshaus).....	52
Tab. 13: statistische Kennzahlen (Gewächshausversuch, Satz 1).....	56
Tab. 14: Verteilung der Schadensklassen in einzelnen Versuchsgliedern (Satz 1)	57
Tab. 15: statistische Kennzahlen (Gewächshausversuch, Satz 2).....	60
Tab. 16: Verteilung der Kosten (Quelle: eigene Darstellung)	63

1 Einleitung und Problemstellung

Gemüse ist wichtig für eine gesunde und vollwertige Ernährung der Menschen, denn sie enthalten unter anderem viele Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe und sekundäre Pflanzenstoffe, wie ätherische Öle. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Gemüse liegt in Deutschland bei ungefähr 95 kg im Jahr (WALSEMANN, 2005). Die Anbaubedeutung dieser Nutzpflanzen hat in der Bundesrepublik Deutschland in den letzten Jahren zugenommen. Es konnte im Jahr 2008 eine Anbaufläche von ca. 118.000 ha registriert werden; 6.000 ha mehr als im Jahr 2004. Zumeist erfolgt der Anbau im Freiland. Die bedeutendsten Kulturen sind hierbei Spargel, Möhren, Speisezwiebeln und Weißkohl. Die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz haben die umfangreichsten Gemüseanbauflächen. Der Schwerpunkt des Gewächshausanbaus befindet sich in Baden-Württemberg. Die Bundesrepublik Deutschland stellt den größten Gemüseimporteur in Europa dar und bezieht dieses vor allem aus den Niederlanden, Spanien, Italien, Frankreich und Belgien (ANONYMUS, 2009).

Als eine besonders arten- und sortenreiche Familie der Gemüsepflanzen erweisen sich die Kreuzblütler (*Brassicaceae*), die neben Kohlarten, wie Rotkohl, Rosenkohl, Blumenkohl usw., auch Rettich, Radies, Ölpflanzen (Raps) und mehrere Wildpflanzen umfassen. In dieser Arbeit steht die Familie der Brassicaceen im Vordergrund der Betrachtung, da sie durch die Kleine Kohlflye gefährdet ist, dem wichtigsten Schädling im Kohlanbau (CRÜGER et al., 2002). Der Befall durch das Larvenstadium des Schädling führt zu Schädigungen an den Wurzeln bis hin zu Fraßsymptomen an den zu vermarktenden Pflanzenteilen. Damit sind massive Ertragseinbußen und hohe wirtschaftliche Verluste die Folge. Das gilt es durch geeignete Bekämpfungsmaßnahmen zu vermeiden.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Vorstellung von Bekämpfungsmöglichkeiten der Kleinen Kohlflye im Gemüsebau. Dabei sollen vor allem alternative Maßnahmen aufgezeigt und ihre Wirksamkeit gegenüber dem Schädling beurteilt werden, da die chemische Bekämpfung durch den Mangel an geeigneten Pflanzenschutzmitteln (PSM), den Anwendungsbeschränkungen vorhandener Präparate und die geringe Aufwandmenge keine zufriedenstellende Wirkung aufweist.

Im Weiteren folgt nun die Literaturübersicht, in der der Schädling, Prognosemodelle, Ansätze der Bekämpfung sowie die Problematik Kohlflye im Raps genauer beschrieben werden. Anschließend werden im 3. Kapitel die eigenen Untersuchungen vorgestellt, die erarbeiteten Ergebnisse angegeben und im folgenden Kapitel diskutiert. Am Ende ist eine Zusammenfassung formuliert worden.

2 Literaturübersicht

2.1 Vorkommen und Biologie der Kleinen Kohlflye (*Delia radicum*)

Die Kleine Kohlflye (*Delia radicum* L.) wird der Ordnung der Zweiflügler (*Diptera*) und der Familie der Blumenfliegen (*Anthomyiidae*) zugeordnet. Neben *D. radicum* ist in einigen Quellen auch die Bezeichnung *Delia brassicae* zu finden (HASSAN et al., 1993) Nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) können diese Benennungen sogar als Synonyme füreinander verwendet werden. In der Literatur konnte keine klare Abgrenzung ermittelt werden. Aber die meisten in dieser Bachelorarbeit verwendeten Quellen bezeichnen *Delia radicum* als Kleine Kohlflye. Sie heißt im Englischen „cabbage root fly“.

D. radicum hat nach CRÜGER et al. (2002) unter den Kohlschädlingen die größte Verbreitung auf der Welt. Diese kommt auf einem Gebiet vom westlichen Mittel- bis Nordeuropa, einschließlich Nordwestafrika, den Azoren und Madeira sowie vereinzelt im asiatischen Raum vor. Außerdem erstreckt sich das Vorkommen bis nach Nordamerika. Grund dafür ist die Einschleppung des Schädlings aus Europa im 19. Jahrhundert (HOFFMANN et al., 1985; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999).

Die immense Bedeutung der Kleinen Kohlflye als Schädling begründet sich u. a. auf dem großen Spektrum an Wirtspflanzen, das sie befällt und schädigt. Betroffen ist die artenreiche Familie der Kreuzblütengewächse (*Brassicaceae*), welche neben Rettich (*Raphanus sativus* var. *niger*) und Radies (*Raphanus sativus* var. *sativus*) auch alle Kohlarten z. B. Rosenkohl (*Brassica oleracea* convar. *oleracea* var. *gemmifera*), Weißkohl (*Brassica oleracea* convar. *capitata* f. *alba*) oder Chinakohl (*Brassica chinensis*) umfasst (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; CRÜGER et al., 2002; KAHRER und GROSS, 2002). Ganz besonders gefährdet sind schwach wachsende (Früh-) Sorten sowie Blumenkohl (*Brassica oleracea* convar. *botrytis* var. *botrytis*), Brokkoli (*Brassica oleracea* convar. *botrytis* var. *italica*) und Kohlrabi (*Brassica oleracea* convar. *acephala* var. *gongylodes*) (CRÜGER et al., 2002). Zusätzlich schädigt die Kohlflye auch eine Vielzahl von Wildpflanzenarten dieser Familie wie den Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) oder das Acker-Hellerkraut (*Thlaspi arvense*) (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999). Seit Mitte

der 90er Jahre zeigt sich auch eine vermehrte Schadwirkung von *Delia radicum* an Raps (*Brassica napus*), was auf eine Erweiterung des Wirtspflanzenspektrums hindeutet (ERICHSEN und HÜNMÖRDER, 2005).

Von der Erscheinung her ähnelt die graue Kleine Kohlfliege (Abb. 1) einer Stubenfliege. Nur die geringere Größe von etwa 5 bis 6 mm und die markante silbrigweiße Stirn mit rotem Punkt macht sie für den Kenner unterscheidbar. Die Geschlechter lassen sich durch die Grundfärbung der Fliege und der Behaarung auseinanderhalten. Die Weibchen sind braungrau. Dem gegenüber zeigen die männlichen Fliegen eine schwarzgraue Färbung sowie auf dem Thorax (Brustkorb) drei schwarze Längsstreifen und die Innenseiten der Hinterschenkel sind zottig behaart (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; DARVAS und SZAPPANOS, 2003). Die Hauptnahrung der adulten (erwachsenen) Tiere ist der Nektar von Blütenpflanzen (CRÜGER et al., 2002).



**Abb. 1: Adulte Kleine Kohlfliege (*Delia radicum*)
(Foto GKZ Gülzow, 2007)**

Die Abbildung 2 zeigt die Eier der Kohlfliege. Diese sind langoval, weiß und ca. 1 mm groß. An der Seite durchzieht eine Längskerbe das halbe Ei (KAHRER und GROSS, 2002).



**Abb. 2: Eier der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum*)
(Foto GKZ Gülzow, 2007)**

Die aus den Eiern geschlüpften gelblich weißen Maden bzw. Larven (Abb. 3) erreichen eine Größe von etwa 10 mm. Ihnen fehlen Kopf und Beine. An der Vorderseite des Körpers befinden sich zwei Mundhaken. Die schräg abgestutzte Hinterseite weist zwölf warzenförmige Höcker auf. Die in Abbildung 4 dargestellte braune, glänzende und segmentierte Tönnchenpuppe mit einer Länge von 6 bis 7 mm stellt den Entwicklungszustand dar, in der die Kohlfliege überwintert (HASSAN et al., 1993; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; CRÜGER et al., 2002; KAHNER und GROSS, 2002).



**Abb. 3: Made der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum*)
(Foto GKZ Gülzow, 2006)**



**Abb. 4: Puppe der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum*)
(Foto GKZ Gülzow, 2007)**

Entwicklungszyklus von *D. radicum*

Die adulten Fliegen treten mit ansteigenden Bodentemperaturen ab Mitte/Ende April bis Anfang Mai in Erscheinung. Dabei entwickeln sie sich bei einer Temperatur von ca. 16 °C in einer Bodentiefe von 5 cm aus den überwinterten Tönnchenpuppen (etwa zum Zeitpunkt der Rosskastanienblüte) (CRÜGER et al., 2002). Die Kohlfliegen ernähren sich von Blütennektar, welcher laut HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) ihre Lebensdauer und Eierproduktion positiv beeinflusst. Nach der Paarung erfolgt die Eiablage in der Regel an den Wurzelhals von Wirtspflanzen (*Brassica*-Arten) oder in nahe gelegene Bodenrisse. Es zeigt sich aber auch, dass z. B. beim Ro-

senkohl (*Brassica oleracea convar. oleracea var. gemmifera*) oder Chinakohl (*Brassica chinensis*) die oberirdischen Pflanzenteile, vor allem die Blattachsen, zur Eiablage dienen (CRÜGER et al., 2002; KAHRER und GROSS, 2002). Jede weibliche Kohlflye kann dabei bis zu 100 Eier produzieren (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, CRÜGER et al., 2002). Nach vier bis acht Tagen schlüpfen aus den Eiern die gefräßigen Maden, die sofort damit beginnen die Faserwurzeln und schließlich die Hauptwurzel anzufressen. Die Folge sind blaugrüne bis rotviolette Verfärbungen der Pflanzen. Neben kümmerlichem Wuchs und Welkeerscheinungen kann die befallene Pflanze schließlich absterben (HASSAN et al., 1993; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; CRÜGER et al., 2002; KAHRER und GROSS, 2002). Fraßschäden treten beim Rosenkohl auch an den Röschen und beim Weißkohl (*Brassica oleracea convar. capitata f. alba*) an den Kohlköpfen auf. Bei Radies (*Raphanus sativus var. sativus*) und Rettich (*Raphanus sativus var. niger*) zeigen nach einem Befall im Inneren Fraßgänge (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; KAHRER und GROSS, 2002). Wenn die Ernteprodukte der Wirtspflanzen von den Kohlflyelarven betroffen werden, wirkt sich das minderd auf Qualität und Ernte aus (CRÜGER et al., 2002). Dann ist mit hohem wirtschaftlichen Schaden zu rechnen. Nach drei bis vier Wochen verpuppen sich die Maden meist in einer Bodentiefe von 2 bis 10 cm (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; KAHRER und GROSS, 2002).

Neben dieser beschriebenen ersten Generation werden ab Juni/Juli und ab August/September noch zwei weitere Kohlflyegenerationen in Mitteleuropa gebildet (HASSAN et al., 1993; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; CRÜGER et al., 2002; KAHRER und GROSS, 2002). Die entwickelten Puppen der dritten Generation überwintern bei Temperaturen unter 15 °C und/oder einer Tageslichtdauer von weniger als zwölf Stunden in der sogenannten Diapause (Winterruhe) im Boden. Auch im Sommer kann durch Bodentemperaturen über 22 °C eine Ruhephase (Aestivation) ausgelöst werden (BIRON et al., 1998; CRÜGER et al., 2002). In verschiedenen Regionen in Europa wurden durch verschiedene Bedingungen von Temperatur und Tageslänge andere Anzahlen von Kohlflyegenerationen ermittelt. Nach JOHANSEN und MEADOW (2005) entwickelt die Kleine Kohlflye im Norden von Norwegen nur eine Generation und im Süden konnte die Ausbildung von zwei kompletten Generationen festgestellt werden. Dagegen tritt *Delia radicum* in Portugal über das ganze Jahr hindurch von Januar bis Dezember auf. Dabei konnten laut AGUIAR et al. (2007) fünf vollständige Generationen vom Schädling nachgewiesen werden. Die Länge jeder einzelnen ist unterschiedlich und es kommt auch zu Überschneidungen.

2.2 Befallsprognose

Der Befall mit Schädlingen im Bestand ist oft schwierig bereits frühzeitig zu erkennen. Der rechtzeitige Einsatz von Bekämpfungsmaßnahmen ist sehr wichtig, damit die Befallsdichte des Schadorganismus durch den Verlust von Pflanzen und marktfähiger Ware nicht den Ertrag und am Ende die wirtschaftliche Existenz der Anbauer gefährdet. Letztendlich will der Verbraucher Gemüse, welches frei von schädigenden Erregern ist und keine Sekundärschäden (z. B. Fäulen) aufweist.

Mit Hilfe von computergestützten Modellen soll dem Praktiker geholfen werden Vorhersagen über das Auftreten und die Entwicklung des Schädlings in Abhängigkeit von den vorherrschenden Witterungsbedingungen zu erhalten. Durch die gewonnenen Erkenntnisse erhalten auch Warndienste mehr Zeit ihre Meldungen zu verbreiten und es erlaubt eine gezielte Behandlung der Bestände mit Pflanzenschutzmitteln oder das Auflegen von Schutznetzen in den gefährdeten Zeiträumen. Im Folgenden sollen nun zwei Prognosemodelle vorgestellt werden.

Zum einen das Simulationsprogramm SWAT, welches vom Julius Kühn-Institut, dem Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, entwickelt wurde (GEBELEIN et al., 2004). Dieses Modell kann für die Berechnung der Populationsdynamik von den drei bedeutendsten Gemüsefliegen im Gemüsebau genutzt werden: Die Kleine Kohlfliege (*Delia radicum*), die Möhrenfliege (*Psila rosae*) und die Zwiebelfliege (*Delia antiqua*). Die einzelnen Entwicklungsstadien, die Anzahl sowie der Beginn, Höhepunkt und das Ende der Fliegengenerationen werden im Zeitverlauf angegeben. Zusätzlich besteht die Möglichkeit sich ständig die Altersstruktur der Population darstellen zu lassen, um den günstigsten Termin für die Bekämpfung zu ermitteln. Die Datengrundlage sind dabei Tagesmittelwerte der Temperatur. Wenn außerdem Vorraussagen über das Wetter oder langjährige Mittelwerte zur Verfügung stehen, können Befallsprognosen berechnet werden. Zur Überprüfung und Validierung der Vorhersagen ist es möglich parallel erhobene Boniturwerte aus dem Feld, z. B. bei der Kohlfliege die Überwachung der Eiablage mittels Eimanschetten, in das Programm einzugeben. Gleichzeitig kann SWAT auch als Experimentierplattform zur Entwicklung neuer Modelle genutzt werden, da Modellparameter, wie die Mortalitätsraten oder die temperaturabhängige Entwicklung veränderbar sind und deren Folgen auf die Entwicklung der Population direkt abgebildet werden können (GEBELEIN et al., 2004; ANONYMUS, 2010 (a)).

Ein zweites Prognosemodell ist das BBA-DELRAD, welches Mitte der 90er Jahre von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig, heute Julius Kühn-Institut, erarbeitet wurde. Es wird angewendet, um die Populationsentwicklung der Kleinen Kohlfliege im Kohlanbau vom Erscheinen aus der Winterruhe bis zum Ende der Vegetationsperiode (31. Oktober) aufzuzeigen. Die Grundlage des Programms bilden Wetterdaten von Stationen, die sich in der Nähe der zu beobachtenden Flächen befinden. Somit lassen sich die Anzahl sowie der Anstieg und Abfall der einzelnen Kohlfliegen generationen vorhersagen. Das Modell liefert auch relative Abundanzen zur gegenwärtigen Altersstruktur der Entwicklungsstadien: Ei, Larve, Puppe und adulte Fliege. Durch die Anwendung des Programms soll der Aufwand an Bestandskontrollen minimiert werden (ANONYMUS, 2008). HORN und HOMMES (1996) zeigten auf, dass BBA-DELRAD gegenüber dem tatsächlichen Befall auf dem Feld drei bis fünf Tage im Vorlauf ist und somit ausreichend Zeit für die Einleitung von Bekämpfungsmaßnahmen besteht. Die Tönnchenpuppen von *D. radicum* benötigen für ihre Entwicklung zur Fliege bestimmte Bodentemperaturen. Diese werden unter Folien und Vliesen, die zum Schutz der Gemüsebestände vor Schädlingen eingesetzt werden, eher erreicht. Befinden sich Kohlfliegenpuppen unter den Bedeckungsmaterialien, ist davon auszugehen, dass frühzeitiger mit einem Befall zu rechnen ist. EICHHORN (2007) macht auf diesen Aspekt aufmerksam und schlägt vor, die unter der Bedeckung ermittelte Bodentemperatur als Eingabeparameter in das Modell BBA-DELRAD mit aufzunehmen.

Die Eier der Kleinen Kohlfliege sind sehr klein und meist schwierig am Wurzelhals der Pflanze oder in Bodenrissen zu erkennen. Eimanschetten (Abb. 5) oder Kohlkragen, wie sie auch bezeichnet werden, können zur Überwachung der Eiablage von *D. radicum* genutzt werden. Dabei handelt es sich um Filz- oder Schaumgummiringe, die um das Hypokotyl der Pflanzen befestigt werden.



Abb. 5: Eimanschette um Kohlrabipflanze (Foto: GKZ Gülzow, 2007)

Die Kohlfliegen legen dann ihre Eier in oder auf die Manschette und durch eine wöchentliche Kontrolle lässt sich der Zeitraum der Eiablage und die Anzahl der Eier verfolgen. Es ist der Beginn und die Dauer feststellbar und somit kann man indirekt die Anzahl der Kohlfliegen-Generationen ermitteln. Um den Befall (Beginn und Dauer der Eiablage) zu erkennen, sind zehn Eimanschetten pro Feld ausreichend. Zur Erfassung der Bekämpfungsschwelle, also der Grenze ab der eine Bekämpfung durchgeführt werden muss, damit wirtschaftliche Verluste vermieden werden, sollten 25 Manschetten eingesetzt werden (CRÜGER et al., 2002). In anderer Literatur (RICHTER et al., 1997) wird die Bekämpfungsschwelle mit zehn Manschetten pro 5000 m² angegeben und zwar nach folgendem Verfahren: Eine Bekämpfung ist notwendig, wenn mehr als zehn Eier pro Pflanze in den ersten zehn Tagen oder mehr als zwanzig Eier in den ersten zwanzig Tagen gefunden werden. Eine Bekämpfung wird nach KAREN und NATHALIE (2007) ab einem Auftreten von 15 Eiern pro Manschette, ermittelt innerhalb von vier bis fünf Tagen, empfohlen. Laut BLIGAARD et al. (1999) konnten für Gemüsearten wie Blumenkohl mit Hilfe von Eimanschetten Schadschwellen festgelegt werden. KAHRER und GROSS (2002) geben für das Erreichen der Schadschwelle die Entdeckung von mindestens zehn Eiern pro Pflanze an. Schadschwellen beruhen auf Erfahrungsdaten (in der Regel aus Feldversuchen), welche die Befallsintensität eines Schadensorganismus aufzeigen, bei dem der eintretende Schaden und die Kosten einer Bekämpfungsmaßnahme gleich hoch sind. Das Anlegen von Eimanschetten hat nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) auf kleinen Flächen auch eine bekämpfende Wirkung, denn durch das Entfernen der Eigelege an bzw. in den Manschetten wird der Befall von Larven und damit die Schädigung an den Pflanzen gemindert.

2.3 Bekämpfung

Durch die Schädigung der Kleinen Kohlfiegen an den Gemüsekulturen sind hohe Qualitätsverluste, Mindererträge und damit wirtschaftliche Einbußen die Folge. Um diese negativen Aspekte des Schädlingsbefalls zu verhindern, ist es notwendig Bekämpfungsmaßnahmen einzusetzen.

2.3.1 Chemische Bekämpfung

Nach dem Pflanzenschutzgesetz (1986, zuletzt geändert 2009) darf der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln „nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden“, um die „Gesundhaltung und Qualitätssicherung von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen“ zu gewährleisten. Dabei sind die Prinzipien des Integrierten Pflanzenschutzes zu berücksichtigen, d. h. dass durch „eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird“ (Pflanzenschutzgesetz 1986, zuletzt geändert 2009). Im Rahmen der EU-Wirkstoffprüfung wurden viele Wirkstoffe nicht länger notifiziert und damit ist die nationale Zulassung vieler Pflanzenschutzmittel ebenfalls ausgelaufen. Ein Beispiel dafür sind Präparate mit dem Wirkstoff Chlorfenvinphos, wie Birlane Granulat oder Birlane Fluid, die seit 2005 nicht mehr eingesetzt werden dürfen, aber lange Zeit als Standardmittel galten. Bei einigen chemischen Pflanzenschutzmitteln, die zurzeit angewendet werden dürfen, wie Dimethoat-haltige Präparate, wurden die Anwendungsgebiete eingeschränkt und die maximalen Aufwandmengen in Kohlarten von 3 l/ha auf 600 ml/ha reduziert (HOMMES und SIEKMANN, 2007). Damit ist eine sichere Bekämpfung des Schädlings nicht im ausreichenden Umfang gegeben. Bei der Kohlfiegenbekämpfung gelten hohe Anforderungen an die verwendeten Insektizide. Einerseits wird eine lange Wirkungsdauer im oberen Bodenbereich und eine gute Wasserlöslichkeit erwartet, damit sie von den Pflanzen aufgenommen werden können. Zum Anderen darf es nicht zur Auswaschung und damit Gefährdung des Grundwassers durch das Pflanzenschutzmittel kommen (LAUN, 2006). Die Tabelle 1 zeigt die nach dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit in 2010 zugelassenen Insektizide ge-

gen die Kleine Kohlflye im Gemüsebau. Es wird deutlich, dass dem Anwender nur drei Wirkstoffe und damit eine sehr enge Auswahl an Pflanzenschutzmitteln zur Verfügung stehen.

**Tab. 1: Mittel-Liste für Insektizide gegen die Kleine Kohlflye
(ANONYMUS, 2010 (b))**

	Wirkstoff	Handelsbezeichnung	Anwendung	Häufigkeit	Zulassungsende
1.	Chlorpyrifos	Insektenstreuemittel NEXION NEU	Streugranulat zur Jungpflanzenbe- handlung ¹⁾	1	31. 12. 2015
2.	Dimethoat	Bi 58	Spritzbehandlung	3	31. 12. 2015
		Insektenspritzmittel Roxion			
		PERFEKTHION			
3.	Spinosad	SpinTor	Jungpflanzen	1	31. 12. 2017
		Ultima Käfer- und Raupenfrei	angießen		

¹⁾ Für den Haus- und Kleingartenanbau zugelassen, daher nur in Kleinpackungen verfügbar.

