

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**

Heft 177

September 1977



**Schadwirkung der Kleinen Kohlfliege
(*Phorbia brassicae* Bouché)
und Möglichkeiten zur Reduzierung
des Insektizidaufwandes
bei der Bekämpfung**

Von

Dr. Gerhard Maack

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau
Hürth-Fischenich

Berlin 1977

*Herausgegeben
von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61

ISSN 0067-5849

ISBN 3-489-17700-2

Die vorliegende Arbeit wurde als Dissertation vom Fachbereich Internationale Agrarentwicklung der Technischen Universität Berlin genehmigt.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funk- sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Werden einzelne Vervielfältigungsstücke in dem nach § 54 Abs. 1 UrhG zulässigen Umfang für gewerbliche Zwecke hergestellt, ist an den Verlag die nach § 54 Abs. 2 UrhG zu zahlende Vergütung zu entrichten, die für jedes vervielfältigte Blatt 0,40 DM beträgt.

1977 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Lindenstraße 44–47, D - 1000 Berlin 61, Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62. Buchbinder: C.F. Walter, 1000 Berlin 61.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	7
2. Anzucht der Kleinen Kohlfliege	9
3. Befallsdruck am Versuchsstandort	10
3.1. Flug der Imagines im Jahresverlauf	10
3.1.1. Methodik	10
3.1.2. Ergebnis	10
3.2. Eiablage im Jahresverlauf	13
3.2.1. Methodik	13
3.2.2. Ergebnis	14
3.3. Verteilung der Eiablage im Feldbestand	15
4. Einfluß des Entwicklungsstadiums, der Art und der Sorte der Kohlpflanzen auf die Eiablage	16
4.1. Methodik	16
4.2. Ergebnis	17
4.2.1. Einfluß des Entwicklungsstadiums der Pflanzen auf die Eiablage	17
4.2.2. Einfluß der Kohlart auf die Eiablage	18
4.2.3. Einfluß der Kohlsorte auf die Eiablage	20
5. Einfluß von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf die Schlupfrate der Larven	21
5.1. Temperatureinfluß	21
5.1.1. Methodik	21
5.1.2. Ergebnis	21
5.2. Feuchtigkeitseinfluß	21
5.2.1. Methodik	21
5.2.2. Ergebnis	22
6. Schadwirkung des Madenfraßes	23
6.1. Umfang der Nahrungsaufnahme während der Larvenentwicklung	23
6.1.1. Methodik	23
6.1.2. Ergebnis	24
6.2. Abhängigkeit der Schadwirkung vom Entwicklungsstadium der Pflanze	24
6.2.1. Methodik	24
6.2.2. Ergebnis	27
6.2.2.1. Larvenentwicklungsrate	27
6.2.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	30

6.3. Abhängigkeit der Schadwirkung von der Wasserversorgung der Pflanze	37
6.3.1. Methodik	37
6.3.2. Ergebnis	38
6.3.2.1. Larvenentwicklungsrate	38
6.3.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	39
6.4. Abhängigkeit der Schadwirkung von der Luftfeuchtigkeit	43
6.4.1. Methodik	43
6.4.2. Ergebnis	44
6.4.2.1. Larvenentwicklungsrate	44
6.4.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	44
6.5. Abhängigkeit der Schadwirkung von der N-Düngung	47
6.5.1. Methodik	48
6.5.2. Ergebnis	48
6.5.2.1. Larvenentwicklungsrate	48
6.5.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	49
6.6. Abhängigkeit der Schadwirkung von der Kohlart	51
6.6.1. Methodik	51
6.6.2. Ergebnis	52
6.6.2.1. Larvenentwicklungsrate	52
6.6.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	53
6.7. Abhängigkeit der Schadwirkung von der Kohlsorte	56
6.7.1. Methodik	56
6.7.2. Ergebnis	56
6.7.2.1. Larvenentwicklungsrate	56
6.7.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	57
6.8. Abhängigkeit der Schadwirkung von Befallsdruck und Pflanztermin	62
6.8.1. Methodik	62
6.8.2. Ergebnis	63
6.8.2.1. Befallsdruck und Larvenentwicklungsrate	63
6.8.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	65

7. Einfluß von Insektizidanwendungen auf die Schadwirkung des Madenfraßes	71
7.1. Spezifische Wirksamkeit verschiedener In- sektizide	71
7.1.1. Initialwirkung	71
7.1.1.1. Methodik	71
7.1.1.2. Ergebnis	71
7.1.2. Dauerwirkung	72
7.1.2.1. Methodik	72
7.1.2.2. Ergebnis	72
7.2. Wirkung verschiedener Applikationstechniken	75
7.2.1. Stengelgrundbehandlung	75
7.2.1.1. Methodik	75
7.2.1.2. Ergebnis	75
7.2.1.2.1. Larvenentwicklungsrate	75
7.2.1.2.2. Schädigung der Wirtspflanze	77
7.2.2. Bandbehandlung	82
7.2.2.1. Methodik	82
7.2.2.2. Ergebnis	83
7.2.2.2.1. Larvenentwicklungsrate	83
7.2.2.2.2. Schädigung der Wirts- pflanze	84
7.2.3. Wurzelbehandlung	85
7.2.3.1. Methodik	86
7.2.3.2. Ergebnis	86
7.2.3.2.1. Larvenentwicklungsrate	86
7.2.3.2.2. Schädigung der Wirts- pflanze	88
7.2.4. Saatgutbehandlung	93
7.2.4.1. Methodik bei der Gewächshaus- prüfung	94
7.2.4.2. Ergebnis der Gewächshausprü- fung	95
7.2.4.2.1. Auflaufzahl und phyto- toxische Wirkung	95
7.2.4.2.2. Larvenentwicklungsrate	96
7.2.4.3. Methodik bei der Freilandprü- fung	98
7.2.4.4. Ergebnis der Freilandprüfung	99

	Seite
7.2.4.4.1. Auflaufzahl und phyto- toxische Wirkung	99
7.2.4.4.2. Larvenentwicklungsrate	101
7.2.4.4.3. Schädigung der Wirtspflanze	104
8. Diskussion	111
9. Zusammenfassung	124
10. Summary	126
11. Literaturverzeichnis	128

1. Einleitung

Die Larven der Kleinen Kohlfliege (*Phorbia brassicae* Bouché) werden durch ihren Fraß an verschiedenen Brassica- und Raphanusarten schädlich. In der grossen Mehrzahl der Anbauggebiete sind Bekämpfungsmaßnahmen allgemein üblich. Der Madenfraß wirkt sich jedoch bei den verschiedenen Wirtspflanzen und Anbauverfahren unterschiedlich stark aus. Zu besonders hohen wirtschaftlichen Schäden kommt es, wenn der Madenfraß die Wurzeln der Pflanzen völlig zerstört und die Pflanzen absterben oder das Erntegut durch Fraß im Inneren bestimmter Pflanzenteile (Radies, Rettich, Blumenkohl, Rosenkohl) unverkäuflich wird.

Über die Schadwirkung des Madenfraßes an der Wurzel von Kohlpflanzen unter Bedingungen, die nicht zu einer Vernichtung der Wirtspflanze führen, liegen erstaunlicherweise nur sehr wenige Untersuchungsergebnisse vor. Ebenso waren nur wenige Kenntnisse über die wirtschaftliche Schadensschwelle, die für die Schadenswirkung ausschlaggebenden Faktoren und den schließlich tatsächlich unbedingt notwendigen Insektizidaufwand bei der Bekämpfung zu Beginn der Untersuchungen vorhanden. Die Praxis der Kohlfliegenbekämpfung in den einzelnen Anbaugebieten leitet sich vielmehr aus den Erfahrungen der zurückliegenden Jahre ab und hat mehr den Charakter vorbeugender Routinemaßnahmen.

Diskutiert man, ob und inwieweit der bisher gebräuchliche Insektizidaufwand bei der Bekämpfung der Kleinen Kohlfliege reduziert werden kann, so wird gleichzeitig die Frage aufgeworfen, ob es nicht möglich ist, auf eine Insektizidanwendung überhaupt zu verzichten und mit anderen Bekämpfungstechniken zu arbeiten.

Die Chancen des "sterile-male-Verfahrens" wurde von verschiedenen Autoren geprüft (DELCOUR 1974, DELCOUR & PELERENTS 1975 und RIEDEL 1967). Hohe Sterilitätsraten bei gleichzeitiger Erhaltung der Konkurrenz-

fähigkeit, die Voraussetzung für einen guten Wirkungsgrad dieses Verfahrens, konnten aber nicht erreicht werden. Ein weiteres kaum lösbares Problem stellt nach wie vor die Massenzucht mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand dar.

Die gleichen Probleme wie bei der Bestrahlungssterilisation treten bei der Chemosterilisation auf (COAKER und SMITH 1970, SWAILES 1960). Hinzu kommt noch eine hohe Warmblüter-Toxizität der Chemosterilantien, die eine breitflächige Ausbringung nicht gestattet.

Versuche zur Anlockung der Imagines durch optische und olfaktorische Reize wurden von BIRGEL 1973, FINCH und SKINNER 1974, GORNITZ 1957, SCHNITZLER und MÜLLER 1969, TRAYNIER 1967, WALLBANK 1972 und ZOHREN 1968 durchgeführt. Als attraktiver optischer Reiz konnten Farben im Gelbbereich des Spektrums und als olfaktorisch attraktive Substanzen die Isothiocyanate ermittelt werden. Eine wirksame Bekämpfung durch Anlockung - auch in Kombination mit Chemosterilantien - gelang bisher jedoch nicht.

Auch verschiedene Möglichkeiten zur Begrenzung der Kohlfliegenpopulation durch Einsatz von Parasiten wurden geprüft. Untersuchungen befaßten sich mit der Schlupfwespe Trybliographa rapae Westw. (Larvenparasit) und einem Käfer aus der Staphyliniden-Gattung Aleochoa bilineata Gyll. (Puppenparasit). Eine schnelle Ausschaltung der schädlichen Maden ist allerdings nicht möglich, da die Maden noch das Puppenstadium erreichen (MAKARENKO 1965, FULDNER 1960). Die Massenzucht dieser Parasiten ist ebenfalls noch nicht mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand möglich.

Alternativen zur chemischen Bekämpfung bieten sich danach zunächst nicht an. Ein aus der heutigen Sicht allgemeiner Fortschritt wäre jedoch schon erreicht, wenn der Einsatz von Insektiziden auf das unerläßliche Maß zurückgeführt würde. Dies würde eine verminderte Umweltbelastung, geringere Rückstandswerte

in und auf dem Erntegut, Schonung der Nützlingsfauna und zugleich auch Kostenersparnis für den Erzeuger bewirken. Ziel der nachfolgend dargestellten Untersuchungen war es, hierfür ergänzende Unterlagen zu beschaffen.

2. Anzucht der Kleinen Kohlfliege

Voraussetzung für die Klärung verschiedener Fragen zur Schadwirkung des Madenfraßes ist, daß mit einem kalkulierbaren Larvenbesatz gearbeitet werden kann. Dafür ist das Anlegen bestimmter Eizahlen notwendig. Zur Gewinnung der für die Versuche notwendigen Kohlfliegenlarven wurde daher in Anlehnung an die Methoden von FINCH und COAKER (1969 a), READ (1965), VEREECKE und HERTVELDT (1971) ein Verfahren zur Zucht der Kleinen Kohlfliege entwickelt.

Im Spätsommer 1973 wurden ca. 400 Puppen der Kleinen Kohlfliege im Freiland gesammelt und zum Schlupf in einen würfelförmigen Käfig mit 40 cm Kantenlänge gebracht. Aus ungefähr 1/3 der Puppen schlüpften Kohlfliegen. Der Rest war überwiegend von dem Kurzflügler *Aleochoa bilineata* Gyll parasitiert.

Die Fütterung der Fliegen erfolgte mit einem Gemisch aus 20 % Sojamehl, 20 % Bierhefe, 60 % Zucker und einem Zusatz von Bierhefeextrakt, der gleichzeitig als Bindemittel diente, da diese feinen Bestandteile sonst in die Atemhöhlen der Fliegen gelangen würden. Die Haltung der Fliegen erfolgte bei 18 - 22° C, 60 - 80 % relativer Luftfeuchtigkeit und 15-stündiger Beleuchtung. Zur Eiablage diente ein Kohlrüben- oder Kohlrabistück (in den Sommermonaten), das einer Sandschicht von 1 cm Stärke in einer Petrischale auflag.

Die abgelegten Eier wurden alle zwei Tage zusammen mit dem Sand in ein Gefäß geschüttet, mit Wasser aufgeschwemmt und abfiltriert. Die so gewonnenen Eier konnten dann entweder zur weiteren Zucht auf Kohlrüben- oder Kohlrabischeiben übertragen werden oder bei

den Versuchen Verwendung finden. Je zwei Gramm Fraßsubstrat wurde etwa ein Ei angesetzt.

Um die Sommermonate, in denen keine Kohlrüben (geeignetes Futter) vorhanden sind, zu überbrücken, wurde die Zucht überwiegend im Winter betrieben. Die Larven wurden zu diesem Zweck bei Temperaturen von 10 - 12° C zur Entwicklung gebracht und dadurch in Diapause versetzt. Die Diapause ermöglicht eine längere Einlagerung der Puppen bei 4° C, ohne daß die Schlupfrate nennenswert vermindert wird.

Zur Verhinderung von Degenerationserscheinungen wurde mehrfach zwischenzeitlich neues Material aus dem Freiland in die Zucht eingekreuzt.

3. Befallsdruck am Versuchsstandort

3.1. Flug der Imagines im Jahresverlauf

3.1.1. Methodik

Der Flugverlauf der Kleinen Kohlfliege wurde mit Gelbschalen während der Vegetationsperioden 1974, 1975 und 1976 ermittelt. Im ersten Versuchsjahr wurden rechteckige Gelbschalen mit 50 x 30 cm Kantenlänge, in den darauffolgenden Jahren - wegen der besseren Handlichkeit - runde Schalen mit 20 cm Ø verwendet. Die Aufstellung von zehn Fangschalen erfolgte im Frühjahr jeweils in einem Frühweißkohl- und nach dessen Aberntung in einem Spätweißkohlbestand von jeweils 1000 m² Fläche. Die Gelbschalen wurden nach dem Pflanzen des Kohls zunächst am Boden und nach Schließen des Bestandes in 20 cm Höhe aufgestellt. Die Kontrolle der Fangschalen und die Auswertung des Fanges erfolgte zweimal wöchentlich.

3.1.2. Ergebnis

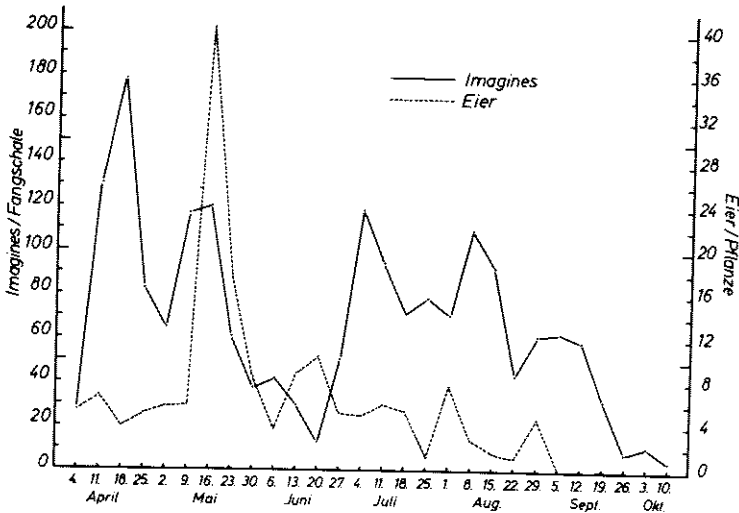
A) Versuchsjahr 1974

Der Flug begann infolge warmer Witterung schon zu einem sehr frühen Termin (Anfang April) und erreichte Mitte April den ersten Höhepunkt (Abb. 1). Ende April - Anfang Mai ging der Flug wegen kühler Witterung zurück, um dann Mitte Mai einen erneuten Höhepunkt zu erreichen. Ende Mai flachte die Flugkurve stark ab und kennzeichnete damit

das Ende der ersten Generation. Erst Ende Juni - Anfang Juli stiegen die Fänge wieder an und hielten sich bis Mitte August annähernd auf gleichem Niveau. Nach niedrigen Fängen bis Ende August ließ sich Anfang September noch einmal ein kurzer Anstieg feststellen. Eine klare Trennung der Generationen war nur zwischen der ersten und zweiten Generation möglich.

Der Anteil der gefangenen Weibchen war mit 35 % der gesamten gefangenen Fliegen fast nur halb so groß wie der Anteil der Männchen (65 %).

Abb. 1: Flug- und Eiablageverlauf während des Jahres 1974

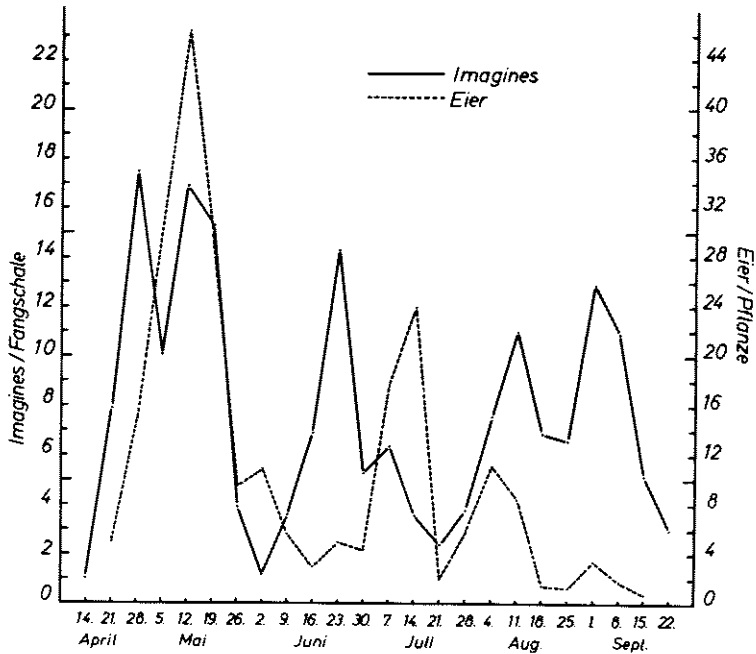


B) Versuchsjahr 1975

Im Frühjahr 1975 begann der Flug etwa zwei Wochen später als im Vorjahr (Abb. 2). Ein erster Gipfelpunkt wurde Ende April, ein zweiter Höhepunkt etwa zur gleichen Zeit wie im Vorjahr, also Mitte Mai, erreicht. Auch das Ende des Fluges der ersten Generation deckte sich sehr genau mit dem des Vorjahres. Das Flugmaximum

der zweiten Generation wurde Ende Juni erreicht. Die dritte Generation trat von Anfang August bis Mitte September auf. Die Flugkurve zeigte allerdings zwei deutliche Höhepunkte, so daß auch das Auftreten einer vierten Generation nicht auszuschließen ist, zumal die warme Witterung während des Sommers 1975 die Generationenfolge beschleunigt haben dürfte.

Abb. 2: Flug- und Eiablageverlauf während des Jahres 1975

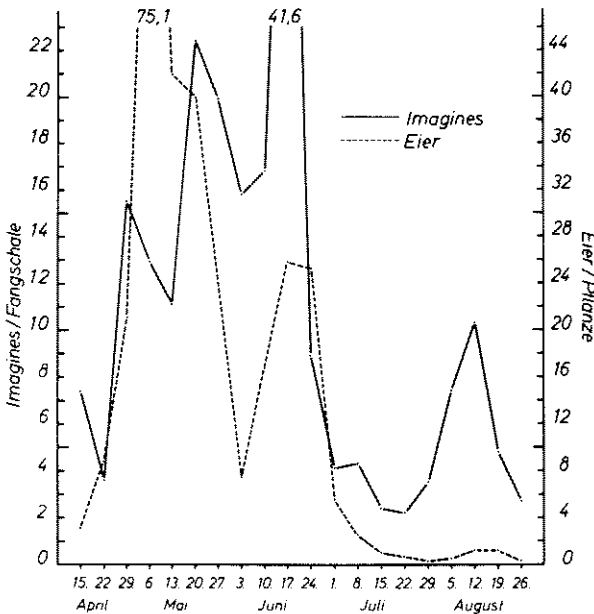


C) Versuchsjahr 1976

Der Flug der Imagines begann 1976 erst Ende April und erreichte während der ersten Generation Anfang Mai und Ende Mai jeweils einen Höhepunkt (Abb. 3). Zwischen erster und zweiter Generation sinkt die Zahl der gefangenen Fliegen nur wenig ab. Infolge der

sehr hohen Frühsommertemperaturen erreichte die zweite Generation schon Mitte Juni ihr Maximum. Die dritte Generation war nur sehr schwach ausgeprägt.

Abb. 3: Flug- und Eiablageverlauf während des Jahres 1976



3.2. Eiablage im Jahresverlauf

3.2.1. Methodik

Die Eiablage wurde auf den gleichen Versuchsflächen wie der Flug ermittelt. Hierzu wurde zweimal wöchentlich Boden im Durchmesser von ca. 5 cm um den Wurzelhals und einer Tiefe von ca. 1 - 2 cm von markierten Kohlpflanzen entnommen, aufgeschwemmt und durch ein 0,2 mm-Sieb gespült. Der Siebrückstand wurde mit Wasser aufgeschwemmt und die dann schwimmenden Eier ausgezählt. Im ersten Versuchsjahr wurden die Erdproben von jeweils 2 x 5 Pflanzen der ersten bis vierten Reihe an

der Westseite der Versuchsfläche entnommen.

Wegen der 1974 beobachteten stärkeren Eiablage am Rand der Versuchsfläche wurden 1975 und 1976 auf beiden Randseiten an der äußersten und der 4. Reihe von außen, sowie in der Versuchsfeldmitte an je 2 x 5 Pflanzen die Eiablagezahlen bestimmt.

3.2.2. Ergebnis

A) Versuchsjahr 1974

Der Eiablageverlauf korrelierte nur in der ersten Generation einigermaßen mit dem Flugverlauf (Abb. 1). Anfang April bis Anfang Mai wurden je Pflanze und Woche nur 5 - 7 Eier abgelegt. Mitte Mai stieg die Zahl der Eier auf 40 je Woche an. Mit Ende der ersten Generation Ende Mai - Anfang Juni sank die Zahl der Eier wieder unter 5 je Woche ab. Mitte Juni wurden wieder knapp über 10 Eier erreicht. Ob es sich hier bereits um die zweite Generation oder noch um die auslaufende erste Generation handelte, war nicht zu entscheiden. In den folgenden Generationen blieb die Zahl der abgelegten Eier immer unter 10 pro Woche, obwohl die Zahl der gefangenen Fliegen nicht wesentlich niedriger lag als bei der ersten Generation. Dies zeigt, daß die Zahl der abgelegten Eier je Weibchen im Sommer niedriger ist als im Frühjahr.

B) Versuchsjahr 1975

Im Jahr 1975 war die Zahl der abgelegten Eier in allen Generationen höher als 1974 (Abb. 2). Besonders hoch lag die Zahl der Eier bei der ersten Generation. Im Zeitraum von Anfang Mai bis Ende Mai wurden über 130 Eier pro Pflanze abgelegt. Aber auch die zweite Generation erreichte in der Spitze noch fast 25 Eier je Pflanze und Woche. Auffallend war die starke zeitliche Verschiebung des Eiablagehöhepunktes gegenüber dem Flugmaximum in der zweiten Generation. Die Abnahme der Eiablagezahlen von der ersten zur letzten Generation war auch 1975 sehr stark, während die Zahl der gefangenen Fliegen sich nur mäßig verringerte.

C) Versuchsjahr 1976

Die Eiablage erreichte in der ersten Generation Anfang Mai mit 75 Eiern je Pflanze und Woche extrem hohe Werte (Abb. 3). Den gesamten Monat Mai blieben die Eiablagezahlen auf hohem Niveau. Bereits Mitte Juni wurde der Höhepunkt der Eiablage durch die zweite Generation mit 26 Eiern je Pflanze erreicht. Ab Anfang Juli wurden nur noch sehr wenige Eier gefunden. Während des Fluges der dritten Generation ließ sich kein wesentlicher Anstieg der Eiablage mehr feststellen.

3.3. Verteilung der Eiablage im Feldbestand

Tab. 1: Relative Verteilung der abgelegten Eier am Feldrand 1974

	Reihe			
	1 *	2	3	4
Frühweißkohl	100	59,2	49,0	50,5
Spätweißkohl	100	64,7	47,3	43,8

* Randreihe

Die Ergebnisse zeigen, daß die äußeren Reihen wesentlich stärker belegt wurden. Der größte Abfall ist von der ersten zur zweiten Reihe zu verzeichnen, während zwischen der dritten und vierten Reihe kein Unterschied mehr feststellbar war.

Tab. 2: Relative Verteilung der abgelegten Eier im Feldbestand 1975 und 1976

	Westrand		Schlag- mitte	Ostrand	
	Reihe			Reihe	
	1	4	4	1	
Spätweißkohl 1975 bis vier Wochen nach dem Pflanzen	124	64	100	125	185
5 - 12 Wochen nach dem Pflanzen	195	92	100	69	58
Frühweißkohl 1976	234	177	100	101	119

Beim Spätweißkohlversuch im Jahre 1975 erfolgte der Anflug aus unterschiedlichen Richtungen (Tab. 2). Bis vier Wochen nach dem Pflanzen war die Zahl der abgelegten Eier an den Pflanzen der Ostseite am höchsten, während im anschließenden Zeitraum die Pflanzen der Westseite am stärksten belegt wurden.

Im Jahr 1976 war bei Frühweißkohl ein stärkerer Randbefall der westlichen Seite zu verzeichnen.

4. Einfluß des Entwicklungsstadiums, der Art und der Sorte von Kohlpflanzen auf die Eiablage

4.1. Methodik

Die Versuche wurden mit und ohne Wahlmöglichkeit durchgeführt, d.h. in einer Versuchsgruppe wurden alle Pflanzen in einem Flugkäfig, in einer anderen Gruppe dagegen die Pflanzen getrennt in verschiedenen Käfigen aufgestellt. Die erste Versuchsanordnung diente der Ermittlung von Attraktivitätsunterschieden, während die zweite Versuchsanordnung Auskunft darüber geben sollte, ob vorhandene Attraktivitätsunterschiede auch dann noch Einfluß auf die Eiablage nehmen, wenn den Weibchen keine Wahlmöglichkeit gegeben wird.

Diese Frage ist deshalb von großer Bedeutung, weil der Kohlfliege eine Wirtswahl beim Anflug des Bestandes nicht möglich ist, sondern erst nach Kontakt mit der Pflanze erfolgen kann (ZOHREN 1968).

Die Wahlversuche wurden in einem Käfig mit einer Grundfläche von 60 x 100 cm bei einer Höhe von 50 cm unter gleichmäßiger Beleuchtung von oben in einer Klimakammer bei 21° C durchgeführt. Die Versuche ohne Wahlmöglichkeit erfolgten in würfelförmigen Zuchtkäfigen mit 40 cm Kantenlänge bei Beleuchtung von der Seite und Temperaturen von 19 - 21° C. Die Pflanzen wurden in 9 cm-Töpfen gezogen, die zur Eiablage mit einer ca. 2 cm dicken Sandschicht bedeckt waren. Diese konnte nach Versuchsende leicht abgeschüttelt und die Eier nach Aufschwemmen ausgezählt werden. In den Käfig für

die Wahlversuche wurden 50 eiablagebereite Weibchen und 50 Männchen, in die Käfige für die Versuche ohne Wahlmöglichkeit 25 Weibchen und 25 Männchen gesetzt. Im Wahlversuch wurden die Pflanzen im lateinischen Quadrat zweimal jeweils drei Tage zur Belegung aufgestellt. Im Versuch ohne Wahlmöglichkeit wurden in einem Versuchsdurchgang je vier Pflanzen getrennt nach Sorten in Käfige so lange zur Eiablage aufgestellt, bis etwa Dreiviertel der Imagines abgestorben waren (10 - 14 Tage), so daß auch eine eventuelle Verzögerung der Eiablage erkannt werden konnte.

4.2. Ergebnis

4.2.1. Einfluß des Entwicklungsstadiums der Pflanzen auf die Eiablage

Im Freiland konnte wiederholt beobachtet werden, daß eine Belegung gerade aufgelaufener Pflanzen nicht stattfindet. Die durchgeführten Wahlversuche im Labor bestätigen diese Beobachtungen (Tab. 3).

Tab. 3: Einfluß des Entwicklungsstadiums von Blumenkohlpflanzen auf die Eiablagezahlen (relativ) im Wahlversuch

	Entwicklungsstadium Laubblätter/Pflanze			GD 5 %
	0 - 2	4 - 6	8 - 10	
Eier/Pflanze	2	74	27	
relativ	3,0	100	37,0	
ln	1,33	4,93	3,91	1,23

An Pflanzen, die sich zwischen dem Keimblattstadium und dem Zweiblattstadium befanden, wurden kaum Eier abgelegt (Tab. 3). Pflanzen im 4 - 6-Blattstadium wurden am stärksten belegt. Die Differenz zur Eiablage an Pflanzen mit 8 - 10 Blättern ist allerdings nicht statistisch gesichert.

Im Versuch ohne Wahlmöglichkeit ergaben sich keine signifikanten Unterschiede mehr in der Eiablagehöhe zwischen kleinen und großen Pflanzen (Tab. 4). Dabei ergab die Kontrolle der Ovarien der toten Weibchen nur wenige Eier, die nicht abgelegt worden waren, so daß ein Zurückhalten der Eier auch bei geringer Attraktivität der Pflanzen ausgeschlossen werden kann.

Tab. 4: Einfluß des Entwicklungsstadiums von Blumenkohlpflanzen ('Malinus') auf die Eiablagezahlen (relativ) ohne Wahlmöglichkeit

	Entwicklungsstadium Laubblätter/Pflanze		GD 5 %
	0 - 2	4 - 8	
Zahl der Eier/Pflanze	441	558	155
relativ	79,0	100	27,8

4.2.2. Einfluß der Kohlart auf die Eiablage

In der Praxis wird Blumenkohl als die gefährdetste Kohlart angesehen. Ob und inwieweit dies auf stärkere Eiablage gegenüber anderen Kohlarten zurückzuführen ist, sollten Eiablageversuche zeigen. Für die Versuche wurden ausschließlich Frühsorten verwendet.

Blumenkohl (BlK) = 'Malinus'

Kohlrabi (Kr) = 'Blaro'

Wirsing (WiK) = 'Praeco'

Weißkohl (WeK) = 'Marner Allfrüh'

Rotkohl (RK) = 'Marner Frührotkohl'

Tab. 5: Einfluß der Kohlart auf die Eiablagezahlen
(relativ) - mit Wahlmöglichkeit

Laubblätter/ Pflanze	Kohlart					GD 5 %
	BlK	Kr	WiK	WeK	RK	
2 - 4	100	87,2	53,9	32,2	17,3	
4 - 6	100	61,7	43,6	40,2	25,9	
6 - 8	100	54,7	41,6	30,5	17,2	
\bar{x}	100 ⁺	67,9	46,4	34,3	20,1	15,7

+ = 1552 Eier

In der Reihenfolge abnehmend belegt wurden Blumenkohl, Kohlrabi, Wirsing, Weißkohl und Rotkohl, wobei die Differenzen zwischen Wirsing und Weißkohl sowie Weißkohl und Rotkohl nicht statistisch gesichert sind (Tab. 5). Während der einzelnen Entwicklungsstadien zeigte die Eiablagehöhe an den einzelnen Kohlarten zwar eine gewisse Variation, sie führte aber nicht zu einer Verschiebung der Rangfolge der Kohlarten. Die Beobachtungen der Praxis konnten damit im Wahlversuch bestätigt werden.

Tab. 6: Einfluß der Kohlart auf die Eiablagezahlen
(relativ) - ohne Wahlmöglichkeit

Laubblätter/ Pflanze	Kohlart					GD 5 %
	BlK	Kr	WiK	WeK	RK	
4 - 8	100 ⁺	114	103	92	93	24,3

+ = 4614 Eier

Im Versuch ohne Wahlmöglichkeit ließ sich dagegen kein signifikanter Unterschied in der Eiablage zwischen den Kohlarten feststellen (Tab. 6).

4.2.3. Einfluß der Kohlsorten auf die Eiablagezahlen

Zur Prüfung gelangten folgende Blumenkohlsorten:

'Malinus'	= Frühsorte
'Sesam'	= Sommersorten
'Delira'	
'Flora Blanca'	= Herbstsorte

Tab. 7: Einfluß der Sorte auf die Eiablagezahlen
bei Blumenkohl - im Wahlversuch

Laubblätter/ Pflanze	'Mali- nus'	'Se- sam'	'Deli- ra'	'Flora Blanca'	GD 5 %
2 - 4	100	58,8	63,4	66,9	26,5
4 - 6	100	64,5	62,9	89,6	24,4
6 - 8	100	100,6	82,7	89,5	25,4
\bar{x}	100 +	74,8	68,9	81,5	-

+ = 2679 Eier

Im Wahlversuch wurde die Sorte 'Malinus' bis zum 6 - Blattstadium am stärksten belegt (Tab. 7). Die Zahl der Eier war im 2- bis 4 - Blattstadium gegenüber allen Sorten signifikant höher, im 4- bis 6 - Blattstadium nur noch gegenüber den Sorten 'Sesam' und 'Delira'. Im 6- bis 8 - Blattstadium waren keine signifikanten Unterschiede mehr vorhanden.

Tab. 8: Einfluß der Kohlsorte auf die Eiablagezahlen
(relativ) bei Blumenkohl - ohne Wahlmöglich-
keit

Laubblätter/ Pflanze	'Mali- nus'	'Se- sam'	'Deli- ra'	'Flora Blanca'	GD 5 %
4 - 8	100+	95	95	94	14,8

+ = 3916 Eier

Im Versuch ohne Wahlmöglichkeit konnten, wie schon in den Versuchen mit verschiedenen Kohlarten bzw. Entwicklungsstadien, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten mehr festgestellt werden (Tab. 8).

5. Einfluß von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf die Schlupfrate der Larven

5.1. Temperatureinfluß

5.1.1. Methodik

Frisch abgelegte und auf feuchtes Filterpapier aufgebraachte Eier (je Versuchsvariante 100 Stück in vierfacher Wiederholung) wurden bei verschiedenen Temperaturen zum Schlupf aufgestellt. Die Auswertung der Schlupfrate erfolgte durch Auszählung unter dem Binokular.

5.1.2. Ergebnis

Die Schlupfrate variierte bei den geprüften Temperaturen nur wenig (Tab. 9). Nur bei kurzzeitigem Frost ($- 2^{\circ} \text{C}$ für 6 Stunden) und anschließend $+ 20^{\circ} \text{C}$ bis zum Schlupf war ein leichtes Absinken der Schlupfrate feststellbar, das aber nur gegenüber der Schlupfrate bei $+ 25^{\circ} \text{C}$ signifikant war.

Tab. 9: Larvenschlupfrate (%) bei verschiedenen Temperaturen

		Temperatur $^{\circ} \text{C}$			GD 5 %
+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	- 2/+ 20	
82,5	81,8	82,3	85,5	77,3	5,9

5.2. Feuchtigkeitseinfluß

5.2.1. Methodik

Zur Ermittlung des Schlupfes wurden jeweils 100 frisch abgelegte Eier in geschlossene 3 l-Glasbehälter mit Glycerin-Wassermischungen zur Einstellung verschiedener relativer Luftfeuchtigkeiten ausgelegt und nach einer Woche auf Schlupf kontrolliert.

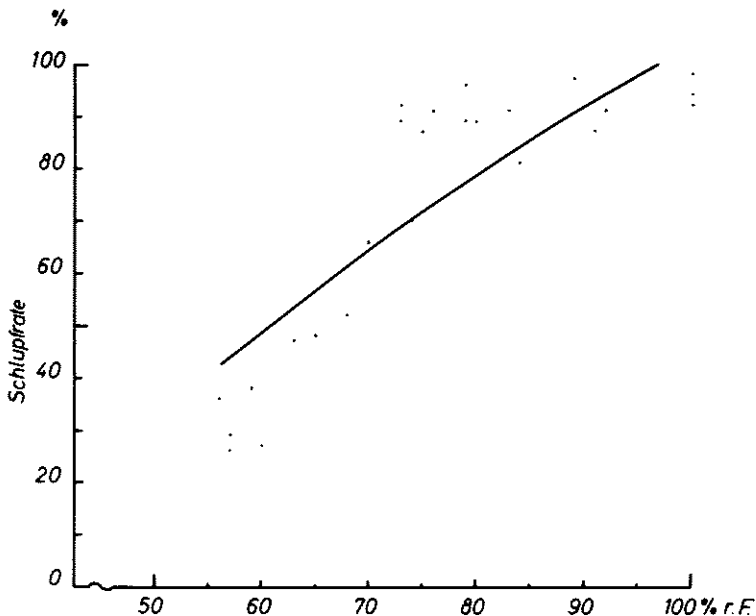
Zur besseren Unterscheidung von geschlüpften und nicht geschlüpften Eiern bzw. Eihüllen wurden diese nach Versuchsende mit Lactophenol-Baumwollblau eingefärbt, auf Filterpapier gebracht und anschließend unter dem Binokular ausgezählt.

5.2.2. Ergebnis

Der Anteil der geschlüpften Eier lag bei 100 % r.F. über 90 % und sank bis 80 % r.F. nur wenig ab (Abb. 4). Bei weiterer Absenkung der r.F. ging der Schlupf dann sehr stark zurück und betrug bei 65 % r.F. nur noch etwa 50 %. Unter 50 % r.F. war kein Schlupf mehr festzustellen.

Welche Wirkungen die abnehmenden relativen Luftfeuchten auf die Eientwicklung ausüben, zeigt Tabelle 10. Bei 75 - 55 % r.F. blieb ein Teil der Eilarven beim Schlupf in der Eihülle stecken. Bei Luftfeuchtigkeiten unter 60 % starb der Embryo während der Entwicklung ab. Unter 45 % r.F. entwickelte sich kein Embryo mehr.

Abb. 4: Larvenschlupf in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit



Tab. 10: Entwicklung und Schlupf von Kohlfliegenlarven in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit

	Relative Luftfeuchtigkeit %				
	100	75-70	60-55	50-45	45-40
geschlüpft	95	83,7	30,3	0	0
in Eihülle steckengeblieben	0	9,3	7,0	0	0
Embryo abgestorben	0	1,7	52,0	80,3	3
Embryo nicht entwickelt	5	5,3	10,7	19,7	97,0

6. Schadwirkung des Madenfraßes

6.1. Umfang der Nahrungsaufnahme während der Larvenentwicklung

6.1.1. Methodik

Als Kriterium für die Erfassung des Schadens wurde versucht, das Volumen des zerstörten Wurzelgewebes durch den Madenfraß zu bestimmen. Da eine direkte Bestimmung des zerstörten Wurzelvolumens auf Schwierigkeiten stößt, wurde der Verlust an Trockenmasse gemessen, der durch den Fraß von Larven hervorgerufen wird. Steckrübenwürfel von 5 g Frischgewicht (10 Stück mit vierfacher Wiederholung) wurden mit je einer frisch geschlüpften Larve besetzt. Das Eindringen in die Rübenwürfel wurde durch vorhergehendes Einbohren eines Loches erleichtert. Bis zur Verpuppung der Larven wurden die Würfel in Petrischalen ausgelegt und bei ca. 20° C gehalten. Danach wurde der Trockensubstanzverlust gegenüber nicht belegten Steckrübenwürfeln ermittelt. Es kamen nur Würfel mit voll entwickelten Puppen zur Auswertung.

6.1.2. Ergebnis

Der Trockensubstanzverlust der mit Maden besetzten Würfel gegenüber den Kontrollen, der mit der Trockensubstanzaufnahme gleichzusetzen ist, betrug 51,2 mg. Dies entspricht bei einem Trockensubstanzgehalt von 6,2 % einer errechneten mittleren Frischsubstanzaufnahme an Steckrübengewebe von 826 mg je Made.

6.2. Abhängigkeit der Schadwirkung vom Entwicklungsstadium der Pflanze

6.2.1. Methodik

Wirsingkohl ('Praeco') wurde im 6 - 8-Blattstadium in 6 l Plastikgefäße gepflanzt, die mit sterilisiertem Kompost gefüllt waren. Je Gefäß wurden 0,6 g N, 0,6 g P_2O_5 , 0,85 g K_2O und 0,1 g Spurennährstoffe gegeben. Diese Düngergaben wurden auch zu allen anderen Gefäßversuchen mit 6 l oder 12 l Inhalt verabreicht. Die Aufstellung der Gefäße, acht je Versuchsvariante, verteilt auf acht Blöcke, erfolgte in einem Folienhaus unter einem Netz aus Polyäthylen mit ca. 2 mm Maschenweite, um Fremdbelegung durch von außen zufliegende Kohlfiegen zu verhindern. Die Belegung der Pflanzen mit Eiern erfolgte im Versuch A wöchentlich, im Versuch B in 14-tägigem Abstand.

Vom Auftreten der ersten Welkesymptome an wurden die Pflanzen wöchentlich bis zur Ernte bonitiert. Nach Verpuppung der Larven wurden die Gefäße der ersten Belegungstermine aus dem Versuchskäfig herausgenommen, um die später belegten Pflanzen vor Neubelegung durch schlüpfende Fliegen zu schützen. Die herausgenommenen Pflanzen wurden zum Schutz vor Neubelegung mit Insektiziden behandelt.

Nach Verpuppung der Larven der letzten Belegung wurden die Pflanzen geerntet und das Sproßgewicht ermittelt. Die Wurzeln wurden mit einem Stechzylinder von 9 cm Durchmesser ausgestochen, ausgewaschen, auf Madenfraß bonitiert (Abb. 5), bei 105° C getrocknet und

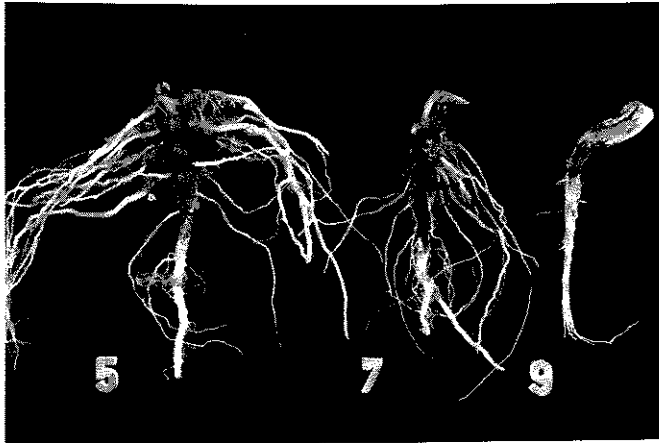
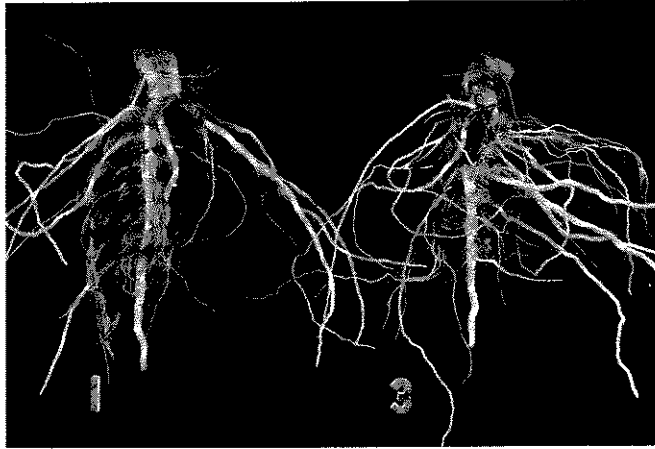
gewogen. Der Siebrückstand wurde in Wasser aufgeschwemmt, um die Zahl der Puppen und Larven ermitteln zu können.

Für die Bonitierung der Wurzelschädigung wurde das Bonitierungsschema 1 - 9 verwendet (Abb. 5).

Die Bonitierungsstufen entsprechen etwa folgendem Schädigungsgrad:

- 1 = kein Fraß an den Wurzeln vorhanden
- 3 = leichte Schädigung der Wurzeln, einzelne Fraßgänge
- 5 = mittlere Schädigung der Wurzeln, Wurzelrinde stark zerfressen, Nebenwurzeln aber weitgehend erhalten
- 7 = starke Schädigung der Wurzeln, Wurzelrinde stark zerfressen und etwa die Hälfte der Nebenwurzeln an der Hauptwurzel abgefressen
- 9 = Wurzel völlig zerstört, alle Nebenwurzeln abgefressen

Abb. 5: Bonitierungswerte für verschieden starke
Wurzelschädigungen durch Madenfraß nach
Schema 1 - 9



6.2.2. Ergebnis6.2.2.1. Larvenentwicklungsrate

Versuch A: Eiablage im Abstand von einer Woche

Der Anteil der sich bis zum Puppenstadium entwickelnden Eier bzw. Larven variierte von 20 - 70 % (Tab. 11). Die niedrigste Entwicklungsrate trat in den Versuchsvarianten mit hoher Eizahl und gleichzeitig früher Belegung auf, da die Larven infolge Nahrungsmangels während ihrer Entwicklung starben.

Tab. 11: Einfluß von Eizahl/Pflanze und Ablagezeitpunkt auf die Entwicklungsrate von Kohlfliegenlarven

Eizahl/ Pflanze	Eiablage				\bar{x}	
	Wochen nach dem Pflanzen					
	0	1	2	3		
10	a	5,6	4,8	5,4	7,0	5,7
	b	56	48	54	70	57
20	a	8,4	8,6	10,5	14,2	10,4
	b	42	43	53	71	52
30	a	9,5	10,6	15,4	18,6	13,5
	b	32	35	51	62	45
50	a	14,1	17,9	26,6	28,6	21,8
	b	28	36	53	57	44
70	a	14,8	26,8	35,8	33,5	27,7
	b	21	38	51	48	40
\bar{x}	a	10,5	13,7	18,7	20,4	
	b	29	38	52	57	

a = Zahl der Puppen, b = Entwicklungsrate in %

Je länger der Zeitraum zwischen Pflanzung und Belegung, je größer also die Pflanze zur Zeit der Belegung war, um so geringer war der Einfluß der Eizahl je Pflanze auf die Entwicklungsrate. Eine abnehmende Entwicklungsrate bei späterer Belegung der Pflanzen (Altersresistenz) konnte nicht festgestellt werden.

Versuch B: Eiablage im Abstand von zwei Wochen

Der Anteil der Eier bzw. Larven, die sich zu Puppen entwickelten, variierte auch bei Versuch B (Tab. 12) mit 6 - 60 % sehr stark. Die Entwicklungsrate lag damit beträchtlich niedriger als im Versuch A. Auffallend ist die geringe Entwicklungsrate bei der Belegung direkt nach dem Pflanzen. Hierbei dürfte nicht nur der Nahrungsmangel eine Rolle gespielt haben - zunächst bei 10 und 20 Eiern war noch genügend Nahrung vorhanden - es ist vielmehr anzunehmen, daß die während der ersten Versuchswochen herrschenden relativ niedrigen Temperaturen die Ursache für die geringe Entwicklungsrate waren, da Fraßaktivität und Entwicklung durch niedrige Temperaturen (unter 15° C) stark gehemmt werden. Zur letzten Belegung sechs Wochen nach dem Pflanzen ist gegenüber der vorletzten Belegung eine abnehmende Entwicklungsrate zu verzeichnen.

Tab. 12: Einfluß von Eizahl/Pflanze und Ablagezeitpunkt auf die Entwicklungsrate von Kohlfliegenlarven

Eizahl/ Pflanze	Eiablage				\bar{x}	
	Wochen nach dem Pflanzen					
		0	2	4	6	
10	a	2,5	4,6	6,0	4,8	4,5
	b	25	46	60	48	45
20	a	2,6	8,8	10,6	7,8	7,5
	b	13	44	53	39	37
30	a	4,4	8,4	17,1	12,3	10,6
	b	15	28	57	41	35
50	a	2,9	7,9	25,5	12,9	12,3
	b	6	16	51	26	25
70	a	4,5	13,1	23,6	23,4	16,2
	b	6	19	34	33	23
\bar{x}	a	3,4	8,6	16,6	12,2	
	b	9	24	46	34	

a = Zahl der Puppen, b = Entwicklungsrate in %

6.2.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Versuch A: Eiablage im Abstand von einer Woche

Wie zu erwarten war, führte die Belegung direkt nach dem Pflanzen zu den stärksten Schädigungen der Pflanzen (Tab. 13). Bereits eine Woche nach Eiablage waren die ersten Symptome sichtbar. Drei Wochen nach der Eiablage waren die mit 50 und 70 Eiern belegten Pflanzen bereits abgestorben.

Die Belegung eine Woche nach dem Pflanzen zeigte dagegen erst zwei Wochen nach dem Belegen die ersten Welkesymptome. Starkes Welken zeigten nur noch die mit 50 und 70 Eiern belegten Pflanzen vier Wochen nach Eiablage.

Bei der Belegung zwei Wochen nach dem Pflanzen war nur noch bei den Pflanzen mit 70 Eiern vier Wochen nach Eiablage ein leichtes Welken zu beobachten.

Die Belegung drei Wochen nach dem Pflanzen führte nicht mehr zum Welken. Es ist allerdings zu berücksichtigen, daß der Versuch von Anfang September bis Ende Oktober durchgeführt wurde, so daß zum Schluß des Versuches schon relativ niedrige Temperaturen (Tagesmittel 8 - 11° C) und hohe relative Luftfeuchtigkeit herrschten, die eine geringe Transpirationsrate zur Folge hatten und den Pflanzen die Aufrechterhaltung des Turgors erleichterte.

Die Schädigung der Wurzeln nahm mit steigender Eizahl zu und verringerte sich mit zunehmendem Zeitraum zwischen Pflanzzeitpunkt und Eiablage (Tab. 15). Die Versuche zeigen, daß die Abnahme der Wurzelschädigung bei späterer Belegung nicht so stark ist, wie es die Abnahme der Welkeerscheinungen erwarten ließ.

Tab. 13: Einfluß von Eizahl und Ablagezeitpunkt auf Welkerscheinungen von Wirsingkohlpflanzen im Versuch A

Bonitierungsschema: 0 = nicht welkend, 1 = leicht welkend
 2 = stark welkend, 3 = abgestorben

Eiablage Wochen nach dem Pflanzen	Bonitierung Wochen nach der Eiablage																			
	1					2					3					4				
	10	20	30	50	70	10	20	30	50	70	10	20	30	50	70	10	20	30	50	70
0	0	0,3	0,6	1,0	1,0	0	0,3	0,9	1,4	2,0	1,0	1,1	2,6	3,0	3,0	1,3	2,0	2,8	3,0	3,0
1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0,6	0	0	0,6	1,1	1,4	0,1	0,9	1,4	2,2	2,4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 14: Entwicklungsstadium von Wirsingkohlpflanzen zur Zeit der Eiablage im Versuch A

Zahl der Laubblätter Stengeldurchmesser (mm)	Wochen nach dem Pflanzen				
	0	1	2	3	
	6 - 8	8 - 10	10 - 12	Beginn der Kopfbildung	
	3,9	4,8	5,4	6,8	

Tab. 15: Einfluß von Eizahl und Eiablagezeitpunkt auf die Wurzelschädigung von Wirsingkohl im Versuch A

Bonitierungsschema:

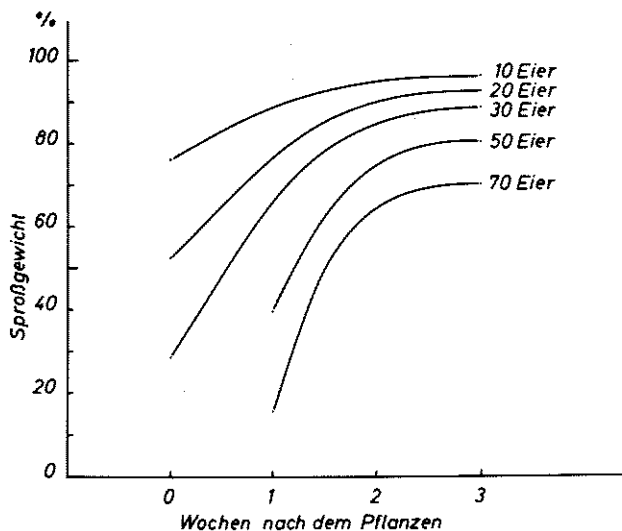
1 = nicht geschädigt

9 = total zerstört

Eizahl/ Pflanze	Eiablage			
	Wochen nach dem Pflanzen			
	1	2	3	4
10	4,0	4,3	3,5	3,5
20	6,6	6,3	6,1	4,4
30	8,4	6,3	7,1	6,4
50	9,0	8,6	8,1	7,5
70	9,0	8,5	8,3	7,6

Bei den Sproßgewichten führte eine Belegung direkt nach dem Pflanzen zu einer starken Ertragsreduktion. Bei Eiablage mit zunehmendem zeitlichen Abstand nach dem Pflanzen kam es zu einer Abschwächung des Ertragsabfalls (Abb. 6). Der Ertragsabfall verringerte sich jedoch nicht linear, sondern verlief degressiv. Der Ertragsabfall, der durch steigende Eizahlen verursacht wurde, verlief bei den verwendeten Eizahlen dagegen annähernd linear.

Abb. 6: Einfluß von Eizahl und Ablagezeitpunkt auf das Sproßgewicht von Wirsingkohl im Versuch A



100 = 143 g Frischgewicht

Versuch B: Eiablage im Abstand von zwei Wochen

Infolge der frühen Versuchsdurchführung (Pflanzung Ende März) und der noch niedrigen Temperaturen (Tagesmittel 7 - 10° C) war das Wachstum der Pflanzen anfangs gering (Tab. 17). Ebenso zögernd war die Larvenentwicklung, so daß die ersten Schadsymptome bei der Belegung direkt nach dem Pflanzen erst drei Wochen nach der Eiablage auftraten (Tab. 16). Nach fünf Wochen waren die mit 50 und 70 Eiern belegten Pflanzen alle und die mit 20 und 30 Eiern belegten Pflanzen zu einem hohen Anteil abgestorben. Bei der Belegung zwei Wochen nach dem Pflanzen wurden die Welkesymptome infolge höherer Temperaturen und schnellerer Larvenentwicklung bereits nach zwei Wochen sichtbar. Die Schädigung war bei den Pflanzen mit den niedrigen Eizahlen nicht mehr so stark wie bei der Belegung direkt nach dem Pflanzen. Nach Beendigung des Larvenfraßes konnten die Pflanzen sich teilweise erholen. Die Belegung

Tab. 16: Einfluß von Eizahl und Ablagezeitpunkt auf das Welken von Wirsingkohlpflanzen im Versuch B
 Bonitierungsschema: 0 = nicht welkend, 1 = leicht welkend, 2 = stark welkend, 3 = abgestorben

Eiablage Wochen nach dem Pflanzen	Bonitierung Wochen nach der Eiablage																													
	2						3						4						5						6					
	10	20	30	50	70		10	20	30	50	70		10	20	30	50	70		10	20	30	50	70		10	20	30	50	70	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	1,1	1,4	0,8	1,5	1,8	2,4	2,8	0,8	2,5	2,5	2,9	3,0	0	2,5	2,6	3,0	3,0				
2	0	0	0,1	0,6	0,6	0,1	0,1	0,1	0,6	0,8	1,8	0,1	0,3	1,1	2,1	3,0	0,6	0,5	1,8	2,8	3,0	0	0	1,0	2,3	2,8				
4	0	0	0	0	0,4	0,1	0,4	0,6	0,9	1,1	0	0	0,1	0,1	1,5	0	0	0	0	0,4	1,8	keine Auswertung	keine Auswertung	keine Auswertung	keine Auswertung					
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	1,8	keine Auswertung	keine Auswertung	keine Auswertung	keine Auswertung					

Tab. 17: Entwicklungsstadium von Wirsingkohlpflanzen zur Zeit der Eiablage im Versuch B

Zahl der Laubblätter Stengeldurchmesser (mm)	Wochen nach dem Pflanzen					
	0	2	4	6	8 - 10	10 - 12
Beginn der Kopfbildung					10 - 12	Beginn der Kopfbildung
Stengeldurchmesser (mm)	3,3	3,8	4,9	9,1		

vier Wochen nach dem Pflanzen führte nur noch bei den mit 70 Eiern belegten Pflanzen zu starkem Welken, während die Belegung sechs Wochen nach dem Pflanzen kein Welken mehr verursachte. Diese verlängerte Zeitspanne zwischen Pflanzung und Belegung gegenüber dem Versuch A führte nicht zu einer geringeren Schädigung. Die Ursache ist in der langsamen Entwicklung der Pflanzen während der ersten Wochen dieses Versuches zu sehen.

Durch die im Versuch B verdoppelten Zeitabstände zwischen den einzelnen Belegungszeitpunkten gegenüber Versuch A nahm zwar die Schädigung der Wurzeln bei den späteren Belegungsterminen stärker als im Versuch A ab, dennoch war die Schädigungsabnahme nicht so stark, wie theoretisch zu erwarten gewesen wäre. Die Ursache hierfür dürfte in dem langsamen Wachstum während der ersten Versuchswochen liegen.