Der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln kann in verschiedener Form und im unterschiedlichen Entwicklungsstadium der Pflanzen durchgeführt werden: Saatgutbehandlung, Angießen der Jungpflanzen oder Spritzbehandlung im Feld. Eine Bekämpfung der Kohlflye ist bei den Kulturen besonders zum Anfang (BBCH-Stadien 10 – 14) wichtig, weil die Pflanzen zu diesem Zeitpunkt in der Entwicklung noch schwach sind (RICHTER et al., 2010). Dann können Saatgut- und Angießbehandlungen der Jungpflanzen verwendet werden. Das übliche Verfahren der Saatgutbehandlung bei Gemüse stellt, aufgrund der kleinen Samen, die Saatgutinkrustierung dar. Dabei wird die Saat zuerst mit einer Flüssigkeit (z. B. Leinöl) benetzt und anschließend der Wirkstoff dazugegeben, der während dem Pflanzenwachstum in den Wurzeln verbreitet wird. Nach LAUN (2006) sowie HOMMES und SIEKMANN (2007) hat die Saatgutinkrustierung je nach Wirkstoff eine gute Wirkung gegen die Kleine Kohlflye. Vor allem die Wirkstoffe Spinosad und Chlorpyrifos schnitten in Versuchen vielversprechend ab. ESTER et al. (2005) bestätigen das gute Potenzial beider Wirkstoffe. Der Schutz durch Chlorpyrifos ist besonders gut, weil dieser Stoff innerhalb der Pflanze sehr beweglich ist. Er wird von der Wurzel über den Stängel der

Pflanzen bis zu den Keimblättern verteilt, sodass die schlüpfenden Larven in diesem Bereich abgetötet werden (ESTER et al., 1997). Es konnte festgestellt werden, dass eine Saatgutbehandlung zu einer geringeren Anzahl an geschädigten Pflanzen und einem kleineren Schädigungsgrad führten, welcher für Kohlarten tolerierbar ist. Das Angießen der Jungpflanzen ermöglicht ein gezieltes Auftragen von Insektiziden, welches vor dem Auspflanzen angewendet wird. Nach HOMMES und SIEKMANN (2007) bietet der Wirkstoff Spinosad ab einer Aufwandmenge von 10 mg/Pflanze einen wirksamen Schutz gegen den Schädling. Das Mittel SpinTor konnte in Versuchen mit 98 % befallsfreien Pflanzen und einer langen Wirkung von sechs Wochen überzeugen und steht damit der Praxis zur Jungpflanzenbehandlung zur Verfügung (RICHTER et al., 2010). Wenn die Jungpflanzen in ein Pflanzenschutzmittel wie PERFEKTHION eingetaucht werden, kann ein 92 bis 100 %iger Schutz gegen die Kleine Kohlflye erreicht werden (SUBIC, 2008). Bei der Spritzbehandlung dient als Standard der Wirkstoff Dimethoat, der aber nicht in allen Gemüsekulturen eingesetzt werden darf. Für Chinakohl, Grünkohl und Brokkoli gibt es bundesweit keine Zulassung. Die chemische Bekämpfung erweist sich zudem als schwierig, weil gegen einen Spätbefall der Kohlflye und zur Spritzbehandlung gegen einen Befall des Erntegutes keine Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen. Demzufolge sollte in Zukunft an der Forschung und Zulassung weiterer Insektizide gearbeitet werden, um die negativen Folgen des Schädlingsbefalls zu verhindern. Gleichzeitig dient die Genehmigung von Präparaten mit neuen Wirkstoffen und deren Kombinationen der Risikominderung für das Entstehen von Resistenzen.

2.3.2 Alternative Bekämpfungsmöglichkeiten

Da der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel keine ausreichende Wirkung auf die Bekämpfung der Kleinen Kohlflye im Gemüsebau hat, besteht dringender Bedarf und Interesse daran anderweitige Bekämpfungsmöglichkeiten zu entwickeln. Vor allem der Anbau von ökologischem Gemüse, der auf die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln verzichtet, ist auf alternative Maßnahmen angewiesen.

Biologische Maßnahmen

Die Kleine Kohlflyge hat zahlreiche natürliche Feinde (Antagonisten). Diese dienen der biologischen Bekämpfung, denn sie reduzieren die Anzahl der Individuen an den Kulturpflanzen und bringen damit vor allem dem Landwirt Nutzen, weil er dadurch mehr marktfähiges Gemüse produziert. Zum einen ist *Trybliographa rapae* (Schlupfwespe) zu nennen, die das Larvenstadium von *D. radicum* parasitiert. Nach HEMACHANDRA et al. (2007) können sie die Kohlfiegenmaden bis in 4 cm Bodentiefe aufspüren. Ein Parasitoid benötigt ein Wirtstier für seine Entwicklung, das am Ende stirbt (Unterschied zu Parasit: nutzt Wirt ohne ihn abzutöten) (HASSAN et al., 1993; FORTMANN, 2000). Bei dieser Schlupfwespenart verendet der Schädling erst im Puppenstadium. Als Eivertilger treten 60 bis 100 verschiedene Käferarten der Familien *Carabidae* (Laufkäfer) und *Staphylinidae* (Kurzflügelkäfer) in Erscheinung. Wichtige Laufkäfer, die in der Natur vorkommen, sind *Bembidion spp.* (Ahlenkäfer) und *Trechus spp.* (Flinkläufer) (HASSAN et al., 1993). Aber diese Käfer sind in der Regel keine spezifischen Räuber der Kohlflyge, d. h. sie fressen diese nur als Beute und können somit nicht speziell zur Bekämpfung eingesetzt werden. Von größerer Bedeutung sind die beiden Kurzflüglerkäfer *Aleochara bipustulata* und *Aleochara bilineata*. Diese treten sowohl als Räuber und auch als Parasitoide auf. Die adulten Kurzflüglerkäfer verzehren die Eier und Larven der Kleinen Kohlflyge. Einige vertilgen sogar bis zu 50 Eier am Tag (LANGLET und BRUNEL, 1996). Die Larven der Kurzflügler (*Aleochara spp.*) parasitieren die Kohlfiegenpuppen. *Aleochara spp.* (Kurzflüglerkäfer) zeigen eine gute Wirtsadaptation an der Kleinen Kohlflyge. Deshalb wurden viele Untersuchungen durchgeführt, die darauf abzielten eine Zucht und geregelte Ausbringung dieser Nützlinge vorzunehmen. BROMAND (1980) entwickelte ein Verfahren für die Massenzucht von *A. bilineata* in den Puppen von *Delia antiqua* (Zwiebelflyge). Dabei produzierte jedes Weibchen bis zu 190 Kurzflüglerkäfer. Laut COORE et al. (2004) sind für gute Erträge und Qualitäten von beispielsweise Kohlgemüse aber bis zu 750.000 Käfer der Gattung *A. bilineata* pro ha nötig. Ein Einsatz auf größeren Flächen ist aus Kostengründen gar nicht möglich. Demzufolge werden gegenwärtig eher Möglichkeiten gesucht die Kurzflügler in den Beständen zu etablieren und zu fördern. Ein Beispiel dazu ist die Nutzung von Senfmehl, das den Geruch von verletzten Pflanzen simulieren soll, um *Aleochara*-Arten anzulocken. Bei *A. bipustulata* konnte durch das Senfmehl die Anzahl im Bestand erhöht werden (RILEY et al., 2007). Es bleibt jedoch zu hinterfragen, ob im Kohlgemüse neben den Nützlingen nicht auch weitere Schädlinge der *Delia spp.* angezogen werden. Zusam-

menfassend gibt es viele Bestrebungen seitens der Wissenschaft die Antagonisten zur Bekämpfung zu nutzen, die es gilt zukünftig weiter auszubauen.

Eine weitere Methode zur biologischen Kohlfliegenbekämpfung ist der Einsatz von entomopathogenen (insekten-parasitären) Nematoden. Sie werden auch Fadenwürmer oder Älchen genannt. Diese haben die Fähigkeit Insekten zu befallen, schnell zu töten und damit den Schädlingsbefall an den Kulturpflanzen herabzusetzen. Sie vermehren sich gut und zeichnen sich durch die Möglichkeit der gezielten Ausbringung aus. Es erfolgt meist der Einsatz von Nematoden der Familien *Steinernematidae* und *Heterorhabditidae*. Die infektiösen Larven der Nematoden dringen über die Mundöffnung oder direkt durch die Kutikula in die Kohlfliegenmaden ein und entlassen im Wirt Bakterien (*Xenorhabdus* und *Photorhabdus*), die durch die Absonderung von Toxinen den Tod des Wirtsinsekts auslösen (HASSAN et al., 1993; NIELSEN und PHILIPSEN, 2004). Der Bekämpfungserfolg ist sehr unterschiedlich und hängt von der Art der eingesetzten Nematoden, der ausgebrachten Menge sowie verschiedenen abiotischen Faktoren ab. Nach SCHRÖDER et al. (1996) wird mit *Steinernema feltiae* am erfolgreichsten der Befall des Schädlings gemindert. Die bedeutendsten Faktoren mit Einfluss auf die Lebensfähigkeit und Aktivität der Nematoden stellen die Temperatur und die Feuchtigkeit dar (CHEN et al., 2003). Sie benötigen Temperaturen über 15 °C, am besten um die 20 °C, zur Parasitierung von Schadinsekten. Die Infektiosität der Nematoden wird zudem durch einen Wasser gesättigten Boden herabgesetzt, denn Nematoden können nicht schwimmen und somit keine gerichtete Fortbewegung durchführen. Derartige Bedingungen lassen sich im Freiland nur schwer umsetzen. Die Wirkungseffizienz der Nematoden wird auch von dem Entwicklungsstadium der Kohlfliegenlarve beeinflusst. Junge und damit kleinere Maden sind mit ca. 400 infektiösen Larven geringer befallen, als im Vergleich ältere und größere, die einen Besatz von ca. 3.500 pro Kohlfliegenmade aufwiesen (SULISTY-ANTO et al., 1994; NIELSEN und PHILIPSEN, 2004). Laut KEUNECKE (2003) konnten in verschiedenen Gewächshaus- und Freilandversuchen für die Wirksamkeit eine Schwankungsbreite von 30 bis 45 % ermittelt werden. Daher zeigt der Einsatz von entomopathogenen Nematoden nach derzeitigem Erkenntnisstand in der Regel keine ausreichende und nur sehr unbeständige Wirkung zur Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege auf, so dass hinsichtlich der Zuverlässigkeit dieser Behandlungsmethode noch Forschungsbedarf besteht.

Physikalische Maßnahmen

Der Einsatz von physikalischen Maßnahmen soll die Schadorganismen von der angebauten Kultur fernhalten bzw. sie an deren Schädigung hindern. Die Anwendung von Kulturschutznetzen beruht auf dem Überdecken der angebauten Gemüsepflanzen mit feinmaschigen Materialien. Dadurch wird ein Zuflug der Kleinen Kohlflye abgewehrt. In verschiedenen Untersuchungen konnte eine hervorragende Wirkung der Netze (z. B. Bionet K und Rantai K) zum Schutz gegenüber *D. radicum* festgestellt werden (HOMMES, 1993; CRÜGER et al., 2002; MERZ, 2005). In den Kulturen Rettich und Radies haben sich die Netze als Präventivmaßnahme zur Standardmethode entwickelt. Selbst in Kohlarten wie Chinakohl, wo die Eiablage der Kohlflye bevorzugt in den Blattachsen und nicht wie üblich am Wurzelhals stattfindet, konnte durch eine Netzabdeckung ein nahezu 100 %iger Wirkungsgrad sowie Mehrerträge an den vermarktungsfähigen Produkten ermittelt werden. Die beschriebene physikalische Maßnahme erweist sich durch weitere Vorteile als effektiv, denn es ist durch die Verwendung nicht nur ein Schutz gegen die Kleine Kohlflye, sondern auch zahlreiche weitere Schädlinge sowie Vogelfraß und Wildverbiss gegeben. Gleichzeitig ist die abgedeckte Kultur vor extremen Witterungsereignissen, wie Schlagregen oder Hagel geschützt. Dadurch kann mit höheren Erträgen und besseren Qualitäten des Gemüses gerechnet werden. Durch höhere Temperaturen unter den Kulturschutznetzen ist mit einem schnelleren Auflaufen und einer Ernteverfrüfung zu rechnen. In der Literatur ist zu finden, dass Netze dem Einsatz von Insektiziden überlegen sind (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; MERZ, 2005). Nach MERZ (2005) muss aber auf die Art der Randbefestigung geachtet werden. Wenn der Netzrand lückenlos mit Erde bedeckt wurde, konnte kein Befall mit der Kleinen Kohlflye festgestellt werden. Aber sofern man den Netzrand nur punktförmig (d. h. in Abständen) mit Erde bedeckt, konnte ein Befall von drei bis vier Prozent erfasst werden. Als Nachteil bei der Anwendung sind die hohen Investitionskosten, die eher geringe Nutzungsdauer (manchmal nur ein Jahr) und der Mehraufwand bei Pflegearbeiten, da das Netz dann entfernt werden muss, zu nennen (HOMMES, 1993; MEADOW, 2008). Doch schon durch einen Mehrertrag von 10 % werden diese Mehrkosten des Netzeinsatzes gedeckt (MERZ, 2005). Des Weiteren wird durch das Überdecken der Kultur auch der Zuflug von natürlichen Gegenspielern der Schädlinge behindert. Problematisch ist der Aspekt, wenn sich die Kleine Kohlflye unter dem Kulturschutznetz befindet. Das passiert z. B. wenn die Fruchtfolge nicht eingehalten wird. Dann erscheinen die Kohlflyen nach der Überwinterung als Puppe wieder in einem Beet von Wirtspflanzen. Laut HOMMES (1993) ist *D. radicum* im Stande, ihren Entwicklungszyklus vollständig unter der Ab-

deckung durchzuführen. Es ist dann aber mit einer geringeren Anzahl an abgelegten Eiern zu rechnen, weil den adulten Kohlfliegen keine Nahrung in Form von Nektar oder Pollen zur Verfügung stehen.

Seit Ende der 1990er Jahre wird eine weitere physikalische Barriere zur Abwehr der Kleinen Kohlfliege in Kanada, der Schweiz, Norwegen und Deutschland getestet: Schutzzäune bzw. Einflugbarrieren (engl.: exclusion fences). Diese Bekämpfungsstrategie besteht aus vertikal aufgestellten Kulturschutznetzen, die einen nach außen hin gerichteten Überhang besitzen (Abb. 6).



**Abb. 6: Aufbau eines Insektenschutzzaunes,
(Foto SIEKMANN und HOMMES, 2006)**

Durch die Zäune sollen niedrig fliegende Insekten wie die Kleine Kohlfliege davon abgehalten werden an die Wirtspflanze zu gelangen und dort ihre Eier abzulegen, um damit dem Befall und der Schädigung durch die Larven im Wurzelbereich vorzubeugen. Es wurden viele Versuche mit Schutzzäunen in Höhen von 1,35 m bis 1,80 m gemacht, die alle im Ergebnis als wirkungsvolle Pflanzenschutzmaßnahme gegen *Delia radicum* eingestuft wurden (WYSS und DANIEL, 2002 und 2004; MEADOW und JOHANSEN, 2005; SIEKMANN und HOMMES, 2006 und 2007; MEADOW, 2008; PICAULT, 2008). Die meisten weiblichen Kohlfliegen sind in einer Flughöhe von 30 bis 90 cm zu finden. Wichtig für die Wirkung der vertikalen Barriere ist der nach außen gerichtete Überhang des Netzes, weil die Kohlfliege nach der Landung beginnt am Zaun hoch zukrabbeln (VERNON und MACKENZIE, 1998). Nach SIEKMANN und HOMMES (2006, 2007) stellt eine Überhanglänge von 35 cm ein ausreichendes Hindernis dar, welches dem Schädling ein darüber hinwegklettern unmöglich macht. Unter bestimmten Umständen kann ein Befall, trotz der Verwendung von Schutzzäunen nicht verhindert werden. Zum Beispiel, wenn sich dicht neben dem Zaun größere Pflanzen oder eine Hecke befinden, oder das Gelände sehr hügelig ist und der Rand der vertikalen Barriere niedriger ist als die Flughöhe der Kohlfliege. Dann werden

mehr Schädlinge im Innenraum des Zaunes anzutreffen sein. Auch ein fehlender Überhang am Schutzzaun kann zu diesem Effekt führen oder wenn kein Bodenschluss gegeben ist. Zudem kann starker Wind nachteilige Auswirkungen auf die Standfestigkeit haben (PICAULT, 2008). Trotzdem sind Einflugbarrieren als eine Alternative zu Kulturschutznetzen zu sehen. Der Vorteil ist sogar, dass nichts auf der Kultur aufliegt und diese damit in keiner Weise beeinflusst wird. Gleichzeitig ist auch der Arbeitsaufwand geringer, da die Pflegemaßnahmen ungehindert durchgeführt werden können. Nach Aussagen von MEADOW und JOHANSEN (2005) sowie MEADOW (2008) liegen die Kosten für die vertikalen Barrieren deutlich unter denen einer Netzabdeckung und einem Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Die Haltbarkeit der Zäune soll mindestens fünf Jahre betragen. Nach SIEKMANN und HOMMES (2006) ist aber die Wirksamkeit von aufliegenden Kulturschutznetzen besser, als die der Schutzzäune. Für eine vollständige Bewertung dieser Verfahren ist weitere Forschungsarbeit nötig vor allem in Bezug auf den Wirkungsgrad und die Praxistauglichkeit.

Andere Maßnahmen

Nebenher werden auch andere Wege gesucht, um den Gemüsebestand vor einem Befall der Kleinen Kohlflyge zu bewahren. Vor allem verschiedene Anbaustrategien, wie die Verwendung von Untersaaten oder unterschiedliche Varianten der Mischkultur, stellen vielversprechende Möglichkeiten dar. Dabei versucht man durch den Anbau von Nicht-Wirtspflanzen der Kohlflyge in der Nähe der angebauten Kultur die Wirtspflanzensuche der Weibchen zu stören und damit eine Eiablage dieser zu verhindern. FINCH und COLLIER (2000) entwickelten eine Theorie über das Auswahlverhalten von Wirtspflanzen durch den Schädling. Diese wird als „appropriate/inappropriate landings“ Theorie bezeichnet und beruht auf drei Schritten: Zuerst werden die Kohlfiegen, während ihres Fluges, durch ausströmende chemische Substanzen (u. a. Glucosinolate) der Pflanzen angelockt und zum Landen animiert. Der Geruch der Wirtspflanzen hat einen bedeutenden Einfluss (JONG und STÄDLER, 1999). Das wichtigste Auswahlkriterium von *D. radicum* ist anschließend das Vorhandensein bestimmter optischer Reize. Der Schädling ist bestrebt auf grünen Objekten, zum Beispiel den Blättern zu landen und vermeidet die Landung auf dem braunen Boden. Anschließend stimulieren chemische Verbindungen auf der Wirtspflanze während eines schraubenförmigen Fluges um die Pflanze die Kohlflyge soweit, dass diese die Eiablage am Wurzelhals oder im nahen Bodenbereich vornimmt. Dieses Auswahlverfahren der

Wirtspflanze durch die Kohlflye sollte in die Untersuchungen von neuen Anbaustrategien integriert werden, um so den Schutz der Gemüsekultur vor einem Befall weiter zu optimieren.

Erste Versuche wurden bereits durchgeführt. Eine Möglichkeit ist der Einsatz von Untersaaten unter die jeweilige Kultur, der zu einer Befallsminderung der Kleinen Kohlflye führt (CRÜGER et al., 2002; KÄHRER und GROSS, 2002; MORLEY und FINCH, 2003; PARSONS et al. 2005). Die Untersaat von Winterweizen erwies sich zwar als wirkungsvoll, indem weniger Eigelege an den Wirtspflanzen gefunden wurden, aber die Konkurrenz zwischen beiden Pflanzenarten war sehr hoch (PARSONS et al., 2005). Dagegen scheint die Kleeart *Trifolium subterraneum* (Bodenfrüchtiger Klee) zur Untersaat sehr geeignet zu sein. MORLEY und FINCH (2003) fanden heraus, dass mit zunehmender Höhe des Klees der Befall von *D. radicum* an Kohlgemüse geringer wurde. Des Weiteren sind Mischkulturen wirksam zur Reduzierung der Eiablage bei der Kohlflye (PARSONS et al., 2005; PARSONS et al., 2007). Bei Mischkulturen werden mehrere Gemüsearten mit unterschiedlicher Reifedauer und Erntezeit auf dem gleichen Beet angebaut. Neben den *Brassica*-Arten werden hier oft Kulturen wie Salat oder Erbse verwendet, die zum Zeitpunkt des Flughöhepunktes der einzelnen Kohlflyengeneration neben die gefährdete Kultur gesetzt werden. Auf diese Weise sind der Pflanzenkontakt und die damit verbundene Konkurrenzsituation auf ein geringes Maß beschränkt. Der Effekt, den die Untersaaten oder die Zwischenpflanzen der Mischkultur erbringen sollen, besteht darin die Fliege von *D. radicum* auf sich zu locken. Dadurch wird die Wirtspflanzenauswahl der Kohlflye gestört und wirkt somit als vorbeugende Maßnahme. Jede Landung auf einer Nicht-Wirtspflanze wird als „inappropriate landing“ bezeichnet (MORLEY et al., 2005; PARSONS et al., 2007). GEORGE et al. (2007) untersuchte die Wirkung von Fangpflanzen als „Köder“ für die Kleine Kohlflye im Gemüsebau. Gelber Senf (*Sinapis alba*) erwies sich als attraktivste Fangpflanze, um die Hauptkultur vor Schäden zu schützen.

Die beschriebenen Maßnahmen zeigen vielversprechende Ansätze, um die Kleine Kohlflye von einem Befall auf die Gemüsekultur abzubringen. Doch es sind in Zukunft weitere Forschungen nötig, vor allem in Bezug auf die Praxistauglichkeit auf größeren Flächen.

2.4 Kleine Kohlfliege im Raps

Der Raps (*Brassica napus*) gehört wie die Kohlarten zur Pflanzenfamilie der *Brassicaceae*. Winterraps stellt neben Winterweizen und -gerste die wichtigste Ackerfrucht in Deutschland dar. Gleichzeitig ist sie in Europa die bedeutsamste Öl liefernde Pflanze. Die Verwendung von Raps erweist sich als äußerst vielseitig, denn aus ihm werden sowohl wertvolle Nahrungsmittel und Rohstoffe für die Industrie, als auch Nebenprodukte (Rapskuchen, Extraktionsschrot) zur Fütterung von Tieren gewonnen. Deshalb hat sich der Rapsanbau in den letzten Jahren vervielfacht. So stieg z. B. die Anbaufläche in Deutschland um mehr als das Doppelte von 617.000 ha (1991) auf 1.363.400 ha (2008) an. In Mecklenburg-Vorpommern wird Raps auf mehr als 20 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche angebaut (ANONYMUS, 1993; KTBL, 2009).

Die Kleine Kohlfliege hat ihr Wirtspflanzenspektrum erweitert und nun gibt es infolge der Ausbreitung des Rapsanbaus einen ernst zunehmenden Schädling mehr, den es im Raps zu überwachen und bekämpfen gilt. Seit Mitte der 1990er Jahre konnte ein ansteigender Befall vor allem in Mecklenburg-Vorpommern verzeichnet werden. Waren 1995 noch 11,5 % der untersuchten Pflanzen betroffen, stieg der Befall 2005 auf ca. 45 % an (ERICHSEN und HÜNMÖRDER, 2005). Um die Kleine Kohlfliege überwachen zu können, empfiehlt sich die Gelbschale, die bereits zur Überwachung anderer Schädlinge (Rapsglanzkäfer) erfolgreich eingesetzt wird (HÜNMÖRDER, 2003; DAVID, 2004; ERICHSEN und HÜNMÖRDER, 2005). Mit der Gelbschale lassen sich der Flugbeginn, -höhepunkt und -ende der Kohlfliege feststellen. Die Bestimmung der Kleinen Kohlfliege ist aber nur durch Spezialisten möglich, da *D. radicum*, aufgrund der geringen Größe von 5 bis 6 mm, nur äußerst schwierig von anderen Fliegenarten zu unterscheiden ist. Der Winterraps ist besonders im Herbst durch die dritte Generation des Schädlings gefährdet. Die Befallssituation lässt sich dann am besten über die Beurteilung der Wurzelschäden ableiten. Dafür gibt es ein entsprechendes Boniturschema (siehe ERICHSEN und HÜNMÖRDER, 2005). Die Larven fressen an den jungen Wurzeln, wodurch Verfärbungen und Welkerscheinungen sowie das Absterben der Rapspflanze die Folge sein kann. Die ab dem Frühjahr auftretende erste Generation der Kohlfliege macht dem Winterraps in der Regel nicht mehr die Probleme, weil der Bestand zu diesem Zeitpunkt in der Blüte steht. In dieser Entwicklungsphase kann die Pflanze geringe Schädigungen tolerieren und weist eine gute Kompensationsfähigkeit auf.

ERICHSEN und HÜNMÖRDER (2005) stellten einige Faktoren, die den Befall beeinflussen, zusammen. So weisen frühe Aussaaten vor dem 20. August, größere Pflanzen und Bestände mit viel Altrapsaufwuchs in der Regel einen stärkeren Befall auf. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass Rapspflanzen mit drei bis fünf Laubblättern optisch und geruchlich weitaus attraktiver sind und somit eher zur Eiablage gewählt werden als kleinere Pflanzen. In der Praxis ist eine zu späte Saat trotzdem nicht zu empfehlen, denn vor dem Winter sollte eine ausreichende Pflanzenentwicklung für das Fortbestehen erfolgen. Bis zum Vegetationsende (31. Oktober) sollten die Rapspflanzen eine Blattrosette von acht bis zehn Blättern, einen Wurzelhalsdurchmesser von 8 bis 10 mm und eine Wurzellänge von mindestens 10 bis 12 cm ausgebildet haben (GRAF et al., 2008). Damit ist ein Überstehen der Rapspflanze bis zu Temperaturen von ca. -15 °C gesichert. Außerdem erfolgt im Spätherbst schon die Umsteuerung von der vegetativen in die generative Phase (temperaturbedingt). Das bedeutet, dass zu diesem Zeitpunkt am Vegetationskegel der Pflanze schon die Anlagen für die Anzahl der Frühjahrsblätter angelegt sind. Förderlich auf den Befall wirken zudem eine enge Rapsfruchtfolge und die andauernde Ausweitung der Rapsanbauflächen. Nach ULBER et al. (2006) hat auch die Art der Grundbodenbearbeitung vor und nach dem Rapsanbau sowie die Stoppelbearbeitung nach der Rapsernte Einfluss auf das Vorkommen und das Ausmaß der Wurzelfraßschäden der Kleinen Kohlfliege. Bei der Bodenbearbeitung zur Rapsaussaat wurde nach dem Pflugeinsatz ein um ca. 30 % höherer Befall festgestellt, als bei einer pfluglosen Bestellung. Denn die Bodenbearbeitung mit dem Pflug fördert das Wurzelwachstum der Rapspflanzen und durch den entstehenden Entwicklungsvorsprung der Pflanzen wirken diese attraktiver auf den Schädling (ULBER et al., 2006). Gleichzeitig zeigen Ackerflächen mit reduzierter Bodenbearbeitung oft eine höhere Anzahl an Nützlingen, die die Schädlingspopulation verringern. Nach der Rapsernte führte die pfluglose Methode zu verstärkten Kohlfliegenschlupfraten, da die Puppen flach im Boden schneller schlüpften. Die Bodenbearbeitung nach der Ernte mit dem Pflug wies dagegen geringere Schlupfraten der Tönnchenpuppen auf. Kulturschutznetze oder Schutzzäune bieten im Gemüsebau eine Möglichkeit den Kohlfliegenbefall effektiv zu minimieren oder ganz zu verhindern. Im Rapsanbau stellt dies aufgrund von hohem Aufwand und Kosten keine praktikable Bekämpfungsmaßnahme dar. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit der chemischen Bekämpfung. Chemische Maßnahmen im Spritzverfahren konnten bisher keine zufriedenstellenden Wirkungsgrade erzielen. Als Einziges erscheint die Saatgutbehandlung mit Insektiziden zur Bekämpfung geeignet zu sein. Es konnte in Versuchen

mit teilweise auch schon zugelassenen Pflanzenschutzmitteln eine Reduzierung des Starkbefalls erreicht werden (ERICHSEN und HÜNMÖRDER, 2005).

Aufgrund der steigenden Befallstendenz von *D. radicum* im Raps ist eine Erarbeitung von geeigneten Überwachungs- und Bekämpfungsstrategien in Zukunft von großer Bedeutung. Daher wird weitere Forschungsarbeit nötig sein.

3 Untersuchungen

Die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Versuche wurden in Gülzow (Landkreis Güstrow, Mecklenburg-Vorpommern) an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Kompetenzzentrum für den norddeutschen Freilandgemüsebau und in dem Praxisbetrieb Gemüsegarten Gresse bei Gresse (Landkreis Ludwigslust, Mecklenburg-Vorpommern) durchgeführt. Dabei handelt es sich um Freiland- und Gewächshausversuche, die im Jahr 2009 mehrmals zeitlich versetzt stattfanden. Es sollten mechanische Barrieren erprobt werden, die das Verhalten der Fliegen zur Zeit der Eiablage und das Verhalten der Larven von *D. radicum* sowie deren Madenfraß beeinflussen oder ggf. verhindern.

3.1 Freilandversuch

3.1.1 Material und Methoden

In 2009 wurden drei Versuchsteile (auch Sätze genannt) zur alternativen Bekämpfung von *Delia radicum* an den Standorten Gülzow und Gresse mit jeweils acht Versuchsvarianten durchgeführt. Dabei sollte erprobt werden, inwieweit verschiedene Barrieren die Kleine Kohlflye in ihrer Eiablage beeinflussen oder ggf. ganz davon abhalten. Alle wichtigen Termine dazu sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Die in allen Versuchen verwendete Kultur war Kohlrabi (*Brassica oleracea convar. acephala var. gongylodes*) in der Sorte 'Lech'. Als Vorbereitung wurden jeweils 2.500 Samen in Multiplatten ausgesät und herangezogen. Bei der Variante „Hülse“ wurde vor der Aussaat eine schwarze Kunststoffhülse in die Erde gesteckt, damit die Pflanze dort hinein wächst und ein Schutz des Hypokotyls vor dem Schädling gegeben sein soll. Es konnte ein gleichmäßiges Wachstum und eine gute Stabilität aller Pflanzen beobachtet werden.

Tab. 2: Termine zu den Freilandversuchen 2009

	Satz 1	Satz 2	Satz 3	
Standort	Gresse	Gülzow	Gülzow	
Aussaat	11. 03. 2009	20. 05. 2009	08. 07. 2009	
Behandlung	15. 04. 2009	25. 06. 2009	13. 08. 2009	Bestreichen und Besprühen der Jungpflanzen
	21. 04. 2009	25. 06. 2009	13. 08. 2009	Angießen der Jungpflanzen
	05. 05. 2009	10. 07. 2009	28. 08. 2009	2. Behandlung Variante Nematoden
Pflanzung	22. 04. 2009	26. 06. 2009	14. 08. 2009	
Auswertung	10. 06. 2009	06. 08. 2009	22. 09. 2009	

Die Behandlung erfolgte je nach Variante wenige Tage vor der Pflanzung (Tab. 2). Dazu wurden die Jungpflanzen mit verschiedenen Mitteln (Tab. 3) bestrichen, besprüht oder angegossen, um durch diese Maßnahme später auf dem Feld ein Hindernis für die Kleine Kohlflye darzustellen. Damit soll das Verhalten des Schädling bei der Eiablage beeinflusst und möglicherweise ein Befall verhindert werden.

- Zur Verwendung kamen einige Wundschutzmittel, die sonst beim Baumschnitt zum Einsatz kommen, wie Lac Balsam, Sprühwachs und Baum-Pflaster (Abb. 7, Nr. 7A/7B/7C). Bei den einzelnen Pflanzen in den Multiplatten wurden jeweils das Hypokotyl und die oberste Erdschicht mit dem jeweiligen Mittel mit Hilfe eines Pinsels bestrichen oder mit einer Sprühdose besprüht.
- Eine weitere Variante war das Umlegen von orangefarbenem Sisal (Netzfäden) um die Pflanzen (Abb. 7, Nr. 7D), was aber um das Pflanzen nicht unnötig zu erschweren, erst danach auf dem Feld umgelegt wurde.
- Eine biologische und damit alternative Maßnahme zur Bekämpfung von *Delia radicum* stellte der Einsatz von Nematoden der Art *Steinernema feltiae* dar. Ihre Wirksamkeit sollte gegen die Kohlflye getestet werden, indem vor dem Auspflanzen und zwei Wochen danach an die Jungpflanzen die in Wasser befindlichen Nematoden per Messbecher angegossen wurden.

- Um Vergleichsmöglichkeiten zu haben und Einschätzungen über die Effizienz der alternativen Methoden geben zu können, blieb die erste Variante immer eine unbehandelte Kontrolle und bei einer weiteren erfolgte der Einsatz eines Pflanzenschutzmittels. Hier wurden die Jungpflanzen mit dem Insektizid Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat) angegossen. Bei diesem Mittel handelt es sich um ein Emulsionskonzentrat, welches als systemischer Phosphorsäureester eine Kontakt- und Dauerwirkung besitzt. Die Anwendung kann im Gemüsebau u. a. als Jungpflanzen- und Spritzbehandlung gegen die Kleine Kohlfliege an verschiedenen Kohlarten erfolgen.

Tab. 3: Versuchsvarianten mit den eingesetzten Mitteln im Freiland in 2009

Nr.	Mittel	Firma	Aufwandmenge je Satz	Kurzname
1	Unbehandelte Kontrolle	-	-	Kontrolle
2	Insektizid Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat)	-	2 ml in 2 l/m ² (0,6 l in 600 l Wasser)	PSM
3	Kunststoff	-	340 Röhrchen	Hülse
4	Baumwachs Lac Balsam	Etisso	1 kg	Lac Balsam
5	Sprühwachs	Schacht GmbH & Co. KG	6 Flaschen	Sprühwachs
6	Baum-Pflaster	Schacht GmbH & Co. KG	1 kg	Pflaster
7	Netzfäden	-	Sisal orange	Netzfäden
8	Nemaplus (Art <i>Steinernema feltiae</i>)	e-nema	1. Behandlung: 1 g 2. Behandlung: 20 g	Nematoden



**Abb. 7: Behandlung der Kohlrabipflanzen mit dem jeweiligen Mittel
(Foto: Kizina, 2009)**

(7A mit Lac Balsam; 7B mit Baum-Pflaster; 7C mit Sprühwachs; 7D mit Netzfäden)

Der erste Satz des Freilandversuchs 2009 wurde im Frühjahr (Tab. 2) im Betrieb Gemüsegarten Gresse angelegt. Der Betrieb berichtete von einem starken Befall mit der Kleinen Kohlfliege im Vorjahr (2008) und so erhoffte man sich durch eine Versuchsanlage dort schon frühzeitig im Jahr Versuchsergebnisse zu erhalten. Alle Versuche wurden als randomisierte, einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt (Tabelle I im Anhang). Weitere Fakten sind in der Tabelle 4 aufgeführt. Die Pflegemaßnahmen, sowie die Bewässerung wurden betriebsüblich durchgeführt. Es erfolgte keine Behandlung mit Insektiziden.

Tab. 4: Daten zur Versuchsanlage in Gresse und Gülzow

Reihenabstand:	30 cm	Abstand in der Reihe:	30 cm
Beetbreite:	150 cm mit 5 Reihen	Beetlänge:	400 cm
Beetabstand:	100 cm	Parzellengröße:	7,2 m ²
Gesamtfläche:	345 m ² (Brutto)		

Die Versuchsteile zwei und drei der Freilandversuche 2009 (Abb. 8) wurden auf dem Versuchsfeld des GKZ (in Gülzow, Landkreis Güstrow, Mecklenburg-Vorpommern) jeweils auf Schlag 3 angelegt. Am Tag der Pflanzung (Tab. 2) fanden eine Pflanzbettbereitung mit einer Beetfräse und

eine einmalige Düngung mit Kalkammonsalpeter jeweils nach N_{\min} ausgerichtet (Sollwert 150 kg/ha) statt. Zur Unkrautbekämpfung wurden ca. eine Woche nach der Pflanzung 2,5 l/ha Butisan (Wirkstoff Metazachlor) auf den feuchten Boden ausgebracht und im weiteren Verlauf wurde die Beseitigung der Unkräuter per Handhacke durchgeführt. Die Bewässerung mit einem Regnerwagen und die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (Fungizide: Ortiva, Score; Insektizide: Piri-mor, Plenum, XenTari) erfolgten nach Bedarf in der Versuchsanlage.



**Abb. 8: Aufbau der Versuchsanlage von Satz 3 in Gülzow
(Foto: Kizina, 2009)**

In den Freilandversuchen am Standort Gülzow wurden zusätzlich zur alternativen Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege der Flugzeitraum und die Eiablage kontrolliert. Zu diesem Zweck wurden gleich nach der Pflanzung jeweils an zehn Randpflanzen der Kontrollparzellen und damit insgesamt an 40 Pflanzen Eimanschetten im Zeitraum vom 7. Mai bis 9. Oktober 2009 angelegt. Diese wurden jede Woche kontrolliert. Die erfasste Anzahl an Kohlfliegenegiern konnten dann wöchentlich aufsummiert werden und dividiert durch die Anzahl der Manschetten im Bestand (also 40) erhält man die Anzahl der Eier pro Manschette bzw. Pflanze in einer Woche. Der Mittelwert ergibt sich also aus folgender Formel:

$$\text{Eier/Pflanze/Woche} = \frac{\text{Anzahl Eier an Manschette 1} + \text{Anz. Eier Man. 2} + \dots + \text{Eier an Man. 40}}{40 \text{ Eimanschetten}}$$

(Kizina, 2010)

In der Literatur (KAHRER und GROSS, 2002) wird für den Befall eine Schadschwelle von zehn Eiern pro Pflanze angegeben. Dieser Wert wird im entsprechenden Diagramm im Ergebnisteil zur Veranschaulichung verwendet.

Sechs bis sieben Wochen nach der Pflanzung erfolgte bei allen drei Sätzen die Auswertung (Tab. 2). Dazu wurden von den verschiedenen Varianten immer insgesamt 100 Pflanzen mit Wurzel ausgegraben. Anschließend begann die Untersuchung der Erde und des gesamten auseinandergenommenen Wurzelwerkes nach Kohlfiegenlarven und –puppen. Für jede Variante wurde die Anzahl ermittelt und in einem Versuchsprotokoll festgehalten. Danach erfolgte die Berechnung der Gesamtzahl an Kohlfiegen (Summe beider Entwicklungsstadien) pro Variante und das Sortieren der Varianten nach der Höhe des Befalls. Dabei stellte die Variante 1, also die unbehandelte Kontrolle, immer die Orientierung dar und steht somit am Anfang in jedem Diagramm. Als Ergänzung erfolgte im 2. Satz (Standort Gülzow) im Zuge der Auswertung die Einteilung der Wurzeln nach Schadensklassen. Diese Bestimmung wurde von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bundesrepublik Deutschland (1991) in der „Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen die Kleine Kohlflye an Kohl“ in einem Schema von vier Boniturstufen (Tab. 5) vorgenommen. In jeder Variante wurde die Anzahl der Pflanzen mit der jeweiligen Schadensklasse an der Wurzel ermittelt.

Tab. 5: Einteilung der Wurzelschäden in Schadensklassen (Freiland), (HOMMES und WOLF, 1991)

1	Kein Befall; voll entwickeltes Wurzelwerk ohne Fraßsymptome
2	Wurzelwerk etwas schwächer mit einzelne Fraßstellen am Strunk
3	Wurzelwerk deutlich geschädigt, zahlreiche Fraßstellen am Strunk
4	Wurzeln stark geschädigt, nur noch Hauptstrunk vorhanden

Für die Auswertung der einzelnen Freilandversuche ist der Wirkungsgrad (nach Abbott) ein weiterer Parameter von großer Bedeutung und daher berechnet worden. Durch ihn lässt sich die Wirksamkeit der einzelnen Versuchsvarianten abschätzen.

Der Wirkungsgrad nach Abbott (WG) wird in Prozent angegeben und berechnet sich nach folgender Formel (nach FRANZ, 1968):

$$\text{WG (\%)} = \frac{\text{Summe Kohlfiegen (U)} - \text{Summe Kohlfiegen (B)}}{\text{Summe Kohlfiegen (U)}} \times 100$$

(U = Unbehandelte Variante; B = Behandelte Variante)

Die gefundenen Kohlfiegenpuppen und –larven in der unbehandelten Kontrolle sind stets die Bezugsgröße im jeweiligen Satz und haben daher einen Wirkungsgrad von 0 %. Für die eingesetzten Mittel wird im Vergleich dazu der Erfolg der Behandlung ermittelt.

Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen in dieser Arbeit erfolgten mit dem Softwareprogramm „Microsoft Excel“. Die erhobenen Daten wurden in einer Excel-Tabelle zusammengefasst und mit Hilfe der entsprechenden Funktionen das arithmetische Mittel und die Standardabweichung für die einzelnen Versuche ermittelt. Des Weiteren wurden die Daten mit dem Programm der einfaktoriellen Varianzanalyse „ANOVA“ ausgewertet (siehe Anhang). Dabei wird eine Signifikanzwahrscheinlichkeit berechnet, die als P-Wert bezeichnet wird. Als Signifikanzniveau bzw. Irrtumswahrscheinlichkeit wurde 5 % festgelegt. Die Berechnung kann durch die im Programm enthaltenen Analysefunktionen durchgeführt werden. Liegt der P-Wert nach der Datenanalyse unter 0,05, also unter dem festgelegten Signifikanzniveau, können die Daten als statistisch abgesichert betrachtet werden. Anschließend wurde mit Hilfe des Tukey-Tests die Grenzdifferenz (5 %) für jeden Versuch berechnet, um zu ermitteln, ob es signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsvarianten gibt. Dazu erfolgte die Berechnung der HSD (honest significant difference) nach der Formel (THOMAS, 2006):

$$\text{HSD} = q(\alpha, v, \text{FG}) * s_{\bar{y}}$$

$$s_{\bar{y}} = \sqrt{s^2 / r}$$

α ... Irrtumswahrscheinlichkeit 0,05

v ... Anzahl der Prüfglieder (betrachteter Mittelwerte)

FG... Freiheitsgrad (innerhalb der Gruppe)

$s_{\bar{y}}$... Standardabweichung der Mittelwerte

s ... Standardabweichung

r ... Restvarianz

Der Wert von q (α, v, FG) ist einer entsprechenden Tabelle zu entnehmen. Zudem wird eine weitere Größe berechnet und zwar nach folgender Formel (THOMAS, 2006):

$$q = \frac{\bar{y}_{\max} - \bar{y}_{\min}}{s_{\bar{y}}}$$

\bar{y}_{\max} ... größerer Mittelwert der Versuchsvarianten

\bar{y}_{\min} ... kleiner Mittelwert der Versuchsvarianten

Ist der berechnete Wert q größer als der HSD besteht zwischen zwei Versuchsvarianten ein signifikanter Unterschied. Ansonsten ist die Differenz nicht signifikant.

3.1.2 Ergebnisse

In diesem Teil der Arbeit werden nun die gewonnenen und sortierten Daten in Form von Diagrammen vorgestellt und näher erläutert. Zuerst erfolgt die Darstellung der Eiablage der Kleinen Kohlfliege im Jahr 2009; festgestellt durch das Anlegen und Kontrollieren von Eimanschetten in Gülzow. Anschließend werden die Ergebnisse der drei Sätze des Freilandversuchs aufgezeigt, indem die Anzahl an Kohlfliegenpuppen und -larven von 100 Pflanzen in den einzelnen Varianten jeweils mit der unbehandelten Kontrolle verglichen werden. Dabei sind auf der x-Achse die acht Versuchsglieder dargestellt, sortiert nach der Höhe des Befalls und immer beginnend mit der Kontrolle. Auf der y-Achse ist die Summe der Kohlfliegenpuppen und -larven in einer Einteilung von 20iger Schritten abgebildet, um eine bessere Übersichtlichkeit zu erhalten. Im zweiten Satz des Freilandversuchs wurde zusätzlich eine Betrachtung der Wurzelschäden nach Schadensklassen vorgenommen, die ebenfalls in einem Diagramm dargestellt wird. Dazu sind für die einzelnen Varianten (auf der x-Achse) die jeweilige Anzahl der Pflanzen (auf der y-Achse) in den Schadensklassen 1 bis 4 aufgezeigt. Danach wurde der Wirkungsgrad nach Abbott für die einzelnen Versuchsvarianten der drei Sätze eingefügt, um den Erfolg der Behandlungen abschätzen zu können. Die einzelnen Varianten sind auf der x-Achse und der Wirkungsgrad in % auf der y-Achse dargestellt. Die verwendete Datengrundlage der Diagramme ist im Anhang zu finden.

Ergebnis: Eimanschetten

Die Überwachung der Eiablage der Kleinen Kohlfliege erfolgte nach der in Punkt 3.1.1 beschriebenen Methode im Zeitraum vom 7. Mai bis 9. Oktober 2009 am Versuchsstandort Gülzow. In Abbildung 9 ist der Verlauf der Eiablage von *D. radicum* dargestellt, indem am jeweiligen Tag der Bonitur (einmal wöchentlich) die Anzahl der Kohlfliegen Eier pro Manschette bzw. Pflanze angegeben ist.

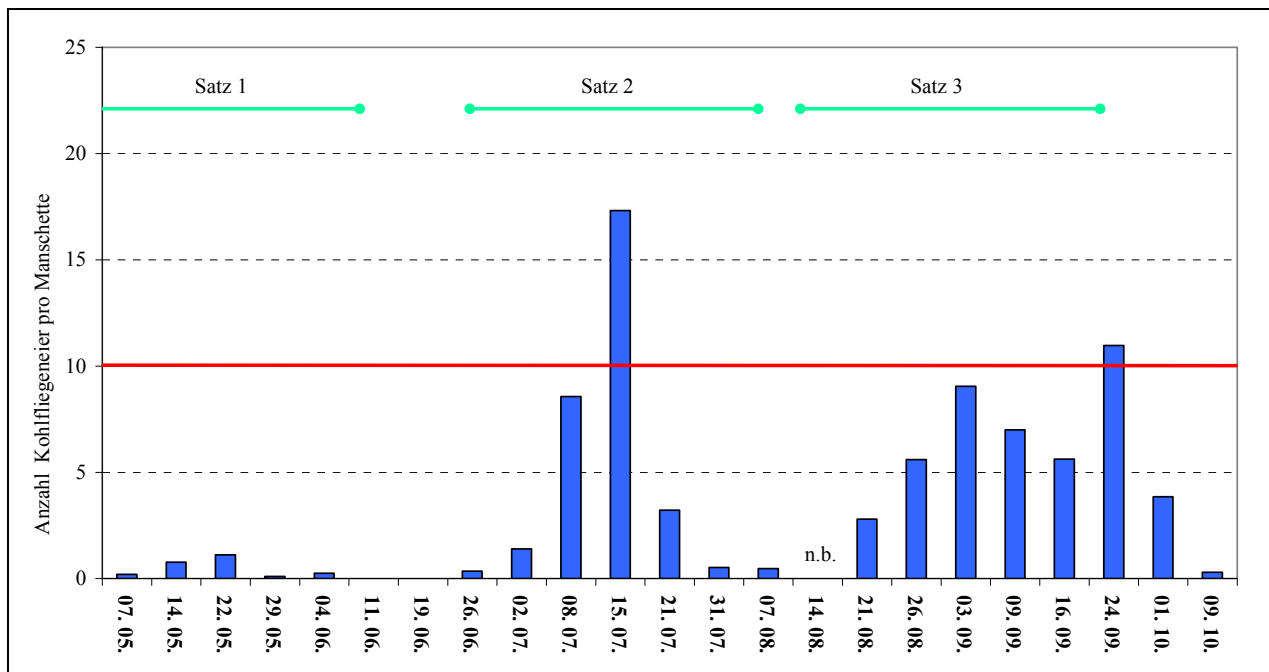


Abb. 9: Verlauf der Eiablage von *Delia radicum* in Gülzow 2009

Das erste Auftreten des Schädlings konnte in Gülzow am 7. Mai verzeichnet werden. Danach erfolgte bis zum vorläufigen Höhepunkt am 22. Mai ein leichter Anstieg der Kohlflegeneier pro Manschette. In den folgenden vier Wochen konnte ein Absinken in der Eiablage registriert werden und damit ist auch der Zeitraum des ersten (sehr schwachen) Flugzeitraumes der Kleinen Kohlflye zu erkennen. Am 26. Juni waren dann wieder Eier in den Eimanschetten bonitiert worden. Diese Anzahl stieg im weiteren Zeitverlauf sehr stark an, bis sie am 15. Juli ihren größten Wert mit ca. 17,3 Eiern pro Pflanze erreichte und damit den Höhepunkt des zweiten Kohlflegenflugzeitraumes aufzeigt. Denn anschließend sinkt das Niveau wieder ab. Ein erneuter Anstieg der Anzahl an Eiern von *Delia radicum* je Pflanze war ab dem 21. August und den weiteren Tagen bis zum 3. September feststellbar. Dieser dortige Eiablagehöhepunkt mit etwa neun Kohlflegeneiern je Pflanze wurde nach zwei Wochen mit geringer werdenden Zahlen an Eiern pro Manschette durch einen Peak am 24. September mit ca. elf Eiern übertroffen. Im restlichen Untersuchungszeitraum sank das Niveau schnell wieder ab. Damit kann hier ein dritter Flugzeitraum festgesetzt werden. Zusammenfassend lassen sich drei Flugzeiträume der adulten Kleinen Kohlfiegen erkennen:

- Ein erster, sehr schwach ausgeprägter im Zeitraum vom 7. Mai bis 4. Juni 2009,
- Ein zweiter, deutlicher Flugzeitraum in der Zeit vom 26. Juni bis zum 7. August 2009

- Und ein dritter Kohlfliegenzeitraum, der sich vom 21. August bis zum 9. Oktober 2009 am stärksten ausgeprägt in der Eiablage, zeigt.