Tab. 18: Einfluß von Eizahl und Eiablagezeitpunkt auf die Wurzelschädigung von Wirsing im Versuch B

Bonitierungsschema:

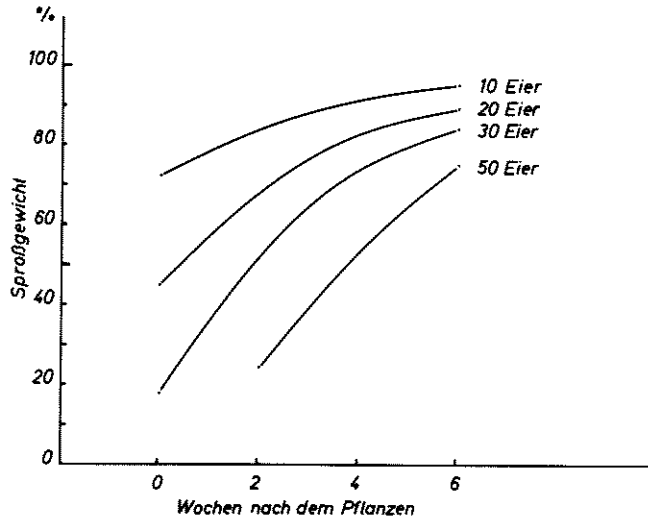
1 = nicht geschädigt

9 = total zerstört

Eizahl/ Pflanze	Eiablage			
	Wochen nach dem Pflanzen			
	0	2	4	6
10	5,0	4,9	4,4	3,4
20	8,0	5,6	5,3	3,8
30	8,3	7,4	6,5	5,8
50	8,9	8,4	7,1	6,1
70	9,0	8,6	8,0	6,9

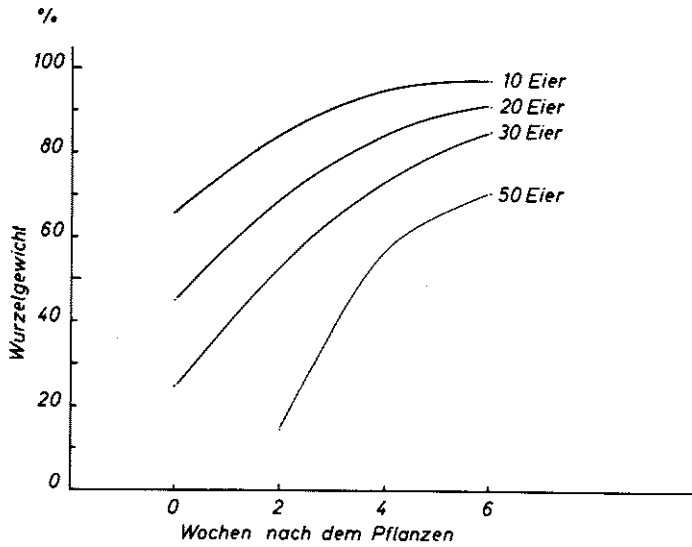
Der langsamen Entwicklung der Pflanzen im Versuch B entsprechend blieben auch die Ertragswerte zurück (Abb. 7). Bei der Belegung direkt nach dem Pflanzen war ein knapp 5 % stärkerer Ertragsabfall als im Ver-

Abb. 7: Einfluß von Eizahl und Ablagezeitpunkt auf das Sproßgewicht von Wirsingkohl im Versuch B



100 = 503 g Frischgewicht

Abb. 8: Einfluß von Eizahl und Ablagezeitpunkt auf das Wurzelgewicht von Wirsingkohl im Versuch B



100 = 3,15 g Trockengewicht

such A je 10 angelegte Eier zu verzeichnen. Die letzte Belegung sechs Wochen nach dem Pflanzen hatte noch einen Ertragsverlust von etwa 5 % je 10 angelegte Eier zur Folge. Ein gleich hoher relativer Ertragswert ergab sich im Versuch A bei einer Belegung zwei Wochen nach dem Pflanzen.

Das Wurzelgewicht wurde in ähnlicher Weise wie das Sproßgewicht beeinflußt (Abb. 8). Die Abweichungen des relativen Gewichtsabfalls gegenüber dem Sproßgewicht sind nur gering und müssen als zufällig betrachtet werden.

6.3. Abhängigkeit der Schädwirkung von der Wasserversorgung der Pflanze

6.3.1. Methodik

Die Versuche wurden an Weißkohl, der im 6- bis 8-Blattstadium in mit sterilisiertem Kompost gefüllte 12 l-Gefäße verpflanzt wurde, durchgeführt (Düngung siehe 6.2.1.). Die Aufstellung der Gefäße erfolgte in achtfacher Wiederholung unter einem Netz in einem Folienhaus, um den Versuch gegen den natürlichen Befall abzuschirmen.

Der Befall wurde durch Anlegen von 20 bzw. 40 Eiern im 8- bis 10-Blattstadium bei einem Stengeldurchmesser von 6 - 7 mm hervorgerufen. Die Wassergehalte des Bodens wurden auf 40, 60 und 80 % der maximalen Wasserkapazität durch Wiegen der Gefäße eingestellt. In den ersten beiden Versuchen (A und B) erfolgte die Ergänzung des Wassers täglich durch Gießen von oben. Da dies aber bei den Versuchsvarianten mit der niedrigen und mittleren Wasserversorgung zu einer stark unterschiedlichen Wasserverteilung im Gefäß (Anreicherung der Feuchtigkeit in den oberen Bodenschichten) und nach Zerstörung der Nebenwurzeln zu starker Adventivwurzelbildung führt, wurden die Gefäße beim letzten Versuch (C) in Schalen gesetzt und von unten gegossen.

Nach Verpuppung der Larven wurden die Sprosse abgeschnitten, die Wurzeln mit einem Stechzylinder (9 cm Durchmesser) ausgestochen und gewaschen. Es wurde das Sproß- und Wurzelgewicht, die Zahl der Puppen und der Grad der Wurzelschädigung ermittelt.

6.3.2. Ergebnis

6.3.2.1. Larvenentwicklungsrate

In den Versuchen A und B mit Wasserzugaben von oben, sank die Larvenentwicklungsrate bei 40 Eiern/Pflanze mit steigender Wasserversorgung erheblich ab. Die Unterschiede in der Entwicklungsrate zwischen 40 % und 80 % der maximalen WK waren signifikant. Im Versuch C mit Wasserzugabe von unten ließ sich dagegen kein Abfall in der Entwicklungsrate feststellen. Da in den Versuchen A und B keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Wurzelschädigungen bzw. Ertragsverlusten bei 40 %, 60 % und 80 % der maximalen Wasserkapazität auftraten (Tab. 19), ist anzunehmen, daß ein Teil der Maden bei hoher Bodenfeuchtigkeit im späteren Larvenstadium abstirbt. Als Ursache hierfür könnten Fäulen, infolge zeitweiligen Wasserüberschusses und schneller Zerstörung des Wurzelgewebes durch eine große Anzahl fressender Maden, in Frage kommen. Im Versuch C erfolgte dagegen eine gleichmäßigere Wasserversorgung der oberen Bodenschicht, in der die Larven sich überwiegend aufhalten, da das von unten zugegebene Wasser erst allmählich aufsteigt.

Tab. 19: Einfluß der Wasserversorgung auf die Entwicklungsrate der Larven

Eizahl je Pflanze		Versuch A					Versuch B					Versuch C				
		% der max. WK					% der max. WK					% der max. WK				
		40	60	80	GD	5 %	40	60	80	GD	5 %	40	60	80	GD	5 %
20	a	12,0	8,0	2,2	2,0	12,8	11,5	11,0	2,7	12,0	13,5	12,2	2,2			
	b	60	40	48		64	58	55		60	68	62				
40	a	21,2	14,3	11,2	2,2	22,8	18,7	12,0	4,6	21,6	26,9	25,8	2,7			
	b	55	36	29		57	47	38		54	67	65				

a = Zahl der Puppen, b = Entwicklungsrate in %

6.3.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Im Versuch A waren nach 14 Tagen die ersten Welkesymptome sichtbar (Tab. 20). Sie erreichten nach drei Wochen ihre stärkste Ausprägung. Nach vier Wochen hatten sich die Pflanzen jedoch wieder soweit erholt, daß keine Welkeerscheinungen mehr sichtbar waren. Das Abklingen der Welkesymptome wurde offensichtlich durch die kühle (Tagesmittel 7 - 10° C) und feuchte Witterung zur Zeit der Versuchsdurchführung, die eine Verminderung der Transpirationsrate zur Folge hatte, unterstützt. Größere Unterschiede im Welkegrad waren nur drei Wochen nach der Eiablage zwischen den Versuchspflanzen mit 40 % der maximalen WK, bei denen schon 20 Eier zum leichten Welken führten, und den Pflanzen mit höherer Wasserversorgung festzustellen.

Im Versuch B traten nur leichte Welkeerscheinungen über einen kurzen Zeitraum auf. Infolge der niedrigen Temperaturen während der Versuchsdurchführung und der dadurch bedingten langsameren Entwicklung traten die Welkesymptome erst später als im Versuch A auf. Größere Unterschiede im Welkegrad konnten zwischen den Wasserversorgungsstufen nicht festgestellt werden.

Im Versuch C welkten infolge sehr schneller Pflanzenentwicklung bei WK 60 und WK 80 jeweils nur eine Pflanze.

Tab. 20: Welken von Weißkohlpflanzen durch Madenfraß in Abhängigkeit von der Wasserversorgung

Bonitierungsschema: 0 = nicht welkend, 1 = leicht welkend, 2 = stark welkend, 3 = abgestorben

Eizahl/ Pflanze	Bonitierung																							
	2						3						4						5					
	% der max. WK			% der max. WK			% der max. WK			% der max. WK			% der max. WK			% der max. WK			% der max. WK					
	40	60	80	40	60	80	40	60	80	40	60	80	40	60	80	40	60	80	40	60	80			
Versuch A	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	20	0	0	0,1	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	40	0,5	0,4	0,5	1,8	1,1	0,8																	
Versuch B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	20	0	0	0	0,3	0	0,1						0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	40	0	0	0	0,6	1,0	0,6						0	0	0,3							0,3		
Versuch C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	20	0	0	0	0	0	0,1						0	0	0,3							0,3		
	40	0	0,1	0	0	0,3	0						0	0,4	0							0,4		

Im Wurzelschädigungsgrad ließen sich zwischen den Wasserversorgungsstufen aller drei Versuche nur geringe Unterschiede feststellen (Tab. 21). 20 Eier verursachten mittlere und 40 Eier starke Wurzelschädigungen.

Tab. 21: Einfluß der Wasserversorgung auf die Wurzelschädigung durch Madenfraß
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt,
9 = total zerstört

Eizahl/ Pflanze	Versuch A			Versuch B			Versuch C		
	% der max. WK			% der max. WK			% der max. WK		
	40	60	80	40	60	80	40	60	80
20	6,8	6,1	6,4	6,3	5,4	5,6	5,9	6,2	5,1
40	7,4	7,4	7,8	7,4	7,7	7,1	6,4	6,7	6,9

Entsprechend gering wie die Unterschiede im Welkegrad und der Wurzelschädigung zwischen den verschiedenen Wasserversorgungsstufen waren auch die relativen Ertragsverluste durch Madenfraß (Tab. 22). Die bessere Wasserversorgung führte zwar in allen Versuchen zu einem höheren Sproßgewicht, konnte jedoch nicht den Ertragsverlust durch Madenfraß in den Versuchen A und B, gegenüber der Variante mit niedriger Wasserversorgung, mindern. Im Versuch C waren die Sproßgewichtsverluste durch Madenfraß gering.

Tab. 22: Einfluß der Wasserversorgung auf das relative Sproßgewicht nach Madenfraß

Eizahl/ Pflanze	Versuch A			Versuch B			Versuch C		
	% der max.WK			% der max.WK			% der max.WK		
	40	60	80	40	60	80	40	60	80
0	82	100 ^a	102	85	100 ^b	131	78	100 ^c	120
20	77	96	91	80	108	122	74	103	109
40	61	71	80	78	85	118	73	95	115

a = absolut 814 g Frischgewicht
 b = absolut 570 g Frischgewicht
 c = absolut 978 g Frischgewicht

Die Wurzelgewichtsverluste bei den einzelnen Eizahlstufen verhielten sich ähnlich wie die Sproßgewichtsverluste (Tab. 23). Sie fielen in den Versuchen A und B insgesamt aber wesentlich höher aus als die Verluste an Sproßgewicht. Dieses Ergebnis zeigt, daß die Pflanzen eine gewisse Wurzelschädigung, die mit einem Verlust an Wurzelmasse verbunden ist, tolerieren können, ohne gleichzeitig mit einem entsprechend reduzierten Sproßgewicht zu reagieren. Im Versuch C ließ sich nur bei WK 60 % ein leichter Wurzelgewichtsverlust durch Madenfraß feststellen. Die Wurzelgewichtsunterschiede zwischen den Wasserversorgungsstufen waren in den Versuchen A und B gering. Im Versuch C war dagegen ein geringeres Wurzelgewicht bei Versorgung der Pflanzen mit 80 % der maximalen WK festzustellen, das wahrscheinlich auf Staunässe zurückzuführen ist.

Tab. 23: Einfluß der Wasserversorgung auf das relative Wurzelgewicht nach Madenfraß

Eizahl/ Pflanze	Versuch A			Versuch B			Versuch C		
	% der max.WK			% der max.WK			% der max.WK		
	40	60	80	40	60	80	40	60	80
0	86	100 ^a	91	91	100 ^b	99	102	100 ^c	73
20	75	83	86	62	81	82	104	84	86
40	56	61	62	57	50	65	104	84	67

a = 2,47 g Trockengewicht

b = 2,45 g Trockengewicht

c = 2,06 g Trockengewicht

6.4. Abhängigkeit der Schadwirkung von der Luftfeuchtigkeit

6.4.1. Methodik

In zwei Klimakammern, in denen am Tag 80 % r.F. bzw. 50 % r.F. bei 20° C und jeweils 90 % r.F. bei 15° C in der Nacht herrschten, wurden Weißkohlpflanzen im 8- bis 10 - Blattstadium mit verschiedenen Eizahlen (0, 5, 10, 15, 20, 30 Eiern je Pflanze) belegt. Jede Versuchsvariante bestand aus 6 Pflanzen, die in 12 cm-Töpfen angezogen und in Kunststoffschalen (30 x 45 x 8 cm) aufgestellt wurden. Um eine gleichmäßige Wasserversorgung zu erreichen, wurden die Schalen mit Torf ausgefüttert. Zur Ermittlung der Transpirationsrate wurde die Oberfläche der Schalen und der Töpfe mit Folie abgedeckt. Die Messung des Wasserverbrauchs und die Einstellung der Bodenfeuchtigkeit erfolgte täglich durch Wägung und Ergänzung des Wassers. Nach Verpuppung der Larven wurden das Sproßgewicht, die Wurzelschädigung und die Puppenzahl erfaßt.

6.4.2. Ergebnis6.4.2.1. Larvenentwicklungsrate

Größere Unterschiede in der Larvenentwicklungsrate konnten erwartungsgemäß weder zwischen den Eibeleungsvarianten noch zwischen hoher und niedriger relativer Luftfeuchtigkeit festgestellt werden, da im Boden in allen Fällen gleiche Feuchtigkeit bestand.

Tab. 24: Einfluß der auf die Wirtspflanze einwirkenden relativen Luftfeuchtigkeit auf die Larvenentwicklungsrate

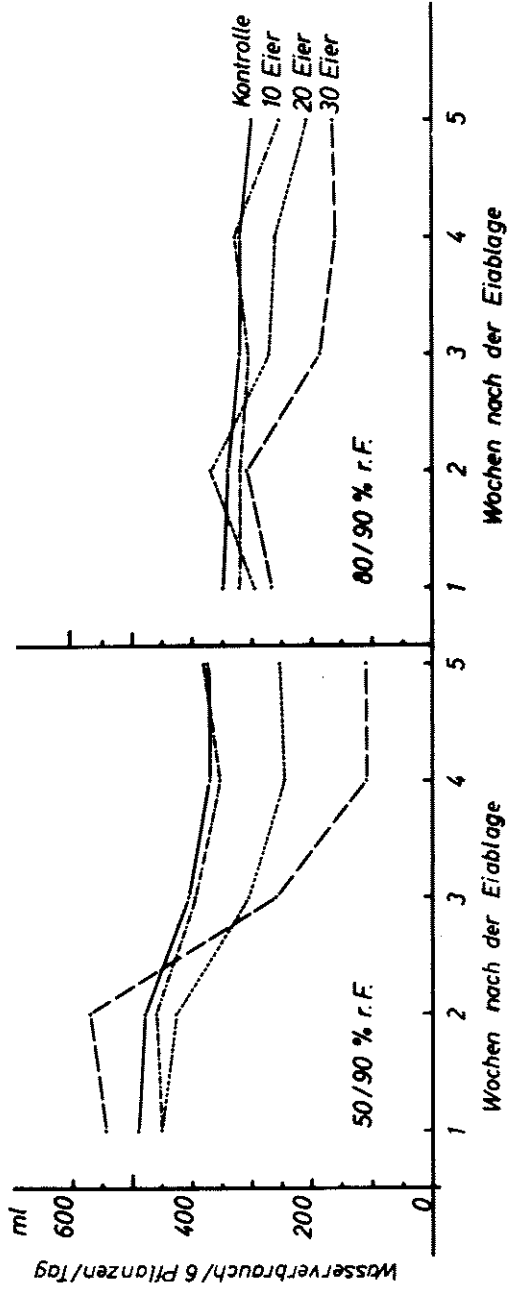
r.F.	Eier je Pflanze					\bar{x}	
	5	10	15	20	30		
50/90 %	a	1,8	5,8	8,5	10,3	21,0	-
	b	37	58	56	53	70	55,0
80/90 %	a	3,0	4,8	6,8	10,5	16,7	-
	b	60	48	46	53	56	52,4

a = Zahl der Puppen, b = Larvenentwicklungsrate in %

6.4.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Direkt nach dem Anlegen der Eier war die Transpirationsrate der bei 50/90 % r.F. kultivierten Pflanzen um etwa 50 % höher als die der bei 80/90 % r.F. gehaltenen Pflanzen. Eine deutlich verminderte Transpiration aufgrund der durch den Madenfraß verursachten Wurzelschädigung setzte sowohl bei 80/90 % r.F. als auch bei 50/90 % r.F. bei 20 Eiern je Pflanze ein (Abb. 9). Mit zunehmender Versuchsdauer sank auch die Transpirationsrate der Kontrollen bei beiden relativen Luftfeuchtigkeitsvarianten ab. Stärkere Welkeerscheinungen setzten ebenfalls erst ab 20 Eier je Pflanze ein (Tab. 25). Größere Unterschiede zwischen den relativen Feuchten waren ebensowenig wie bei den Transpirationsraten vorhanden.

Abb. 9: Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Transpiration bei
verschiedenem Befallsdruck



Tab. 25: Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Stärke des Welkens

Bonitierungsschema:

0 = nicht welkend

1 = leicht welkend

2 = stark welkend

3 = abgestorben

r.F.	Bonitierung Wochen nach der Eiablage	Eier je Pflanze					
		0	5	10	15	20	30
50/90%	2	0	0	0	0	0,5	1,2
	3	0	0	0,3	0	1,0	2,5
	4	0	0	0,2	0	1,3	2,7
80/90%	2	0	0,2	0,2	0	0,3	1,5
	3	0	0	0,5	0,3	0,8	2,5
	4	0	0	1,0	0,3	1,5	2,5

Auch die Wurzelschädigung ließ keine Unterschiede zwischen der hohen und niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit erkennen (Tab. 26).

In Korrelation mit der Transpirationsrate kam es beim Sproßgewicht ebenfalls erst bei 20 Eiern zu einem stärkeren Abfall im Vergleich zur Kontrolle (Tab. 27). Das etwas höhere relative Sproßgewicht der mit 30 Eiern belegten Pflanzen bei 80/90 % r.F. gegenüber 50/90 % r.F. war durch eine nur schwach geschädigte Pflanze bedingt, die infolge starker Schädigung der übrigen Pflanzen in ihrer Entwicklung begünstigt wurde. Insgesamt lagen die Sproßgewichte bei der hohen Luftfeuchtigkeit etwa 20 % höher als bei der niedrigen Luftfeuchtigkeit. Das Wurzelgewicht wurde ähnlich wie das Sproßgewicht beeinflusst.

Tab. 26: Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Wurzelschädigung
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt
9 = total zerstört

r.F.	Eier je Pflanze					
	0	5	10	15	20	30
50/90 %	1	2,8	6,2	7,0	7,7	8,2
80/90 %	1	3,8	5,3	5,8	7,2	8,3

Tab. 27: Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf das relative Sproß- und Wurzelgewicht

r.F.	Eier je Pflanze							
		0	5	10	15	20	30	
50/90 %	a	g	rel.					
		73,7	100	109	98	98	74	29
80/90 %	b	0,90	100	126	100	93	80	67
	a	88,4	100	96	92	98	78	54
	b	1,17	100	114	89	99	83	61

a = Sproßgewicht, b = Wurzelgewicht trocken

6.5. Abhängigkeit der Schädigung von der Stickstoffdüngung

Die Frage, ob und in welchem Maße unterschiedliche N-Gaben die Schadenshöhe durch Madenfraß beeinflussen können, sollte ein N-Steigerungsversuch, der zugleich mit verschiedenen Eizahlen belegt wurde, beantworten.

6.5.1. Methodik

Als Versuchsboden wurde ein lehmiger Untergrundboden, der keine organische Substanz enthielt, verwandt. Um die Struktur aufzulockern, wurde er im Verhältnis 1:1 mit gewaschenem Flußsand vermischt.

Als Nährstoffgaben je Gefäß mit 6 kg Boden wurden zugesetzt:

1,0 g P_2O_5	als Superphosphat
1,5 g K_2O	als schwefelsaures Kali
0,5 g MgO	als Magnesiumsulfat
1,5 g $CaCO_3$	
N 1 = 0,15 g	} als Ammonsulfatsalpeter
N 2 = 0,30 g	
N 3 = 0,60 g	

Die relativ niedrigen N-Gaben wurden gewählt, weil der Versuch während des Spätherbstes im Gewächshaus durchgeführt wurde und deshalb nur ein langsames Wachstum mit niedrigem Nährstoffbedarf zu erwarten war.

Die vorkultivierten Weißkohlpflanzen wurden im 6- bis 8-Blattstadium in die Gefäße verpflanzt und im 8- bis 10-Blattstadium mit 20 bzw. 40 Eiern je Pflanze belegt. Die Versuchsdurchführung erfolgte in achtfacher Wiederholung. Die Auswertung wurde nach Verpuppung der Larven vorgenommen.

6.5.2. Ergebnis

6.5.2.1. Larvenentwicklungsrate

Die Entwicklungsrate der Larven wurde durch die verschiedenen N-Gaben nicht wesentlich beeinflusst. Die etwas niedrige Entwicklungsrate bei 40/N 1 ist wahrscheinlich auf Nahrungsmangel zurückzuführen, ebenso das etwas niedrigere Puppengewicht von 20/N 1 gegenüber 20/N 2 und 20/N 3 (Tab. 28). Aus gleichem Grund sind wohl auch die Puppengewichte bei den mit 40 Eiern belegten Pflanzen niedriger.

Tab. 28: Einfluß der N-Düngung der Wirtspflanze auf die Entwicklungsfähigkeit der Kohlfliegenmaden und das Puppengewicht

Eizahl/ Pflanze	Stickstoffversorgungsstufen								
	N 1			N 2			N 3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
20	13,4	67	12,9	14,6	73	14,4	12,4	62	15,4
40	20,4	51	11,2	25,3	63	11,1	25,1	63	11,9

a = Zahl der Puppen

b = Entwicklungsrate in %

c = Puppengewicht in mg

6.5.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Die Welkeerscheinungen nahmen mit zunehmenden N-Gaben ab. Dies war vor allem bei der niedrigen Eizahl von 20 Eiern je Pflanze festzustellen (Tab. 29).

Tab. 29: Welkeerscheinungen in Abhängigkeit von der N-Düngung

Bonitierungsschema:

0 = nicht welkend

1 = leicht welkend

2 = stark welkend

3 = abgestorben

Eizahl/ Pflanze	Stickstoffversorgungsstufen		
	N 1	N 2	N 3
20	1,4	0,9	0,1
40	2,8	3,0	2,0

Die durchschnittliche Wurzelschädigung nahm mit steigenden N-Gaben bei 20 Eiern je Pflanze leicht ab (Tab. 30). Bei 40 Eiern je Pflanze konnte wegen der totalen Zerstörung der Wurzeln keine Aussage über den Einfluß der N-Düngung gemacht werden.

Tab. 30: Einfluß der N-Düngung auf die Schädigung
der Wurzeln durch Madenfraß

Bonitierungsschema 1 - 9:

1 = nicht geschädigt

9 = total zerstört

Eizahl/ Pflanze	Stickstoffversorgungsstufen		
	N 1	N 2	N 3
20	8,6	8,3	7,3
40	9,0	9,0	9,0

Das Sproßgewicht der Pflanzen, die nicht mit Eiern belegt worden waren, lag bei N 2 um etwa 50 % und bei N 3 um etwa 90 % höher als bei N 1 (Tab. 31). Der relative Ertragsverlust war bei 20 Eiern je Pflanze bei N 3 nur sehr gering und wesentlich niedriger als bei N 1 und N 2. Bei 40 Eiern konnte auch N 3 den relativen Ertragsverlust gegenüber N 1 und N 2 nur wenig mindern. Hohe N-Gaben sind also nur bis zu einem mittleren Befallsgrad in der Lage, Schäden durch Madenfraß zu vermindern. Die Ursachen für den geringeren Schaden dürften in dem größeren Angebot an Pflanzenmaterial und einer besseren Regenerationsfähigkeit der Wurzeln liegen.

Tab. 31: Einfluß der N-Düngung auf das relative
Sproßgewicht nach Larvenfraß

Eizahl/ Pflanze	Stickstoffversorgungsstufen		
	N 1	N 2	N 3
0	100 ⁺	147	186
20	74,0	101	178
40	30,0	20,8	77,3

+ absolut 48,0 g Frischgewicht

Das Wurzelgewicht der Kontrollen ohne Eibesatz wurde durch die unterschiedliche N-Düngung nur wenig beeinflusst (Tab. 32). Bei 20 Eiern konnte N 3 gegenüber N 1 und N 2 den Wurzelgewichtsverlust, wie schon beim Sproßgewicht, stark reduzieren. Bei 40 Eiern konnte auch N 3 den Wurzelgewichtsverlust gegenüber N 1 und N 2 nicht mehr mindern.

Tab. 32: Einfluß der N-Düngung auf die Wurzelgewichte nach Larvenfraß

Eizahl/ Pflanze	Stickstoffversorgungsstufen		
	N 1	N 2	N 3
0	100 ⁺	103	114
20	52,8	47,2	80,6
40	27,8	27,8	33,3

+ 0,45 g Trockengewicht

6.6. Abhängigkeit der Schadwirkung von der Kohlart

Aus der Praxis wird über eine unterschiedliche Empfindlichkeit der Kohlarten gegenüber Kohlfliegenbefall berichtet. Als besonders anfällig gilt der Blumenkohl. Ob und in welchem Maße eine unterschiedliche Empfindlichkeit tatsächlich besteht und ob diese auf Toleranz oder Resistenz der weniger empfindlichen Kohlarten zurückzuführen ist, sollte überprüft werden.

6.6.1. Methodik

Fflanzen jeweils einer Frühsorte der Kohlarten Blumenkohl, Wirsingkohl, Kohlrabi, Weißkohl und Rotkohl wurden gleichaltrig im 6- bis 8 - Blattstadium in 6 l-Gefäße verpflanzt, im Gewächshaus aufgestellt, zwei Wochen später (zum Stadium der Kohlpflanzen siehe Tab. 33) mit 20 bzw. 40 Eiern je Pflanze belegt, auf Welkesymptome bonitiert, bzw. nach Verpuppung der Larven geerntet und auf Sproßgewicht, Wurzelgewicht, Zahl der Puppen sowie Wurzelschädi-

gung ausgewertet. Auch in diesem Versuch erfolgte die Versuchsdurchführung unter einem Netz zur Abschirmung gegen Fremdbelegung.

Verwendete Kohlsorten:

Blumenkohl (BlK) = 'Malinus'
 Weißkohl (WeK) = 'Märner Allfrüh'
 Wirsingkohl (WiK) = 'Praeco'
 Rotkohl (RK) = 'Märner Frührotkohl'
 Kohlrabi (Kr) = 'Blaro'

Tab. 33: Entwicklungsstadium der verschiedenen Kohlarten zur Zeit der Eiablage

	Blumenkohl	Weißkohl	Wirsingkohl	Rotkohl	Kohlrabi
Laubblätter	10 - 12	Beginn d. Kopfbild.	Beginn d. Kopfbild.	10 - 12	8 - 10
Stengeldurchmesser (mm)	8,8	7,5	7,0	6,7	6,2

6.6.2. Ergebnis

6.6.2.1. Larvenentwicklungsrate

Die Entwicklungsrate vom Ei zur Puppe war in diesem Versuch mit 23 - 42 % relativ niedrig (Tab. 34).

Für Blumenkohl und Weißkohl ergab sich im Durchschnitt eine etwas höhere Puppenzahl, die allerdings nicht statistisch gesichert ist, so daß hiernach alle geprüften Kohlarten den Maden der Kohlflye gleiche Entwicklungsbedingungen zu bieten scheinen.

Tab. 34: Einfluß verschiedener Kohlarten auf die Larvenentwicklungsrate

Eizahl/ Pflanze		Blumen- kohl	Weißkohl	Wirsing- kohl	Rotkohl	Kohlrabi	GD 5 %
20	a	6,6	8,4	5,1	6,8	6,1	2,7
	b	33	42	26	34	31	
40	a	14,6	12,0	10,1	9,3	10,8	5,8
	b	37	30	25	23	27	

a = Zahl der Puppen, b = Entwicklungsrate in %

6.6.2.2. Schädigung der Pflanzen

Der Entwicklungszustand der Pflanzen zur Zeit der Eiablage war trotz gleichen Alters etwas unterschiedlich. Die Stengeldurchmesser nahmen in folgender Reihenfolge ab: Blumenkohl, Weißkohl, Wirsingkohl, Rotkohl, Kohlrabi (Tab. 33). Eine direkte Korrelation zwischen dem Entwicklungsstadium zum Zeitpunkt der Eiablage und den späteren Welkeerscheinungen war dennoch nicht festzustellen. Infolge der schnellen Pflanzenentwicklung traten auch nur bei der hohen Eizahl von 40 Eiern je Pflanze leichte Welkesymptome auf. Weißkohl und Kohlrabi zeigten zwei Wochen nach Eiablage ein etwas stärkeres Welken als die übrigen Kohlarten. Die Kohlrabipflanzen hatten sich allerdings vier Wochen nach der Eiablage bereits teilweise wieder erholt.