Im Zeitraum von einem Flugzeitraum zum nächsten entwickeln sich die Generationen von *D. radicum*. Das Vorhandensein von drei Generationen der Kleinen Kohlfliege deutet daraufhin, dass sich der Schädling auf dem Versuchsfeld des GKZ etabliert hat. Des Weiteren ist in der Abbildung 9 bei zehn Kohlfliegeniern pro Manschette eine rote Linie eingezeichnet, die die Schadschwelle für den Befall von *D. radicum* verdeutlichen soll. Im Diagramm (Abb. 9) ist zu erkennen, dass diese Schadschwelle am 15. Juli und 24. September 2009, welche die Höhepunkte der zweiten bzw. dritten Kohlfliegen generation darstellen, überschritten wird. Die Anzahl der Eier von *D. radicum* sind am 8. Juli sowie am 3. September 2009 nahe dem Schwellenwert, sodass bereits zu diesem Zeitpunkt (vor dem Eiablagehöhepunkt) die Einleitung von Bekämpfungsmethoden in Erwägung gezogen werden müsste. Gleichzeitig sind in der Abbildung 9 noch die Zeiträume der einzelnen Versuchsteile des Freilandversuches 2009 zur alternativen Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege in grünen Linien dargestellt. Es wird sichtbar, dass die drei Sätze jeweils in die Zeiten der drei Kohlfliegenflugzeiträume fallen und damit diese Versuchstermine (Tab. 2) optimal ausgewählt wurden. Ein Befall mit dem Schädling war somit gegeben. Dazu muss erwähnt werden, dass der erste Satz nicht auf dem Versuchsfeld in Gülzow angelegt wurde und daher die in der Abbildung 9 ersichtliche erste Generation nicht auf diesen zu übertragen ist. Doch aufgrund der Berichte über den starken Befall von *D. radicum* im Vorjahr im Gemüsegarten Gresse war auch dort von einem Befall mit dem Schädling auszugehen.

Freilandversuch 2009

Im Weiteren werden nun die Ergebnisse der drei Sätze des Freilandversuchs zur alternativen Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege aufgezeigt. Dazu ist für die acht Versuchsvarianten jeweils die Summe der Kohlfliegenpuppen und -larven je 100 Pflanzen sortiert nach der Anzahl dargestellt. Im Anschluss erfolgt jeweils die Betrachtung des Wirkungsgrades (nach Abbott) der Behandlungen in den Versuchen.

Satz 1/2009:

Dieser Versuchsteil wurde in dem Betrieb Gemüsegarten Gresse bei Gresse (Landkreis Ludwigs-
lust, M-V) durchgeführt, da diese in 2008 große Schäden durch die Kleine Kohlflye erlitten
hatten und man sich so gute Voraussetzungen für einen Befall zur Erprobung alternativer Be-
kämpfungsmaßnahmen gegen diesen Schädling erhoffte. Die Abbildung 10 stellt die Anzahl der
gefundenen Puppen und Larven der Kleinen Kohlflye in den bonitierten 100 Pflanzen für die
entsprechenden acht Versuchsvarianten dar. Dabei zeigt sich, dass insgesamt mehr Puppen (oran-
ge gekennzeichnet), als Larven (gelb dargestellt) angetroffen wurden. Die einzelnen unterschied-
lichen Buchstaben über den Säulen beschreiben die statistischen Unterschiede. Wenn bei ver-
schiedenen Varianten die Buchstaben gleich sind, unterscheiden diese sich statistisch nicht. Bei
zusammengesetzten Buchstaben, beispielsweise „bc“, ist die Variante statistisch weder von der
Variante mit „a“, noch von der mit dem „b“ zu unterscheiden. (Die Erklärung für die Bedeutung
der Buchstaben gilt auch für die übrigen Versuche.)

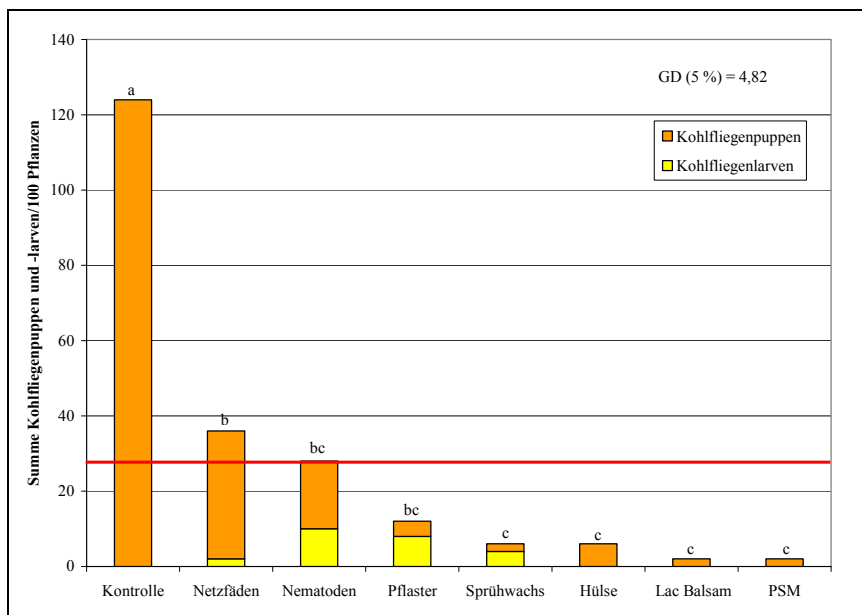


Abb. 10: Ergebnis des Freilandversuchs – Satz 1/2009 bei Gresse

In der Variante Kontrolle wurden mit über 120 Kohlfiegenpuppen signifikant der größte Befall erfasst. Im Vergleich dazu weisen die anderen Versuchsvarianten einen geringen Befall auf. Die Variante Netzfäden stellt mit 34 Kohlfiegenpuppen und zwei Kohlfiegenlarven die schlechteste

von allen übrigen dar, gefolgt von der Variante Nematoden mit insgesamt 28 Kohlfliegenstadien, wobei hier mit einer Anzahl von zehn die meisten Larven von allen Varianten auftraten. Die übrigen Varianten: Pflaster, Sprühwachs, Hülse, Lac Balsam und PSM liegen in ihrer Summe gefundener Kohlfliegenpuppen und –larven unterhalb des arithmetischen Mittels von 27,0 (Tab. 6), das mit einer roten Linie in Abbildung 10 gekennzeichnet ist. Damit deuten diese auf eine gute Wirkung hin, um den Schädling *D. radicum* am Befall der Pflanzen zu behindern. Es konnte zwischen diesen Versuchsvarianten statistisch gesehen keine Unterschiede ausgemacht werden. Der errechnete P-Wert von $< 0,001$ (Tab. 6) liegt unter dem Wert 0,05 und damit ist der Versuch statistisch abgesichert.

Tab. 6: statistische Kennzahlen (Freilandversuch, Satz 1)

arithmetisches Mittel \bar{x}	27,0
Standardabweichung s	41,1
P-Wert	$< 0,001$

In Abbildung 11 werden die Wirkungsgrade nach Abbott für die einzelnen Varianten aufgezeigt.

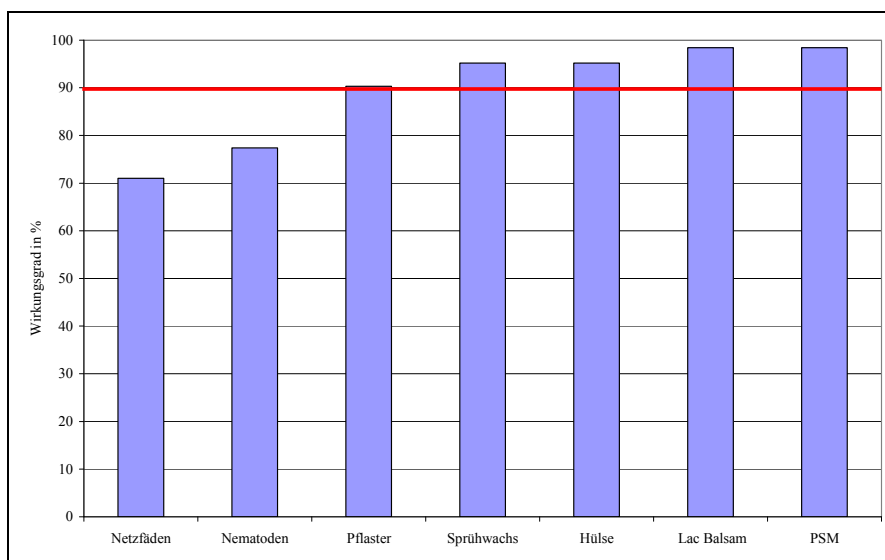


Abb. 11: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Freilandversuch – Satz 1/2009

Alle Behandlungen weisen mit mehr als 70 % hohe Wirkungsgrade gegen die Kleine Kohlfliege auf. Die zuvor hervorgehobenen Varianten (Pflaster, Sprühwachs, Hülse, Lac Balsam und das PSM) zeigen sogar einen Wirkungserfolg von ca. 90 bis über 98 % und liegen damit über dem arithmetischen Mittel von 89,4 (rote Linie). Die durchschnittliche Streuung um den Mittelwert bzw. die Standardabweichung ist 10,9. Damit kann im Satz 1 des Freilandversuches beim Einsatz der verschiedenen Mittel noch kein großer Unterschied im Erfolg der Behandlungen festgestellt werden.

Satz 2/2009:

Der zweite Satz des Freilandversuchs 2009 wurde am Standort Gülzow (Landkreis Güstrow, M-V) auf dem Versuchsfeld des GKZ angelegt und durchgeführt. Es erfolgte die Betrachtung der Summe der Entwicklungsstufen: Puppen und Larven der Kleinen Kohlfliege an jeweils 100 Pflanzen in acht verschiedenen Versuchsvarianten, dessen Ergebnis Abbildung 12 darstellt.

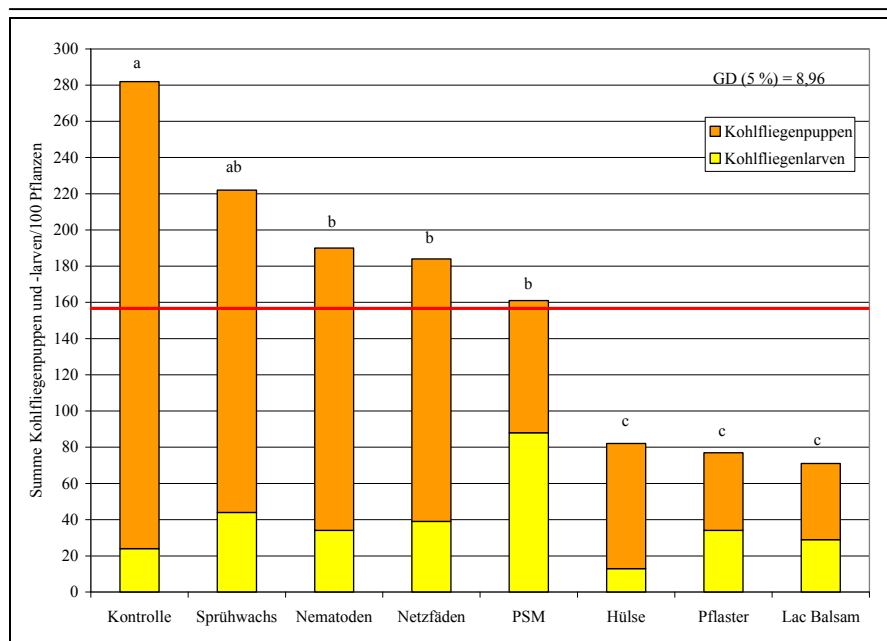


Abb. 12: Ergebnis des Freilandversuchs – Satz 2/2009 in Gülzow

In der Abbildung 12 ist zu erkennen, dass im Satz 2 insgesamt mehr Kohlfliegenstadien gefunden wurden, als im ersten Satz des Freilandversuchs (Abb. 10). Des Weiteren ist auch zu erkennen, dass in allen Versuchsvarianten, sowohl Kohlfliegenpuppen (oranger Balken), als auch Larven

(gelber Balken) auftraten. Vergleichend zur Kontrolle, wo insgesamt um die 280 Kohlfliegenstadien (meist Tönnchenpuppen) erfasst wurden, zeigen die übrigen Varianten einen signifikant geringeren Befall auf. Tabelle 7 ist zu entnehmen, dass der P-Wert des 2. Satzes im Freiland mit 0,025 unterhalb von 0,05 liegt und damit eine statistische Absicherung gegeben ist. Mit einer Summe von ca. 220 bis 180 Kohlfliegenstadien und damit oberhalb des arithmetischen Mittels von 158,6 (rote Linie) (Tab.7) liegend, weisen die Varianten Sprühwachs, Nematoden und Netzfäden eine nicht ausreichend wirksame Möglichkeit auf die Kleine Kohlfliege alternativ zu bekämpfen. Auch die Variante PSM, die einen Befall um das arithmetische Mittel des Versuchs aufzeigt, kann in diesem Versuchsteil mit 88 erfassten Kohlfliegenlarven und 73 bonitierten Kohlfliegenpuppen in den 100 Pflanzenwurzeln nicht überzeugen.

Tab. 7: statistische Kennzahlen (Freilandversuch, Satz 2)

arithmetisches Mittel \bar{x}	158,6
Standardabweichung s	76,6
P-Wert	0,025

Dagegen zeigen die alternative Bekämpfung mit der Hülse, dem Pflaster und auch Lac Balsam mit ca. 70 bis 80 Kohlfliegenstadien und damit weniger als der Wert des arithmetischen Mittelwertes (Tab.7), die geringsten Summen an Kohlfliegen an und das signifikant. Sie scheinen eine befallsreduzierende Wirkung auf den Schädling auszuüben. Um dieser These weiter nachzugehen, wurden die Wurzeln der Kohlrabipflanzen zusätzlich noch nach ihren Schäden bonitiert, dessen Einteilung in vier Stufen der Tabelle 8 zu entnehmen ist. Die Abbildung 13 stellt für die einzelnen Versuchsglieder die ermittelten Schadensklassen für die jeweilig 100 bonitierten Pflanzenwurzeln dar.

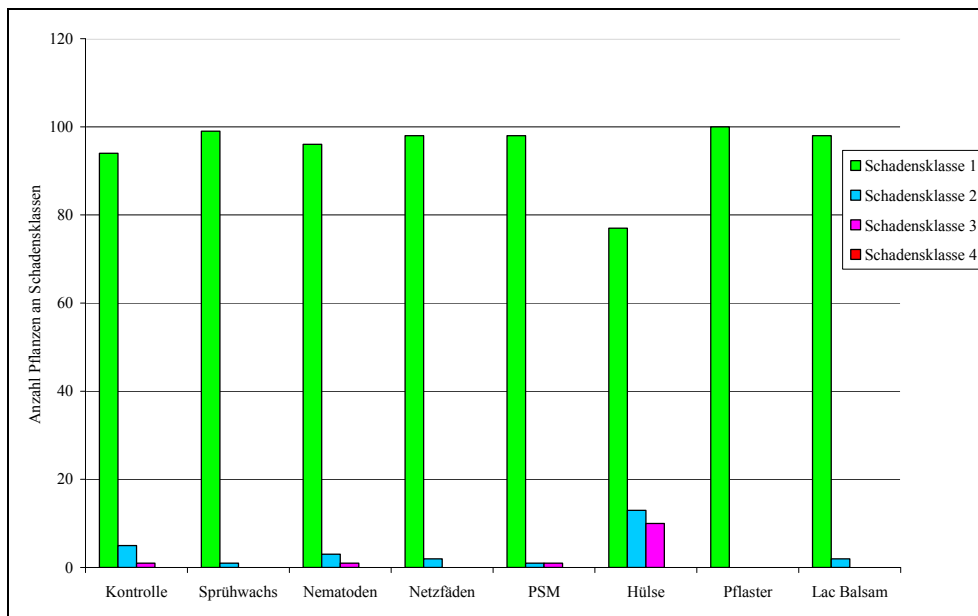


Abb. 13: Ergebnis Freilandversuch – Satz 2/2009: Verteilung der Schadensklassen

Tab. 8: Verteilung der Schadensklassen in einzelnen Versuchsgliedern (Satz 2)

SK1	Kontrolle	Sprühwachs	Nematoden	Netzfäden	PSM	Hülse	Pflaster	Lac Balsam
1	94	99	96	98	98	77	100	98
2	5	1	3	2	1	13	0	2
3	1	0	1	0	1	10	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
\bar{x}	1,07	1,01	1,05	1,02	1,03	1,33	1,00	1,02

In allen Varianten ist die grüne Säule, die die Schadensklasse 1 darstellt, die größte. Die Einteilung in die Stufen Schadensklasse 2 (blau markiert) und 3 (rosa gekennzeichnet) ist nur bei wenigen Pflanzen erfolgt. Die Schadensklasse 4 konnte bei keiner Pflanze festgestellt werden. Das arithmetische Mittel beträgt 1,07 und die Standardabweichung (s) ist 0,12. Wenn man sich den Kohlfiegenbefall (Abb. 12) betrachtet, ist der daraus entstandene Schaden bisher als gering zu bewerten. Die Variante Hülse sticht dabei etwas heraus, da hier vergleichend zu den anderen mehr Pflanzen deutliche Wurzelschäden und Fraßstellen am Strunk aufwiesen und damit in die

Schadensklassen 2 (13 Pflanzen) und 3 (10 Pflanzen) eingeordnet wurden. Das ist hervorzuheben, weil die Hülse sich in Abbildung 12 als effiziente mechanische Barriere gegen die Kleine Kohlflye herausgestellt hat. In der Variante Pflaster, die sich von der Wirksamkeit her auch als effizient gezeigt hat, weisen sogar alle Wurzeln keine äußeren Symptome der Schädigung auf und bestätigen damit diese Aussage. Zwei Pflanzen, die mit Lac Balsam behandelt waren, zeigten ein geschwächtes Wurzelwerk und mussten damit der Schadensklasse 2 zugeordnet werden. Diese Variante ist nach Abbildung 12 die beste mit dem geringsten Befall und das wird hier auch deutlich. Der Wirkungsgrad nach Abbott für die einzelnen Varianten ist in Abbildung 14 dargestellt.

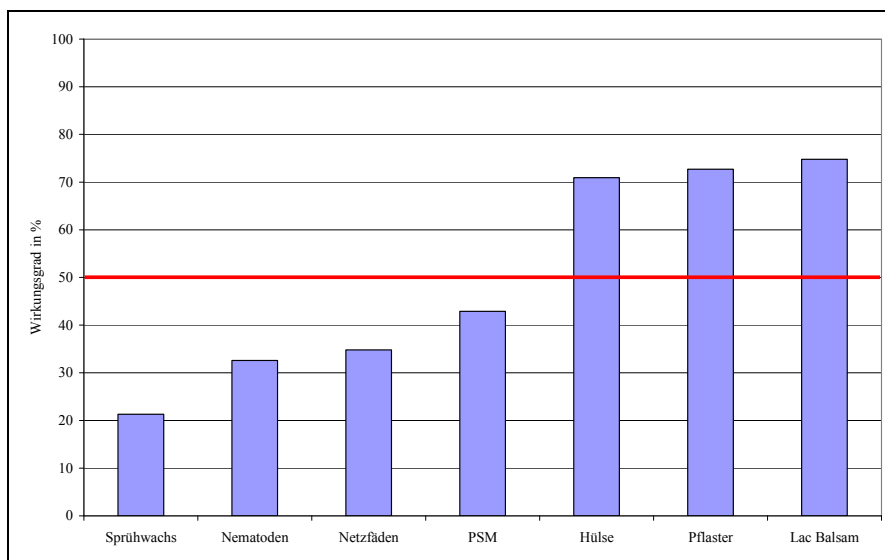


Abb. 14: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Freilandversuch – Satz 2/2009

Alle Behandlungen besitzen positive Wirkungsgrade gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Dabei zeigt sich die zuvor schon angesprochene gute Wirkung bei den Varianten Hülse (70,9 %), Pflaster (72,2 %) und Lac Balsam (74,5 %). Mit 42,9 % liegt der Wert beim Pflanzenschutzmittel unterhalb des arithmetischen Mittels von 50 % (rote Linie) und ist damit nicht zufriedenstellend. Auch die übrigen Versuchsglieder (Sprühwachs, Nematoden, Netzfläden) haben eine unzureichende Wirkung. Es wurde eine Standardabweichung von 22,3 ermittelt.

Satz 3/2009:

Auf dem Versuchsfeld des GKZ in Gülzow wurde der dritte Satz des Freilandversuchs 2009 durchgeführt. Das Ergebnis zeigt die Abbildung 15. Es ist für acht Versuchsvarianten die Summe an Kohlfliiegenpuppen und -larven an jeweils 100 Pflanzen dargestellt.