Bei dem Grad der Wurzelschädigung (Tab. 36) machte sich das artspezifische Wurzelgewicht (siehe Tab. 38 Wurzelgewichtsverluste) bemerkbar. Vor allem bei der hohen Eizahl traten die stärkeren Unterschiede hervor. So wies der Blumenkohl, der unter den Versuchsbedingungen das höchste Wurzelgewicht zeigte, bei 40 Eiern je Pflanze die niedrigste und der Kohlrabi mit dem niedrigsten Wurzelgewicht die höchste Wurzelschädigung auf.

Tab. 35: Stärke des Welkens verschiedener Kohlarten durch Madenfraß

Bonitierungsschema:

0 = nicht welkend

1 = leicht welkend

2 = stark welkend

3 = abgestorben

Eizahl/ Pflanze	zwei Wochen nach Eiablage					vier Wochen nach Eiablage				
	BlK	WeK	WiK	RK	Kr	BlK	WeK	WiK	RK	Kr
20	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0,3	1,0	0,4	0,3	0,8	0,1	0,8	0,4	0,3	0,1

Tab. 36: Wurzelschädigung verschiedener Kohlarten nach Madenfraß

Bonitierungsschema 1 - 9:

1 = nicht geschädigt

9 = total zerstört

Eizahl/ Pflanze	BlK	WeK	WiK	RK	Kr
20	5,3	5,4	6,1	5,9	5,6
40	6,3	6,8	7,5	7,1	8,0

Das Sproßgewicht der Blumenkohl-Kontrolle war etwa doppelt so hoch wie das der übrigen Kohlarten (Tab. 37). Durch 20 Eier je Pflanze wurde es nicht wesentlich beeinflusst. 40 Eier führten zu einem 16 - 28 prozentigen Ertragsverlust.

Wegen der großen Streuung sind die Unterschiede in den Ertragsverlusten (GD 5 % für relative Ertragsverluste zwischen den Kohlarten bei 40 Eiern = 25,3 %) der geprüften Kohlarten nicht signifikant.

Tab. 37: Relative Sproßgewichte verschiedener Kohlarten nach Madenfraß

Eizahl/ Pflanze	BlK	WeK	WiK	RK	Kr	GD 5 %
0	1487	869	681	715	628 g	
0	100	100	100	100	100	
20	104	90	102	97	106	26,6
40	74	72	82	84	75	25,3

Die Wurzelgewichte der Kontrollpflanzen waren artspezifisch sehr unterschiedlich. Wirsing und Rotkohl hatten nur die Hälfte, Weißkohl etwa ein Drittel und Kohlrabi nur ein Achtel des Wurzelgewichtes von Blumenkohl (Tab. 38). Umso erstaunlicher war es festzustellen, daß Blumenkohl bei 40 Eiern den höchsten relativen Wurzelgewichtsverlust aufwies, der jedoch lediglich gegenüber Rotkohl knapp signifikant höher war. Allerdings hatte Blumenkohl bei 40 Eiern eine etwas höhere Larvenentwicklungsrate als die übrigen Kohlarten. Zwischen den übrigen Kohlarten waren trotz der beträchtlichen artspezifisch bedingten Wurzelgewichtsunterschiede keine wesentlichen Unterschiede in den Wurzelgewichtsverlusten zu verzeichnen (Tab. 38). Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß bei Versuchsbeginn (zur Zeit der Eiablage) die Unterschiede zwischen den Wurzelgewichten der Kohlarten wesentlich geringer waren (siehe Tab. 33) und es somit erst zur Zeit des Larvenfraßes zu der starken Verschiebung der Wurzelgewichte kam.

Tab. 38: Relative Wurzelgewichte (trocken) verschiedener Kohlarten nach Madenfraß

Eizahl/ Pflanze	BlK	WeK	WiK	RK	Kr	GD 5 %
0	5,80	1,81	3,24	2,73	0,76 g	
0	100	100	100	100	100	
20	85	79	90	83	98	34,2
40	60	71	71	85	77	23,0

6.7. Abhängigkeit der Schädwirkung von der Kohlsorte

In diesen Versuchen wurden am Beispiel Blumenkohl fünf Sorten auf ihre Toleranz gegenüber Madenfraß getestet.

6.7.1. Methodik

Die Durchführung der Versuche erfolgte wie bei dem Versuch mit verschiedenen Kohlarten. Zusätzlich zu den Versuchen unter dem Abschirmungsnetz (6 l-Gefäße) wurden die gleichen Sorten in 1 l-Gefäßen in einer Gewächshauskabine mit zehnfacher Wiederholung ohne Abschirmung des Zufluges aus dem Freiland getestet.

Verwendete Blumenkohlsorten:

- 'Malinus'
- 'Sesam'
- 'White Goal'
- 'Delira'
- 'Flora Blanca'

6.7.2. Ergebnis

6.7.2.1. Larvenentwicklungsrate

Im Versuch mit den 1 l-Gefäßen waren auch die Kontrollen (keine Eier angelegt), wegen des fehlenden Schutzes vor Zuflug, leicht befallen. Bei den künstlichen Belegungen variierte die Larvenentwicklungsrate zwar leicht, eindeutige Unterschiede zwischen den Sorten konnten aber nicht festgestellt werden. Die Entwicklungsraten lagen im Durchschnitt bei etwa 50 % (Tab. 39).

Tab. 39: Entwicklungsrate von Kohlfliegenlarven bei verschiedenen Blumenkohlsorten

Eizahl/ Pflanze		'Malinus'	'Sesam'	'White Goal'	'Delira'	'Flora Blanca'	GD 5 %	
6 l-Gefäße	20	a	9,6	9,4	10,6	10,5	9,5	3,5
		b	48	47	53	53	48	
	40	a	13,3	16,6	18,8	18,3	16,8	5,6
		b	33	42	47	46	42	
1 l-Gefäße	0	a	1,4	1,6	1,0	0,8	2,9	
	15	a	6,8	6,5	8,3	8,1	6,7	3,3
		b	45	43	55	54	45	
	30	a	12,9	11,0	15,4	13,2	14,3	4,5
		b	43	37	51	44	48	

a = Zahl der Puppen, b = Entwicklungsrate in %

6.7.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Bis zur Eiablage hatten sich die verschiedenen Sorten etwas unterschiedlich entwickelt (Tab. 40).

Im Versuch mit 6 l-Gefäßen (20 cm Durchmesser) hatten bei Versuchsanlage die Sorten 'White Goal' und 'Delira', im Versuch mit 1 l-Gefäßen (12 cm Durchmesser) die Sorten 'Sesam' und 'Delira' etwas geringere Stengeldurchmesser als die übrigen Sorten.

In dem Versuch mit 6 l-Gefäßen kam es nur bei der Sorte 'Delira' und der Ablage von 40 Eiern zu deutlichen Welkeerscheinungen. Lediglich die Sorte 'Malinus' zeigte noch leichtes Welken.

Auch in dem Versuch mit den 1 l-Gefäßen kam es bei den Sorten 'Delira' und 'Malinus' zu Welkeerscheinungen. Darüberhinaus welkten auch Pflanzen der Sorte 'Sesam' (Tab. 41).

Tab. 40: Entwicklungsstadien der Pflanzen verschiedener Blumenkohlsorten bei Versuchsbeginn

		'Malinus'	'Sesam'	'White Goal'	'Delira'	'Flora Blanca'
6 l-Gefäße	Zahl der Laubblätter	10 - 12	8 - 10	8 - 10	8 - 10	8 - 10
	Stengeldurchmesser (mm)	7,9	7,5	7,1	6,6	7,7
1 l-Gefäße	Zahl der Laubblätter	10 - 12	8 - 10	8 - 10	8 - 10	8 - 10
	Stengeldurchmesser (mm)	6,7	6,1	6,9	6,0	7,1

Tab. 41: Welkeerscheinungen verschiedener Blumenkohlsorten nach Madenfraß

Bonitierungsschema:

0 = nicht welkend

1 = leicht welkend

2 = stark welkend

3 = abgestorben

Eizahl/ Pflanze	'Malinus'		'Sesam'		'White Goal'		'Delira'		'Flora Blanca'		
	Bonitierung Wochen nach der Eiablage										
	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	
6 l-Gefäße	20	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	
	40	0,3	0,4	-	-	-	-	2,1	1,5	-	-
1 l-Gefäße	15	0,2	-	0,4	0,5	-	0,2	0,8	0,7	-	-
	30	1,4	1,4	0,3	1,4	-	0,2	1,4	1,5	0,1	0,1

Die Bonitierungswerte für die Wurzelschädigung ergaben im Versuch mit 6 l-Gefäßen nur für 40 Eier größere Unterschiede (Tab. 42). Die Sorte 'Delira' wies die stärkste Wurzelschädigung, die Sorten 'White Goal' und 'Flora Blanca' die geringsten Wurzelschädigungen auf.

Das Ergebnis im Versuch mit den 1 l-Gefäßen entsprach etwa dem Versuch mit den 6 l-Gefäßen. Nur die Sorte 'Sesam' hatte eine vergleichsweise relativ niedrige Wurzelschädigung zu verzeichnen, was wahrscheinlich auf die etwas niedrigere Larvenentwicklungsrate bei dieser Sorte zurückzuführen ist.

Tab. 42: Wurzelschädigung verschiedener Blumenkohlsorten durch Madenfraß
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt
9 = total zerstört

	Eizahl/ Pflanze	'Malinus'	'Sesam'	'White Goal'	'Delira'	'Flora Blanca'
6 l-Gefäße	20	5,3	5,3	5,1	5,8	5,3
	40	7,0	6,9	6,1	8,5	6,3
1 l-Gefäße	0	1,9	3,6	1,6	1,0	2,8
	15	5,1	5,1	5,9	6,4	5,6
	30	7,6	7,0	6,6	7,9	6,9

Das Sproßgewicht wurde im Versuch mit 6 l-Gefäßen durch 20 Eier bei den Sorten 'Malinus', 'White Goal' und 'Delira' um etwa 20 % reduziert. Die Sorten 'Se-

sam' und 'Flora Blanca' hatten bei 20 Eiern keinen wesentlichen Ertragsverlust (Tab. 43). Ein signifikanter Unterschied im Sproßgewichtsverlust ließ sich nur zwischen den Sorten 'Flora Blanca' und 'Malinus' feststellen. Auch bei 40 Eiern zeigte 'Flora Blanca' keinen Gewichtsverlust. Die Sproßgewichtsverluste aller übrigen Sorten waren bei 40 Eiern gegenüber 'Flora Blanca' signifikant. Den höchsten Sproßgewichtsverlust hatte die Sorte 'Delira', er war statistisch gesichert höher als bei allen übrigen Sorten.

Im Versuch mit den 1 l-Gefäßen war das Ergebnis ähnlich. Allerdings waren nur die Differenzen der relativen Ertragsverluste bei 40 Eiern zwischen den Sorten 'Flora Blanca' einerseits und den Sorten 'Malinus' und 'Delira' andererseits, sowie der Sorte 'Malinus' einerseits und der Sorte 'White Goal' andererseits statistisch abzusichern.

Tab. 43: Relative Sproßgewichte verschiedener Blumenkohlsorten nach Madenfraß

Eizahl/ Pflanze		'Malinus'	'Sesam'	'White Goal'	'Delira'	'Flora Blanca'	GD 5 %
6 l-Gefäße	0	g 758	918	691	668	620	
	0	100	100	100	100	100	
	20	81	96	82	83	97	25,3
	40	70	78	80	39	105	21,3
1 l-Gefäße	0	g 168	134	151	138	153	
	0	100	100	100	100	100	
	15	95	100	94	85	99	18,8
	30	63	85	89	69	97	23,9

Die relativen Wurzelgewichtsverluste durch Madenfraß fielen bei den meisten Sorten noch höher aus als die Sproßgewichtsverluste (Tab. 44).

Nur die Sorte 'Flora Blanca' zeigte in beiden Versuchen unabhängig von der Eizahl je Pflanze sehr geringe Wurzelgewichtsverluste. Im Versuch mit 6 l-Gefäßen bei 20 Eiern hatte nur 'Malinus' einen signifikant höheren Wurzelgewichtsverlust als 'Flora Blanca'. Bei 40 Eiern waren die Wurzelgewichtsverluste auch aller übrigen Sorten höher. Den höchsten relativen Wurzelgewichtsverlust bei 40 Eiern hatte die Sorte 'Delira', der gegenüber den Sorten 'Sesam', 'White Goal' und 'Flora Blanca' signifikant höher war.

Im Versuch mit 1 l-Gefäßen zeigten bei 15 Eiern die Sorten 'White Goal' und 'Delira', bei 30 Eiern die Sorten 'Malinus', 'White Goal' und 'Delira' signifikant höhere Wurzelgewichtsverluste als 'Flora Blanca'.

Tab. 44: Relative Wurzelgewichte (Trockengewicht) verschiedener Blumenkohlsorten nach Madenfraß

Eizahl/ Pflanze		'Malinus'	'Sesam'	'White Goal'	'Delira'	'Flora Blanca'	GD 5 %
6 l-Gefäße	0	ε 2,35	3,48	3,27	2,39	2,43	
	0	100	100	100	100	100	
	20	67	73	82	76	98	29,4
	40	50	56	72	32	96	18,3
1 l-Gefäße	0	ε 1,20	1,30	1,99	1,25	1,50	
	0	100	100	100	100	100	
	15	89	79	70	70	96	24,6
	30	57	72	66	51	93	25,9

6.8. Abhängigkeit der Schadwirkung von Befallsdruck und Pflanztermin

Die Generationenfolge der Kohlfliege führt während der Vegetationszeit zu unterschiedlichem Befallsdruck. Durch entsprechende Wahl des Pflanztermins ist es in bestimmten Fällen möglich, extrem starkem Befallsdruck auszuweichen. In welchem Maße dies eine verminderte Schadwirkung zur Folge hat, sollte in einem Versuch mit verschiedenen Pflanzterminen geprüft werden.

6.8.1. Methodik

Im Jahre 1975 wurden in Töpfen herangezogene Blumenkohlpflanzen der Sorte 'Malinus' in fünf Sätzen und in fünffacher Wiederholung mit etwa zweiwöchigem Abstand ausgepflanzt. Der erste Satz wurde Mitte April vor Flugbeginn der ersten Generation und der letzte Satz Anfang Juni, d.h. nach Ende des Fluges der ersten Generation, ausgepflanzt. Eine Hälfte der Versuchspflanzen wurde mit Chlorfenvinfos-Granulat 20 mg AS/Pflanze vor dem Auspflanzen überstreut, die andere Hälfte blieb unbehandelt. An Stickstoff wurden 200 kg N/ha gegeben. Die Grunddüngung erfolgte, wie auch in allen übrigen Versuchen, in Anpassung an die Werte der Bodenanalyse der jeweiligen Versuchsfläche. Nach Ausbildung der Blumen erfolgte die Auswertung nach Anteil vermarktungsfähiger Köpfe, Sproßgewicht, Wurzelgewicht, Wurzelschädigung und Anzahl der Puppen. Bei Berechnung der Larvenentwicklungsrate wurden nur die Eier berücksichtigt, die bis zu vier Wochen vor der Ernte abgelegt wurden, da die Larven aus später abgelegten Eiern nicht mehr zur Verpuppung kommen. Für die Ermittlung der Puppenzahlen wurden zehn Wurzelballen je Parzelle mit einem Stechzylinder von 9 cm Durchmesser 15 cm tief ausgestochen und anschließend ausgewaschen.

6.8.2. Ergebnis

6.8.2.1. Befallsdruck und Larvenentwicklungsrate

Der Vergleich der gewählten Pflanztermine mit dem Flug- und Eiablageverlauf, wie er an Weißkohl ermittelt wurde, zeigt die unterschiedlich starke Gefährdung der verschiedenen Pflanzsätze (Abb. 10). Stark gefährdet durch die hohe Eiablage der ersten Generation waren demnach die ersten zwei Pflanzungen. Etwas schwächere Eiablage war für die dritte Pflanzung und geringe Eiablage für die letzten beiden Pflanzungen zu erwarten.

Die am Blumenkohl ermittelten Eizahlen entsprachen etwa den zu erwartenden Werten, wenn auch die Unterschiede zwischen den Pflanzterminen nicht ganz so hoch waren, wie der Eiablageverlauf im Weißkohl vermuten ließ (Abb. 11).

Abb. 10: Pflanztermine (Pfeile) des Blumenkohlversuchs im Zusammenhang mit Eiablage- und Flugverlauf - ermittelt bei Weißkohl

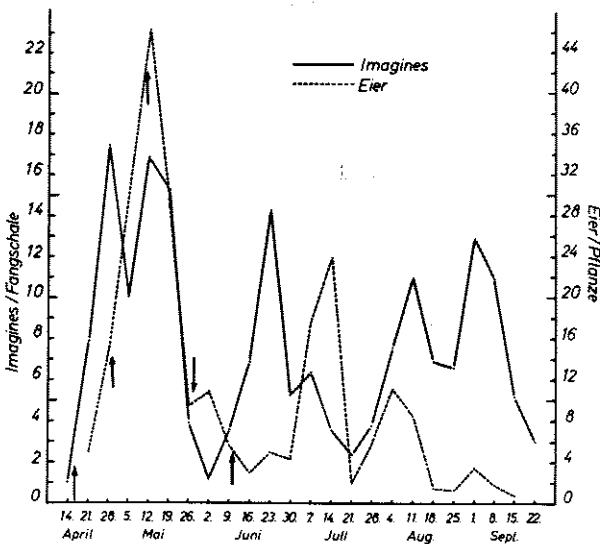
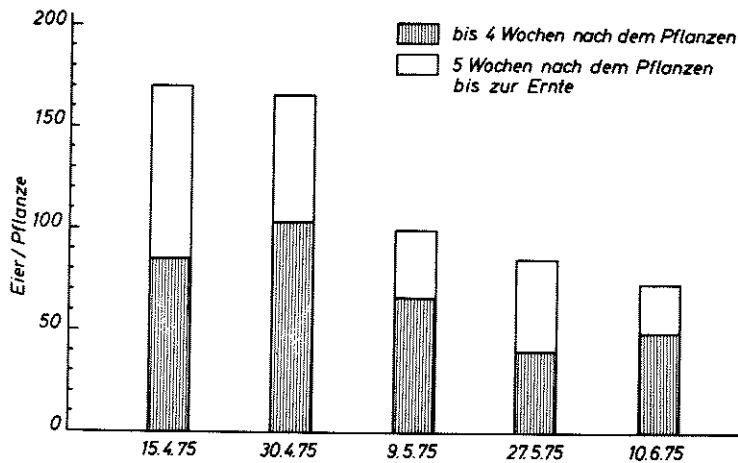


Abb. 11: Höhe der Eiablage bei verschiedenen Pflanzterminen von Blumenkohl



Die Zahl der bei der Ernte gefundenen Puppen war bei der ersten Pflanzung mit über 30 je Pflanze sehr hoch (Tab. 45). Bemerkenswert hoch lag auch die Entwicklungsrate mit nahezu 30 %. Eine relativ niedrige Puppenzahl im Verhältnis zur Eiablage ergab sich für die zweite Pflanzung. Dies kommt in der niedrigen Entwicklungsrate von 10 % zum Ausdruck. Die Ursache hierfür ist in der schnellen totalen Zerstörung der Pflanzen zu sehen, die zum Nahrungsmangel und Absterben der Larven führte.

So ist auch erklärlich, daß sich die dritte Pflanzung trotz geringerer Eiablage in der Puppenzahl nicht statistisch gesichert von der zweiten Pflanzung unterscheidet. Die wenigsten Puppen wurden bei der vierten und fünften Pflanzung, also zu einem Termin nach Flugende der ersten Generation gefunden, deren Differenz zur dritten Pflanzung statistisch gesichert war.

Die Entwicklungsrate der Larven in den letzten drei Pflanzungen war mit 14 - 15 % etwa gleich hoch.

Bei den insektizidbehandelten Parzellen wurden nur sehr wenige Puppen gefunden. Statistisch gesicherte Unterschiede ergaben sich nur zwischen dem zweiten und den späteren Pflanzterminen.

Gesicherte Unterschiede in der Entwicklungsrate bei den Insektizidbehandlungen waren nur zwischen der zweiten Pflanzung und der dritten sowie der vierten Pflanzung festzustellen. Die etwas höhere Entwicklungsrate beim zweiten Pflanztermin weist somit auf eine etwas schlechtere Wirkung des Insektizids zur zweiten Pflanzung gegenüber der dritten und vierten Pflanzung hin.

Tab. 45: Einfluß des Pflanztermins von Blumenkohl auf die Zahl der Puppen je Pflanze und die Larvenentwicklungsrate (bezogen auf abgelegte Eier bis vier Wochen vor der Ernte)

Pflanztermine		15.4.	30.4.	9.5.	27.5.	10.6.75	GD 5 %
unbehandelt	Puppenzahl	31,3	11,4	9,9	6,0	7,2	2,4
	Entwicklungsrate %	27,4	10,0	13,8	15,2	14,6	5,8
20 mg AS/ Pflanze Chlorfen- vinfos	Puppenzahl	1,2	1,8	0,2	0,1	0,5	1,2
	Entwicklungsrate %	0,9	1,6	0,3	0,3	1,0	1,3

6.8.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Die Schädigungen des Sprosses durch Larvenfraß entsprachen der Zahl der abgelegten Eier und der Larvenentwicklung (Abb. 12 - 16). Beim ersten Pflanztermin konnten sich die Pflanzen zunächst noch

schwach entwickeln bevor starker Madenfraß einsetzte und die Pflanzen dann fast völlig abstarben. Bei der zweiten Pflanzung führte die sofort einsetzende starke Eiablage zum sehr schnellen Absterben der Pflanzen. Von der dritten Pflanzung konnten wegen der nachlassenden Eiablage etwa die Hälfte der Pflanzen überleben. Bei der vierten und fünften Pflanzung waren Schäden kaum mehr sichtbar.

Abb. 12 - 16: Einfluß des Pflanztermins auf die Schädigung von Blumenkohl durch Kohlfiegenbefall. Linke vordere Parzelle unbehandelt, rechte vordere Parzelle 20 mg AS/Pfl. Chlorfenvinfos

Abb. 12: 1. Pflanzung (15.4.)

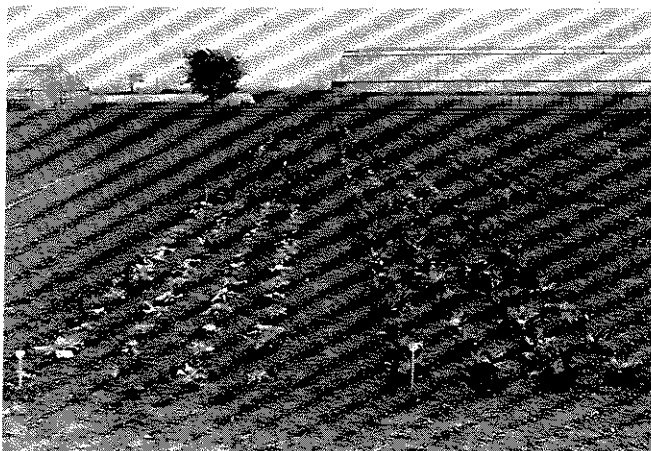


Abb. 13: 2. Pflanzung (30.4.)



Abb. 14: 3. Pflanzung (9.5.)

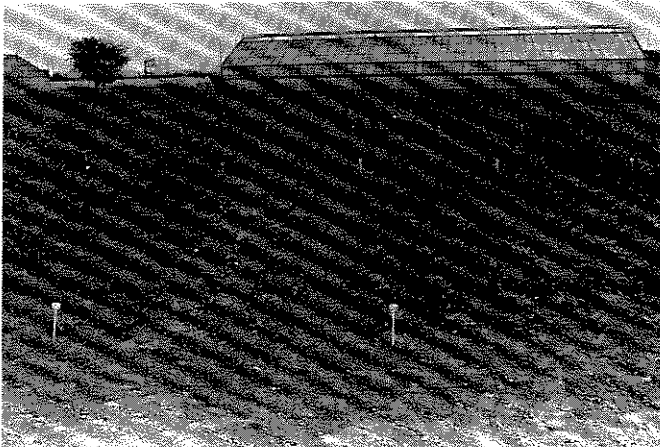


Abb. 15: 4. Pflanzung (27.5.)

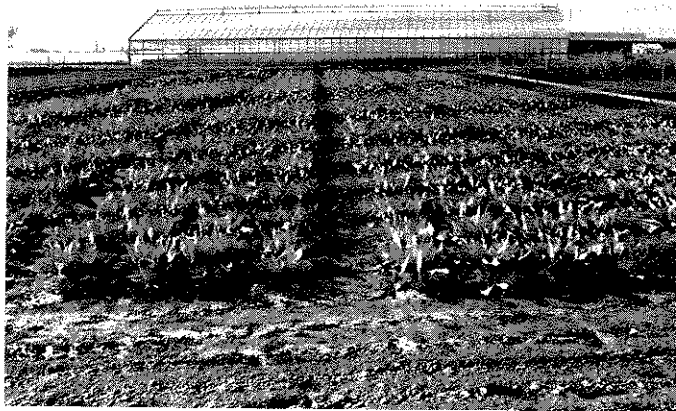
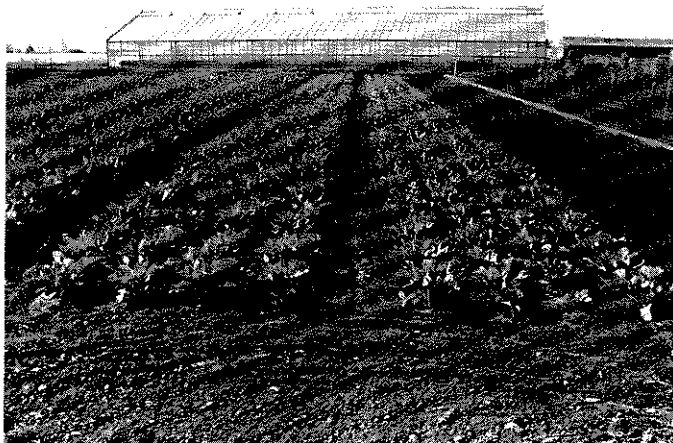


Abb. 16: 5. Pflanzung (10.6.)



Dem Befallsdruck und der Larvenentwicklungsrate entsprach auch die Wurzelschädigung (Tab. 46). Bei der ersten Pflanzung waren die Wurzeln stark bis sehr stark geschädigt, bei der zweiten Pflanzung waren sie fast völlig zerstört und bei der dritten Pflanzung stark sowie bei den letzten beiden Pflanzungen mittelstark geschädigt. Bei den insektizidbehandelten Pflanzen zeigte sich kaum Schaden.

Tab. 46: Einfluß des Pflanztermins von Blumenkohl auf die Wurzelschädigung durch Kohlfliiegenbefall ohne und mit Insektizidanwendung Bonitierungsschema 1 - 9:

1 = nicht geschädigt

9 = total zerstört

Pflanztermine \ Behandlung	15.4.	30.4.	9.5.	27.5.	10.6.
unbehandelt	8,0	8,8	7,3	5,1	5,2
20 mg AS/Pflanze Chlorfenvinfos	1,8	2,5	1,5	1,5	2,0

Bei den ersten beiden Pflanzungen konnte fast keine verkäufliche Ware von den unbehandelten Parzellen geerntet werden (Tab. 47). Die noch vorhandene Pflanzenmasse war sehr gering (Abb. 17). Bei der ersten Pflanzung war die Qualität der Köpfe auch von den insektizidbehandelten Parzellen infolge starken Taubenfraßes im Jugendstadium der Pflanzen sehr schlecht. Eine Bonitierung nach "vermarktungsfähig" und nicht "vermarktungsfähig" erfolgte deshalb bei der ersten Pflanzung nicht. Bei der dritten Pflanzung waren ca. 30 % der Köpfe vermarktungsfähig und das gesamte Sproßgewicht betrug etwa 50 % der Werte der insektizidbehandelten Parzellen. Bei der vierten und fünften

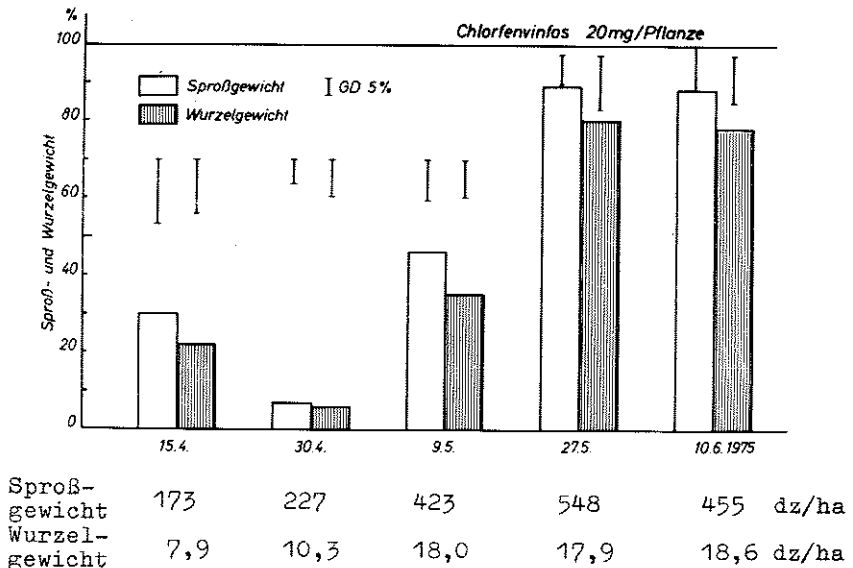
Pflanzung betrug der vermarktungsfähige Anteil etwa 85 % und lag nur noch 7 % bzw. 12 % unter den insektizidbehandelten Parzellen. Das Gesamtspößgewicht betrug etwa 90 % des Gewichtes der Pflanzen, die mit Chlorfenvinfos behandelt worden waren.

Tab. 47: Einfluß des Pflanztermins auf den Anteil (%) vermarktungsfähiger Blumenkohlköpfe ohne und mit Insektizidanwendung

Pflanztermine Behandlung	15.4.	30.4.	9.5.	27.5.	10.6.
unbehandelt	nicht	3,1	31,3	85,6	84,4
20 mg AS/Pflanze Chlorfenvinfos	ausge- wertet	88,8	83,8	92,5	96,5

Das Wurzelgewicht in den unbehandelten Kontrollparzellen wurde zu allen Pflanzterminen um etwa 10 % stärker reduziert als das Spößgewicht.

Abb. 17: Schadwirkung des Madenfraßes auf das Spöß- und Wurzelgewicht von zu verschiedenen Terminen gepflanztem Blumenkohl



7. Einfluß der Insektizidanwendung auf die Schadwirkung des Madenfraßes

Ziel der Bekämpfung in der Praxis ist im allgemeinen die möglichst weitgehende Vernichtung der Larven. Dies führt zu einem hohen Wirkstoffaufwand insbesondere deshalb, weil der Wirkungsgrad eines Insektizids nicht proportional mit der Aufwandmenge steigt.

Bemißt man die Insektiziddosis jedoch an dem zu verhindernden Ertragsabfall, so besteht die Möglichkeit, die Aufwandmenge je nach Befallsdruck, Befallszeitpunkt, Überlebensrate der Larven und Toleranz der Kohlpflanzen mehr oder weniger stark zu reduzieren.

Weitere Einsparungen lassen sich durch eine gezielte Insektizidplazierung, d.h. durch Ausbringung direkt am eigentlichen Wirkungsort (Stengelgrund), erreichen.

7.1. Spezifische Wirksamkeit verschiedener Insektizide

7.1.1. Initialwirkung

7.1.1.1. Methodik

Sechs Versuchspflanzen je Variante (Weißkohl der Sorte 'Marner Allfrüh') standen in 12 cm-Töpfen in Komposterde (5,7 % organische Substanz). Im 6- bis 8-Blattstadium wurden die insektiziden Granulate an den Stengelgrund gestreut. Drei Tage nach Ausbringung der Insektizide wurden die Pflanzen mit je 20 Eiern belegt. Die zeitliche Trennung zwischen Insektizidapplikation und Eiablage wurde gewählt, um eine gewisse Wirkstoffverteilung im Boden zu ermöglichen. Nach der Verpuppung erfolgte die Auswertung nach Zahl der Puppen und Schädigungsgrad der Wurzeln.

7.1.1.2. Ergebnis

Bei 0,1 mg AS je Pflanze konnten die Wirkstoffe Chlorfenvinfos, Bromophos-methyl, Triazofos, BAS 26302 und Carbofuran eine über 50-prozentige Reduktion der Puppenbildung erzielen (Tab. 48). Bei 0,5 mg AS je Pflanze waren die Behandlungen mit Diazinon,

Tab. 49: Dauerwirkung verschiedener Insektizide
auf die Entwicklung von Kohlfliiegenlar-
ven und die Wurzelschädigung - Ausbringung
30 Tage vor der Eiablage
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt, 9 = total zerstört

Wirkstoff		Aufwandmenge mg AS/Pflanze				
		0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
Chlorfenvinfos	a	0	0	0	0	0
	b	1,4	1,3	1,2	1,0	1,2
Diazinon	a	19	3	0	0	2
	b	4,3	1,5	1,0	1,0	1,3
Bromophos- methyl	a	41	34	22	3	6
	b	5,7	5,4	4,2	4,5	2,4
Trichloronat	a	17	2	3	1	0
	b	4,8	2,3	2,3	1,7	1,2
Lindan	a	15	9	7	6	0
	b	4,5	3,8	3,9	3,2	2,3
Triazofos	a	23	27	4	3	0
	b	5,0	4,9	2,4	1,7	1,3
BAS 26302	a	19	11	0	2	1
	b	5,2	3,3	1,2	1,4	1,2
Fonofos	a	7	0	5	0	2
	b	3,0	1,0	2,3	1,4	1,7
Carbofuran	a	4	0	0	5	0
	b	3,0	2,7	2,5	2,2	1,4
Kontrolle, unbehandelt	a	61				
	b	7,4				

a = Larvenentwicklungsrate in % (bis zur Puppenbildung)
b = Grad der Wurzelschädigung

7.2. Wirkung verschiedener Applikationstechniken

7.2.1. Stengelgrundbehandlung

7.2.1.1. Methodik

In gepflanztem Weißkohl im Freiland wurde der Wirkstoff Chlorfenvinfos als 10-prozentiges Granulat mit abnehmender Dosierung von 100 mg AS (= zugelassene Aufwandmenge) bis 1 mg AS/Pflanze in sechsfacher Wiederholung zur Einzelpflanzenbehandlung eingesetzt. 1 mg AS wurde gewählt, weil nach den Gefäßversuchen noch eine Wirkung dieser Dosierung zu erwarten war.

Die Ausbringung des Mittels erfolgte nach Streckung mit Sand mittels eines Meßgefäßes (Feinsämereienmeßbecher). In zwei weiteren Versuchsgliedern wurde der natürliche Befall durch zusätzliche Eianlage angehoben. Im ersten Versuch wurden 10 bzw. 20 Eier je Pflanze drei Wochen nach dem Pflanzen angelegt, in allen anderen Versuchen 20 Eier eine Woche bzw. drei Wochen nach dem Pflanzen. In den Jahren 1974 und 1975 wurden Versuche an Früh- und Spätweißkohl durchgeführt. Die Pflanzung des Frühweißkohls erfolgte 1974 am 5.4., 1975 am 9.4.; die des Spätweißkohls 1974 am 4.6., 1975 am 23.6. Zusätzlich zur P-K-Grunddüngung wurden zu Frühweißkohl 130 kg N/ha, zu Spätweißkohl 260 kg N/ha gegeben. Ausgewertet wurde auf sichtbare Schädigungen des Sprosses, Sproß- und Wurzelgewicht, die Wurzelschädigung sowie im Jahr 1975 auch auf die Zahl der Puppen (Puppenbestimmung an 10 Wurzeln je Parzelle).

7.2.1.2. Ergebnis

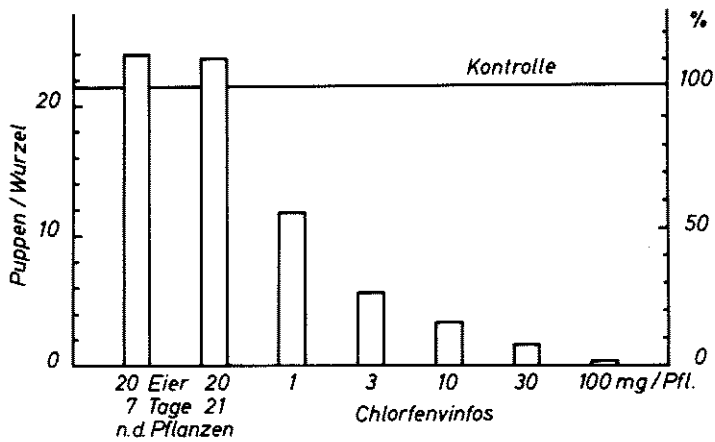
7.2.1.2.1. Larvenentwicklungsrate

Im Jahre 1975 konnten bei Frühweißkohl infolge des starken Befallsdruckes durch die erste Generation etwa 22 Puppen je Wurzel in der Kontrolle gefunden werden (Abb. 18).

Die zusätzliche Eiablage von 20 Eiern ergab ein Plus von ca. zwei Puppen, das aber nicht statistisch zu sichern war.

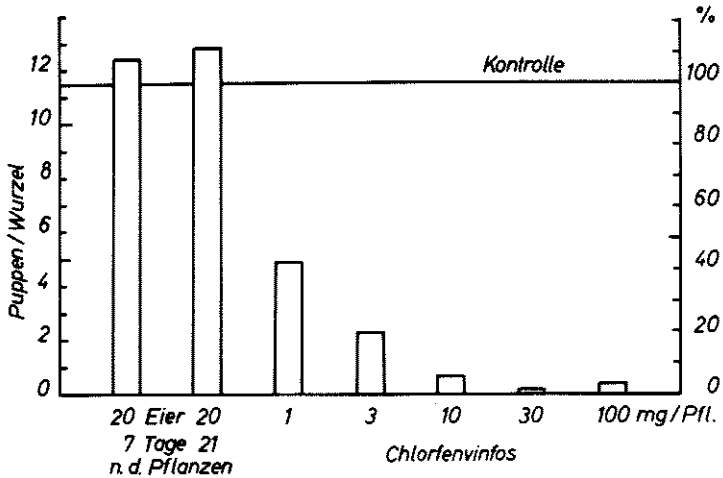
Beim Spätweißkohl lagen im Jahre 1975 die Puppenzahlen der Kontrolle nur etwa halb so hoch wie bei Frühweißkohl (Abb. 19). Die Wirkung der Insektizidbehandlungen war etwas besser als bei Frühweißkohl.

Abb. 18: Zahl der Puppen bei verschiedenen Insektiziddosierungen bzw. zusätzliche Eiablage - Frühweißkohl 1975



GD 5 % zwischen zusätzlicher Eiablage und unbehandelt
= 8,7 Puppen

Abb. 19: Zahl der Puppen bei verschiedenen Insektiziddosierungen bzw. zusätzlicher Eiablage - Spätweißkohl 1975



GD 5 % zwischen zusätzlicher Eiablage und unbehandelt
= 2,2 Puppen

7.2.1.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Bei Frühweißkohl im Jahre 1974 waren keine Schädigungen des Sprosses erkennbar, selbst nicht bei den Parzellen mit zusätzlicher Eiablage.

Im Jahre 1975 entstanden infolge des sehr hohen Befalls durch die erste Generation deutliche Schäden in den insektizidfreien Varianten (Tab. 50).

Bei Spätweißkohl traten in beiden Jahren nur im Jugendstadium Wuchsdepressionen bei den insektizidfreien Versuchsvarianten auf. Auch die Unterschiede zwischen den Varianten mit und ohne zusätzliche Eiablage waren nur gering.

Tab. 50: Anteil welkender Frühweißkohlpflanzen (%)
bei verschiedenen Insektiziddosierungen
bzw. zusätzlicher Eiablage im Jahre 1975

Bonitierungs- Datum ⁺	20 Eier		mg AS/Pflanze Chlorfenvinfos					
	Wochen nach dem Pflanzen		0	1	3	10	30	100
	1	3						
23.5.75	0,5	2,1	1,0	0	0	0	0	0
28.5.75	9,9	11,5	6,8	1,0	0	0,5	0	0
6.6.75	16,1	21,3	14,1	1,6	0	0,5	0	0

+ Pflanztermin: 9.4.75

Die stärksten Wurzelschädigungen waren im Frühweißkohl 1975 zu verzeichnen (Tab. 51). Bei der Kontrolle erreichten sie die Wertzahl von knapp 7 (Bonitierungschema 1 - 9). Es war also ein beträchtlicher Teil der Nebenwurzeln abgefressen. In den übrigen Versuchen war nur ein mittlerer, nahe der Wertzahl 5 einzustufender Befallsgrad vorhanden. Die zusätzliche Eiablage führte nur selten zu höheren Befallsgraden. Vor allem die erwartete stärkere Wurzelschädigung bei früher gegenüber später vorgenommener zusätzlicher Eiablage blieb aus.

Mit Ausnahme des Frühweißkohlversuches im Jahre 1975 reichte die Chlorfenvinfosanwendung von 1 mg AS/Pflanze schon aus, die Wurzelschädigung deutlich zu mindern.

Tab. 51: Grad der Wurzelschädigung bei verschiedenen Insektiziddosierungen bzw. zusätzlicher Eiablage
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt
9 = total zerstört

	20 Eier Wochen nach dem Pflanzen		Chlorfenvinfos mg AS/Pflanze					
	1	3	0	1	3	10	30	100
Früh- 1974 weißkohl 1975	5,6 ⁺	5,6	5,2	3,1	1,9	1,3	1,1	1,1
	7,1	7,3	6,7	5,4	3,6	2,6	1,6	1,3
Spät- 1974 weißkohl 1975	5,4	5,5	5,4	3,3	2,6	2,2	1,8	1,8
	4,9	4,9	4,4	2,9	2,1	1,4	1,1	1,1

+ statt 20 Eier eine Woche nach dem Pflanzen nur 10 Eier drei Wochen nach dem Pflanzen

Bei der Ertragsauswertung des Frühweißkohlversuchs im Jahre 1975 war auf den nicht insektizidbehandelten Parzellen ein größerer Anteil nicht verwertbarer Köpfe festzustellen (Tab. 52). In den insektizidbehandelten Varianten waren nur sehr wenige Köpfe nicht verwertbar. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Dosierungen waren allerdings nicht statistisch zu sichern. In der Kontrolle (unbehandelt) war ca. ein Viertel der Köpfe nicht verwertbar. Bei der zusätzlichen Eiablage war der Anteil nicht verwertbarer Köpfe bei der Eiablage eine Woche nach dem Pflanzen mit 42 % am größten und statistisch gesichert höher als bei der Kontrolle. Die Differenz zur Eiablage drei Wochen nach dem Pflanzen war nicht statistisch gesichert.

Tab. 52: Prozentualer Anteil nicht verwertbarer Frühweißkohlköpfe bei verschiedenen Insektiziddosierungen und zusätzlicher Eiablage im Jahre 1975

20 Eier		mg AS/Pflanze							GD 5 %
Wochen nach dem Pflanzen		Chlorfenvinfos							
1	3	0	1	3	10	30	100		
41,7	33,3	24,0	7,8	2,1	3,1	4,2	4,2	12,0	

Größere Ertragsunterschiede zwischen den Behandlungen konnten ebenfalls nur bei Frühweißkohl im Jahre 1975 festgestellt werden (Tab. 53). In diesem Versuch verursachte auch die zusätzliche Eiablage gegenüber der Kontrolle einen wesentlich höheren Sproßgewichtsverlust als in den übrigen Versuchen, der sich jedoch nicht statistisch sichern ließ. Wesentliche Unterschiede im Ertragsverlust zwischen den Terminen der zusätzlichen Eiablage bzw. zwischen zusätzlicher Ablage von 10 bzw. 20 Eiern im Frühweißkohlversuch 1974 waren nicht vorhanden. Die insektizidbehandelten Varianten im Frühweißkohlversuch 1975 hatten höhere Sproßgewichte, die mit Ausnahme der Dosierungen von 1 mg AS/Pflanze und 10 mg AS/Pflanze gegenüber der Kontrolle statistisch zu sichern waren. Bezogen auf die Versuchsglieder mit zusätzlicher Eiablage (insektizid-unbehandelt) waren die Sproßgewichte aller insektizid-behandelten Pflanzen signifikant höher. Zwischen den Insektiziddosierungen traten keine zu sichernden Ertragsunterschiede auf.

In den drei übrigen Versuchen lagen die Ertragsunterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen meist unter 5 % und ließen sich nicht statistisch sichern.

Lediglich bei Zusammenfassung der Ergebnisse in "mit zusätzlicher Eiablage" und "insektizidbehandelt" sind die Ertragsunterschiede zwischen diesen beiden Gruppen statistisch gesichert, mit Ausnahme des Frühweißkohlversuchs im Jahre 1974 (Tab. 54).

Bei den Wurzelgewichten ergaben sich durch die Insektizidbehandlungen wesentlich stärkere Unterschiede als bei den Sproßgewichten (Tab. 53 und 54). Nur bei dem Frühweißkohlversuch im Jahre 1974 waren die Wurzelgewichtserhöhungen sehr niedrig und lagen in gleicher Höhe wie die der Sproßgewichte.

Unterschiede zwischen den Wurzelgewichten bei den verschiedenen Insektizidaufwandmengen ließen sich nur für Frühweißkohl im Jahre 1975 feststellen (Tab. 53). Das Wurzelgewicht bei 1 mg AS/Pflanze war in diesem Fall statistisch gesichert niedriger als bei den höheren Aufwandmengen; auch bei 3 mg AS/Pflanze war noch ein statistisch gesichert geringeres Wurzelgewicht gegenüber der höchsten Aufwandmenge zu verzeichnen.

Tab. 53: Relative Sproß- und Wurzelgewichte von Weißkohl bei verschiedenen Insektiziddosierungen und zusätzlicher Eiablage

		20 Eier n.d. Pflanz. Wochen		Kontrolle rel. dz/ha	Chlorfenvinfos mg/Pfl.					GD 5 %		
		1	3		1	3	10	30	100			
Früh- weiß- kohl	1974	Sproß	97*	98	100	596	99	102	102	105	98	9,8
		Wurzel	98*	98	100	7,5	103	107	103	105	96	7,1
1975	Sproß	86	88	100	415	108	122	116	125	122	18,7	
	Wurzel	93	94	100	6,4	113	134	139	147	148	13,2	
Spät- weiß- kohl	1974	Sproß	100	97	100	1025	101	102	104	102	102	7,0
		Wurzel	96	100	100	34,0	111	107	114	112	111	12,9
1975	Sproß	98	94	100	861	102	103	103	99	106	8,0	
	Wurzel	95	95	100	26,1	114	113	113	113	110	9,8	
	\bar{x} Sproß	95,3	94,3	100	—	102,5	107,3	106,3	107,8	107,0	—	
	\bar{x} Wurzel	95,5	96,8	100	—	110,3	115,3	117,3	119,3	116,3	—	

+ 10 Eier drei Wochen nach dem Pflanzen

Tab. 54: Zusammengefaßte relative Sproß- und Wurzelgewichte von Weißkohl nach Chlorfenvinfos-Behandlung im Vergleich zu natürlichem Befall und zusätzlicher Eiablage

			Zusätzliche Eiablage ⁺	Kontrolle	Chlorfenvinfos 1-100 mg AS/Pfl.	GD 5 %
Frühweißkohl	1974	Sproß	96,4	100	101,6	7,0
		Wurzel	98,2	100	102,8	5,3
Frühweißkohl	1975	Sproß	87,0	100	118,7	16,8
		Wurzel	93,1	100	135,8	14,4
Spätweißkohl	1974	Sproß	98,7	100	102,6	3,2
		Wurzel	98,0	100	111,0	9,4
Spätweißkohl	1975	Sproß	95,8	100	102,7	4,9
		Wurzel	95,4	100	112,8	8,2

+ Bei Frühweißkohl 1974 10 und 20 Eier drei Wochen nach dem Pflanzen. Bei allen übrigen Versuchen 20 Eier eine und drei Wochen nach dem Pflanzen.

7.2.2. Bandbehandlung

7.2.2.1. Methodik

Im Frühjahr 1976 in vierfacher Wiederholung ausgepflanzter Frühweißkohl wurde bei beginnender Eiablage mit zwei insektiziden Granulaten (Chlorfenvinfos, Carbofuran) im Bandverfahren behandelt. Die Aufwandmengen betragen 100 mg AS/lfd. m (zugelassene Aufwandmenge für Chlorfenvinfos), 50 mg und 25 mg. Die Ausbringung erfolgte mit einem Granulatstreuer in etwa 5 cm Bandbreite. Zusätzlich zur P-K-Grunddüngung wurden 130 kg N/ha gegeben. Die Auswertung erfolgte wie im Versuch mit Stengelgrundbehandlung.

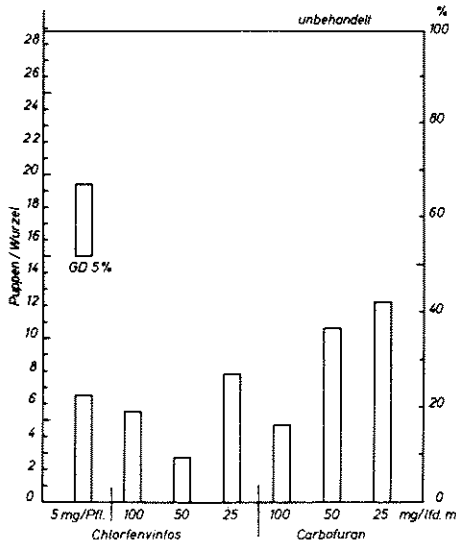
7.2.2.2. Ergebnis

7.2.2.2.1. Larvenentwicklungsrate

Infolge des starken Befallsdruckes wurden in den unbehandelten Parzellen fast 30 Puppen je Wurzel gefunden (Abb. 20). Die Zahl der abgelegten Eier bis vier Wochen vor der Ernte betrug 227/Pflanze. Daraus ergibt sich eine Entwicklungsrate von etwa 13 %.

Bei den Bandbehandlungen erreichten beide Wirkstoffe in der höchsten Aufwandmenge von 100 mg AS/lfd. m einen Wirkungsgrad von etwa 80 %. Chlorfenvinfos zeigte bei 50 mg AS/lfd. m noch keinen Abfall der Wirkung und bei 25 mg AS/lfd. m nur eine Verringerung um etwa 10 %. Carbofuran ließ bei Reduzierung der Aufwandmenge eine deutliche Verminderung der Wirkung erkennen. Die Zahl der Puppen war bei 50 mg und 25 mg AS/lfd. m signifikant höher als bei Chlorfenvinfos mit derselben Aufwandmenge. Die Stengelgrundbehandlung mit 5 mg AS/Pflanze Chlorfenvinfos erzielte einen Wirkungsgrad von knapp 80 % und entsprach damit der Wirkung der Bandbehandlung mit den höheren Aufwandmengen von Chlorfenvinfos.

Abb. 20: Zahl der Puppen nach Bandbehandlungen mit Chlorfenvinfos und Carbofuran



7.2.2.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

In den unbehandelten Parzellen war fast die Hälfte der Pflanzen stark geschädigt bzw. abgestorben. Chlorfenvinfos konnte den Anteil stark geschädigter und abgestorbener Pflanzen auf wenige Prozent drücken. Signifikante Unterschiede zwischen den Aufwandmengen ließen sich nicht feststellen. Carbofuran konnte nur bei 100 mg AS/lfd. m die Schädigungen auf das gleiche Niveau reduzieren wie Chlorfenvinfos. Bei den niedrigen Aufwandmengen war die Wirkung der Carbofuranbehandlungen signifikant geringer. Die zum Vergleich durchgeführte Stengelgrundbehandlung mit Chlorfenvinfos (5 mg AS/Pflanze) reduzierte den Anteil stark geschädigter und abgestorbener Pflanzen etwa auf die gleiche Höhe wie 25 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos im Bandverfahren.

Tab. 55: Anteil (%) stark geschädigter bzw. abgestorbener Pflanzen nach Bandbehandlung mit Granulaten

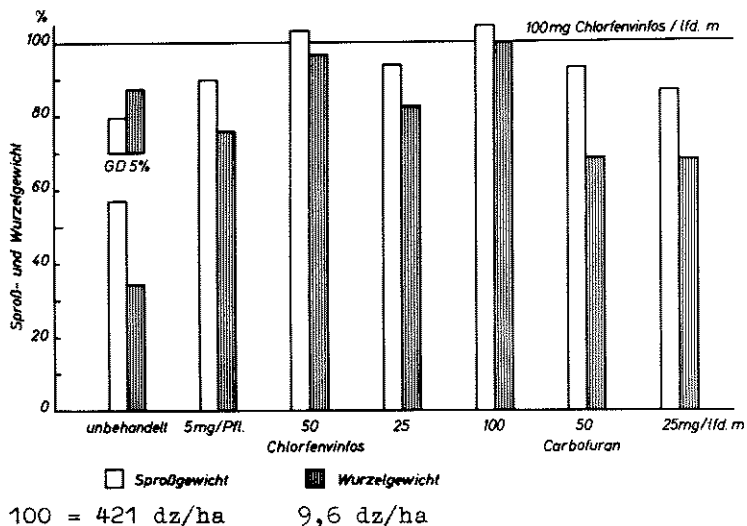
		Aufwandmenge (AS) in mg						
		Chlorfenvinfos			Carbofuran			
0	5	25	50	100	25	50	100	GD
/Pflanze		/lfd. m			/lfd. m			5 %
45,9	4,7	3,6	3,4	1,6	7,9	7,9	2,0	2,7

Die Sproßgewichte lagen für beide Wirkstoffe mit 100 mg AS/lfd. m etwa gleich hoch (Abb. 21). Bei Chlorfenvinfos machte sich erst bei 25 mg ein Ertragsabfall bemerkbar, der aber nicht signifikant war. Dem gegenüber zeigte Carbofuran schon bei 50 mg einen signifikanten Ertragsverlust. Die Stengelgrundbehandlung mit 5 mg AS/Pflanze ergab einen signifikant niedrigeren Ertrag als die Bandbehandlung beider Wirkstoffe in der Aufwandmenge von 100 mg AS/lfd. m.

Größere Unterschiede als bei den Sproßgewichten gab es bei den Wurzelgewichten. Allerdings waren die Streuungen der Wurzelgewichte auch wesentlich größer als die der Sproßgewichte.

Die statistische Verrechnung ergab bei den Wurzelgewichten etwa die gleichen signifikanten Unterschiede zwischen den jeweiligen Versuchsgliedern wie bei den Sproßgewichten.

Abb. 21: Relatives Wurzel- und Sproßgewicht nach Bandbehandlungen mit Granulaten



7.2.3. Wurzelbehandlung

Da die Stengelgrundbehandlung von Einzelpflanzen wegen ihres hohen Arbeitsaufwandes nur für den Kleinanbau geeignet ist, wurde in weiteren Versuchen das Insektizid unmittelbar vor dem Pflanzen direkt auf die Wurzel appliziert. Dabei sollte der Nachteil des örtlich in der Praxis geübten Tauchverfahrens vermieden werden, nämlich das Abschwemmen der Erde des Wurzelballens, das ein erschwertes Anwachsen der Pflanzen bei ungünstigen Witterungsverhältnissen bedingt

und ein geringes Haften des Insektizids zur Folge hat.

7.2.3.1. Methodik

Die Wurzeln flach ausgelegter Pflanzen wurden mit einer insektiziden Emulsion besprüht bzw. mit einem Spritzpulver bestreut.

Im Jahre 1975 kamen die Wirkstoffe Chlorfenvinfos, Diazinon und Bromophos-methyl als Emulsion mit 0,5 mg und 1,5 mg AS/Pflanze bzw. als Spritzpulver mit 1,0 mg und 5,0 mg bei Spätweißkohl (Pflanzung 16.6.) zur Anwendung. Die Flüssigkeitsmenge für die Emulsion betrug 0,5 ml je Wurzel. Sie ergab eine gute Befeuchtung der Wurzelballen, ohne daß Boden abgeschwemmt wurde. Die niedrigeren Dosierungen für die Emulsion im Vergleich zur Pulverformulierung wurden wegen deren höheren Phytotoxizität gewählt.

Im Jahre 1976 kamen nur noch die Wirkstoffe Chlorfenvinfos und Bromophos-methyl als Pulverformulierung mit 1 mg und 5 mg AS/Pflanze bei Frühweißkohl (Pflanzung 6.4.) zur Anwendung.

7.2.3.2. Ergebnis

7.2.3.2.1. Larvenentwicklungsrate

Versuchsjahr 1975

Eine gute Wirkung hatte nur die zum Vergleich durchgeführte Bandbehandlung mit 100 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos-Granulat (Abb. 22).

Bei den Wurzelbehandlungen zeigte Chlorfenvinfos die beste Wirkung. Jedoch lag der Wirkungsgrad auch der höchsten Aufwandmenge (5 mg AS) nur etwas über 50 %.

Bei Diazinon hatte nur die Behandlung mit 5 mg Pulver und bei Bromophos-methyl nur die Emulsion in beiden Aufwendungen eine statistisch gesicherte Wirkung.

Betrachtet man den Anteil der zum Zeitpunkt der Auswertung geschlüpften Puppen, d.h. also den Teil, der früher zur Entwicklung gekommen war, so sieht das Ergebnis etwas günstiger aus. Ein befriedigender Wirkungsgrad von etwa 80 % ergibt sich auch dann nur für 5 mg Chlorfenvinfos (Abb. 23).