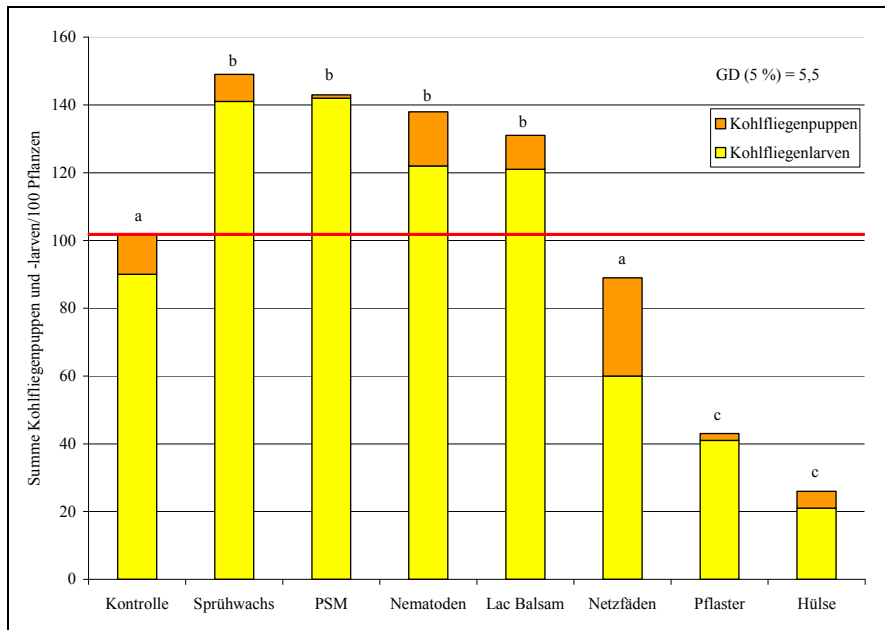


Abb. 15: Ergebnis Freilandversuch – Satz 3/2009 in Gülzow

Die Anzahl der Kohlfliiegenstadien ist bei der Variante Sprühwachs insgesamt mit 149 von allen am höchsten. Um diesen Wert vergleichend einschätzen zu können, muss man sich das Ergebnis vom zweiten Versuchsteil (Abb. 12) anschauen und stellt fest, dass dort nur drei Varianten (Hülse, Pflaster und Lac Balsam) darunter lagen. In der Abbildung 15 ist zu erkennen, dass in den gesamten Versuchsvarianten die Anzahl der Maden die der Kohlfliiegenpuppen deutlich überschreitet. Die Kontrolle weist ca. 100 Kohlfliiegenpuppen und -larven auf und liegt damit nahe dem arithmetischen Mittel (rote Linie) von 102,6 (Tab. 9). Die vier angelegten Varianten: Sprühwachs, PSM, Nematoden und Lac Balsam zeigen einen signifikant stärkeren Befall und sind oberhalb des Mittelwerts. Auch die Variante PSM, die die Behandlung mit dem chemischen Pflanzenschutzmittel Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat) darstellt, befindet sich unter ihnen. Ihr Befall mit ca. 140 Kohlfliiegenlarven liegt damit aber noch bei einem niedrigeren Wert, als im 2. Satz mit ca. 160 Kohlfliiegenpuppen und -larven. Die Versuchsglieder Netzfäden, Pflaster und

Hülse sind im 3. Satz des Freilandversuches die Einzigen, die unter dem arithmetischen Mittel liegen. Dabei hebt sich die Variante Netzfäden statistisch gesehen nicht von der Kontrolle ab. Der Einsatz von Hülsen und Pflaster zeigt im Vergleich zu den anderen Varianten statistische Unterschiede. Aber bei der Auswertung des Versuches ist keine statistische Absicherung gegeben, denn der P-Wert liegt mit 0,325 (Tab. 9) deutlich über dem Grenzwert von 0,05.

Tab. 9: statistische Kennzahlen (Freilandversuch, Satz 3)

arithmetisches Mittel \bar{x}	102,6
Standardabweichung s	47,0
P-Wert	0,325

Die Abbildung 16 zeigt das Ergebnis der Betrachtung des Wirkungsgrades nach Abbott auf. Das Versuchsglied „unbehandelte Kontrolle“ stellt in dieser Auswertung die Basis dar und hat daher einen Wirkungsgrad von Null.

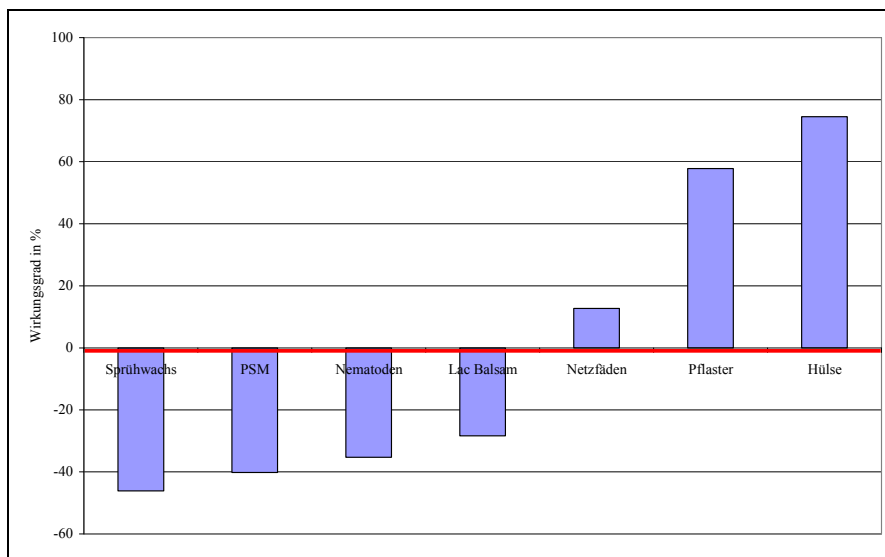


Abb. 16: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Freilandversuch – Satz 3/2009

Verglichen damit ist auf der Abbildung 16 zu erkennen, dass einige behandelte Varianten keine Wirkung aufweisen, da sie einen höheren Befall als die Kontrolle (Abb. 15) zeigen und sich

gleichzeitig unter dem arithmetischen Mittel von -0,71 % befinden. Die Behandlung mit Netzfäden zeigt in diesem Versuch eine Wirkung von 12,7 % und liegt damit zwar über dem Mittelwert, kann aber als nicht befriedigend eingestuft werden. Allein der Einsatz von Hülsen (74,5 %) und Pflaster (57,8 %) konnten zu guten Resultaten beim Wirkungserfolg führen. Die Standardabweichung ergibt 49,7.

Die Varianten Hülse und Pflaster konnten in allen drei Versuchsteilen des Freilandversuches 2009 mit einer guten Wirkung überzeugen.

3.2 Gewächshausversuch

3.2.1 Material und Methoden

Bei dem Gewächshausversuch handelt es sich um zwei Versuchsteile bzw. Sätze, die zeitversetzt in dem Gewächshaus 5 des GKZ in Gülzow (Landkreis Güstrow, Mecklenburg-Vorpommern) durchgeführt wurden. Die verwendete Kultur in den Versuchen war Kohlrabi (*Brassica oleracea convar. acephala var. gongylodes*) Sorte 'Lech'. Es gab jeweils acht Versuchsvarianten um alternative Bekämpfungsmöglichkeiten aufzuzeigen und ihre Wirksamkeit gegenüber der Beeinflussung des Verhaltens von Kohlfiegenlarven nach dem Schlupf bei der Suche nach Wirtspflanzen sowie eine mögliche Behinderung beim Madenfraß auszutesten. Die Tabelle 10 stellt dazu alle relevanten Termine dar. Eine Beeinflussung des Klimas im Gewächshaus erfolgte ausschließlich über eine Firstlüftung und Schattierung.

Tab. 10: Termine zu den Gewächshausversuchen 2009

	Satz 1	Satz 2
Aussaat	20. 05. 2009	08. 07. 2009
Behandlung	25. 06. 2009	13. 08. 2009
	29. 07. 2009 (2. Behandlung Variante Nematoden)	10. 09. 2009 (2. Behandlung Variante Nematoden)
Topfen	26. 06. 2009	17. 08. 2009
Eiablage	15. 07. 2009	28. 08. 2009
Auswertung	12. 08. 2009	22. 09. 2009

Als Vorbereitung wurden jeweils ca. 200 Samen in Multiplatten ausgesät und herangezogen. Bei der Variante „Hülse“ wurde vor der Aussaat in die Erde eine schwarze Kunststoffhülse gesteckt, damit die Pflanze dort hinein wächst. Es konnte ein gleichmäßiges Wachstum und gute Stabilität aller Pflanzen beobachtet werden.

Einen Tag vor dem Topfen (Tab. 10) wurden die Jungpflanzen entsprechend der jeweiligen Variante (Tab. 11) behandelt.

- Dabei blieb die Variante 1 eine unbehandelte Kontrolle, um die Wirksamkeit der verschiedenen Mittel vergleichen und bewerten zu können.
- Zur Verwendung kamen in den Versuchsgliedern zum Einen Wundschutzmittel, ursprünglich als Pflegemittel beim Baumschnitt im Einsatz, z. B. Lac Balsam, Sprühwachs und Baum-Pflaster (Abb. 7, Nr. 7A/7B/7C), die auf das Hypokotyl der Kohlrabieplänzchen in den Erdrösstöpfen und der Erdoberfläche entweder mit dem Pinsel aufgestrichen oder mit Hilfe einer Sprühdose aufgesprüht wurden.
- Zum Anderen war das Umlegen von orangefarbenem Sisal (Netzfäden) um die Pflanzen eine Variante. Dies wurde aber erst nach dem Topfen durchgeführt.
- Zusätzlich erfolgte der Einsatz von Nematoden der Art *Steinernema feltiae*. Ihre Effizienz zur Dezimierung der Kleinen Kohlflye sollte getestet werden, indem nach dem Topfen der Pflanzen und zwei Wochen danach die Jungpflanzen mit den in Wasser befindlichen Nematoden per Messbecher angegossen wurde.
- Neben den alternativen Bekämpfungsmaßnahmen wurde auch das Standard-PSM Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat) eingesetzt, indem es an die Jungpflanzen angegossen wurde. Diese Variante soll eine weitere Abwägung zu den alternativen Methoden ermöglichen. Bei diesem Mittel handelt es sich um ein Emulsionskonzentrat, welches als systemischer Phosphorsäureester eine Kontakt- und Dauerwirkung besitzt. Die Anwendung kann im Gemüsebau u. a. als Jungpflanzenbehandlung gegen die Kleine Kohlflye an verschiedenen Kohlarten erfolgen.

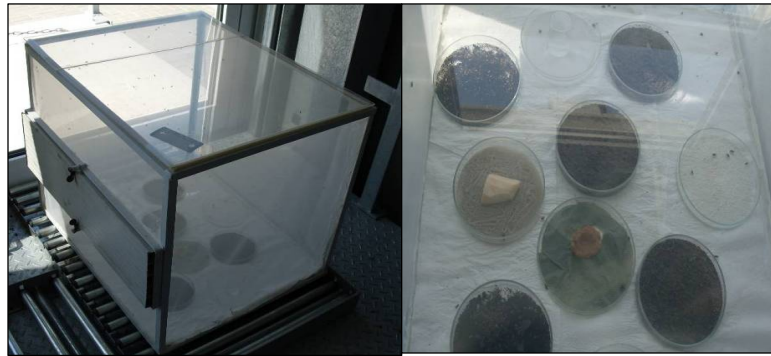
Tab. 11: Versuchsvarianten mit den eingesetzten Mitteln im Gewächshaus in 2009

Nr.	Mittel	Firma	Aufwandmenge je Satz	Kurzname
1	Unbehandelte Kontrolle	-	-	Kontrolle
2	Insektizid Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat)	-	2 ml in 2 l/m ² (0,6 l in 600 l Wasser)	PSM
3	Kunststoff	-	30 Röhrchen	Hülse
4	Baumwachs Lac Balsam	Etisso	0,2 kg	Lac Balsam
5	Sprühwachs	Schacht GmbH & Co. KG	1 Flaschen	Sprühwachs
6	Baum-Pflaster	Schacht GmbH & Co. KG	0,2 kg	Pflaster
7	Netzfäden	-	Sisal orange	Netzfäden
8	Nemaplus (Art <i>Steinernema feltiae</i>)	e-nema	1. Behandlung: 2 g 2. Behandlung: 2 g	Nematoden

Im Juni 2009 erfolgte die Anlage (Tab. 10) des ersten Satzes des Gewächshausversuches in Gewächshaus 5. Dazu wurden von jeder Variante stets sechs Kohlrabipflanzen in einer Reihe in drei Wiederholungen auf Tischen entsprechend dem Versuchsplan (Tabelle II im Anhang) positioniert. Kurze Zeit später konnte die Simulation des Schädlingsbefalls mit künstlich vermehrten Eiern der Kohlflyge, wie im folgenden Abschnitt beschrieben, erfolgen. Dies geschah, indem mit einem Pinsel etwa acht bis zehn Eier pro Topf im Umkreis von ca. 4 cm um das Hypokotyl der Pflanzen herum abgelegt wurden. Es erfolgte eine Bewässerung der Töpfe nach Bedarf, um ein Absterben der Versuchspflanzen und der Kohlflygeneier zu verhindern. Nach CRÜGER et al. (2002) und EICHHORN (2007) sind die Eier der *D. radicum* besonders gegen Trockenheit empfindlich.

Die Kohlflygeneier wurden eigens in der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV im Bereich Gartenbaukompetenzzentrum in Gülzow herangezogen. Die Anzucht orientierte sich an den von RIEDEL (1967) und ZOHREN (1968) beschriebenen Verfahren. Das Prinzip beruht darauf, die Tönnchenpuppen der Kleinen Kohlflyge zum Schlüpfen und die Fliegen anschließend zur Eiablage zu bringen. Die Puppen wurden im Freiland auf dem Gelände des GKZ gesammelt und anschließend in einen Zuchtkäfig (Abb. 17) bei ca. 20 °C und 16 Stunden Licht gestellt. Zur Versorgung der geschlüpften Fliegen dienten sowohl eine Schale Trockenfut-

ter (10 g Traubenzucker, 10 g Milcheiweiß, 1 g Sojamehl, 1 g Trockenhefe), als auch ein Gefäß mit Nassfutter (5 g Honig, 5 g Soja, 1 g Bierhefe gemischt mit Wasser). Durch ein ständig feucht gehaltenes Filterpapier als Tränke stand Wasser zur Verfügung. Nach dem Schlupf setzte ca. eine Woche später die Eiablage ein. Dazu war eine „Eiablagestation“ nötig, die aus einer Petrischale gefüllt mit Quarzsand und einem Würfel Kohlrübe aufgebaut war und alle zwei Tage erneuert wurde. Zur Eigewinnung wurde die Petrischale mit Wasser gefüllt. Die aufgeschwemmten Kohlflegeneier konnten dann mit Hilfe von Kaffeefilter und Pinzette abgesammelt werden. Dieser Vorgang des Aufschwemmens und Absammelns wurde so oft wiederholt bis keine Eier mehr zu sehen waren. Die erhaltenen Eier wurden gekühlt, um sie dann bei entsprechender Menge für den Versuch einzusetzen.



**Abb. 17: Aufbau des Zuchtkäfigs
(Foto: Kizina, 2009)**

Nach ungefähr vier Wochen erfolgte die Auswertung (Tab. 10) des Satzes 1 im Gewächshaus, indem in allen Varianten die Töpfe auf Kohlfiegenpuppen und -larven in der gesamten Erde und im Wurzelwerk durchsucht wurden. Die Anzahl wurde in einem Versuchsprotokoll festgehalten. Im Anschluss konnten diese gewonnenen Daten zur Ermittlung der Gesamtzahl an Kohlfiegen (Summe beider Entwicklungsstadien) pro Variante genutzt werden. Die im Zuge der Auswertung angefertigten Diagramme stellen immer die Variante 1, also die unbehandelte Kontrolle, als erste Säule dar, um einen Vergleich zu haben. Die anderen Versuchsglieder werden dann sortiert nach der Anzahl an Kohlfiegen daneben aufgezeigt. Zusätzlich erfolgte im 1. Satz die Einteilung der Wurzeln in Schadensklassen. Diese Bestimmung wurde von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bundesrepublik Deutschland (1991) in der „Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen die Kleine Kohlflye an Kohl“ in einem Schema von vier Boniturstufen (Tab.

12) vorgenommen. In jeder Variante wurde die Anzahl der Pflanzen mit der jeweiligen Schadensklasse an der Wurzel ermittelt.

**Tab. 12: Einteilung der Wurzelschäden in Schadensklassen (Gewächshaus)
(HOMMES und WOLF, 1991)**

1	Kein Befall; voll entwickeltes Wurzelwerk ohne Fraßsymptome
2	Wurzelwerk etwas schwächer mit einzelne Fraßstellen am Strunk
3	Wurzelwerk deutlich geschädigt, zahlreiche Fraßstellen am Strunk
4	Wurzeln stark geschädigt, nur noch Hauptstrunk vorhanden

Im August 2009 (Tab. 10) wurde ein zweiter Satz im Gewächshaus 5 angelegt. Die acht Versuchsvarianten (Tab. 11) wurden jeweils in einer Reihe von sechs Töpfen in vier Wiederholungen (24 Pflanzen pro Variante) auf vier Tischen verteilt (Tabelle II im Anhang). Die Anzucht und das Anlegen der Kohlfliogeneier erfolgten wie im Versuchsteil 1 des Gewächshausversuchs. Auch die Auswertung vier Wochen später (Tab. 10) wurde wie im Satz 1 durchgeführt. Aber auf eine Betrachtung der Wurzelschäden und Einordnung in die entsprechende Schadensklasse wurde hier verzichtet.

Für die Auswertung der einzelnen Gewächshausversuche ist der Wirkungsgrad nach Abbott ein weiterer Parameter von großer Bedeutung und daher berechnet worden. Durch ihn lässt sich die Wirksamkeit der einzelnen Versuchsvarianten abschätzen. Der Wirkungsgrad nach Abbott (WG) wird in Prozent angegeben und berechnet sich nach folgender Formel (nach FRANZ, 1968):

$$\text{WG (\%)} = \frac{\text{Summe Kohlfiegen (U)} - \text{Summe Kohlfiegen (B)}}{\text{Summe Kohlfiegen (U)}} \times 100$$

(U = Unbehandelte Variante; B = Behandelte Variante)

Die gefundenen Kohlfiegenpuppen und –larven in der unbehandelten Kontrolle sind stets die Bezugsgröße im jeweiligen Satz und haben daher einen Wirkungsgrad von 0 %. Für die eingesetzten Mittel wird im Vergleich dazu der Erfolg der Behandlung ermittelt.

Statistische Auswertung

Es wurden in den Gewächshausversuchen die gleichen statistischen Berechnungen durchgeführt wie im Freiland. Die Erläuterungen sind dem Punkt 3.1.1 (Material und Methoden) zu entnehmen.

3.2.2 Ergebnisse

In diesem Teil der Arbeit werden nun die gewonnenen und sortierten Daten in Form von Diagrammen vorgestellt und näher erläutert. Es erfolgt die Darstellung der Ergebnisse von den zwei Sätzen des Gewächshausversuchs, indem die Anzahl an Kohlfliegenpuppen und -larven von den bonitierten Pflanzen in den einzelnen Varianten jeweils mit der unbehandelten Kontrolle verglichen werden. Dabei sind auf der x-Achse die acht Versuchsglieder dargestellt, sortiert nach der Größe und immer beginnend mit der Kontrolle. Auf der y-Achse ist die Summe der Kohlfliegenpuppen und -larven in einer Einteilung von 20iger Schritten abgebildet, um eine bessere Übersichtlichkeit zu erhalten. Im ersten Satz des Gewächshausversuchs wurde zusätzlich eine Betrachtung der Wurzelschäden nach Schadensklassen vorgenommen, die ebenfalls ein Diagramm aufzeigt. Dazu sind für die einzelnen Varianten (auf der x-Achse) die jeweilige Anzahl der Pflanzen (auf der y-Achse) in den Schadensklassen 1 bis 4 aufgezeigt. Danach wurde der Wirkungsgrad nach Abbott für die einzelnen Versuchsvarianten der beiden Sätze abgebildet, um die Wirksamkeit der eingesetzten Behandlungen abschätzen zu können. Die einzelnen Varianten sind auf der x-Achse und der Wirkungsgrad in % auf der y-Achse dargestellt. Die verwendete Datengrundlage der Diagramme ist im Anhang zu finden.

Satz 1/2009:

Im Gewächshaus des GKZ wurde im Jahr 2009 der erste Satz des Gewächshausversuchs zur alternativen Bekämpfung von *Delia radicum* angelegt. Das Ergebnis wird in Abbildung 18 dargestellt.

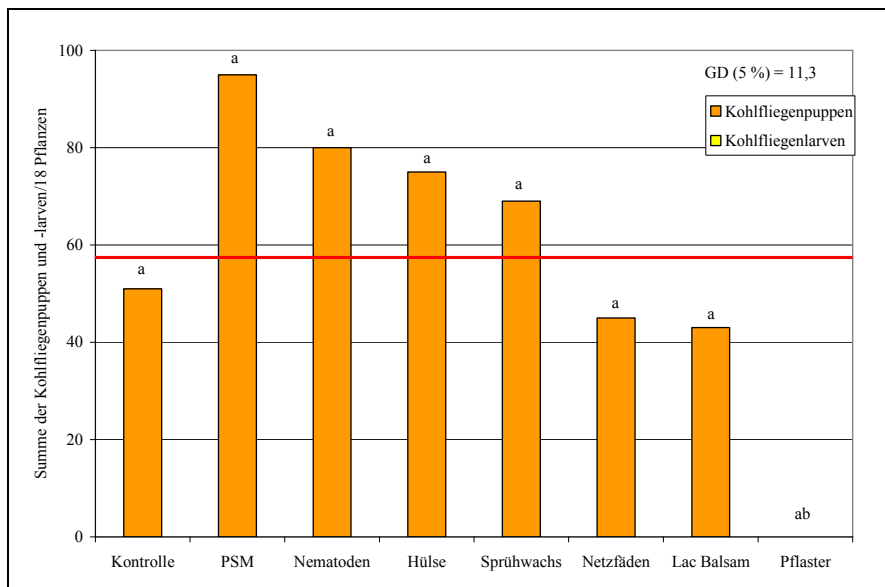


Abb. 18: Ergebnis Gewächshausversuch – Satz 1/2009

Das Diagramm zeigt für die acht Versuchsvarianten jeweils die Summe der erfassten Kohlfiegenpuppen und -larven auf, die bei den bonitierten 18 Pflanzen pro Variante auftraten. Dabei sind nur Tönnchenpuppen (orange dargestellt) gefunden worden und keine Maden. In Abbildung 18 stellt die rote Linie das arithmetische Mittel von 57,3 Kohlfiegenpuppen und -larven (Tab. 13) dar. Die Variante Kontrolle liegt mit einer Anzahl von 51 Puppen etwas unter dem Mittelwert. Die anderen Versuchsglieder weisen entweder einen höheren oder leicht geringeren Wert, als diesen, auf. Besonders das Insektizid (PSM) enttäuschte mit der höchsten Summe von 95 Kohlfiegenpuppen. Auch die Varianten Nematoden, Hülse und Sprühwachs konnten mit Mengen von um die 70 bis 80 Puppen nicht überzeugen. Unterhalb des arithmetischen Mittels sind die Varianten Netzfäden (45 Puppen), Lac Balsam (43 Puppen) und das Pflaster (0 Puppen). Damit deuten diese daraufhin, dass sie eine befallsreduzierende Wirkung besitzen. Zwischen den Varianten gibt es keine statistischen Unterschiede. Mit einem P-Wert von 0,599 (Tab. 13) sind die Summen der Kohlfiegenpuppen- und -larven statistisch nicht abgesichert, weil keine signifikanten Unterschiede bestehen.

Tab. 13: statistische Kennzahlen (Gewächshausversuch, Satz 1)

arithmetische Mittel \bar{x}	57,3
Standardabweichung s	29,4
P-Wert	0,599

Inwieweit die Behandlungen auch die aus den ausgesetzten Eiern schlüpfenden Maden an ihrem Fraß hindern, soll die Abbildung 19 verdeutlichen. Es wurden die 18 Pflanzen pro Variante zusätzlich nach ihren Schäden im Wurzelwerk und den Fraßschäden beurteilt. Zur Ermittlung der Schadensklasse diente dazu eine Einteilung in vier Stufen, die die Tabelle 14 aufzeigt. Die Abbildung 19 stellt dazu für die einzelnen Versuchsglieder die bestimmten Schadensklassen dar.