Abb. 22: Zahl der Puppen nach Wurzelbehandlung mit Insektiziden bei Spätweißkohl im Jahre 1975

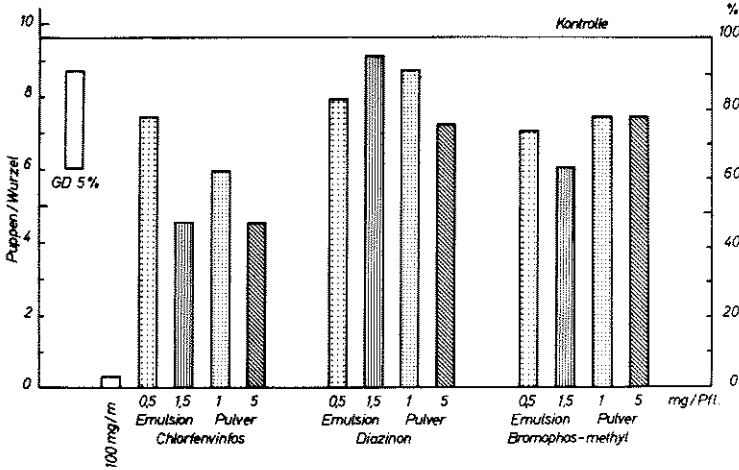
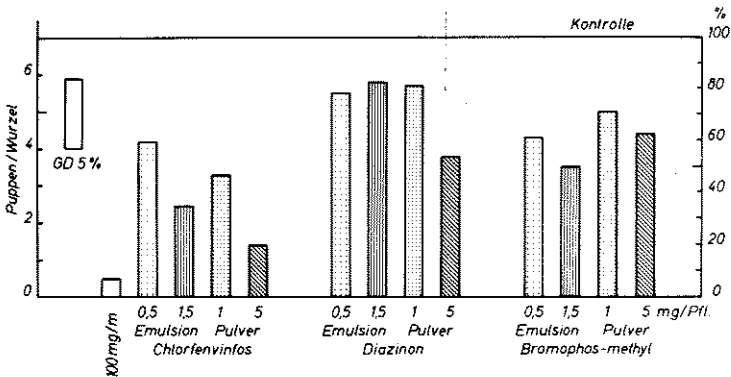


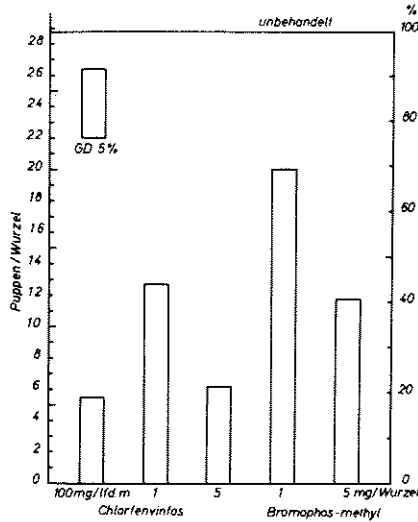
Abb. 23: Zahl der zum Zeitpunkt der Auswertung geschlüpften Puppen nach Wurzelbehandlung mit Insektiziden bei Spätweißkohl im Jahre 1975



Versuchsjahr 1976

In diesem Versuch war die Wirkung der Wurzelbehandlungen wesentlich besser als beim Versuch 1975 (Abb. 24). Den höchsten Wirkungsgrad mit etwa 80 % erreichte Chlorfenvinfos mit 5 mg AS/Wurzel. Es hatte damit etwa die gleiche Wirkung wie die Bandbehandlung mit 100 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos-Granulat. Die Wirkung der Bromophos-methyl-Wurzelbehandlungen war wesentlich geringer als die der Chlorfenvinfos-Wurzelbehandlungen. 5 mg AS/Wurzel Bromophos-methyl ergab etwa nur die gleiche Wirkung wie 1 mg AS/Wurzel Chlorfenvinfos.

Abb. 24: Zahl der Puppen bei Frühweißkohl nach Wurzelbehandlung mit verschiedenen Insektiziden im Jahre 1976



7.2.3.2.2. Schädigung der Wirtspflanze

Versuchsjahr 1975

Phytotoxische Schäden traten nach keiner der Wurzelbehandlungen auf. Deutlich sichtbare Schäden am Sproß durch Kohlfliegenbefall konnten nicht beobachtet wer-

den, weil der Versuch, entsprechend der in der Praxis üblichen Pflanzzeit für Spätweißkohl, zwischen den Hauptflugzeiten der ersten und zweiten Kohlfliegen-generation angelegt wurde.

Die Wurzelschädigung der Kontrolle erreichte mit der Bonitierungszahl 4,8 nur mittlere Werte (Tab. 56). Die Pflanzen mit Bandbehandlung waren dagegen nahezu befallsfrei. Von den Wurzelbehandlungen führten nur die höheren Dosierungsstufen von Chlorfenvinfos zu einer befriedigenden Minderung der Schadwirkung.

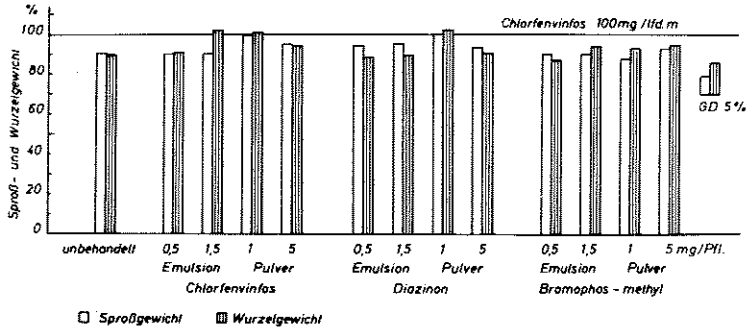
Tab. 56: Einfluß von Wurzelbehandlungen mit Insektiziden auf die Wurzelschädigung von Spätweißkohl im Jahre 1975
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt
9 = total zerstört

Wirkstoff	Aufwandmenge mg AS/Pflanze			
	Emulsion		Spritzpulver	
	0,5	1,5	1	5
Chlorfenvinfos	4,0	3,5	3,9	3,2
Diazinon	4,6	4,0	4,2	4,2
Bromophos-methyl	4,2	4,1	4,1	4,0
Bandbehandlung 100 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos	1,4			
unbehandelt	4,8			

Da in dem Versuch auch Befall durch den Pilz *Phoma lingam* auftrat, sind die Ertragsergebnisse und besonders die Wurzelbonitur mit gewissem Vorbehalt zu sehen, denn eine eindeutige Trennung der Schadbilder ist nicht immer möglich.

Das Sproßgewicht der unbehandelten Kontrolle lag um 10 % niedriger als bei der fast völlig befallsfreien Bandbehandlung (Abb. 25). Bei den Wurzelbehandlungen konnten nur 1 mg Chlorfenvinfos und 1 mg Diazinon-Pulverbehandlung den gleichen Ertrag wie die Bandbehandlung erreichen. Bei den übrigen Wurzelbehandlungen kam es zu etwa 5 - 10 % niedrigeren Erträgen als bei der Bandbehandlung. Eine Abhängigkeit des Ertrages von der Insektiziddosierung war nicht festzustellen. Wegen der großen Streuung waren die Unterschiede nicht signifikant.

Abb. 25: Einfluß von Wurzelbehandlungen mit Insektiziden auf das Sproß- und Wurzelgewicht bei Spätweißkohl 1975



100 = 1013dz/ha 30,6 dz/ha

Das Wurzelgewicht der unbehandelten Kontrolle war ebenso wie das Sproßgewicht niedriger als bei der Bandbehandlung. Bei den Wurzelbehandlungen erreichten nur Chlorfenvinfos und Diazinon mit 5 mg AS als Emulsion bzw. mit 1 mg AS als Pulver das gleiche Wurzelgewicht wie die Bandbehandlung. Die übrigen Wurzelbehandlungen hatten um 5 - 12 % niedrigere Wurzelgewichte als die Bandbehandlung zur Folge. Die Unterschiede zwischen den Behandlungen waren nicht signifikant.

Versuchsjahr 1976

Phytotoxische Schäden konnten auch bei dem Frühweißkohlversuch im Jahre 1976 nicht festgestellt werden. Infolge des starken Befallsdrucks durch die erste Kohlfliegengeneration traten in den unbehandelten Parzellen starke Schäden auf. Beinahe die Hälfte der Pflanzen war stark geschädigt bzw. abgestorben. Bei den Wurzelbehandlungen lag der Anteil stark geschädigter und abgestorbener Pflanzen um 1 % oder niedriger (Tab. 57). Eine Ausnahme war die 1 mg AS/Wurzel-Bromophos-methyl-Behandlung, bei der noch etwa 4 % stark geschädigt und abgestorben waren. Der Anteil stark geschädigter und abgestorbener Pflanzen lag damit nur bei der 1 mg AS/Wurzel-Bromophos-Behandlung signifikant höher als bei der Bandbehandlung mit 100 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos-Granulat.

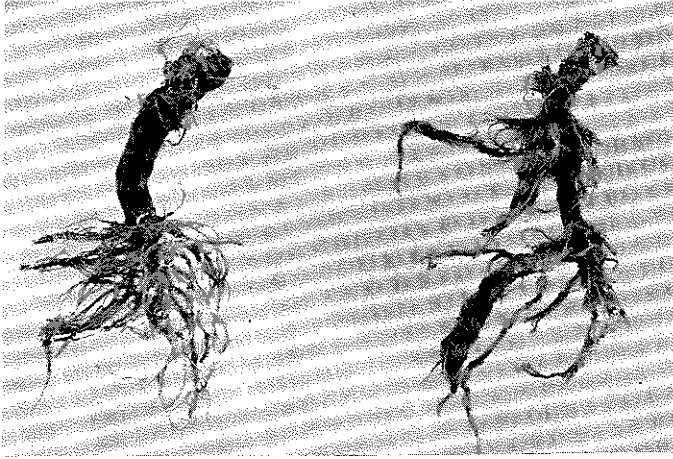
Tab. 57: Anteil (%) stark geschädigter und abgestorbener Pflanzen nach Wurzelbehandlung mit verschiedenen Insektiziden

0	Aufwandmenge mg AS				GD 5 %
	Chlorfenvinfos		Bromophos-methyl		
	100 lfd.m	1 5 je Wurzel	1 5 je Wurzel		
45,9	1,6	1,2 0,4	4,4 0	2,7	

Die Stärke der Wurzelschädigungen konnte durch die Wurzelbehandlungen infolge des starken Befallsdrucks nur auf mittleres Niveau gesenkt werden (Tab. 58). Nur bei 5 mg AS/Wurzel Chlorfenvinfos sank die Befallsstärke auf "leicht" bis "mittel" und lag damit nur wenig höher als die Befallsstärke der Bandbehandlung. Auffallend war die geringe Schädigung im Bereich der Nebenwurzeln bei den Wurzelbehandlungen bei gleichzeitig stärkerer Schädigung des Wurzelhal-

ses (Abb. 26). Nur bei dem Versuchsglied 5 mg AS/Wurzel Chlorfenvinfos war auch der Wurzelhals schwächer befallen.

Abb. 26: Wurzelschädigung bei Wurzelbehandlung (links) und bei unbehandelt (rechts)



Tab. 58: Einfluß von Wurzelbehandlungen auf die Wurzelschädigung von Frühweißkohl im Jahr 1976

Bonitierungsschema:

1 = nicht geschädigt

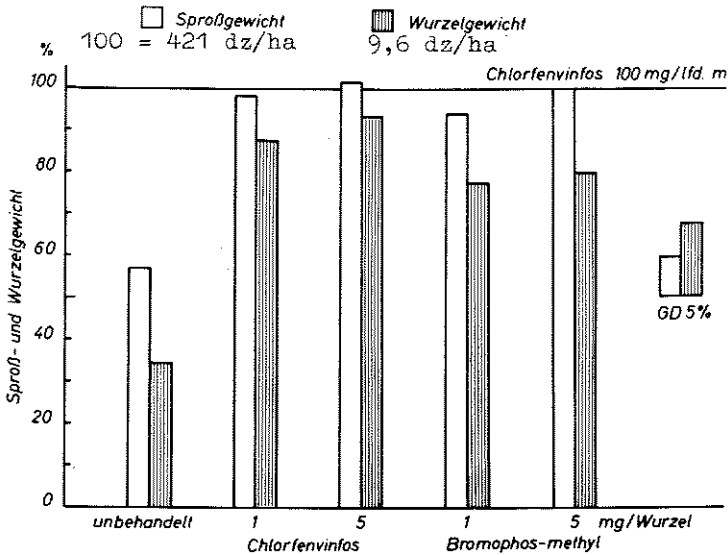
9 = total zerstört

Kon- trolle	Aufwandmenge mg AS				
	100 lfd.m	1 5 je Wurzel		1 5 je Wurzel	
7,9	3,3	5,0	3,8	5,6	5,1

Das Sproßgewicht lag bei den Wurzelbehandlungen nur bei Bromophos-methyl mit 1 mg AS/Wurzel etwas niedriger als bei der Bandbehandlung (Abb. 27). Der Unterschied war aber nicht statistisch zu sichern.

Die Wurzelgewichte ergaben für die Wurzelbehandlungen dagegen Werte, die 7 - 23 % unter denen der Bandbehandlung lagen. Signifikant niedriger als die der Bandbehandlung waren aber nur die Wurzelgewichte der beiden Bromophos-methyl-Aufwandmengen.

Abb. 26: Einfluß von Wurzelbehandlungen mit Insektiziden auf das Sproß- und Wurzelgewicht bei Frühweißkohl 1976



7.2.4. Saatgutbehandlung

Ausgehend von den guten Ergebnissen mit geringen Insektizidmengen bei der Stengelgrundbehandlung wurde geprüft, inwieweit ausreichend wirksame Wirkstoffmengen bei Kohlsamenpillen eingesetzt werden können, um so zu einer gezielten Ausbringung mit minimalem Insektizidaufwand zu kommen.

Dieses Verfahren würde sich besonders für den großflächigen Kohlanbau mit Direktsaat eignen. Wegen der hohen Empfindlichkeit des Keimlings können dabei nur Wirkstoffe Verwendung finden, die neben niedriger Phytotoxizität auch eine gute Wirksamkeit gegen die Larven der Kohlfliege besitzen.

7.2.4.1. Methodik der Gewächshausprüfung

Im Gewächshaus wurden zunächst acht Wirkstoffe an Weißkohlpillen (Herkunft: Saat- und Erntetechnik, Eschwege) geprüft. Zum Einsatz kamen jeweils 0,1 mg, 0,5 mg und 1 mg AS/Pille. Die Emulsionspräparate wurden mit einem Laborsprüngerät (Desaga-Spray-Gun) aufgesprüht. Um eine gleichmäßige Benetzung der Pillen zu erreichen, wurden sie während des Besprühens in einem Erlenmeyerkolben auf einem Reagenzglasschüttler geschüttelt. Alle Dosierungen wurden in der gleichen Flüssigkeitsmenge aufgebracht. Als geeignet erwies sich eine Flüssigkeitsmenge von 2,5 ml je 1000 Pillen. Sie ergab eine gute Befeuchtung und Verteilung, kein Verkleben von Pillen und keine Ablösung des Hüllenmaterials.

Die Pulverpräparate wurden nach Besprühen der Pillen mit einer 0,75-prozentigen Methylzelluloselösung mit einem Streubecher aufgestreut. Anschließend wurde das Pillensaatgut geschüttelt. Dennoch reichte die Haftung der Präparate für eine maschinelle Aussaat bei den später durchgeführten Freilandversuchen nicht aus, so daß die Aussaat manuell erfolgen mußte.

Das so behandelte Saatgut wurde einen Tag lang bei Zimmertemperatur getrocknet.

Zur Prüfung der Phytotoxizität wurden von jeder Behandlung zweimal 100 Pillen in Saatkästen ausgesät.

Zur Ermittlung der Wirksamkeit wurden in einem Gewächshausversuch behandelte Samenpillen einzeln in 9 cm-Töpfen ausgelegt. An je vier Pflanzen, die 10 bzw. 14 Wochen alt waren, wurden je 20 Eier angelegt.

7.2.4.2. Ergebnis der Gewächshausprüfung

7.2.4.2.1. Auflaufzahl und phytotoxische Wirkung

Bei der niedrigsten Aufwandmenge von 0,1 mg AS/Pflanze trat bei keinem der Wirkstoffe eine Beeinträchtigung des Auflaufergebnisses ein (Abb. 28). Auch die sonstigen phytotoxischen Schäden (Chlorosen) an den bereits aufgelaufenen Pflanzen waren sehr gering.

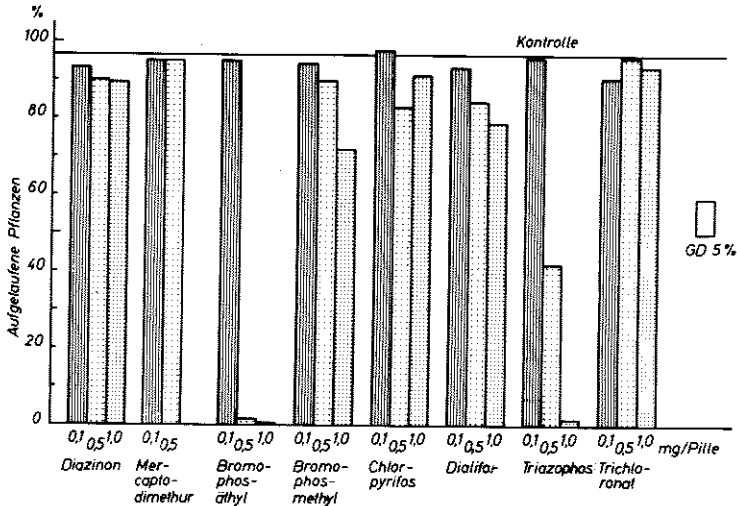
Bei 0,5 mg wirkte Bromophos-äthyl so stark phytotoxisch, daß fast keine Pflanzen mehr aufliefen, Triazophos hatte eine etwa 50-prozentige Minderung des Auflaufergebnisses zur Folge und verursachte starke phytotoxische Schäden. Die Wirkstoffe Chlorpyrifos und Dialifor verursachten in dieser Dosierung eine leichte Auflaufminderung, die Pflanzen waren kleiner und ungleichmäßiger im Wuchs. Mercaptodimethur, Diazinon, Bromophos-methyl und Trichloronat beeinflussten mit 0,5 mg AS/Pflanze das Auflaufergebnis nicht. Bromophos-methyl und Trichloronat führten jedoch zu phytotoxischen Schäden an den Keimpflanzen. Vor allem Trichloronat verursachte starke Chlorosen.

In der Aufwandmenge von 1 mg/Pille wurde der Wirkstoff Mercaptodimethur nicht mehr geprüft, da keine genügende Haftung des Pulvers in dieser Aufwandmenge an der Pille erreicht werden konnte.

Bei den Wirkstoffen Diazinon, Chlorpyrifos und Trichloronat war das Auflaufergebnis mit 1 mg/Pille nicht signifikant schlechter als bei der Kontrolle, doch wirkten Chlorpyrifos und Trichloronat stark phytotoxisch.

Ein noch befriedigendes Auflaufergebnis hatten die Behandlungen mit Bromophos-methyl und Dialifor. Sie bewirkten jedoch phytotoxische Schäden an den Keimpflanzen.

Abb. 28: Einfluß von Samenpillenbehandlungen mit verschiedenen Insektiziden auf das Auf-
laufen von Weißkohl



7.2.4.2.2. Larvenentwicklungsrate

Bei Belegung von Weißkohlpflanzen 10 Wochen nach der Aussaat, die aus den wie oben beschriebenen Pillen einzeln in Töpfen herangezogen worden waren, blieb bei den Behandlungen mit den Wirkstoffen Diazinon, Bromophos-methyl, Bromophos-äthyl, Chlorpyrifos und Trichloronat schon in der niedrigsten Aufwandmenge von 0,1 mg AS/Pille jegliche Larvenentwicklung aus. Die mit den Wirkstoffen Mercaptodimethur, Triazophos und Dialifor behandelten Pflanzen waren bei der niedrigsten Dosierung noch leicht befallen. Ab 0,5 mg AS/Pille war auch bei diesen Wirkstoffen unter den Versuchsbedingungen keine Larvenentwicklung mehr festzustellen (Tab. 59).

Bei der Belegung 14 Wochen nach Aussaat war die Wirkung der meisten Wirkstoffe deutlich geringer. Nur Dialifor und Trichloronat verhinderten bei 0,1 mg AS/Pille noch jegliche Larvenentwicklung. Bei Bromophos-äthyl, Bromophos-methyl und Chlorpyrifos zeigte sich leichter, bei

Tab. 59: Wirkung von Samenpillenbehandlungen mit
Insektiziden gegen Kohlfliegenmaden -
Gefäßversuch mit Weißkohl

Wirkstoff		Eiablage nach Aussaat					
		10 Wochen			14 Wochen		
		Aufwandmenge mg AS/Pille					
		0,1	0,5	1,0	0,1	0,5	1,0
Diazinon	a	0	0	0	15	0	1
	b	1,0	1,0	1,0	6,0	1,0	2,0
Mercapto- dimethur	a	10	0	+	39	10	+
	b	5,0	1,0	+	7,0	5,2	+
Bromophos- äthyl	a	0	0	+	4	+	+
	b	1,0	1,0	+	4,0	+	+
Bromophos- methyl	a	0	0	0	5	2	4
	b	1,5	1,0	1,0	3,4	1,5	2,3
Chlor- pyrifos	a	0	0	0	3	0	0
	b	1,0	1,0	1,0	1,8	1,0	1,2
Dialifor	a	2	0	0	0	0	0
	b	1,3	1,3	1,0	1,0	1,7	1,3
Triazophos	a	5	0	+	18	+	+
	b	2,3	1,0	+	5,0	+	+
Trichloro- nat	a	0	0	0	0	+	+
	b	1,0	1,0	1,0	1,0	+	+
Kontrolle	a	30			44		
	b	6,5			7,8		

a = Larvenentwicklungsrate %

b = Grad der Wurzelschädigung (1 = nicht geschädigt,
9 = total zerstört)

+ = wegen Auflaufschädigung keine Pflanzen vorhanden

Diazinon und Triazophos mittlerer Befall an den Pflanzen. Bei Mercaptodimethur war in dieser Dosierung keine Wirkung mehr zu beobachten.

Wegen der Keimschädigung standen Pflanzen aus Behandlungen mit 0,5 mg und 1 mg AS/Pille Bromophos-äthyl, Triazophos und Trichloronat nicht zur Verfügung.

Bei Pillen mit Applikationen von 0,5 und 1 mg AS Diazinon, Bromophos-methyl, Chlorpyrifos und Dialifor trat kein Befall oder nur geringer Befall auf. Bei Anwendung von Mercaptodimethur mit 0,5 mg AS/Pille kam es zu mittlerem Befall.

7.2.4.3. Methodik der Freilandprüfung

Aufbauend auf die Ergebnisse des Gewächshausversuches wurde 1975 im Freiland ein Spätweißkohlversuch (Aussaat 25.4.) mit insektizidbehandelten Samenpillen durchgeführt. Zur Anwendung kamen die Wirkstoffe Chlorpyrifos, Diazinon, Bromophos-methyl mit 0,1 mg AS/Pille und 0,5 mg AS/Pille und Chlorfenvinfos - wegen seiner relativ hohen Phytotoxizität - mit 0,1 mg AS/Pille sowie 0,2 mg AS/Pille.

Verglichen wurde ferner mit einer Bandbehandlung zu Beginn der Eiablage mit 100 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos-Granulat.

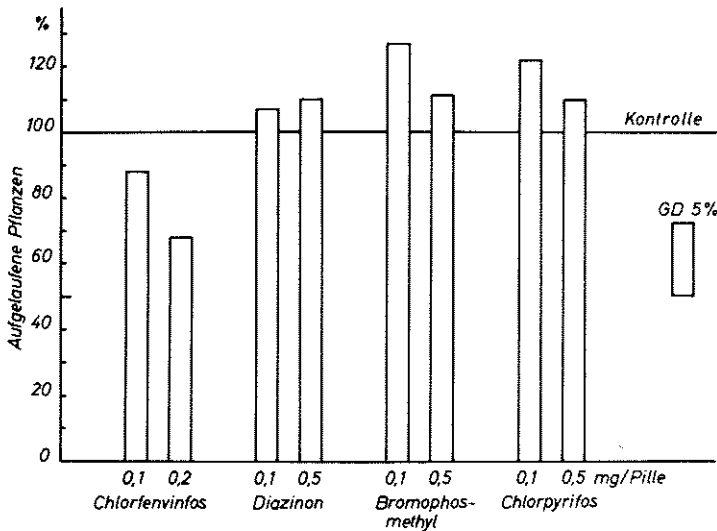
Im Jahre 1976 wurde jeweils ein Versuch mit insektizidbehandelten Samenpillen bei Frühweißkohl (Aussaat 7.4.) und Kohlrabi (Aussaat 30.4.) mit den Wirkstoffen Chlorpyrifos und Bromophos-methyl in einer Aufwandmenge von 0,1 mg bzw. 0,5 mg AS/Pille durchgeführt. Das Auftragen der Wirkstoffe erfolgte wie bei dem oben geschilderten Gewächshausversuch. Die Aussaat wurde mit einem Einzelkornsäegerät (Pillenzweig) vorgenommen. Alle Versuche wurden in vierfacher Wiederholung durchgeführt.

7.2.4.4. Ergebnis der Freilandprüfung

7.2.4.4.1. Auflaufzahl und phytotoxische Wirkung Versuchsjahr 1975

Wegen der nicht optimalen technischen Ausbringung war das Auflaufergebnis allgemein sehr mäßig (Kontrolle 37,5). Von den Insektizidbehandlungen verschlechterte nur Chlorfenvinfos das Auflaufen. Signifikant niedriger als bei der Kontrolle war die Auflaufzahl aber nur bei 0,2 mg AS/Pille (Abb. 29). Bei allen anderen Behandlungen lag die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen etwas über den Kontrollwerten, signifikant aber nur bei 0,1 mg Bromophos-methyl.

Abb. 29: Einfluß von Samenpillenbehandlungen auf das Auflaufergebnis - Spätweißkohl 1975



Deutliche phytotoxische Schäden an den Pflanzen waren nur bei den Chlorfenvinfos-Versuchsgliedern feststellbar. Besonders bei den höheren Aufwandmengen blieben die Pflanzen bis zum Schließen der Reihen im Wuchs zurück.

Versuchsjahr 1976

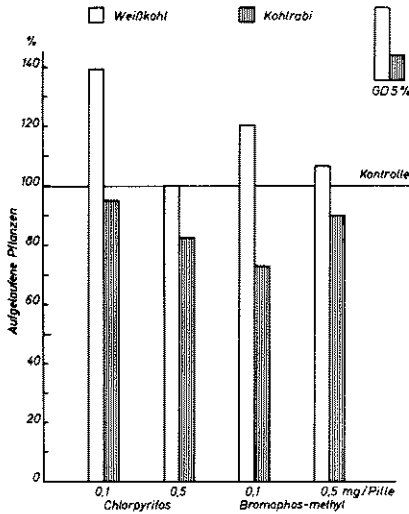
Das Auflaufergebnis der unbehandelten Parzellen des am 7.4.1976 ausgesäten Weißkohls (Versuchsglieder "unbehandelt" und "Bandbehandlung", denn die Behandlung erfolgte hier erst nach dem Auflaufen) war mit 61 % fast doppelt so hoch wie im Jahre 1975. Die Aussaat des Kohlrabi erfolgte am 30.4.1976. Nach Berechnung des Versuchs ergab sich für die Kontrolle ein Auflaufergebnis von 72 %.

Wie schon im Versuch 1975 waren die Auflaufergebnisse der Samenpillenbehandlungen bei Weißkohl etwas höher als die der Kontrolle, signifikant höher war das Auflaufergebnis aber nur bei Chlorpyrifos mit 0,1 mg AS/Pille (Abb. 30).

Bei Kohlrabi führten die Samenpillenbehandlungen dagegen zu einem signifikant niedrigeren Auflaufergebnis im Vergleich zur Kontrolle, mit Ausnahme der 0,1 mg Chlorpyrifos-Behandlung.

Phytotoxische Wirkungen auf die Keimpflanzen waren beim Weißkohl durch keine Behandlung gegeben. Bei Kohlrabi verursachten die hohen Aufwandmengen beider Mittel nach dem Auflaufen leichte Wachstumsdepressionen, die aber bei Reihenschluß nicht mehr sichtbar waren.

Abb. 30: Einfluß von Samenpillenbehandlungen auf das Auflaufergebnis - Frühweißkohl und Kohlrabi 1976



7.2.4.4.2. Larvenentwicklungsrate

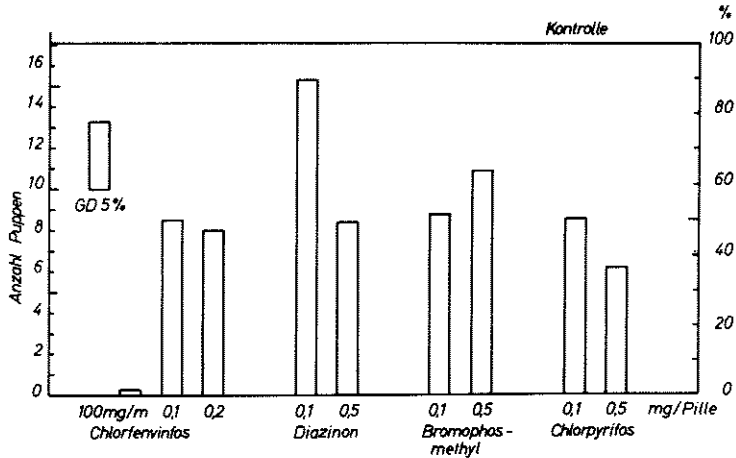
Versuchsjahr 1975

Da nicht anzunehmen war, daß so niedrige Insektizidmengen über die ganze Vegetationsperiode hinweg wirken würden, aber die Wirkung zur Zeit der Jugendentwicklung der Pflanzen von ausschlaggebender Bedeutung ist, wurde die Hälfte der Parzellen bereits zwölf Wochen nach der Aussaat, etwa zur Zeit des Reihenschließens, ausgewertet. Der Befall der Kontrolle war zwölf Wochen nach Aussaat mit 17 Puppen je Wurzel sehr hoch. Einen sehr guten Bekämpfungserfolg ergab die mitgetestete Chlorfenvinfos-Bandbehandlung mit einem Wirkungsgrad von 98 % (Abb. 31).

Von den Saatpillenbehandlungen ergab die Behandlung mit 0,1 mg/Pille Diazinon keine signifikante Wirkung, dennoch ist eine Anfangswirkung anzunehmen, da Sproß- und Wurzelgewicht signifikant höher lagen als bei der

Kontrolle. Alle anderen Behandlungen ergaben einen Wirkungsgrad zwischen 36 % und 64 %. Die beste Wirkung hatte 0,5 mg Chlorpyrifos. Signifikant höher war sie aber nur gegenüber 0,5 mg Bromophos-methyl. Auffallend gering waren die Wirkungsunterschiede zwischen der niedrigen und der hohen Aufwandmenge mit Ausnahme der Werte für Diazinon.

Abb. 31: Wirkung von Samenpillenbehandlungen auf Kohlfliegenlarven bis zwölf Wochen nach der Aussaat - Spätweißkohl 1975

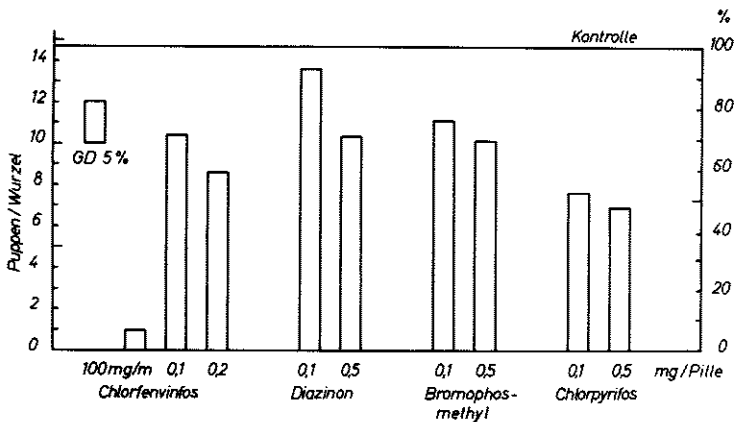


Bei der zweiten Auswertung wurden in der Kontrolle im Vergleich zur ersten Auszählung etwas weniger Puppen einschließlich Puppenhüllen (15 Stück pro Pflanze) gefunden (Abb. 32). Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß ein Teil der Puppenhüllen, besonders der ersten Generation, inzwischen so stark zersetzt war, daß sie beim Auswaschen nicht mehr gefunden wurden.

Die Wirkung der Bandbehandlung war über die gesamte Kulturdauer mit einem Wirkungsgrad von 93 % sehr

gut. Die Wirkung der Samenpillenbehandlungen war über den gesamten Zeitraum gesehen, wie zu erwarten, schlechter als zum Auswertungstermin zwölf Wochen nach Aussaat. Die niedrigere Aufwandmenge von Diazinon hatte wiederum keine signifikante Wirkung. Die beste Wirkung zeigte, wie schon beim frühen Auswertungstermin 0,5 mg AS/Pille Chlorpyrifos mit 53 % Wirkungsgrad. Dieser Wert war signifikant höher als die Werte für alle anderen Wirkstoffe mit Ausnahme von Chlorfenvinfos in der Aufwandmenge 0,2 mg AS/Pille.

Abb. 32: Wirkung von Samenpillenbehandlungen auf Kohlfliegenlarven bis zum Erntezeitpunkt (31 Wochen nach Aussaat) - Spätweißkohl 1975



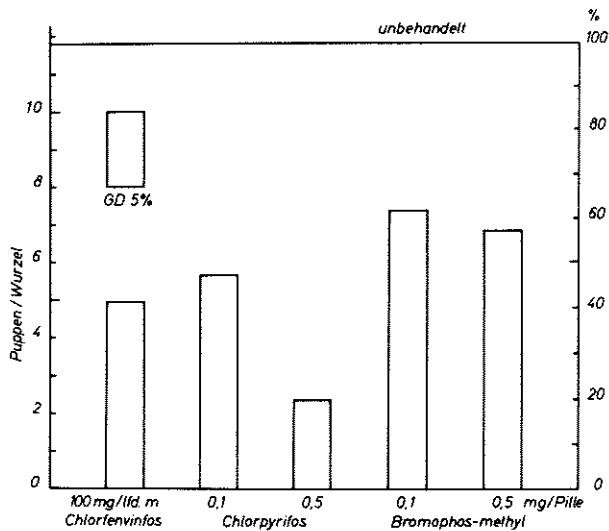
Versuchsjahr 1976

Bei dem Frühweißkohlversuch 1976 erfolgte wegen der kurzen Kulturdauer nur eine Auswertung bei der Ernte. Die Zahl der Puppen betrug für die Kontrolle 11,8 je Wurzel (Abb. 33).

Eine verhältnismäßig geringe Wirkung (knapp 60 % Wirkungsgrad) erzielte die Bandbehandlung mit 100 mg

AS/lfd. m Chlorfenvinfos-Granulat. Die Ursache hierfür ist vermutlich in der großen Trockenheit während der Versuchsdauer zu suchen, die ein in Lösunggehen und ein Einwaschen des Wirkstoffes in tiefere Bodenschichten verhinderte. Eine verhältnismäßig gute Wirkung hatten dagegen die Samenpillenbehandlungen, die teilweise besser als im Jahre 1975 abschnitten. Den höchsten Wirkungsgrad mit 80 % erreichte die Behandlung mit 0,5 mg AS/Pille Chlorpyrifos. Dieser Wert war signifikant höher als bei den Bromophosbehandlungen und bei der Bandbehandlung mit Chlorfenvinfos.

Abb. 33: Wirkung von Samenpillenbehandlungen auf Kohlfliiegenlarven bis zum Erntezeitpunkt (14 Wochen nach Aussaat) - Frühweißkohl 1976



7.2.4.4.3. Schädigung der Wirtspflanze

Versuchsjahr 1975

Nach Bildung des 6. bis 8. Blattes hoben sich die Pflanzen der insektizidbehandelten Parzellen von der Kon-

trolle durch besseres Wachstum ab. Am deutlichsten waren die Unterschiede im Wachstum zum Zeitpunkt des Schließens der Reihen zu erkennen. Im Laufe der Kulturzeit konnten sich die Kontrollen so weit erholen, daß die Unterschiede kaum mehr erkennbar waren. Auch zwischen den Wirkstoffen und den Aufwandmengen ließen sich keine wesentlichen Unterschiede feststellen.

Starke Wurzelschädigungen zeigten sich bei der ersten Auswertung zwölf Wochen nach Aussaat in der Kontrolle (Tab. 60).

Die Bandbehandlung reduzierte die Wurzelschädigung auf ein Minimum. Die Samenpillenbehandlungen führten zu einer Minderung der Wurzelschädigungen, die mit Bonitierungszahlen zwischen 4 - 5 zu bewerten waren (Kontrolle = 6,5). Die hohen Aufwandmengen minderten naturgemäß den Wurzelschädigungsgrad jeweils stärker. Wesentliche Unterschiede zwischen den Wirkstoffen konnten nur bei der niedrigen Aufwandmenge festgestellt werden. Die geringste Senkung der Wurzelschädigung erzielte 0,1 mg Diazinon. Die Werte für die anderen Wirkstoffe lagen sehr dicht beieinander. Bei der zweiten Auswertung zum Erntezeitpunkt, nach voller Ausbildung der Köpfe, zeigte sich, daß die am ersten Bonitierungsstermin festgestellten Fraßschäden sich zum Teil in der Zwischenzeit etwas ausgewachsen hatten.

Tab. 60: Einfluß von Samenpillenbehandlungen auf
den Wurzelschädigungsgrad
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt, 9 = total zerstört

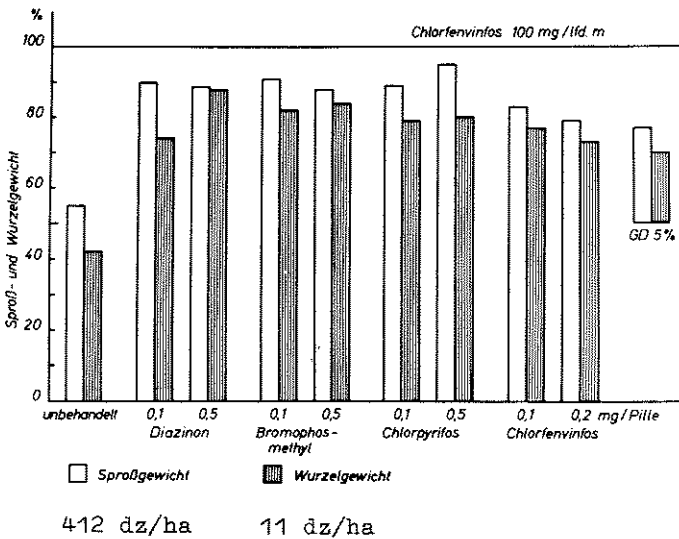
Wirkstoff	Bonitierung			
	Wochen nach der Aussaat			
	12		22	
	mg AS/Pille		mg AS/Pille	
	0,1	0,5	0,1	0,5
Chlorfenvinfos	5,0	4,3 ⁺	4,6	4,3 ⁺
Diazinon	5,8	4,3	5,1	4,3
Bromophos-methyl	5,1	4,5	4,6	4,6
Chlorpyrifos	5,0	4,3	4,3	4,1
Bandbehandlung 100 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos	1,3		1,7	
unbehandelt	6,5		5,8	

+ Aufwandmenge 0,2 mg AS/Pille

Das Sproßgewicht der aus den insektizidbehandelten Samenpillen herangewachsenen Pflanzen betrug 12 Wochen nach der Saat mit Ausnahme der Chlorfenvinfos-Behandlungen 88 - 97 % des Sproßgewichtes der Bandbehandlung mit 100 mg AS/lfd. m Chlorfenvinfos-Granulat (Abb. 34). Das niedrigere Sproßgewicht der Pflanzen nach Chlorfenvinfos-Samenpillenbehandlungen ist auf die phytotoxische Wirkung zurückzuführen. Zwischen den Aufwandmengen (0,1 und 0,5 mg AS/Pille) ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede im Sproßgewicht. Das Sproßgewicht der Kontrolle lag um 45 % niedriger als bei der Bandbehandlung. Wegen der

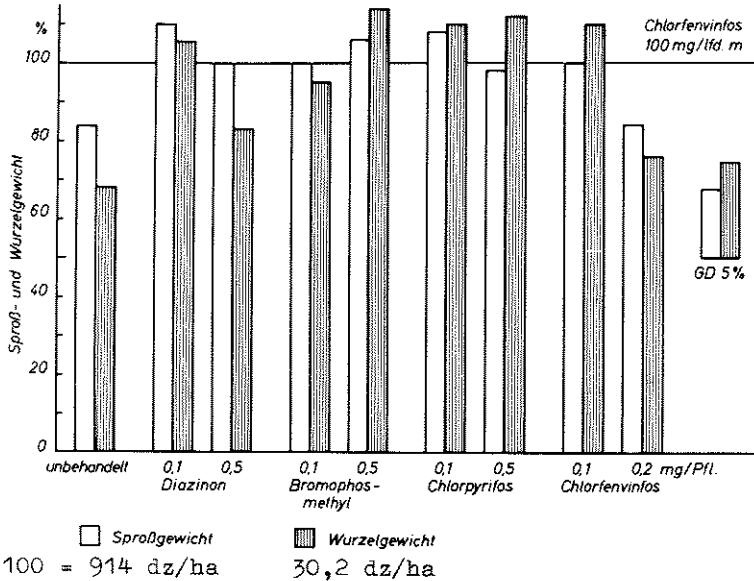
starken Streuung waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Samenpillenbehandlungen sowie zwischen Samenpillenbehandlungen und Bandbehandlung nicht statistisch gesichert.

Abb. 34: Einfluß von Samenpillenbehandlungen auf das relative Sproß- und Wurzelgewicht bis zwölf Wochen nach Aussaat - Spätweißkohl 1975



Nach abgeschlossener Kopfbildung betrug das Sproßgewicht der Pflanzen aus insektizidbehandelten Samenpillen 84 - 110 % der Bandbehandlung. Der zum Zeitpunkt des Reihenschließens beobachtete Ertragsverlust war mit Ausnahme der 0,2 mg Chlorfenvinfos-Behandlung damit noch ausgeglichen worden. Ebenso konnte sich die Kontrolle erholen, so daß der Ertragsverlust gegenüber der Bandbehandlung nur noch 16 % betrug (Abb. 35).

Abb. 35: Einfluß von Samenpillenbehandlungen auf das relative Sproß- und Wurzelgewicht nach abgeschlossener Kopfbildung (22 Wochen nach Aussaat) - Spätweißkohl 1975



Bei der Auswertung der Wurzelgewichte zeigte sich, daß sowohl bei den Samenpillenbehandlungen als auch bei der unbehandelten Kontrolle die Wurzelgewichtsverluste höher waren als die Sproßgewichtsverluste. Zwischen den Samenpillenbehandlungen waren keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Die Wurzelgewichtsverluste gegenüber der Bandbehandlung waren nur teilweise statistisch gesichert (Abb. 34). Bei der Ernte ergab sich bei den meisten Samenpillenbehandlungen kein oder nur noch ein geringer Wurzelgewichtsverlust. Die Kontrollpflanzen konnten ebenfalls einen Teil des starken Wurzelgewichtsverlustes zur Zeit des Reihenschließens aufholen. Zur Ernte betrug er aber dennoch gegenüber der Bandbehandlung mehr als 30 % (Abb. 35).

Versuchsjahr 1976

Stärkere Schädigungen wurden durch Madenfraß nicht beobachtet. So ergab auch die Auswertung der Wurzelschädigung nur einen mittleren Schädigungsgrad der unbehandelten Pflanzen. Die geringste Reduzierung des Schädigungsgrades erzielten die Bromophos-methyl-Behandlungen. Die geringsten Wurzelschädigungen wurden wiederum durch die Chlorpyrifos-Behandlungen mit 0,5 mg AS/Pille erreicht.

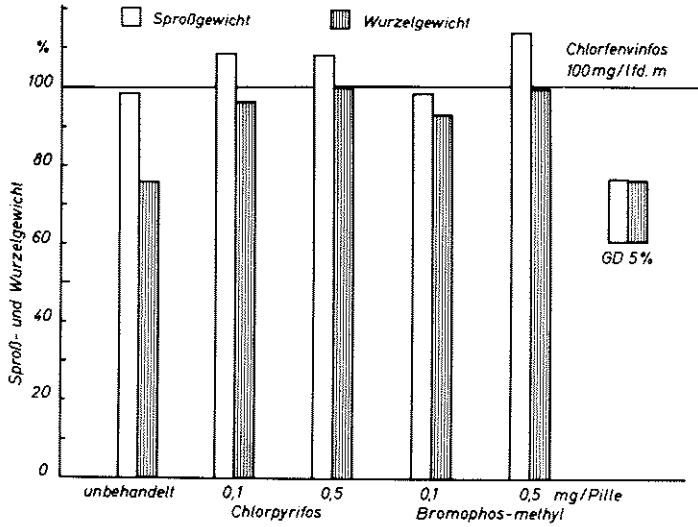
Tab. 61: Einfluß von Samenpillenbehandlungen auf den Wurzelschädigungsgrad - Frühweißkohl 1976
Bonitierungsschema 1 - 9:
1 = nicht geschädigt, 9 = total zerstört

unbe- handelt	Aufwandmenge in mg AS					
	Chlorfen- vinfos	Chlorpy- rifos		Bromophos- methyl		
	/lfd. m 100	/Pille 0,1	0,5	/Pille 0,1	0,5	
4,9	3,1	3,6	2,7	4,0	4,1	

Für das Sproßgewicht ergaben sich leichte Mehrerträge durch die Samenpillenbehandlungen im Vergleich zu "unbehandelt" und zur "Bandbehandlung", mit Ausnahme von 0,1 mg AS/Pille Bromophos. Sie ließen sich aber nicht statistisch sichern (Abb. 36).

Das Wurzelgewicht wurde dagegen durch alle Insektizid-behandlungen signifikant erhöht (Abb. 36).

Abb. 36: Einfluß von Samenpillenbehandlungen auf
das relative Sproß- und Wurzelgewicht
- Frühweißkohl 1976



100 = 217 dz Sproßgewicht 7,3 dz/ha Wurzelgewicht

8. Diskussion

Eine der Grundlagen für die Bestimmung des durch die Kohlflyge verursachten Schadens war die Ermittlung des Befallsdruckes. Aus den ermittelten Werten zum Flugverlauf und zur Eiablage kann eine eindeutige Korrelation nicht abgeleitet werden (siehe Abb. 1 - 3). Die Zahl der gefangenen Fliegen ist somit kein Maß für den Befallsdruck und kann als Maßzahl für eine Befallsprognose kaum genutzt werden. Die Auswertung der Eiablagezahlen ergab dagegen konkrete Hinweise auf den zu erwartenden Befall. Auffallend war, daß die Zahl der je Pflanze abgelegten Eier während der ersten Generation in allen Versuchsjahren am höchsten war und mit jeder weiteren Generation geringer wurde. Die gleiche Tendenz fanden FINCH, SKINNER und FREEMAN (1975) in zweijährigen Untersuchungen in England. In Holland ermittelte ABU YAMAN (1960) in vier von fünf Jahren ebenfalls deutlich geringere Eizahlen für die zweite und dritte Generation gegenüber der ersten. Eine der Ursachen hierfür ist wahrscheinlich die Zunahme der angebauten Kohlpflanzen und damit der absoluten Wirtspflanzenzahl im weiteren Verlauf der Vegetationszeit. Diese kommt aber als alleinige Ursache kaum in Frage, da die Zahl der abgelegten Eier wesentlich stärker sank als die Zahl der in den Gelbschalen gefangenen Fliegen, so daß die Zahl der abgelegten Eier je Weibchen bei den späteren Generationen wesentlich geringer sein muß. Nach Untersuchungen von FINCH (1971), FINCH und COAKER (1969 b) spielt hierfür ein Nahrungsmangel für die Fliegen unter den Bedingungen in England keine Rolle.

Ob evtl. auch eine Parasitierung durch den Pilz Entomophthora, wie sie FINCH (1971) in Feldkäfigen beobachtete, unter praktischen Verhältnissen von Bedeutung ist, bleibt noch zu klären. Als weiterer die Eiproduktion reduzierender Faktor ist wohl die in den Sommermonaten meist höhere Temperatur anzusehen (HARRIS und SVEC 1966, MILES 1953). Bei einer Betrachtung

tung der Relation zwischen Flug- und Eiablagedaten muß ferner die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß die Gelbschalen auf die Kohlfliegen während der Vegetationszeit unterschiedlich attraktiv wirken. Auch könnte die verminderte Anzahl gefundener Eier auf die Aktivität von Prädatoren zurückgeführt werden, die während der späteren Generationen in größerer Zahl auftreten als zur Zeit der ersten Kohlfliegengeneration.

Die Beobachtungen zu einem stärkeren Randbefall der kontrollierten Kohlflächen stimmen weitgehend mit den Ergebnissen von KOSELEV (1971) überein; ABU YAMAN (1960) fand dagegen keinen verstärkten Randbefall. KOSELEV (1971) konnte im Gegensatz zu den eigenen Untersuchungen allerdings nur während der Frühjahrs-generation einen erhöhten Randbefall feststellen. Aus seinen Ergebnissen leitete er Empfehlungen für eine Randstreifenbehandlung mit Insektiziden ab. In den eigenen Untersuchungen ergab sich bereits nach wenigen Metern vom Rand ein Abfall für die Eiablagezahlen von bis zu 50 %, der bei schwächerem Befall eine Randbehandlung von Flächen unter 1 ha mit etwa 5 m Breite ausreichend erscheinen läßt. Den Versuchen nach ist die Stärke des Randbefalls aber keineswegs von allen Himmelsrichtungen her gleichmäßig. Der Anflug zur Eiablage erfolgt vielmehr von Nahrungs- und Schutzpflanzen aus, wie blühenden Hecken, Gräsern, Sträuchern und Getreidebeständen (HAWKES 1970) und wechselt häufig auf ein und denselben Standort während der Vegetationsperiode.

Die in den Versuchen beobachtete unterschiedliche Eiablageattraktivität verschiedener Kohlarten, -sorten und Entwicklungsstadien von Kohlpflanzen wurde auch von anderen Autoren festgestellt (COAKER 1970, DOANE und CHAPMAN 1962, ELLIS und HARDMAN 1974, ELLIS et al. 1976, MUKERJI 1969, POND und MOORE 1965). Attraktivitätsunterschiede kommen nach den eigenen Untersuchungen nur bei Vorhandensein von unterschiedlich attraktiven Pflanzen am gleichen Standort zur Wirkung. ELLIS et al.

(1976) fanden dagegen auch in Versuchskäfigen ohne Wahlmöglichkeit bei Radieschen unterschiedliche Eiablagezahlen. Allerdings wurden die Versuche nur über einen Zeitraum von sechs Tagen durchgeführt, so daß auch ein Zurückhalten der Eier mitgewirkt haben könnte.

Wie weit unterschiedlich attraktive Pflanzen von einander entfernt stehen dürfen, damit Kohlfliegenweibchen zwischen diesen noch aktiv wählen können, konnte in den Laborversuchen nicht geklärt werden. Einen Anhaltswert können nur die zwei Versuchsflächen des Jahres 1975 geben, auf denen Blumenkohl und Weißkohl etwa 25 m entfernt voneinander standen (siehe 3.2. und 6.8.). Hierbei wurden die beiden Kohlarten während der ersten Generation etwa gleich stark belegt, obwohl sie im Labor-Wahlversuch eine stark unterschiedliche Eiablageattraktivität gezeigt hatten.

Eine olfaktorische Anlockung konnte von HAWKES (1971) nur bis zu 30 m Entfernung festgestellt werden. ZOHREN (1968) gibt für eine Anlockung der Weibchen zur Eiablage optische und olfaktorische Reize an. Eine gerichtete Orientierung über größere Entfernungen konnte auch in Versuchen von FINCH und SKINNER (1975) mit markierten Fliegen nicht nachgewiesen werden. Die Eiablage selbst wird nach TRAYNIER (1967) durch Kontakt-Chemostimulation veranlaßt. Es ist daher anzunehmen, daß Attraktivitätsunterschiede nur über kurze Distanzen wahrgenommen werden können.

Die theoretisch denkbare Nutzung der Attraktivitätsunterschiede würde den gleichzeitigen Anbau von stark attraktiven und weniger attraktiven Pflanzen zur Voraussetzung haben.

Etwas anders dürften die Verhältnisse bezüglich der unterschiedlichen Belegung verschiedener Entwicklungsstadien der Pflanzen zu beurteilen sein. Bei Pflanzen bis zum 2-Blattstadium konnte im Freiland keine Eiablage beobachtet werden. Die gleiche Beobachtung machte SWAILES (1958). Durch die kleine Blattoberfläche

und den geringen Bedeckungsgrad der Bodenoberfläche ist vermutlich auch aus einer geringen Entfernung keine optische oder olfaktorische Anlockung zu erwarten, so daß die Imagines auf weiter entfernte Flächen mit weiter entwickelten Kruziferen ausweichen, zumal eine Wanderung der Kohlfliege im Radius von zwei bis drei Kilometern vom Schlupfort nach Untersuchungen von FINCH und SKINNER (1975) durchaus möglich ist.

Die Untersuchungen zur Larvenentwicklungsrate in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit ergaben das erwartete Ergebnis, nämlich ein Absinken der Schlupfrate bei fallender relativer Luftfeuchte. Ein starker Abfall der Schlupfrate setzt bei konstanter relativer Luftfeuchtigkeit unterhalb von 70 % ein. Mit welcher Häufigkeit derartige Verhältnisse in der oberen Bodenschicht vorkommen, ist nicht zu übersehen. Vermutlich wird ein Einfluß der relativen Feuchte der Bodenluft auf die Schlupfrate nur bei lang anhaltender und starker Trockenheit gegeben sein.

Die Untersuchungen des Temperatureinflusses im Bereich von $+10^{\circ}$ C bis $+25^{\circ}$ C auf die Schlupfrate ließen nur geringe Wirkung erkennen. Bei kurzzeitigem Frost ergab sich kein wesentlicher Abfall der Schlupfrate, so daß vermutlich im Frühjahr auftretende Bodenfröste keine Befallsminderung bedingen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Nahrungsaufnahme durch die Larven verdeutlichen die besondere Bedeutung der vorhandenen Wurzelmasse für die Schädwirkung. Eine kleine Wurzel wird bereits durch wenige Larven völlig zerstört, während eine große Wurzel einer ausgewachsenen Pflanze den Fraß von zehn und mehr Larven tolerieren kann, ohne daß der Sproß Schäden zeigt. Ein Befall kurz nach dem Pflanzen verursacht deshalb, wie die Untersuchungen bei verschiedenen Entwicklungsstadien der Pflanzen gezeigt haben, besonders starke Schäden.

Eine gezielte Wahl des Pflanztermins bietet daher die Möglichkeit, den Schaden zu reduzieren, indem die Pflanztermine so gelegt werden, daß sie nicht mit den Eiab-

lagehöhepunkten zusammenfallen. Für Frühkohl bedeutet das eine möglichst frühe Pflanzung vor Beginn des Fluges der ersten Generation und für Spätkohl eine Pflanzung nach Flugende der ersten Generation, wie dies z.B. in der Praxis des Industriekohlanbaus häufig erfolgt. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß sich die Flugzeiten je nach Witterung um 2 - 3 Wochen verschieben können und eine volle Sicherheit auf diese Weise nicht erreicht werden kann. Eine Verminderung der Schadwirkung durch Abnahme der Larvenentwicklungsrate bei fortgeschrittenem Entwicklungsstadium der Kohlpflanzen ist nach den Versuchen im Gewächshaus nicht ganz auszuschließen. Es ergab sich aber nur im Versuch B (siehe 6.2.2.1.) von dem Belegungstermin vier Wochen nach dem Pflanzen zum Termin sechs Wochen nach dem Pflanzen eine Abnahme der Entwicklungsrate. Ob diese Abnahme der Entwicklungsrate aber tatsächlich durch Altersresistenz verursacht wurde, läßt sich wegen des zwangsläufig unterschiedlichen Eimaterials und der verschiedenen Belegungstermine mit diesem Versuch nicht sicher beweisen. Faktoren, die unter Gewächshausbedingungen zu einer Senkung der Larvenentwicklungsrate führen, dürften sich im Freiland wesentlich stärker auswirken, da die Entwicklungsbedingungen für die Larven dort erheblich ungünstiger sind.

Die Hypothese, gute Wasserversorgung der Pflanzen könne den Schaden durch Madenfraß reduzieren, konnte nicht bestätigt werden. Die von SCHNITZLER (1969) festgestellten geringeren Schäden bei ständiger Beregnung waren überwiegend auf die verminderte Eiablage zurückzuführen. COAKER (1965) konnte keine Reduktion des Schadens durch Madenfraß bei Beregnung feststellen.

Die Ursachen für gleich starke Schädigung bei unterschiedlicher Wasserversorgung und gleicher Eizahl sind in der etwa gleich großen Wurzelmasse bei hoher wie auch bei niedriger Wasserversorgung sowie der Verringerung der Sproßmasse bei niedriger Wasserversorgung und damit verbundenem geringeren Wasserbedarf

zu suchen. Außerdem nimmt die Härte des Wurzelgewebes bei sinkendem Bodenwassergehalt zu, so daß die Fraßtätigkeit der Larven erschwert wird. Ferner wird die sekundäre Fäulnis bei niedrigem Wassergehalt des Bodens eingeschränkt. Auf der anderen Seite nimmt die Regenerationsfähigkeit (Adventivwurzelbildung) der Wurzeln mit sinkender Wasserversorgung (ABU YAMAN 1960) ab. Niederschläge zum Ende der Fraßtätigkeit der Larven werden deshalb den Schaden in der Regel mindern.

Einen bemerkenswert geringen Einfluß auf die Schadenshöhe hatten auch Unterschiede in der relativen Luftfeuchtigkeit. Auch bei reduzierter Transpiration konnten die Pflanzen den Schaden durch den Madenfraß nicht ausgleichen. Vermutlich ist dies durch eine Zerstörung des Gefäßsystems bedingt, wodurch nicht nur der Wassertransport, sondern auch der Transport von Nährstoffen und Assimilaten beeinträchtigt ist.

Eine Erhöhung der Stickstoffversorgung bewirkte eine Verminderung des Schadens durch den Madenfraß. Das Wurzelgewicht der Pflanzen ohne Befall wurde durch die im Versuch geprüfte höchste N-Gabe zwar nur wenig erhöht, bei den befallenen Pflanzen war der Verlust an Wurzelgewicht bei der höchsten N-Gabe gegenüber der niedrigen und mittleren N-Gabe dennoch wesentlich geringer. Es kann daher angenommen werden, daß das Regenerationsvermögen der Wurzeln durch hohe N-Gaben gesteigert wird. So hohe Unterschiede in der N-Versorgung, wie sie im Versuch gegeben waren, werden in der Praxis allerdings nicht auftreten, so daß mit weit geringeren Wirkungen zu rechnen ist.

Größere Unterschiede in der Toleranz der Kohlarten gegenüber dem Madenfraß konnten bei den geprüften Frühkohlsorten nicht beobachtet werden. Erstaunlich war, daß die durch die Kohlart bedingten großen Wurzelgewichtsunterschiede sich bei Madenfraß nicht in einem entsprechend unterschiedlichem relativen Wurzel- und Sproßgewicht niederschlugen. Wenn man davon ausgeht,

daß die Menge des aufgenommenen Pflanzengewebes durch die Larven bei allen Kohlarten gleich war, setzt dies ein unterschiedliches Regenerationsvermögen der Wurzeln voraus.