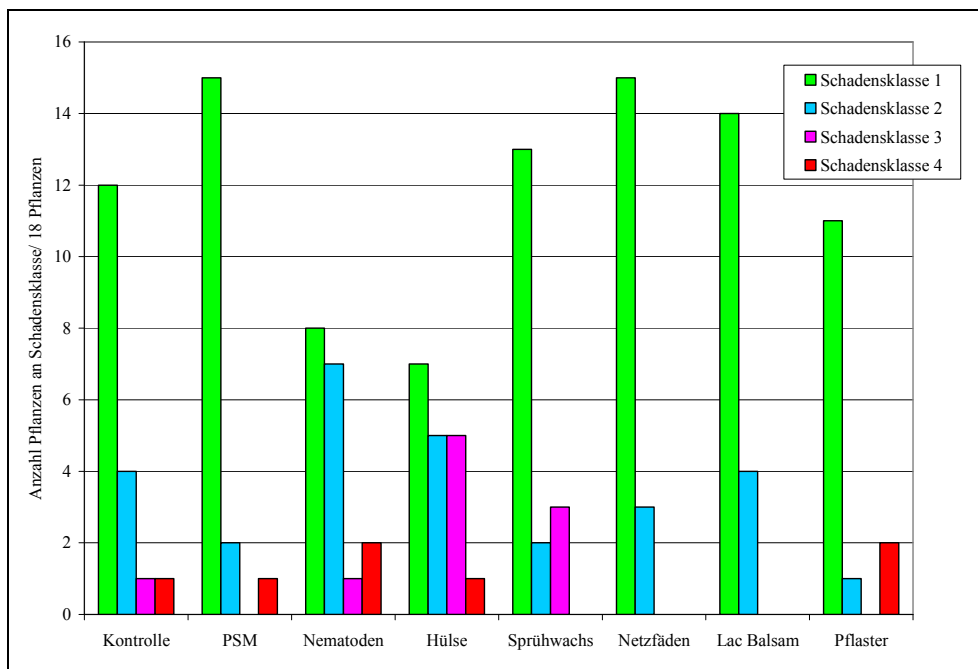


Abb. 19: Ergebnis Gewächshausversuch – Satz 1/2009: Verteilung der Schadensklassen

Tab. 14: Verteilung der Schadensklassen in einzelnen Versuchsgliedern (Satz 1)

SKl	Kontrolle	PSM	Nematoden	Hülse	Sprühwachs	Netzfäden	Lac Balsam	Pflaster
1	12	15	8	7	13	15	14	11
2	4	2	7	5	2	3	4	1
3	1	0	1	5	3	0	0	0
4	1	1	2	1	0	6	0	2
\bar{x}	1,56	1,28	1,83	2,00	1,44	1,17	1,22	1,50

Der grüne Balken, der die Schadensklasse 1 aufzeigt, ist dabei in allen Varianten der größte. Des Weiteren erkennt man aber auch, dass die anderen Schadensklassen 2 (blau), 3 (rosa) und 4 (rot) vielfach erfasst wurden. Es wurde ein arithmetisches Mittel von 1,5 und eine Standardabweichung von 0,29 errechnet. Bei der Kontrolle konnten neben zwölf einwandfreien Pflanzen auch vier leicht geschwächte sowie zwei deutlich bis stark geschädigte Wurzeln von Pflanzen festgestellt werden. Das PSM zeigt keine drastischen Schäden im Wurzelwerk, was nach der Abbildung 18 zu vermuten gewesen war. Dagegen ist bei den Varianten Nematoden und Hülse der Befall von Kohlfiegen zu merken, denn die Schädigung der Wurzeln war immens. Weniger als die Hälfte der bonitierten 18 Pflanzen ist ohne Symptome und daher in der Schadensklasse 1. Schäden der Klasse 2 weisen sieben Pflanzen der Variante Nematoden und fünf bei der Hülse. Die Sortierung in die Schadensklasse 3 erfolgte bei einer Pflanze, die mit Nematoden behandelt wurde und bei fünf Pflanzen, die eine Hülse um das Hypokotyl umgelegt bekommen haben. Dagegen wiesen nur ein bis zwei Pflanzen dieser Varianten Schäden der Schadensklasse 4 auf. Somit ist die Wirksamkeit dieser, als Barriere um die Larven daran zu hindern ihren schädigenden Fraß auszuüben, eher als nicht zufriedenstellend einzustufen. In der Variante Sprühwachs sind insgesamt fünf Pflanzen der Klasse 2 und 3 zugewiesen worden. Die in Abbildung 18 am besten abgeschnittenen Varianten Netzfäden, Lac Balsam und Pflaster entsprechen in der Einteilung der Schadensklassen diesem Ergebnis, denn es wurden nur wenige (eins bis vier) Pflanzen in die Schadensklasse 2 geordnet und wiesen damit leichte Schwächen auf. Gleichzeitig musste im Versuchsglied Pflaster die Einordnung von zwei Pflanzen in die Schadensklasse 4 erfolgen.

In der Abbildung 20 erfolgt die Darstellung der Wirkungsgrade nach Abbott (in %) vom ersten Satz des Gewächshausversuches. Dabei verdeutlicht die rote Linie das arithmetische Mittel von -14 %. Es ist eine durchschnittliche Streuung um den Mittelwert (Standardabweichung) von 62,1 gegeben.

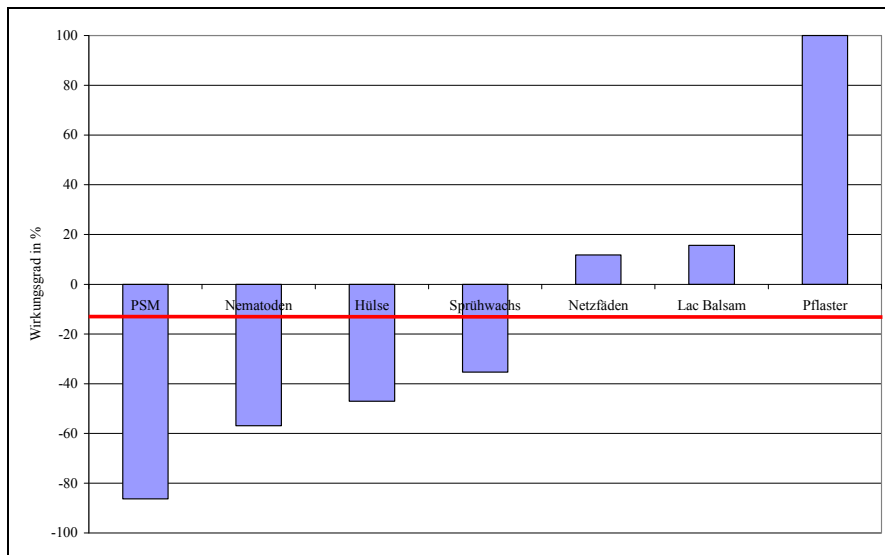


Abb. 20: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Gewächshausversuch - Satz 1/2009

Das Ergebnis ist eher unbefriedigend, denn die meisten Versuchsvarianten liegen unter dem arithmetischen Mittel und zeigen keine Wirkung. Als wirksamste Behandlung fällt die Variante Pflaster mit einem Wirkungsgrad von 100 % auf. Die beiden Varianten, die ebenfalls positive Wirkungsgrade erkennen lassen, können mit 11,8 % bei Netzfäden und 15,7 % beim Lac Balsam als zu gering eingestuft werden.

Satz 2/2009:

Im Gewächshaus wurde in 2009 ein zweiter Versuchsteil zur alternativen Bekämpfung der Kleinen Kohlflyge angelegt. Dabei wurde in der Auswertung die Summe der Kohlflygenpuppen und -larven an den jeweils 24 Pflanzen der acht Versuchsvarianten ermittelt. Das Ergebnis zeigt die Abbildung 21.

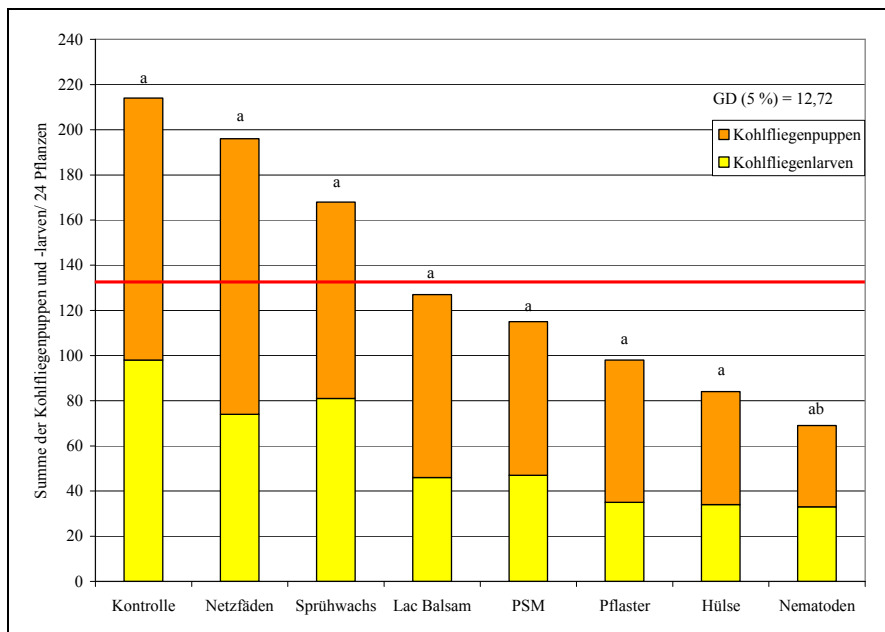


Abb. 21: Ergebnis Gewächshausversuch – Satz 2/2009

Im Diagramm ist zu erkennen, dass in jedem Versuchsglied sowohl Tönnchenpuppen, jeweils in Orange markiert und Kohlfiegenlarven, jeweils in Gelb angegeben, gefunden wurden. Ungefähr kann man ein Verhältnis von 50 zu 50 % beider zueinander ausmachen. Das Niveau der Gesamtzahl an Kohlfiegen ist in diesem Satz höher, als im 1. Satz des Gewächshausversuches (Abb. 18). Der Grund ist derjenige, dass der zweite Satz pro Variante eine Wiederholung mehr hatte und somit auch mehr Pflanzen mit Kohlflegeneiern belegt wurden. Die Kontrolle weist mit insgesamt 214 bonitierten Tieren den höchsten Besatz von allen Versuchsgliedern auf. Somit ist anzumerken, dass in diesem Versuch eine gute Wiederfindungsrate gegeben ist, denn von etwa 220 bis 240 verteilten Kohlflegeneiern konnten 214 Kohlfiegen in der Kontrolle gefunden werden. Dem dicht folgend wurden in der Variante Netzfäden 196 Kohlfiegen und beim Sprühwachs eine Summe von 168 Exemplaren ausgezählt. Ein deutlich positiver Effekt auf die Kohlfiegenmaden ist bei den Varianten Lac Balsam, PSM, Pflaster, Hülse und Nematoden zu erkennen, da die Anzahl unterhalb des arithmetischen Mittels (rote Linie) von 133,9 (Tab. 15) liegt. Das Angießen mit Nematoden stellt mit 69 erfassten Tieren im Satz zwei sogar die beste Variante dar, die Kleine Kohlfleie alternativ zu bekämpfen. Dieser Versuch ist statistisch abgesichert, weil der P-Wert mit 0,010 (Tab. 15) unter 0,05 liegt. Aber es konnten zwischen den einzelnen Versuchsgliedern keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 15: statistische Kennzahlen (Gewächshausversuch, Satz 2)

arithmetischer Mittelwert \bar{x}	133,9
Standardabweichung s	53,2
P-Wert	0,010

Die Anordnung der einzelnen Versuchsglieder nach dem Wirkungsgrad (nach Abbott) stellt die Abbildung 22 dar.

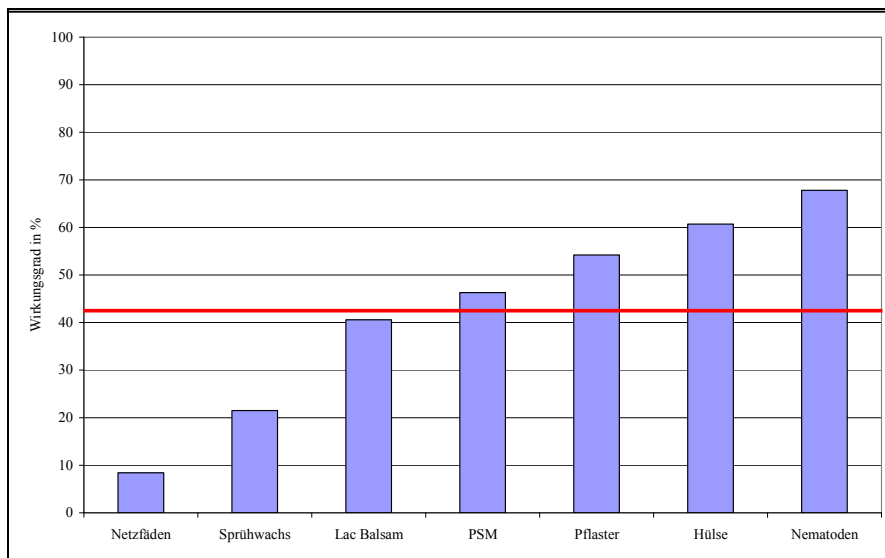


Abb. 22: Wirkungsgrad nach Abbott (%) im Gewächshausversuch – Satz 2/2009

Dabei zeigen alle Behandlungen positive Wirkungsgrade gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Die Resultate der Varianten Netzfäden (8,4 %), Sprühwachs (21,5 %) und Lac Balsam (40,6 %) sind als zu gering zu bewerten, da sie unterhalb des arithmetischen Mittels von 42,8 % liegen. Der Wirkungsgrad von 46,3 % beim Einsatz des Pflanzenschutzmittels (PSM) ist überraschend gut im Vergleich zum ersten Satz des Gewächshausversuchs. Die Varianten Pflaster, Hülse und Nematoden erzielten mit Wirkungsgraden im Bereich von 54 bis 68 % zufriedenstellende Ergebnisse. Die Standardabweichung ist 21,3.

4 Diskussion

Im Folgenden sollen neben den eigenen Erkenntnissen auch Ergebnisse und Vorschläge aus der Literatur vergleichend herangezogen werden.

Die Kleine Kohlfliege gilt im Gemüsebau seit langem als ein weit verbreiteter und bedeutender Schädling. Dem Entwicklungsstadium Larve wird dabei durch ihren Fraß an Wurzeln und teilweise Ernteprodukten das größte Schadpotenzial zugeschrieben. Für das Auftreten und Ausmaß der Larven ist vor allem die Eiablage der Kohlfliege entscheidend. Aufgrund der geringen Größe der Eier ist eine Überwachung der Eiablage schwierig. Deshalb kann man die im Abschnitt 2.2 vorgestellten Eimanschetten nutzen. In dieser Arbeit konnte die Effizienz der Manschetten zur Ermittlung des Kohlfliegenbefalls bestätigt werden. Es wurden drei Flugzeiträume von *Delia radicum* beobachtet. Vom Höhepunkt einer Flugperiode zum nächsten entwickelten sich die insgesamt drei Generationen des Schädlings, was in der Literatur als typische Anzahl für Mitteleuropa angegeben wird (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; CRÜGER et al., 2002). Damit ist festzuhalten, dass sich die Kleine Kohlfliege auf dem Versuchsfeld in Gülzow etabliert hat. Nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) sowie CRÜGER et al. (2002) tritt dabei die erste Generation im Zeitraum von Ende April bis Anfang Mai am stärksten und sehr geschlossen im Vergleich zu den späteren auf. Auch KAHNER und GROSS (2002) erklären, dass im Frühjahr die zahlenmäßig stärkste Generation des Schädlings vorkommt. Das Ergebnis, welches den Eiablageverlauf der Kohlfliege in Gülzow in 2009 veranschaulicht, bestätigt einen Eiablagebeginn in der ersten Maiwoche. Aber der erste Flugzeitraum ist nur sehr schwach ausgebildet. Ein Grund dafür könnte das sehr trockene Frühjahr in den Monaten April und Mai gewesen sein, denn auf Trockenheit reagieren die Eier der Kohlfliege empfindlich (CRÜGER et al., 2002). Ein geringerer Besatz an Schädlingen wird auch durch eine verstärkte Beregnung auf den Versuchsflächen ausgelöst (CRÜGER et al., 2002). Die beiden weiteren ermittelten Zeiträume des Fluges und der Eiablage der Kohlfliege im Juli und August/September sind sehr ausgeprägt aufgetreten.

Die Verwendung von Eimanschetten stellt eine einfache und schnelle Methode dar um die Eiablage der Kleinen Kohlfliege zu überwachen. Die Filzringe werden um den Stängelgrund der Pflanzen befestigt und einmal die Woche die Anzahl der Eier ermittelt werden. Diese Bonitur ist mit einem Zeitaufwand von wenigen Minuten zu kalkulieren und daher für den Praktiker durch-

aus zu empfehlen. Anzumerken ist allerdings, dass starker Regen zur Verschmutzung der Manschetten führen kann und somit ein Ausklopfen der Erdrückstände aus dem Filz nötig ist. In den Versuchen erfolgte die Anbringung von zehn Eimanschetten pro Kontrollparzelle und damit insgesamt 40 Stück. Die Kontrollparzellen befanden sich in verschiedenen Bereichen des Versuchsfeldes. Denn zu beachten ist, dass die Rendreihen der Parzellen stärker von der Kleinen Kohlfliege befallen werden (CRÜGER et al., 2002). In der Literatur befindet sich die Angabe von verschiedenen Schwellenwerten, ab denen die Einleitung von Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt werden sollte, um wirtschaftliche Verluste zu verhindern (RICHTER et al., 1997; BLIGAARD et al., 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; KAHNER und GROSS, 2002; KAREN und NATHALIE, 2007). In dieser Bachelorarbeit wurde ein Wert von zehn Kohlfliegen pro Manschette gewählt (KAHRER und GROSS, 2002). Damit war es möglich die Eiablagehöhepunkte der zweiten und dritten Kohlfliegenflugzeiträume anzuzeigen. Nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) kann das Anlegen von Eimanschetten auch zur Bekämpfung auf kleinen Flächen Einsatz finden, da somit die Eier der Kohlfliege entfernt werden und infolgedessen einem Schaden durch die Larven vorgebeugt wird. Dieser Aspekt ist als sehr interessant zu bewerten. Möglicherweise stellt es eine alternative Bekämpfungsmaßnahme für den Ökoanbau dar. Er wurde aber in der vorliegenden Arbeit nicht weiter berücksichtigt und bietet damit Ansätze für weitere Forschungen. Eine Beispielkalkulation für einen Hektar Ackerland soll aufzeigen, welcher zusätzliche Kostenaufwand durch die Bekämpfungsmöglichkeit: Anlegen von Eimanschetten um alle Pflanzen im Vergleich zur Behandlung mit chemischen Pflanzenschutzmitteln einzukalkulieren sind (Tab. 16). Es wird von einem Anbau von 10 Pflanzen pro m² ausgegangen, was auf den Hektar eine Anzahl von 100.000 Kohlrabipflanzen ergibt. Bei der Ernte ist mit einer Ausbeute von ca. 90 % zu rechnen und damit etwa 90.000 marktfähigen Kohlrabiknollen. Für den Erlös pro Knolle wurde beispielhaft nach ANONYMUS (2010 (c)) angenommen:

Erlös für eine Kohlrabiknolle:

$$90.000 \text{ Stück} * 0,16 \text{ €} = 14.440 \text{ €/ha}$$

$$90.000 \text{ Stück} * 0,24 \text{ €} = 21.600 \text{ €/ha (Ökoanbau)}$$

Tab. 16: Verteilung der Kosten (Quelle: eigene Darstellung)

<u>Fall 1:</u> Einsatz von Eimanschetten		<u>Fall 2:</u> Einsatz von PSM	
Kosten für Eimanschetten:	7,70 € ¹⁾ für 25 Stück = 31 ct pro Man.	Kosten für PSM Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat)	11,50 bis 13,30 € ²⁾ pro Liter
	31 ct * 90.000 = 27.900 €/ha		0,6 l/ha = 10,17 bis 11,94 €/ha
Zusätzlicher Arbeitsaufwand:	für Anbringen und regelmäßige Kontrolle der Man.	Zusätzlicher Arbeitsaufwand:	Ausbringung

¹⁾ Quelle: http://biogartenversand.de/advanced_search_result.php?keywords=Kohlkragen&search_in_description=0

²⁾ Quelle: <http://www.landhandel-raab.de/landhandel/dokumente/Preisliste.pdf>

Zusätzliche variable Kosten, z. B. für die Bewässerung sind in beiden Fällen gleich.

Es wird in der Beispielkalkulation ersichtlich, dass durch den Einsatz des chemischen Pflanzenschutzmittels Perfekthion (Wirkstoff Dimethoat) um ein Vielfaches geringere Kosten pro Hektar anfallen, als wenn man Eimanschetten zur Bekämpfung verwendet. Im Fall 1 können die zusätzlichen Kosten noch nicht einmal durch den Erlös gedeckt werden, nicht mal durch den höheren Erlös im Ökoanbau. Daher ist davon auszugehen, dass das Anlegen von Eimanschetten an alle Pflanzen, aufgrund der Materialkosten und des enormen Arbeitsaufwandes nicht praxistauglich ist.

Bei der Auswertung der Versuche wurde stets die Anzahl der Kohlfiegenpuppen und -larven ermittelt. Es konnte festgestellt werden, dass jeweils unterschiedliche Verhältnisse zwischen beiden Entwicklungsstadien vorlagen. In der Literatur wird angegeben, dass vier bis acht Tage nach der Eiablage der Kleinen Kohlfiege am Wurzelhals der Wirtspflanze oder in nahe gelegene Bodenrisse die Maden schlüpfen. Ihre Entwicklung und damit ihr schädigender Fraß sind von der Temperatur abhängig und dauern um die drei bis vier, teils sogar bis zu sechs Wochen. Zur Verpuppung verlassen die Larven ihre Wirtspflanzen und entwickeln sich im Boden zu einer Tönn-

chenpuppe (HASSAN et al., 1993; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999; CRÜGER et al., 2002; KAHNER und GROSS, 2002). Demzufolge benötigt die Entwicklung vom Ei der Kohlflye über die Larve hin zur Puppe einen gewissen Zeitraum, der auch durch abiotische Faktoren, wie der Temperatur beeinflusst wird. In den einzelnen Versuchen war die Zeitspanne von der Pflanzung im Freiland bis zur Auswertung bzw. von der simulierten Eiablage im Gewächshaus bis zur Erfassung der Ergebnisse nicht genau gleich (Tab. 2 und 10). Beispielsweise erfolgte im 1. Satz des Freilandversuches nach sieben Wochen die Auswertung. Es wurden fast nur Puppen und nur wenige Maden von *Delia radicum* gefunden. Daraus wird ersichtlich, dass der Entwicklungszyklus zur Tönnchenpuppe (also eine Generation) im Wesentlichen vollzogen war. Das konnte im 3. Satz des Freilandversuches nicht festgestellt werden, denn hier waren kaum Kohlflyenpuppen, sondern hauptsächlich Larven erfasst worden. Das liegt am Zeitraum vom Anlegen des Versuchs bis zur Auszählung der Stadien von *Delia radicum*. Dieser betrug fünfeinhalb Wochen und zu diesem Zeitpunkt hatten sich erst wenige Maden verpuppt. Im Gewächshaus wurden im ersten Satz nur Puppen gefunden und im zweiten Satz beide Stadien jeweils ungefähr im Verhältnis von 50 %. Ein Grund ist, dass der erste Satz nach vier und der zweite nach dreieinhalb Wochen ausgewertet wurde. Zudem sind die Temperaturen im Gewächshaus höher und damit erfolgt eine schnellere Entwicklung.

Bei der Betrachtung der einzelnen Ergebnisse der Versuche wird ein unterschiedliches Niveau an ermittelten Befallsdichten sichtbar. Im Freiland kann das auf die verschiedenen ausgeprägten Eiablage- und Flugzeiträume von *Delia radicum* und den Witterungsgegebenheiten (unterschiedliche Temperaturen u. a.) begründet werden. Derweil ist es im Gewächshaus besser möglich die Höhe des Befalls zu kontrollieren, denn es wurde eine bestimmte Menge an Kohlflyeneiern ausgebracht. Somit kann im Satz 1 mit ca. 50 gefundenen Kohlflyen von 140 bis 180 angelegten Eiern in der unbehandelten Kontrolle von einer schlechten Wiederfindungsrate und im Satz 2 mit 214 Kohlflyen von etwa 220 bis 240 verteilten Kohlflyeneiern in der Kontrolle von einer guten Rate ausgegangen werden. Diese Differenz hat mehrere Ursachen. Zum einen sind die Eier von *Delia radicum* sehr gegen Trockenheit empfindlich (CRÜGER et al., 2002). Zum anderen wirken sich stark schwankende und sehr hohe Temperaturen in Verbindung mit wechselnden Bodenfeuchten negativ auf die Entwicklung der Kohlflyenlarven aus (SLOUN, 1989). Diese nachteiligen Bedingungen sind im Gewächshaus nicht auszuschließen, wenn im Sommer hohe Temperaturen erreicht werden und das Gießen der eingetopften Pflanzen nicht regelmäßig er-

folgt. Ein weiterer Aspekt betrifft auch das Freiland, denn es wurden bei der Auswertung aller Versuche Nützlinge, wie räuberische Käfer gefunden, die zwar nicht weiter bestimmt oder ausgezählt wurden. Aber möglicherweise haben sie die Eier der Kohlflye in der Kontrolle gefressen. Das könnte auch ein Grund sein, warum einige behandelte Varianten schlechter als die unbehandelte Kontrolle ausfielen. Vielleicht haben die Behandlungen auch einen Einfluss auf das Verhalten der Nützlinge. In der Literatur (unter Kapitel 2.3.2) wird besonders den Kurzflüglerkäfern (*Aleochara spp.*) eine Bedeutung bei der Bekämpfung der Kleinen Kohlflye zugeschrieben. In der Vergangenheit wurde verstärkt an der Züchtung von Nützlingen geforscht (BROMAND, 1980), die sich aus Kostengründen und mangelnder Effizienz nicht durchsetzte. Heutzutage steht die Förderung der Nützlinge im Bestand im Vordergrund (RILEY et al., 2007).

Die chemische Bekämpfung der Kleinen Kohlflye gestaltet sich, wie im Kapitel 2.3.1 beschrieben, zurzeit äußerst schwierig, da die derzeit zugelassenen Präparate in ihrem Anwendungsbereich und Aufwandmenge nur eingeschränkt einsetzbar sind (HOMMES und SIEKMANN, 2007). Damit kann keine ausreichende Wirkung der Insektizide gewährleistet werden um Gemüsekulturen, wie die verschiedenen Kohlarten sowie Rettich und Radies, vor dem Schädling zu schützen. Nach LAUN (2006) und RICHTER et al. (2010) stellen Jungpflanzenbehandlungen (Angießen mit einem PSM) Möglichkeiten dar, die begrenzte Wirkstoffmenge gezielter an den Pflanzen anzubringen. Das Standardinsektizid ist Perfekthion mit dem Wirkstoff Dimethoat. Es wurde in den in dieser Bachelorarbeit beschriebenen Versuchen als Vergleichsvariante zu den mit alternativen Bekämpfungsmaßnahmen behandelten Versuchsgliedern eingesetzt. Viele Praxisbetriebe haben mit diesem Pflanzenschutzmittel gute Erfahrungen gemacht. In den Freiland- und Gewächshausversuchen zeigte Perfekthion meist eine gute Wirkung. In einigen Versuchen bewirkte es jedoch nur einen mittleren bis unbefriedigenden Wirkungsgrad. Eine denkbare Ursache dafür wäre, dass das Pflanzenschutzmittel nur unter optimalen Bedingungen die gewünschte Wirksamkeit entfalten kann (LAUN, 2006). Des Weiteren könnte auch die eingesetzte Aufwandmenge zu niedrig für einen starken Befall im Freiland oder eine gezielte Ausbringung der Kohlflyeneier im Gewächshaus sein. Nach RICHTER et al. (2010) stellt die Aufwandmenge von 2 ml/m² schon eine Erhöhung der derzeit zugelassenen Menge dar und zeigte in eigenen Versuchen gute Bekämpfungserfolge.

Aufgrund der Notwendigkeit der Bekämpfung und der großen Bedeutung der Gemüsekulturen sowie der nicht zufriedenstellenden Möglichkeit der chemischen Bekämpfung wird die Nachfrage nach praxistauglichen und wirkungsvollen alternativen Bekämpfungsmaßnahmen immer größer. Gleichzeitig fordert auch die steigende Anzahl Anbauer von ökologisch produzierendem Gemüse nach Schutzmöglichkeiten vor dem Schädling, da diese den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln ablehnen. Unter Punkt 2.3.2 wurden einige Alternativen vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden nun die Wirksamkeiten der in Kapitel 3 erprobten Versuchsvarianten erläutert (Kapitel 3.1.2 und 3.2.2). Beim Versuchsglied Nematoden wurden die Kohlrabi-Jungpflanzen mit der Art *Steinernema feltiae* angegossen. Nach SCHRÖDER et al. (1996) kann *S. feltiae* die Kleine Kohlflyge sehr erfolgreich bekämpfen. In den Freilandversuchen stellte die Behandlung mit Nematoden durchweg eine der schlechteren Varianten zur Bekämpfung von *Delia radicum* dar. Die Wirkungsgrade waren mit ca. 77 % und ca. 33 % sehr heterogen. Im Gewächshaus konnten bessere Ergebnisse erzielt werden, denn hier erreichte im zweiten Satz das Versuchsglied Nematoden mit 67,8 % den höchsten Wirkungsgrad aller Varianten. Eine Reduktion von Kohlfiegenlarven und -puppen ist nur möglich, wenn für die Nematoden optimale Bedingungen herrschen, denn die Aktivität und Lebensfähigkeit ist stark von der Feuchtigkeit abhängig. Zudem sollte die Bodentemperatur über 15 °C liegen. Die Mobilität von Nematoden sinkt mit geringer werdenden Temperaturen (SLOUN, 1989; CHEN et al., 2003). Die Art *S. feltiae* hat ihre bestmögliche Temperatur zur Parasitierung von Insekten bei konstant 20 °C. Nach CHEN et al. (2003) sind sie die einzige entomopathogene Nematodenart, die auch bei einer Temperatur von 10 °C Larven von *D. radicum* töten. Aber bei diesen niedrigen Temperaturen sind die Vermehrungsrate und damit die Infektiosität der Nematoden gemindert. Eine weitere abiotische Einflussgröße stellt die Bodenart dar, denn mit ansteigendem Tongehalt vermindert sich die Bewegungsfähigkeit der Nematodenlarven. Dagegen fördern sandige und sich leicht erwärmende Böden die Aktivität der Fadenwürmer (GEORGIS und POINAR, 1983). Diese Umweltansprüche der entomopathogenen Nematoden können im Freiland nicht erfüllt werden. Des Weiteren ist im Freiland in der Regel von einer höheren Befallsstärke mit Kohlfiegen auszugehen, sodass die Anwendung von Nematoden nicht ausreicht. SLOUN (1989) macht auf eine weitere Gegebenheit aufmerksam: Für Nematoden stellt der Körperbau der Kohlfiegenmaden ein enormes Widerstand dar, denn die Außenhaut der beinlosen Larven ist sehr kräftig, weil sie ihnen auch zur Fortbewegung dient. Demzufolge ist das direkte Eindringen über die Kutikula des Schädling erschwert oder gar nicht möglich. Auch die Mundöffnung der Kohlfiegenmaden erweist sich durch

die Mundhaken als Hindernis für das Eindringen der Nematoden. Nach Aussagen von BELAIR et al. (1994) spielt auch die Applikationsform für den Bekämpfungserfolg eine Rolle. Die in dieser Arbeit durchgeführten Versuche zeigten beim Angießen der Nematoden an die Jungpflanzen Wirkungsgrade von maximal 67,8 % im Gewächshaus und etwa 77 % im Freiland. Leider sind diese Werte nicht konstant in allen Versuchen. In einem Feldversuch erreichte eine Tauchbehandlung vor der Pflanzung eine 60 %ige Schadminderung (BELAIR et al., 1994). Es ist zu prüfen, ob diese Wirkung in weiteren Untersuchungen stabil bleibt oder ggf. sogar gesteigert werden könnte. Laut KEUNECKE (2003) konnten in verschiedenen Gewächshaus- und Freilandversuchen für die Wirksamkeit eine Schwankungsbreite von 30 bis 45 % ermittelt werden. Aufgrund der Abhängigkeit von abiotischen Faktoren ist eher der Einsatz in Gewächshäusern aussichtsreich, weil dort eine bessere Möglichkeit besteht die optimale Temperatur und Luftfeuchte für die entomopathogenen Nematoden zu erreichen. Es besteht aber noch weiterer Forschungsbedarf.

In den Untersuchungen wurden andere Möglichkeiten der alternativen Bekämpfung erprobt. Dabei handelt es sich um Barrieren, die den Wurzelhals der Pflanzen schützen sollen. Der Einsatz im Freiland soll aufzeigen, inwieweit das Eiablageverhalten der Kohlflye durch die Barrieren beeinflusst wird. Im Gewächshaus soll eine mögliche Veränderung des Verhaltens der schlüpfenden Maden angegeben werden. Eine Variante war der Einsatz von Hülsen, in die die Kohlrabi-pflanze hineinwuchs. Es konnte festgestellt werden, dass die Pflanzen mit Hülse ein längeres Hypokotyl zeigten und auch größer waren, als die anderen Keimlinge. Grund dafür ist der Effekt, dass die Pflanze den oberen Rand der Hülse als Erdbodenoberfläche ansieht. Im Freiland hatte die Variante einen guten Erfolg in der Schädlingsminderung, denn es wurden Wirkungsgrade von 70 bis 95 % erreicht. Die Wirksamkeit im Gewächshaus erwies sich nicht so deutlich. Es konnte in einem Satz zwar auch eine Wirkung von ca. 60 % ermittelt werden. Aber im anderen Versuchsteil versagte diese Variante völlig. Aus diesen Ergebnissen lässt sich folgern, dass die schwarzen Hülsen offensichtlich das Eiablageverhalten der adulten Fliegen beeinflussen. Die Struktur der Sprossachse wirkt durch die glatte Hülse anders und irritiert die Fliegen. Nach der Eiablage scheinen die Maden der Kohlflye dagegen weniger durch die Hülsen behindert worden zu sein. Interessant ist der Aspekt, ob die Hülse einen Einfluss auf das Wurzelwachstum sowie das Gewicht und die Qualität der Ernteprodukte hat. In diesen ersten Untersuchungen stand die Wirkung als alternative Bekämpfungsmöglichkeit im Vordergrund der Betrachtung. In weiteren Versuchen sollte dem aber noch nachgegangen werden.

Andere Barrieren stellten das Bestreichen oder Besprühen mit verschiedenen Wundschutzmitteln dar. Dabei zeigte das Mittel Baum-Pflaster von Schacht GmbH und Co. KG in allen Versuchen eine geringe Anzahl an gefundenen Kohlfliegenpuppen und -larven. Die Wirkungsgrade beliefen sich in einer Spanne von ca. 55 bis 100 %. Gleichzeitig muss erwähnt werden, dass sich das Bestreichen mit dem Mittel als schwierig erwies. Daher bleibt darüber nachzudenken, ob eine Änderung der Formulierung Abhilfe schaffen würde. Der Einsatz von Lac Balsam war auch sehr erfolgreich. Es konnten hohe Wirkungsgrade erzielt werden (40 bis 98 %). Bei der Auswertung zeigten die Pflanzen teilweise phytotoxische Symptome. Möglicherweise wäre es nicht zu marktfähigen Ernteprodukten gekommen. Das könnte der Grund für eine mangelnde Attraktivität der Pflanzen für *Delia radicum* sein. Warum im dritten Satz des Freilandversuchs ein höherer Befall als in der unbehandelten Kontrolle ermittelt wurde, ist unklar. Das Besprühen der Jungpflanzen ist eine sehr einfache Methode, erwies sich aber in seiner Wirkung als weniger erfolgreiche Variante zur Reduzierung des Kohlfliegenbefalls. Die Anwendung von Fäden (Netzfäden), die um das Hypokotyl der Pflanzen gelegt wurden, zeigt sich als Variante mit geringeren Wirkungsgraden von etwa 8 bis 35 %. Aber in jedem Versuch konnte eine positive Wirkung festgestellt werden. Netzfäden sind eine Art künstliche Umgarnung, die die Kohlfliege in ihrem Such- und Eiablageverhalten behindern soll. Andere unter Punkt 2.3.2 vorgestellte Methoden zeigten ebenfalls derartige Wirkungen. Beispielsweise erfolgt die Eiablage der Kleinen Kohlfliege bevorzugt an Fangpflanzen wie Gelben Senf (*Sinapis alba*) oder der Echten Winterkresse (*Barbarea vulgaris*) als im Vergleich zur angebauten Gemüsekultur, wenn eine Wahl besteht (GEORGE et al., 2007; SIEKMANN und HOMMES, 2007 (b)). Nach GEORGE et al. (2007) legen der größte Teil der adulten Fliegen sehr schnell ihre Eier an geeignete Wirtspflanzen, da diese im Unterleib der Kohlfliegen einen gewaltigen Druck auslösen. Wenn sich die erste Landung eines Kohlfliegenweibchens auf einer Fangpflanze ereignet, ist das Risiko des Kulturpflanzenbefalls reduziert. Des Weiteren führt der Einsatz von Untersaaten zur Befallsminderung von Schädlingen, auch der Kleinen Kohlfliege (LEHMHUS et al., 1996; CRÜGER et al., 2002; KAHNER und GROSS, 2002; MORLEY und FINCH, 2003; PARSONS et al. 2005). Besonders die Untersaat mit Klee der Arten *Trifolium subterraneum* (Bodenfrüchtiger Klee) und *Trifolium fragiferum* (Erdbeerklee) konnten eine signifikante Reduzierung von *Delia radicum* bewirken und damit die Pflanzenqualität verbessern (LEHMHUS et al., 1996; LEHMHUS et al., 1999). Die Wirtspflanzenauswahl der Kohlfliege wird durch das Landen auf dem Klee („inappropriate landing“) gestört (MORLEY et al., 2005; PARSONS et al., 2007). Zudem ist nach LEHMHUS et al. (1996) durch

die Untersaat eine höhere Anzahl an natürlichen Feinden der Kleinen Kohlflye im Bestand zu finden.

Bei den Untersuchungen in der vorliegenden Bachelorarbeit ist offen geblieben, ob die alternativen Bekämpfungsmöglichkeiten, die beispielhaft an der Kultur Kohlrabi getestet wurden, in ihrer Anwendung und Wirksamkeit auf andere Gemüsearten der Brassica-Familie zu übertragen sind. Kohlrabi weist als Jungpflanze ein längeres Hypokotyl auf, wo im Laufe des Wachstums die Sprossachse verdickt. Die Kleine Kohlflye legt ihre Eier an den Wurzelhals oder in nahe Bodenrisse.

Es wurden in den Versuchen einige vielversprechende Ansätze aufgezeigt, die es in Zukunft gilt weiter zu erforschen, um sichere Bekämpfungsalternativen zu entwickeln. Zur Befallsbewertung wurden in zwei Versuchen die Schäden der Wurzeln durch die Kohlflye nach einem vierstufigen Boniturschema der BBA (HOMMES und WOLF, 1991) bei den Kohlrabipflanzen eingeteilt. Dieser kann als anwendungstauglich bewertet werden, auch wenn die relativ kurze Zeit bis zur Versuchsauswertung durch die zu geringe Befallsdichte nicht viele Schädigungen erkennen ließen.

5 Zusammenfassung

Die Kleine Kohlflye (*Delia radicum*) ist der bedeutendste und am weitesten verbreitete Schädling an den Pflanzenarten der *Brassica*-Familie. Sie entwickelt in Mitteleuropa bis zu drei Generationen im Jahresverlauf. Dabei ist die Larve der Kohlflye das schädigende Stadium, wenn es während seiner drei- bis vierwöchigen Entwicklung an den Wurzeln oder Ernteprodukten der Wirtspflanzen frisst.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es verschiedene Bekämpfungsmöglichkeiten der Kleinen Kohlflye aufzuzeigen. Dabei sollte besonderes Augenmerk auf den wachsenden Einfluss alternativer Maßnahmen gerichtet und deren Wirksamkeit bewertet werden, denn der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel erweist sich durch den Mangel an Wirkstoffen und keiner ausreichenden Wirkung als immer schwieriger.

Zunächst wurde die Kleine Kohlflye in ihrem Vorkommen, der Bedeutung und Biologie sowie Modelle zur Prognose und Überwachung vorgestellt. Im Weiteren erfolgte die Darstellung und Erläuterung von chemischen und alternativen Bekämpfungsmaßnahmen. Zudem wurde auf die Erweiterung des Wirtspflanzenspektrums in Bezug auf den steigenden Befall von *Delia radicum* im Raps eingegangen. Anschließend sind die Untersuchungen aufgeführt. Dazu wurden in 2009 an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V, Gemüsebaukompetenzzentrum in Gülzow (Landkreis Güstrow, M-V) und einem Praxisbetrieb bei Gresse (Landkreis Ludwigslust, M-V) Freiland- und Gewächshausversuche mit jeweils acht Versuchsvarianten zur alternativen Bekämpfung der Kleinen Kohlflye durchgeführt und die ermittelten Daten grafisch dargestellt, beschrieben und diskutiert.

In der Versuchsauswertung zeigte die Variante Hülse vielversprechende Erfolge als Bekämpfungsmaßnahme im Freiland. Die Behandlung mit den Wundschutzmitteln Lac Balsam und Baum-Pflaster hatten in allen Versuchen hohe Wirkungsgrade. Der Einsatz von Nematoden könnte eine gute Option für das Gewächshaus werden. Dagegen konnten bei den Varianten Sprühwachs und Netzfäden keine ausreichende Wirkung festgestellt werden, um den Schädling alternativ zu bekämpfen. Als Schlussfolgerung ergibt sich, dass die Ergebnisse in dieser Arbeit Tendenzen aufzeigen und Ansatzpunkte für zukünftige Versuche bieten. Es wurden alternative Bekämpfungsmöglichkeiten auf ihre Wirksamkeit hin getestet und beurteilt und somit ist das Ziel der Bachelorarbeit erreicht.

Summary

The cabbage root fly (*Delia radicum*) is the most important pest insect of brassica vegetables and an increasing problem in the production of oilseed rape (*Brassica napus*) especially in Europe and North America. For chemical control, there are actually only three active ingredients on the market for seed and field application. This is not sufficient for an effective control and to avoid the development of resistant pests. Hence, the need to find and develop alternative methods for controlling cabbage root fly is vital for a further cabbage production.

Field and greenhouse experiments were conducted at the State Centre of excellence for outdoor vegetable production (Institute for Agriculture and Fishing Research Gülzow (administrative district Güstrow, Mecklenburg-Western Pomerania) and in Gresse (administrative district Ludwigslust, Mecklenburg-Western Pomerania). Each experiment consisted of eight variants in 2009. To prevent infestation the hypocotyls of plants were covered with different substances, before transplanting. In the field plastic covering showed very good effects. The application of preservatives like “Lac Balsam” or “Baum-Pflaster” was also effective in the experiments. Entomopathogenic nematodes were less efficient in the field but could be an alternative method to combat the cabbage root fly in greenhouses. The variants “Sprühwachs” and “Netzfäden” had little or no effect.

In the following, the efficient variants have to be tested in practice.

6 Literaturverzeichnis

AGUIAR, A.; A. FERREIRA; D. MARTINS und S. PAUL 2007: The life cycle of *Delia radicum* in turnip crops in the Northwest of Portugal. Bulletin OILB/SROP **30** (8): 25-30.

ANONYMUS 1993: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Verlagsunion Agrar, 12. Auflage: 27.

ANONYMUS 2010 (b): Homepage Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, (<https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp>), Stand der Daten 8. März 2010, besucht am 7. 04. 2010.

BELAIR, G.; C. AUDET und L. LAMBERT 1994: Essai au champ du nématode *Steinernema carpocapsae* contre la mouche du chou. Phytoprotection **75** (3): 143-144.

BIRON; D.; X. LANGET; G. BOIVIN und E. BRUNEL 1998: Expression of early and late-emerging phenotypes in both diapausing and non-diapausing *Delia radicum* L. pupae. Entomologia Experimentalis et Applicata **87**: 119-124.

BLIGAARD, J.; R. MEADOW; O. NIELSEN und A. PERCY-SMITH 1999: Evaluation of felt traps to estimate egg numbers of cabbage root fly, *Delia radicum*, and turnip root fly, *Delia floralis* in commercial crops. Entomologia Experimentalis et Applicata **90** (2): 141-148.

BROMAND, B. 1980: Investigations on the biological control of the cabbage rootfly (*Hylemya brassicae*) with *Aleochara bilineata*. Bulletin SROP **3**: 49-62.

CHEN, S.; J. LI; X. HAN und M. MOENS 2003: Effect of temperature on the pathogenicity of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. to *Delia radicum*. BioControl **48**: 713-724.

CORRE, G.; M. LE FERET; S. DUPONT; S. CAROF und J. C. MAISONNEUVE 2004: Integrated control against *Delia radicum* with *Aleochara bilineata*. Phytoma **571**: 30-32.

CRÜGER, G.; G. F. BACKHAUS; M. HOMMES; S. SMOLKA und H.-J. VETTEN 2002: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 4. Auflage: 62-63.

DARVAS, B. und A. SZAPPANOS 2003: Male and female morphology of some central European *Delia* (*Anthomyiidae*) pests. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae **49** (2): 87-101.

DAVID, R. 2004: Untersuchungen zur Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum* L.) an Winterraps unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie und Bekämpfung. Diplomarbeit, Universität Rostock.

ERICHSEN E. und S. HÜNMÖRDER 2005: Kohlfliegenauftreten im Raps. Gesunde Pflanzen **57** (6): 149-157.

ESTER, A.; F. VAN DE STEENE und S. DRIEGHE 1997: Effects of filmcoating Brussels sprouts seeds with various insecticides on the transport into the seedlings and on the control of cabbage root fly, *Delia radicum* (B). Journal Plant Dis. Prot. **104**: 47-53.

ESTER, A.; H. DE PUTTER und J. G. P. M. VAN BILSEN 2005: Efficacy of insecticide seed treatment of white cabbage and cauliflower to control cabbage root fly, *Delia radicum*. Bulletin OILB/SROP **28** (4): 135-141.

FINCH, S. und R. H. COLLIER 2000: Host-plant selection by insects – a theory based on `appropriate/inappropriate landings` by pest insects of cruciferous plants. Entomologia Experimentalis et Applicata **96**: 91-102.

FORTMANN, M. 2000: Das grosse Kosmosbuch der Nützlinge: neue Wege der biologischen Schädlingsbekämpfung. Franckh – Kosmos, Stuttgart, 2. Auflage.

FRANZ, J. M. 1968: Zur Berechnung des Wirkungsgrades einer mikrobiologischen Bekämpfung von Schadinsekten. Anzeiger für Schädlingskunde – Journal of Pest Science **41** (5): 65-71.

GEBELEIN, D.; M. HOMMES und M. OTTO 2004: SWAT: Ein Simulationsmodell für Keine Kohlfliege, Möhrenfliege und Zwiebelfliege. Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Version 5.2.

GEORGE, D.; G. PORT und R. COLLIER 2007: Selection of trap crop and companion plants for the management of pest insects in field vegetables. Bulletin OILB/SROP **30** (8): 113-121.

GEORGIS, R. und G. O. POINAR 1983: Effect of soil texture on the distribution and infectivity of *Neoplectana glaseri* (Nematoda: *Steinernematidae*). Journal Nematol. **15**: 329-332.

HASSAN, S. A.; R. ALBERT und W. M. ROST 1993: Pflanzenschutz mit Nützlingen im Freiland und unter Glas. Ulmer Fachbuch: 55-56.

HEMACHANDRA, K. S.; U. KUHLMANN; P. G. MASON und N. J. HOLLIDAY 2007: Spatial patterns of *Trybliographa rapae* parasitism of *Delia radicum* larvae in oilseed rape and cauliflower. Journal of Applied Entomology **131** (5): 338-346.

HOFFMANN, G. M.; F. NIENHAUS; F. SCHÖNBECK; H. C. WELTZIEN und H. WILBERT 1985: Lehrbuch der Phytomedizin. Verlag Paul Parey, 2. Auflage: 167-171.

HOFFMANN, G. M. und H. SCHMUTTERER 1999: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Auflage: 503-505.

HOMMES, M. und E. WOLF 1991: Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen die Kleine Kohlfliege an Kohl. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bundesrepublik Deutschland.

HOMMES, M. 1993: Einsatz von Kulturschutznetzen im Gartenbau. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft **289**: 104-110.

HOMMES, M. und G. SIEKMANN 2007: Auch zukünftig Insektizide gegen Kohlfliegen?. Gemüse, das Magazin für den professionellen Gemüsebau, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Verlag Eugen Ulmer, München/Stuttgart **43** (2): 16-18.

HORN, U. und M. HOMMES 1996: Simulation der Populationsdynamik der Kleinen Kohlfliege und der Möhrenfliege. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (heute Julius Kühn-Institut), 50. Deutsche Pflanzenschutztagung, Parey Buchverlag **321**: 331.

HÜNMÖRDER, S. 2003: Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum* L.) an Winterraps. Diplomarbeit, Universität Rostock.

JOHANSEN, T. J. und R. MEADOW 2005: Emergence patterns of Norwegian *brassica* root fly populations. Bulletin OILB/SROP **28** (4): 25-29.

JONG, R. DE und E. STÄDLER 1999: The influence of odour on the oviposition behaviour of the cabbage root fly. Chemoecology **9**: 151-154.

KAHRER, A. und M. GROSS 2002: Gemüseschädlinge Erkennung, Lebensweise, Bekämpfung. Österreichischer Agrarverlag: 22-24.

KAREN, M. und P. NATHALIE 2007: A test and disease warning system for cole crops and leek in Flanders: a practical approach. Bulletin OILB/SROP **30** (8): 75-82.

KEUNECKE, K. 2003: Strategien zur Regulierung von im Gemüsebau schädigenden Blumenfliegenarten (*Anthomyiidae*): Wurzelfliegen an Buschbohnen (*Delia platura*, *Delia florilega*), Zwiebelfliege (*Delia antiqua*), Kleine Kohlfliege (*Delia radicum*). Schlussbericht, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Integrierter Pflanzenschutz.

KTBL 2009: Faustzahlen für die Landwirtschaft. KTBL-Verlag, 14. Auflage: 323.

LANGLET, X. und E. BRUNEL 1996: Preliminary results on predation of *Aleochara bilineata* Gyll. (Coleoptera: *Staphylinidae*). IOBC/wprs Bulletin **19**: 162-166.

LAUN, N. 2006: Mit inkrustiertem Saatgut gegen Kohlfiegen. Gemüse, das Magazin für den professionellen Gemüsebau, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Verlag Eugen Ulmer, München/Stuttgart **42** (3): 24-26.

LEHMHUS, J.; S. VIDAL und M. HOMMES 1996: Population dynamics of herbivorous and beneficial insects found in plots of white cabbage undersown with clover. Bulletin OILB/SROP **19** (11): 115-121.

LEHMHUS, J.; M. HOMMES und S. VIDAL 1999: The impact of different intercropping systems on herbivorous pest insects in plots of white cabbage. Bulletin OILB/SROP **22** (5): 163-169.

MEADOW, R und T. J. JOHANSEN 2005: Exclusion fences against brassica root flies (*Delia radicum* and *D. floralis*). Bulletin OILB/SROP **28** (4): 39-43.

MERZ, F. 2005: 18 Jahre Versuche mit Kulturschutznetzen gegen Schädlinge. Beitrag aus der Festschrift, Landesanstalt für Pflanzenschutz Baden-Württemberg.

MORLEY, K. und S. FINCH 2003: Detailed studies of how undersowing with clover affects host-plant selection by the cabbage root fly. IOBC wprs Bulletin **26** (3): 155-161.

MORLEY, K.; S. FINCH und R. H. COLLIER 2005: Companion planting – behaviour of the cabbage root fly on host plants and non-host plants. Entomologia Experimentalis et Applicata **117**: 15-25.

NIELSEN, O. und H. PHILIPSEN 2004: Recycling of entomopathogenic nematodes in *Delia radicum* and in other insects from cruciferous crops. BioControl **49**: 285-294.

PARSONS, C.; P. DIXON und M. COLBO 2005: Managing the cabbage maggot by means of agro-ecosystem diversification – a Newfoundland perspective. IOBC wprs Bulletin **28** (4): 33-38.

PARSONS, C. K.; P. L. DIXON und M. COLBO 2007: Relay cropping cauliflower with lettuce as a means to manage first-generation cabbage maggot (Diptera: *Anthomyiidae*) and minimize cauliflower yield loss. Journal of Economic Entomology **100** (3): 838-846.

PICAULT, S. 2008: Cabbage flies in organic culture: using exclusion fences to protect vegetable crops against flies. Infos-Ctifl **244**: 36-40.

RICHTER, E.; M. HOMMES und G. F. BACKHAUS 1997: Pflanzenschutz – Integrierter Gemüsebau im Freiland. Praxisreport, Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbau e.V..

RICHTER, E.; A. WICHURA und M. MICHEL 2010: Kleine Kohlfliege in Kohlgemüse. Gemüse, das Magazin für den professionellen Gemüsebau, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Verlag Eugen Ulmer, München/Stuttgart **46** (2): 34-36.

RIEDEL, M. 1967: Zur Biologie, Zucht und Sterilisation der Kohlfliege, *Phorbia brassicae* Bouché, unter besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens im Rettichanbau. Bayerisches Landwirtschaftsjahrbuch **44**: 387-429.

RILEY, K. J.; U. KUHLMANN; P. G. MASON; J. WHISTLECRAFT; L. J. DONALD und N. J. HOLLIDAY 2007: Can mustard seed meal increase attacks by *Aleochara spp.* on *Delia radicum* in oilseed rape?. Biocontrol Science and Technology **17** (3): 273-284.

SCHRÖDER, P. C.; C. S. FERGUSON; A. M. SHELTON; W. T. WILSEY; M. P. HOFFMANN und C. PETZOLDT 1996: Greenhouse and field evaluations of entomopathogenic nematodes (Nematoda: *Heterorhabditidae* and *Steinernematidae*) for control of cabbage maggot (Diptera: *Anthomyiidae*) on cabbage. Journal of Economic Entomology **89**: 1109-1115.

SIEKMANN, G. und M. HOMMES 2006: Schützen Zäune vor Gemüsefliegen?. Gemüse, das Magazin für den professionellen Gemüsebau, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Verlag Eugen Ulmer, München/Stuttgart **42** (3): 22-23.

SIEKMANN, G. und M. HOMMES 2007: Exclusion fences against cabbage root fly and carrot fly. Bulletin OILB/SROP **30** (8): 107-112.

SIEKMANN G. und M. HOMMES 2007 (b): Yellow rocket (*Barbarea vulgaris*) as a trap crop in cole crops?. Bulletin OILB/SROP **30** (8): 101-106.

SLOUN, P. VAN 1989: Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege *Delia radicum* L. und der Winter- saateule *Agrotis segetum* Schiff. Mit entomophagen Nematoden der Gattungen *Steinernematidae* und *Heterorhabditidae* sowie Einfluss biotischer Faktoren auf das Verhalten der Nematoden. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Landwirtschaft (Dr. agr.), Universität Bonn.

SUBIC, M. 2008: The possibilities in controlling the cabbage fly (*Delia radicum* (Diptera: *Anthomyiidae*)) and other pests by dipping seedlings before planting. Glasilo Biljne Zastite **8** (1): 33-40.

SULISTYANTO, D.; A. PETERS; H. HOKKANEN und R.-U. EHLERS 1994: Evaluation of entomopathogenic nematode strains for control of *Delia radicum*, *Tipula paludosa* and *T. ol- eracea*. Bulletin OILB/SROP **17** (3): 140-143.

THOMAS, E. 2006: Feldversuchswesen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

ULBER, B.; U. JECHE; H. KEUNECKE und R. WEDEMEYER 2006: Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Schlupfabundanz und Befallsstärke der Kleinen Kohlflye (*Delia radicum* (L.)). Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft **400**: 114.

VERNON, R. S. und J. R. MACKENZIE 1998: The effect of exclusion fences on the colonization of rutabagas by cabbage flies (Diptera: *Anthomyidea*). The Canadian Entomologist **130**: 153-162.

WYSS, E. und C. DANIEL 2002: Wirkung von Einflugbarrieren gegen die Kohldrehherzmücke *Contarinia nasturtii* und die Kleine Kohlflye *Delia brassicae* in biologischem Kohlrabi. Forschungsinstitut für biologischen Landbau Frick, Mittelprüfung 02/13e.

WYSS, E. und C. DANIEL 2004: Wirkung eines Insektenzauns gegen den Einflug der Kleinen Kohlflye *Delia brassicae* im biologischen Rettichanbau. Forschungsinstitut für biologischen Landbau Frick, Mittelprüfung 04/18e.

ZOHREN, E. 1968: Laboruntersuchungen zu Massenanzucht, Lebensweise, Eiablage und Eiablageverhalten der Kohlflye, *Chortophila brassicae* Bouché (Diptera: *Anthomyiidae*). Z. Angew. Entomol. **62**: 139-188.

Internetquellen

ANONYMUS 2008: DELRAD - Populationsentwicklung der Kleinen Kohlflye (*Delia radicum*). Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz, (<http://www.zepp.info/modelle/34-in-die-gartenbauliche-praxis-eingefuehrte-modelle/74--delrad>), besucht am 20. 04. 2010.

ANONYMUS 2009: Gemüseanbau 2008: Größere Anbauflächen, gute Ernte, weniger Betriebe. Statistisches Bundesamt Deutschland, Pressemitteilung, (http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/02/PD09__039__412,templateId=renderPrint.psm), besucht am 19. 04. 2010.

ANONYMUS 2010 (a): Homepage des Julius Kühn-Institut, (<http://www.jki.bund.de/de/startseite/institute/pflanzenschutz-gartenbau-und-forst/swat.html>), besucht am 26. 04. 2010.

ANONYMUS 2010 (c): Deckungsbeitragsrechnung. Datenbestand des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, (http://www.landwirtschaft.sachsen.de/bpsplan2007/asp/verfahKurz.asp?id_verfkopf=4125&bez_verf=Kohlrabi%2C+Juni&kurz=1&inten=1&verw=1&standard=1&bezug=1+ha&lg=2&mv=2&jahrvon=2010), besucht am 26. 06. 2010.

EICHHORN, J. 2007: Prognosen Gemüsefliegen allgemein - Temperaturservice. ([http://www.am.rlp.de/internet/global/themen.nsf/0/80273C5DD7A386B2C125738C00563447?OpenDocument&Highlight=\(SWAT\),\[VERÖFFENTLICHEN\]=JA](http://www.am.rlp.de/internet/global/themen.nsf/0/80273C5DD7A386B2C125738C00563447?OpenDocument&Highlight=(SWAT),[VERÖFFENTLICHEN]=JA)), besucht am 26. 04. 2010.

GRAF, T.; J. DEGNER; R. GÖTZ und W. ZORN 2008: Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterraps. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, (<http://www.tll.de/ainfo/pdf/wrap0608.pdf>), besucht am 23. 06. 2010.

HOMPAGE: Bioland Hof Jeebel/Altmark Biogartenversand, (http://biogartenversand.de/advanced_search_result.php?keywords=Kohlkragen&search_in_description=0), besucht am 26. 06. 2010.

MEADOW, R. 2008: Controlling root-flies in *Brassica* vegetables using exclusion fences. 5th ISHS International Symposium on Brassicas and the 16th Crucifer Genetics Workshop, Norway, (http://www.brassica2008.no/paper/GGTSPU-styx2.bba.de-9500-2035297-DAT/Book_of_abstract.pdf), besucht am 17. 03. 2010.

PFLANZENSCHUTZGESETZ 1986, zuletzt 2009 geändert, (http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/pflschg_1986/gesamt.pdf), besucht am 24. 06. 2010.

WALSEMANN, U. 2005: Gemüseanbau in Deutschland von 2000 bis 2004. Statistisches Bundesamt Wirtschaft und Statistik, (<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Cotent/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/LandForswirtschaft/Gemuese-anbau20002004,property=file.pdf>), besucht am 15. 05 2010.

Vergleichspreise Frühjahr 2010 (<http://www.landhandel-raab.de/landhandel/dokumente/Preisliste.pdf>), besucht am 26. 06 2010.

7 Anhang

Im Weiteren sind nun die Versuchsanlage der Freiland- und Gewächshausversuche 2009 dargestellt. Nach diesem jeweiligen Aufbau erfolgte im Freiland (Tab. I) die Pflanzung als randomisierte, einfaktorielle Blockanlage und im Gewächshaus (Tab. II) die Anordnung der Töpfe auf den Tischen. Es ist zu beachten, dass der 1. Satz im Gewächshaus nur drei Wiederholungen hatte und somit auch nur drei Tische belegt wurden.

Tab. I: Versuchsanlage im Freiland (drei Versuchsteile)

D	8	5	2	3
	4	1	6	7
C	7	8	1	2
	3	4	5	6
B	6	7	8	1
	2	3	4	5
A	5	6	7	8
	1	2	3	4

Tab. II: Versuchsanlage im Gewächshaus (zwei Versuchsteile)

Tisch 3					Tisch 4			
5	7	2	6		4	6	1	8
4	8	3	1		5	2	7	3
5	6	7	8		3	1	5	2
1	2	3	4		7	4	8	6
Tisch 1					Tisch 2			

Im Folgenden können die genauen Datengrundlagen der Diagramme den Tabellen entnommen werden. Es sind die einzelnen Versuchsteile des Freiland- und Gewächshausversuchs 2009 aufgeführt mit der Anzahl der Kohlfiegen in den Entwicklungsstadien Larve und Puppe, die entsprechende Gesamtzahl sowie die jeweiligen Wirkungsgrade (%) für die acht Varianten in der sortierten Reihenfolge nach der Summe. Zusätzlich sind auch die Abbildungen von der Einteilung der Pflanzenwurzeln in Schadensklassen in dem zweiten Satz im Freiland und dem ersten Satz im Gewächshaus durch die nachstehenden Ursprungsdaten nachzuvollziehen. Im Weiteren ist außerdem die Datengrundlage zu der Eiablage der Kleinen Kohlflye in Gülzow 2009 aufgeführt.

Freilandversuch - Satz 1/2009

	Kontrolle	Netz- fäden	Nematoden	Pflaster	Sprüh- wachs	Hülse	Lac Bal- sam	PSM
KF- larven	0	2	10	8	4	0	0	0
KF- puppen	124	34	18	4	2	6	2	2
Gesamt	124	36	28	12	6	6	2	2
Wirkun- gsgrad in %	0	71,0	77,4	90,3	95,2	95,2	98,4	98,4

Freilandversuch - Satz 2/2009

	Kontrolle	Sprüh- wachs	Nematoden	Netz- fäden	PSM	Hülse	Pflaster	Lac Balsam
KF-larven	24	44	34	39	88	13	34	29
KF-puppen	258	178	156	145	73	69	43	42
Gesamt	282	222	190	184	161	82	77	71
Wirkungsgrad in %	0	21,3	32,6	34,8	42,9	70,9	72,7	74,8

Freilandversuch – Satz 2/2009: Verteilung der Schadensklassen

	Kontrolle	Sprühwachs	Nematoden	Netzfäden	PSM	Hülse	Pflaster	Lac Balsam
Schadensklasse 1	94	99	96	98	98	77	100	98
Schadensklasse 2	5	1	3	2	1	13	0	2
Schadensklasse 3	1	0	1	0	1	10	0	0
Schadensklasse 4	0	0	0	0	0	0	0	0

Freilandversuch - Satz 3/2009

	Kontrolle	Sprühwachs	PSM	Nematoden	Lac Balsam	Netzfäden	Pflaster	Hülse
KF-larven	90	141	142	122	121	60	41	21
KF-puppen	12	8	1	16	10	29	2	5
Gesamt	102	149	143	138	131	89	43	26
Wirkungsgrad in %	0	-46,1	-40,2	-35,2	-28,4	12,7	57,8	74,5

Gewächshausversuch - Satz 1/2009

	Kontrolle	PSM	Nematoden	Hülse	Sprühwachs	Netzfäden	Lac Balsam	Pflaster
KF-larven	0	0	0	0	0	0	0	0
KF-puppen	51	95	80	75	69	45	43	0
Gesamt	51	95	80	75	69	45	43	0
Wirkungsgrad in %	0	-86,3	-56,9	-47,1	-35,3	11,8	15,8	100

Gewächshausversuch – Satz 1/2009: Verteilung der Schadensklassen

	Kontrolle	PSM	Nematoden	Hülse	Sprühwachs	Netzfäden	Lac Balsam	Pflaster
Schadensklasse 1	12	15	8	7	13	15	14	11
Schadensklasse 2	4	2	7	5	2	3	4	1
Schadensklasse 3	1	0	1	5	3	0	0	0
Schadensklasse 4	1	1	2	1	0	0	0	2

Gewächshausversuch - Satz 2/2009

	Kon- trolle	Netzfäden	Sprühwachs	Lac Balsam	PSM	Pflaster	Hülse	Nematoden
KF-larven	98	74	81	46	47	35	34	33
KF-puppen	116	122	87	81	68	63	50	36
Gesamt	214	196	168	127	115	98	84	69
Wirkungs- grad in %	0	8,4	21,5	40,6	46,3	54,2	60,7	67,8

Eiablage der Kleinen Kohlfliege in Gülzow 2009 (mittels Eimanschetten ermittelt)

Datum	Summe der KF-Eier am Boniturtag	KF-Eier pro Manschet- te bzw. Pflanze
07. 05.	8	0,2
14. 05.	31	0,775
22. 05.	45	1,125
29. 05.	4	0,1
04. 06.	10	0,25
11. 06.	0	0
19. 06.	0	0
26. 06.	14	0,35
02. 07.	56	1,4
08. 07.	343	8,575
15. 07.	693	17,325
21. 07.	129	3,225
31. 07.	21	0,525
07. 08.	19	0,475
14. 08.	n.b.	n.b.
21. 08.	112	2,8
26. 08.	224	5,6
03. 09.	362	9,05
09. 09.	280	7
16. 09.	225	5,625
24. 09.	439	10,975
01. 10.	154	3,85
09. 10.	12	0,3

Im Weiteren sind für die einzelnen Versuchsteile tabellarisch die Summen der Kohlfliegenpuppen und –larven je Wiederholung sowie die statistische Auswertung mit der einfaktoriellen Varianzanalyse „ANOVA“ angegeben.

Einfaktorielle Varianzanalyse Freilandversuch - Satz 1 in 2009

Kontrolle	Netzfäden	Nematoden	Pflaster	Sprühwachs	Hülse	Lac Balsam	PSM
57	14	4	8	2	0	0	0
17	20	8	4	0	0	0	1
22	0	2	0	0	2	2	1
28	2	14	0	4	4	0	0

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse

ZUSAMMENFASSUNG

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>	<i>Standardabweichung</i>
Kontrolle	4	124	31	320,67	17,9
Netzfäden	4	36	9	92,00	9,6
Nematoden	4	28	7	28,00	5,3
Pflaster	4	12	3	14,67	3,8
Sprühwachs	4	6	1,5	3,67	1,9
Hülse	4	6	1,5	3,67	1,9
Lac Balsam	4	2	0,5	1,00	1,0
PSM	4	2	0,5	0,33	0,6

ANOVA

<i>Streuungsursache</i>	<i>Quadratsummen (SS)</i>	<i>Freiheitsgrade (df)</i>	<i>Mittlere Quadratsumme (MS)</i>	<i>Prüfgröße (F)</i>	<i>P-Wert</i>	<i>kritischer F-Wert</i>
Unterschiede zwischen den Gruppen	2962	7	423,14	7,30	0,00010025	2,42
Innerhalb der Gruppen	1392	24	58			
Gesamt	4354	31				

Einfaktorielle Varianzanalyse Freilandversuch – Satz 2 in2009

Kontrolle	Sprühwachs	Nematoden	Netzfäden	PSM	Hülse	Pflaster	Lac Balsam
117	98	54	25	37	14	32	24
34	27	47	61	74	30	9	14
45	34	52	75	14	27	21	14
86	63	37	23	36	11	15	19

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse						
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz	Standardabweichung	
Kontrolle	4	282	70,5	1461,67	38,23	
Sprühwachs	4	222	55,5	1045,67	32,34	
Nematoden	4	190	47,5	57,67	7,59	
Netzfäden	4	184	46	678,67	26,05	
PSM	4	161	40,25	618,92	24,88	
Hülse	4	82	20,5	88,33	9,40	
Pflaster	4	77	19,25	96,25	9,81	
Lac Balsam	4	71	17,75	22,92	4,79	
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	10270,97	7	1467,28	2,88	0,02462	2,42
Innerhalb der Gruppen	12210,25	24	508,76			
Gesamt	22481,22	31				

Einfaktorielle Varianzanalyse Freilandversuch – Satz 3 in 2009

Kontrolle	Sprühwachs	PSM	Nematoden	Lac Balsam	Netzfäden	Pflaster	Hülse
25	15	5	55	5	12	2	4
6	41	39	8	12	17	8	7
20	38	11	34	40	34	17	5
51	55	88	41	74	26	16	10

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse						
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz	Standardabweichung	
Kontrolle	4	102	25,5	353,67	18,81	
Sprühwachs	4	149	37,25	274,92	16,58	
PSM	4	143	35,75	1432,92	37,85	
Nematoden	4	138	34,5	388,33	19,71	
Lac Balsam	4	131	32,75	984,92	31,38	
Netzfäden	4	89	22,25	94,92	9,74	
Pflaster	4	43	10,75	50,25	7,09	
Hülse	4	26	6,5	7,00	2,65	
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	3862,47	7	551,78	1,23	0,32504	2,42
Innerhalb der Gruppen	10760,75	24	448,36			
Gesamt	14623,22	31				

Einfaktorielle Varianzanalyse Gewächshausversuch – Satz 1 in 2009

Kontrolle	PSM	Nematoden	Hülse	Sprühwachs	Netzfäden	Lac Balsam	Pflaster
12	64	45	4	26	25	17	0
26	21	23	71	15	8	10	0
13	10	12	0	28	12	16	0

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse						
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz	Standardabweichung	
Kontrolle	3	51	17,00	61,00	7,81	
PSM	3	95	31,67	814,33	28,54	
Nematoden	3	80	26,67	282,33	16,8	
Hülse	3	75	25,00	1591,00	39,89	
Sprühwachs	3	69	23,00	49,00	7,00	
Netzfäden	3	45	15,00	79,00	8,89	
Lac Balsam	3	43	14,33	14,33	3,79	
Pflaster	3	0	0,00	0,00	0,00	
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	2021,83	7	288,83	0,80	0,59940	2,66
Innerhalb der Gruppen	5782,00	16	361,38			
Gesamt	7803,83	23				

Einfaktorielle Varianzanalyse Gewächshausversuch – Satz 2 in 2009

Kontrolle	Netzfäden	Sprühwachs	Lac Balsam	PSM	Pflaster	Hülse	Nematoden
43	59	28	41	39	32	26	19
92	41	50	33	39	43	27	9
30	42	36	32	11	3	6	23
49	54	54	21	26	20	25	18

Anova: Einfaktorielle Varianzanalyse						
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz	Standardabweichung	
Kontrolle	4	214	53,50	721,67	26,86	
Netzfäden	4	196	49,00	79,33	8,91	
Sprühwachs	4	168	42,00	146,67	12,11	
Lac Balsam	4	127	31,75	67,58	8,22	
PSM	4	115	28,75	177,58	14,33	
Pflaster	4	98	24,50	293,67	17,14	
Hülse	4	84	21,00	100,67	10,03	
Nematoden	4	69	17,25	34,92	5,91	
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	4957,72	7	708,25	3,49	0,01004	2,42
Innerhalb der Gruppen	4866,25	24	202,76			
Gesamt	9823,97	31				

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ich bin damit einverstanden, dass die Bachelorarbeit in der Hochschulbibliothek eingestellt und damit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Ort, Datum

Unterschrift