Von großer Bedeutung für die Schädigung im Freiland ist ferner der von der jeweiligen Einzelpflanze benötigte Standraum. Kohlrabi erfordert etwa nur ein Drittel des Standraumes der meisten übrigen Kohlarten. Die sich daraus ergebende dreimal so hohe Pflanzenzahl je Flächeneinheit muß deshalb bei gegebener Fliegenpopulation beim Kohlrabi zu Eiablagezahlen führen, die nur ein Drittel der Werte für die übrigen Kohlarten betragen (ECKENRODE und CHAPMAN 1971; FINCH, SKINNER und FREEMAN 1976). Theoretisch kann die Populationsdichte bei Kohlrabi deshalb dreimal so hoch sein, ehe ein gleichwertiger Befall gegeben ist. Diese Verhältnisse werden im Freiland aber nur während der Jugendentwicklung zum Tragen kommen, da mit fortschreitender Entwicklung der Pflanzen - für die Kohlarten mit größerem Standraum - eine größere Ausdehnungsmöglichkeit des Wurzelsystems besteht, die im durchgeführten Gefäßversuch (siehe 6.6.1.) wegen des beschränkten Standraumes nicht vorhanden war. Nicht berücksichtigt wurde in diesem Versuch zur Toleranz der Kohlarten die Qualität der Köpfe. Im Freiland kann aber eine unterschiedliche Reaktion von Blumenkohl und den einzelnen Kopfkohlarten festgestellt werden. Die Blume des Blumenkohls reagiert sehr empfindlich auf alle Wachstumsstörungen. Bereits relativ geringer Madenfraß an der Wurzel führt deshalb schon zu Qualitätsminderungen und zu Erlöseinbußen. Kopfkohl bildet dagegen noch bei relativ starkem Befall feste Köpfe aus.

Innerhalb des Blumenkohlsortimentes konnte eine unterschiedliche Anfälligkeit gegenüber Madenfraß festgestellt werden. Diese Toleranzunterschiede beruhen scheinbar auf unterschiedlicher Härte des Wurzelgewebes. Besonders deutlich wurde der Unterschied beim Vergleich der Sorten 'Delira' und 'Flora Blanca'.

'Delira' war die Sorte mit der stärksten Ertragsreduktion und dem weichsten Wurzelgewebe, auch fielen die Jungpflanzen leicht um. Die Sorte 'Flora Blanca' mit dem geringsten Ertragsverlust nach Madenfraß zeigte dagegen im Jungpflanzenstadium eine hohe Standfestigkeit und einen sehr festen Stengel. Wie schon beim Vergleich der verschiedenen Kohlarten, so konnte auch im Sortenversuch mit Blumenkohl kein direkter Zusammenhang zwischen dem sortenspezifischen Wurzelgewicht und den Wurzel- und Sproßgewichtsverlusten durch Madenfraß festgestellt werden. Aus den eigenen Versuchen ergeben sich keine Hinweise darauf, daß das Wurzelgewebe verschiedener Kohlarten bzw. -sorten die Larvenentwicklungsrate unterschiedlich beeinflußt. COAKER (1968) stellte bei verschiedenen Kohlsorten ebenfalls gleiche Entwicklungsraten fest. MATTHEWMAN und LYALL (1966) fanden bei Kopfkohl unterschiedliche Toleranz verschiedener Sorten gegen Madenfraß. SWAILES (1960, 1968) dagegen konnte an isolierten Wurzelstücken verschiedener Kohlrübensorten unterschiedliche Eindringraten der Larven ermitteln.

Von besonderer Schwierigkeit ist die Beantwortung der Frage, unter welchen Bedingungen eine Bekämpfung mit Insektiziden erfolgen sollte und welcher Wirkungsgrad zu fordern ist. Aus der Zahl der abgelegten Eier und dem Eiablagezeitraum in Verbindung mit dem Pflanztermin ergeben sich nur grobe Anhaltspunkte für den zu erwartenden Schaden. Dies liegt an den Schwankungen der Larvenentwicklungsraten, die im voraus kaum abzuschätzen sind. In den durchgeführten Freilandversuchen lagen diese in der Mehrzahl der Versuche zwischen 10 % und 20 %, maximal (nur ein Versuch) kamen 30 % vor. Die Larvenentwicklungsraten waren damit wesentlich niedriger als in den Gefäßversuchen, die meist eine Entwicklungsrate von etwa 50 % aufwiesen. ABU YAMAN (1960) ermittelte 3 - 20 %, MUKERJI (1971) durchschnittliche Entwicklungsraten im Freiland von 25 %. Nach HUGHES und SALTER (1959) ist als Haupt-

faktor bei der Dezimierung der Larvenzahlen der Fraß durch Prädatoren anzusehen. Nach MUKERJI (1971) und ABU YAMAN (1960) ist dagegen für die Larvenentwicklungsrate die Mortalität während des ersten Larvenstadiums durch fehlendes Eindringvermögen in die Wurzel der Wirtspflanze ausschlaggebend. Die Mortalität während der einzelnen Entwicklungsstadien ist deutlichen Schwankungen unterworfen. Eine von der Populationsdichte abhängige Mortalität, wie sie im Gefäßversuch in Verbindung mit der Pflanzenentwicklung auftrat, konnte auch von BENSON (1973), HUGHES und MITCHELL (1960) und MUKERJI (1971) gefunden werden. MUKERJI (1971) fand eine besonders starke Zunahme der Puppenparasitierung bei steigender Puppendichte. Für eine Minderung des Schadens an der Pflanze kommt nur die Mortalität vor dem Puppenstadium in Frage. Sie ist deshalb bei einer Prognose von ausschlaggebender Bedeutung. Für eine Schadensprognose ist von einer relativ hohen Entwicklungsrate auszugehen, um auch Fälle einer extremen Gefährdung der Kultur einzuschließen. Nimmt man an, daß ein 5-prozentiger Ertragsverlust bei Kopfkohl nicht überschritten werden soll und bei Blumenkohl kein merklicher Qualitätsverlust eintreten darf, dann sollte nach den durchgeführten Untersuchungen im Durchschnitt die Zahl der Puppen für Kopfkohl nicht wesentlich über zehn und für Blumenkohl nicht wesentlich über fünf je Wurzel liegen. Geht man weiter davon aus, daß eine Entwicklungsrate von über 20 % nur selten vorkommt, so darf die Zahl von 50 Eiern je Pflanze für Kopfkohl und 25 Eier je Pflanze für Blumenkohl nicht überschritten werden.

Diese Werte gelten für die Zeit bis zu sechs Wochen nach der Pflanzung. Eier, die zu einem späteren Zeitpunkt abgelegt werden, beeinflussen den Ertrag bei einem sich normal entwickelnden Bestand kaum. Unter Berücksichtigung der ermittelten Ertragswerte nach Eiblage zu verschiedenen Terminen und der oben genannten Grenzwerte für den 6-Wochen-Zeitraum dürfen etwa folgende Eizahlen für die einzelnen Zeiträume nach dem Pflanzen nicht überschritten werden:

Im Zeitraum	Eier/Pflanze/Woche	
	Kopfkohl	Blumenkohl
0 - 2 Wochen nach dem Pflanzen	10	5
3 - 4 Wochen nach dem Pflanzen	20	10
5 - 6 Wochen nach dem Pflanzen	30	15
<hr/>		
0 - 6 Wochen nach dem Pflanzen insgesamt jedoch nicht mehr als	50	bzw. 25 Eier

Diese Werte können natürlich nur für sich gut entwickelnde Pflanzen (schnelles Anwachsen nach dem Verpflanzen, keine anderweitige Schädigung) gelten. Im Untersuchungszeitraum wurde am Versuchsort bei Berücksichtigung dieser Daten die Schadensschwelle für Blumenkohl fast immer überschritten. Nur bei Pflanzung nach Flugende der zweiten Generation lag der Befall etwa in Höhe der Schadensschwelle. Auch für Kopfkohl wurden die angegebenen Werte von der Frühjahrsgeneration immer weit überschritten, bei der zweiten Generation lagen sie teils über und teils unter der Schadensschwelle, die dritte Generation erreichte die Schadensschwelle nicht mehr. Für den Versuchsstandort lassen sich daraus folgende Empfehlungen ableiten:

Die Bekämpfung der ersten Generation hat mit hohem Wirkungsgrad (80 - 90 %) zu erfolgen. Er muß für Blumenkohl höher liegen als für Kopfkohl. Für die Bekämpfung der zweiten Generation an Blumenkohl ist ein mittlerer Wirkungsgrad (60 - 80 %) und für Kopfkohl ein niedriger Wirkungsgrad (40 - 60 %) erforderlich. Die dritte Generation macht bei Kopfkohl keine Bekämpfung mehr notwendig und bei Blumenkohl nur eine Bekämpfung mit niedrigem Wirkungsgrad.

Bei einer vergleichenden Prüfung verschiedener insektizider Granulate erwies sich unter den eingesetzten Präparaten Chlorfenvinfos als die wirksamste Substanz. Ähnliche Ergebnisse wurden von GOBLE et. al. (1972), HERTVELDT (1970), OSBORN (1968), READ (1970, 1971), PERCIVALL und WHEATLEY (1973), PERCIVALL und THOMPSON (1975, 1976) gefunden. Positiv zu sehen ist dabei auch die relativ geringe Wirkung dieser Substanz auf Prädatoren (HASSAN 1969, MOWAT und COAKER

1967). Für verschiedene andere Insektizide konnte von einer Reihe Autoren eine starke Wirkung auf Prädatoren und Parasiten festgestellt werden (COAKER 1966, READ 1960, WHEATLEY 1972). Neben Chlorfenvinfos steht noch eine Reihe weiterer gut wirksamer Substanzen - nach den Versuchsergebnissen z.B. Bromophos-methyl, Carbofuran, Diazinon, Fonofos und Trichloronat - für die Kohlfliegenbekämpfung zur Verfügung. Bei der Bewertung von insektiziden Wirkstoffen müssen neben der spezifischen Wirksamkeit stets noch weitere Eigenschaften wie z.B. toxikologische Daten, Phytotoxizität, Form und Kosten der Anwendung sowie die Wirkung auf die Biozönose Berücksichtigung finden.

Die Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Applikationstechniken ergaben je nach Verfahren und Wirkstoff beträchtliche Einsparungsmöglichkeiten für die Aufwandmenge. Die größte Einsparungsmöglichkeit läßt sich durch möglichst weitgehende Verringerung der behandelten Fläche erzielen, da eine Bekämpfung nur an der Hauptwurzel, dem eigentlichen Fraßort der Larven, erfolgen muß. CHAPMAN und ECKENRODE (1973) ermittelten bei einer Applikation des Wirkstoffes Diazinon bereits bei Entfernung 1,5 cm vom Stengelgrund einen Abfall der Wirkung. MOWAT (1975) stellte nur dann eine genügende Wirkung bei Chlorfenvinfos fest, wenn die Applikation innerhalb eines Radius von 2,5 cm um die Pflanze erfolgt.

Bei der Stengelgrundbehandlung erzielten 10 mg AS/Pflanze Chlorfenvinfos etwa einen Wirkungsgrad von 85 - 95 % und dürften damit für die Behandlung gegen die Frühjahrsgeneration auch unter ungünstigen Bedingungen ausreichen. 3 mg AS/Pflanze ergaben 70 - 80 % Wirkungsgrad. Für die zweite Generation würden demnach aufgerundet 5 mg AS/Pflanze für Blumenkohl und 2,5 mg AS/Pflanze für Kopfkohl genügen. Bei Pflanzung nach der zweiten Generation wären auch für Blumenkohl 2,5 mg AS/Pflanze ausreichend.

Für die Bandbehandlung lassen sich nur Anhaltswerte für eine Dosierung angeben. Als Beispiel seien die Daten für Chlorfenvinfos genannt. Für die Frühjahrs-generation sind 50 mg AS/lfd. m bei 5 cm Bandbreite und für die zweite Generation 25 mg AS/lfd. m ausreichend.

Die Versuche mit Wurzelbehandlungen (Aufbringen der Präparate auf die Wurzel vor dem Pflanzen) brachten im ersten Versuchsjahr einen unbefriedigenden Bekämpfungserfolg. Wegen des niedrigen Befalls zeigten sich keine signifikanten Ertragsunterschiede zu 'Unbehandelt'. Im zweiten Versuch war die Wirkung besser. Chlorfenvinfos konnte bei 5 mg AS/Wurzel dabei einen Wirkungsgrad von 80 % und den gleichen Ertrag wie bei einer Reihenbehandlung mit 100 mg AS/lfd. m erreichen. Trotz wesentlich geringerem Wirkungsgrad bei 1 mg AS/Wurzel lag der Ertrag nicht signifikant niedriger, so daß für Kopfkohl diese Aufwandmenge ausreichend zu sein scheint, zumal der Befall in der Kontrolle extrem stark war. Bromophosmethyl konnte dagegen nur bei 5 mg AS/Wurzel einen ausreichenden Bekämpfungserfolg erzielen. Ausschlaggebend für die guten Erträge der Wurzelbehandlungen im Jahre 1976 war die weitgehende Reduzierung des Fraßes im Bereich der Nebenwurzeln, wo das Insektizid bei der Behandlung haften blieb. Da das Hypokotyl beim Verpflanzen mit in den Boden gelangt war, trat hier Fraßschaden auf, der aber nicht zu einer Schädigung des Sprosses führte. Der geringere Fraß am Wurzelhals bei 5 mg AS/Wurzel Chlorfenvinfos ist entweder auf eine systemische Wirkung oder Diffusion des Wirkstoffs in die oberen Bodenschichten zurückzuführen. Für eine teilsystemische Wirkung sprechen die Untersuchungen von BALINOV und STRAKA (1974), die in den Stengeln und Wurzeln etwa 2 ppm Chlorfenvinfos nach Stengelgrundbehandlung mit 50mg AS/Pflanze fanden.

Für den Anbau im Direktsaatverfahren dürfte der Wirkungsgrad des wirksamsten Mittels Chlorpyrifos (0,5 mg AS/Pille) mit 60 - 80 % bei mittlerem Befall ausreichen. Wie die Untersuchungen an Kohlrabi zeigten, können bei einer Aufwandmenge von 0,5 mg AS/Pille leichte phytotoxische Schäden auftreten. Für diese Anwendungsform ist eine besonders breite Prüfung auf Phytotoxizität bei verschiedenen Kohlarten und Kohlsorten unerlässlich.

Wurzel- und Saatgutbehandlungen haben zwar den Nachteil, daß sie stets prophylaktisch erfolgen müssen. Die ausreichenden Wirkstoffmengen pro Flächeneinheit sind dafür aber extrem niedrig; z.B. werden bei einer Wurzelbehandlung mit 1 mg AS/Wurzel (4 Pflanzen/m²) nur 40 g AS/ha und bei einer Saatgutbehandlung mit 0,5 mg AS/Pille (8 cm Pillenabstand und 50 cm Reihenabstand) 125 g AS/ha ausgebracht. Bei einer Ganzflächenbehandlung würde der Aufwand dagegen 8 kg AS/ha betragen. Mit den geringen Aufwandmengen, wie sie mit der Wurzel- und Saatgutbehandlung erreicht werden können, sind zugleich auch minimale Wirkungen auf Prädatoren und Parasiten, geringe Rückstandswerte und niedrige Behandlungskosten zu erwarten. Unter extremer Trockenheit, wie sie im Versuchsjahr 1976 auftrat, war die Wirkung außerdem sicherer als bei aufgestreuten Granulaten, deren Wirkstoff erst durch Niederschläge gelöst und in den Boden gewaschen werden muß. Dies hat besondere Bedeutung für die Anfangswirkung, die gerade für den Schutz der jungen Pflanze erforderlich ist.

9. Zusammenfassung

Die unbefriedigende Situation des Einsatzes großer Mengen Insektizide zur Kohlfliegenbekämpfung führte zu den vorliegenden Untersuchungen über die Schadwirkung der Kleinen Kohlfliege und die Möglichkeiten der Insektizidreduzierung bei der Bekämpfung.

1. Als Grundlage für die Untersuchungen wurde eine Kohlfliegenzucht gehalten, die aus im Freiland gesammelten Puppen herangezogen wurde. Die Zucht erfolgte bei 18 - 22° C, 60 - 80 % r.F. und 15-stündiger Photoperiode. Als Fraßsubstrat für die Maden wurden meist Kohlrüben, während der Sommermonate auch Kohlrabi verwandt.
2. Die Befallsermittlungen anhand von Gelbschalenfängen der Imagines und Zählung der abgelegten Eier ergaben starke Schwankungen zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren und den verschiedenen Generationen. Die Zahl der abgelegten Eier je Pflanze nahm in allen drei Versuchsjahren bei den späteren Generationen ab.
Der Befall des Feldrandes war meist doppelt so stark als der der Feldmitte. Der Randbefall ist aber selten an allen Seiten gleichmäßig hoch.
3. Im Wahlversuch - nicht aber in Versuchen ohne Wahlmöglichkeit - ließen sich erhebliche Unterschiede in der Eiablageattraktivität zwischen den Kohlarten und auch zwischen Sorten, sowie verschiedenen Entwicklungsstadien feststellen. Pflanzen bis zum 2-Blattstadium wurden kaum belegt. (Wurde den Imagines keine Wahlmöglichkeit gegeben, so waren die Eiablagezahlen etwa gleich hoch.)
4. Einen entscheidenden Einfluß auf die Schadenshöhe hatte das Entwicklungsstadium der Pflanzen zur Zeit der Eiablage. Der Schaden war um so geringer, je größer die Pflanzen waren. Eine Abnahme der Entwicklungsrate der Larven war dabei nicht mit Sicherheit festzustellen.

5. In den Versuchen war durch starke Bewässerung und hohe relative Luftfeuchtigkeit keine Reduzierung des Fraßschadens zu erreichen.
6. Hohe Stickstoffgaben konnten die Regenerationsfähigkeit der geschädigten Pflanzen verstärken und den Ertragsverlust durch Madenfraß reduzieren.
7. Innerhalb eines Blumenkohlsortiments konnte unterschiedliche Toleranz gegenüber Madenfraß festgestellt werden. Die höchste Toleranz wies die Sorte 'Flora Blanca' und die niedrigste die Sorte 'Delira' auf.
Zwischen verschiedenen Kohlarten konnten dagegen keine wesentlichen Toleranzunterschiede bei den geprüften Frühkohlsorten festgestellt werden.
8. Durch entsprechende Wahl des Pflanztermines, d.h. frühe Pflanzung von Frühkohl vor Erscheinen der ersten Generation und Pflanzung von Spätkohl nach Flugende der ersten Generation läßt sich der Fraßschaden reduzieren.
9. Während der ersten Generation war der Befall am Versuchsstandort so stark, daß auch bei früher Pflanzung und dadurch erhöhter Toleranz gegen Madenfraß eine Bekämpfung in zwei von drei Versuchsjahren mit Insektiziden notwendig war. Eine Bekämpfung im Spätweißkohl ergab dagegen in keinem der Versuchsjahre deutliche Mehrerträge und läßt eine Bekämpfung überflüssig erscheinen.
10. Durch räumlich gezielten Insektizideinsatz - Stengelgrundbehandlung, Behandlung der Wurzeln und Saatgutbehandlung - konnte die Aufwandmenge, je nach Verfahren auf 40 - 1000 g AS/ha, reduziert werden. Die Aufwandmenge eines bestimmten Verfahrens, die für eine ausreichende Bekämpfung angewandt werden muß, richtet sich dabei nach dem erforderlichen Wirkungsgrad, der je nach Befallsdruck unterschiedlich ist.

10. Summary

Damage caused by cabbage root fly (*Phorbia brassicae* Bouché) and its control by low doses of insecticides

The unsatisfactory situation in practice, where fairly high amounts of insecticides are still used for cabbage root fly control lead to investigations on the damage caused by this insect and on possibilities to reduce the amount of the insecticide used for its control.

1. Starting from pupae collected in cabbage fields, cabbage root flies were reared at 18 - 22°C, 60 - 80 per cent r.H. and 15 hours of light per day. Swedes were used as food for the larvae, with the exception of the summer months, when they were fed on kohlrabi.
2. Numbers of imagines caught in yellow water-traps and eggs per plant varied greatly between the various experimental years and between the generations. In all three years the number of eggs per plant was lower with the later generations than with the first generation.
Damage at the headlands of cabbage fields was twice as great as in the rest of the field. Damage on plants in the outer rows was seldom the same on all four sides of the field.
3. In experiments which involved a choice contrary to those experiments with no choice, there was a great difference in oviposition preference between cabbage species, cultivars and stages of development. Almost no eggs were laid by plants with less than two true leaves. In experiments without choice, numbers of eggs laid by various plants were about the same.
4. The growth stage at the time of egg-laying had a decisive influence on the grade of damage. A decrease in the rate of larval development was not noticed.

5. In the experiments intensive watering and high relative humidity did not reduce the damage.
6. High amounts of nitrogen increased the ability of regeneration of the plants and reduced the yield loss caused by the feeding of the larvae.
7. Various cauliflower cultivars showed differences in tolerance against the feeding larvae. The cultivar 'Flora Blanca' had the highest and 'Delira' the lowest tolerance. Between early cultivars of the various cabbage species no difference in tolerance was noticed.
8. Damage can be reduced by choosing an adequate planting time, i.e. early planting of early cabbage cultivars before the appearance of the first generation and planting of late varieties when the flight of the first generation has ended.
9. On the experimental field the infestation by the first generation was so high that inspite of the high tolerance gained by on early planting, chemical control proved necessary in two out of three years. With late white cabbage application of chemicals never increased the yield and so seems to be useless.
10. By applying the insecticide directly to the base of the stem, treatment of roots or seed treatment the amount of insecticide could be reduced to a dosis between 40 - 1000 g a.i. per ha according to the method of application. The dose needed with a special treatment depends on the efficiency being necessary which varies with different levels of infestation.

10. Literaturverzeichnis

- ABU YAMAN, J.K.: Natural control in cabbage root fly populations and influence of chemicals. Mededel. van de Landbouwhoogeschool te Wageningen 60. 1960, 1 - 57.
- BALINOV, I. und STRAKA, F.: Dynamik der Rückstände von Birlane 10 G in Kohlpflanzen und im Boden nach Behandlung gegen die Kohlfliege. Bulg.: Dinamika na ostatvcnrite Kolicestva ot birlane 10 G v zelevi rastenija i pocvata sled tetirane srescu zelevata mucha. Gradinarska i Lozarska Nauka Sofia 11. 1974, 95 - 100.
- BENSON, J.F.: Population dynamics of cabbage root fly in Canada and England. J.appl.Ecol. 10. 1973, 437 - 446.
- BIRGEL, G.: Beobachtungen der Flugfrequenz der Kohlfliege mittels Farbtafeln. Jahresber. d. Landespflanzenschutzdienstes Rheinland-Pfalz 1973, 68.
- CHAPMAN, R.K. und ECKENRODE, C.J.: Effect of insecticide placement on predator numbers and cabbage maggot control. J.Econ.Entomol. 66. 1973, 1153 - 1158.
- COAKER, T.H.: The effect of irrigation on the yield of cauliflower and cabbage crops damaged by the cabbage root fly. Plant Pathol. 14. 1965, 75 - 82.
- COAKER, T.H.: The effect of soil insecticides on the predators and parasits of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae* (Bouché)) and on the subsequent damage caused by the pest. Ann.appl.Biol. 57. 1966, 397 - 407.
- COAKER, T.H.: Plant tolerance to cabbage root fly damage. Rep.natn.Veg.Res.Stn. for 1967. 1968, 64 - 65.

- COAKER, T.H.: Host-plant preference by the cabbage root fly.
Rep.natn.Veg.Res.Stn. for 1969. 1970, 97 - 98.
- COAKER, T.H. und SMITH, J.L.: Sterilisation of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae*) with tepa: laboratory and field cage-tests.
Bull. ent. Res. 60. 1970, 53 - 59.
- DELCOUR, E.: Bijdrage tot de studie van de Genetische bestrijding van de Koolvlieg (*Hylemya brassicae* Bouché).
Doktoraatsthesis, Fak. Landbouwwet. Rijks-univ.Gent 1974.
- DELCOUR, E. und PELERENTS, C.: Influence des irradiations Gamma sur la fécondité, la fertilité et la longévité de la Mouche Du Chou (*Hylemya brassicae*).
Mededel.Fak.Landbouwwet.Gent 399. 1975, 1 - 12.
- DOANE, J.F. und CHAPMAN, R.K.: Oviposition preference of the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Bouché).
J.Econ.Entomol. 55. 1962, 137 - 138.
- ECKENRODE, C.J. und CHAPMAN, R.K.: Observations on cabbage maggot activity under field conditions.
Ann.Entomol. Soc. Amer. 64. 1971, 1226 - 1230.
- ELLIS, P.R. und HARDMAN, J.A.: Laboratory methods for studying non-preference resistance to cabbage root fly in cruciferous crops.
Ann. appl. Biol. 79. 1975, 253 - 264.
- ELLIS, P.R., HARDMAN, J.A., CRISP, P. und JOHNSON, A.G.: Laboratory studies of non-preference resistance to cabbage root fly in radish.
Ann. appl. Biol. 84. 1976, 81 - 89.
- FINCH, S.: The fecundity of the cabbage root fly *Erioischia brassicae* under field conditions.
Ent. exp. & appl. 14. 1971, 147 - 160.

- FINCH, S. und COAKER, T.H.: A method for the continuous rearing of the cabbage root fly *Erioischia brassicae* and some observations on its biology.
Bull. Entomol. Res. 58. 1969 a, 619 - 627.
- FINCH, S. und COAKER, T.H.: Comparison of the nutritive values of carbohydrates and related compounds to *Erioischia brassicae*.
Ent. exp. & appl. 12. 1969 b, 441 - 453.
- FINCH, S. und SKINNER, G.: Some factors affecting the efficiency of water-traps for capturing cabbage root flies.
Ann. appl. Biol. 77. 1974, 213 - 226.
- FINCH, S. und SKINNER, G.: Dispersal of the cabbage root fly.
Ann. appl. Biol. 81. 1975, 1 - 19.
- FINCH, S., SKINNER, G. und FREEMAN, G.H.: The distribution and analysis of cabbage root fly egg populations.
Ann. appl. Biol. 79. 1975, 1 - 18.
- FINCH, S., SKINNER, G. und FREEMAN, G.H.: The effect of plant density on populations of the cabbage root fly on four cruciferous crops.
Ann. appl. Biol. 83. 1976, 191 - 197.
- FULDNER, D.: Beiträge zur Morphologie und Biologie von *Aleochara bilineata* Gyll und *bipustulata* L. (Coleoptera: Staphylinidae).
Z.Morph.Ökol.Tiere 49. 1960, 312 - 386.
- GÖBLE, H.W., MCEVEN, F.L., BRAUN, H.E. und FRANK, R.: Cabbage maggot control in root and stem crucifers with new insecticides.
J. Econ. Entomol. 65. 1972, 837 - 842.
- GÖRNITZ, K.: Über die Reaktion einiger an Kruziferen lebender Insektenarten auf attraktive Duft- und Farbneize.
Ber. 100-Jahrfeier Dtsch.-Ent.Ges.Berlin 1957, 188 - 198.

- HARRIS, W.V. und SWEC, H.J.: Mass rearing of the cabbage maggot under controlled environmental conditions, with observations on the biology of cyclodiene-susceptible and resistant strains.
J.Econ.Entomol. 59. 1966, 569 - 573.
- HASSAN, S.A.: Observations on the effect of insecticides on coleopterous predators of *Erioischia brassicae* (Diptera: Anthomyiidae).
Ent. exp. & appl. 12. 1969, 157 - 168.
- HAWKES, C.: Behaviour of the adult cabbage root fly - field dispersal and behaviour.
Rep. natn. Veg. Res. Stn. for 1969. 1970, 89.
- HAWKES, C.: Studies on the adult cabbage root fly - field behaviour.
Rep. natn. Veg. Res. Stn. for 1970. 1971, 93.
- HERTVELDT, L.: Chemical control of the cabbage root fly *Delia brassicae* Bouché.
Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent 35. 1970, 185 - 195.
- HUGHES, R.D. und MITSCHELL, B.: The natural mortality of *Erioischia brassicae* (Bouché) (Diptera, Anthomyiidae) life tables and their interpretation.
J. Anim. Ecol. 29. 1960, 359 - 374.
- HUGHES, R.D. und SALTER, D.D.: Natural mortality of *Erioischia brassicae* (Bouché) (Diptera, Anthomyiidae) during the immature stages of the first generation.
J. Anim. Ecol. 28. 1959, 231 - 241.
- KOSELEV, L.A.: Eine neue Möglichkeit zur Bekämpfung der Kohlfliege. Russ.: Novaja vozmoznaja taktika borby s kapustnymi muchami.
Zap. Leningradskogosel'skochoz. Inst. Leningrad 156. 1971, 49 - 50.

- MAKARENKO, G.M.: Features of the development of *Trybliographa rapae* West. (fam. Cynipidae) - a parasite of the spring and summer cabbage flies. (in Russian)
Trudy vses Inst.Zashch.Rast. 24. 1965, 221 - 227.
- MATHEWMAN, W.G. und LYALL, L.H.: Resistance in cabbage to the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Bouché).
Can. Entomol. 98. 1966, 59 - 69.
- MILES, M.: Field studies on the influence of weather conditions on egg-laying by the cabbage root fly, *Erioischia brassicae*.
Ann. appl. Biol. 40. 1953, 717 - 725.
- MOWAT, D.J.: The influence of application-precision and rainfall on cabbage root fly control by field-applied insecticides.
Record Agr. Res. 23. 1975, 19 - 22.
- MOWAT, D.J. und COAKER, T.H.: The toxicity of some soil insecticides to carabid predators of the cabbage root fly (*Erioischia brassicae* (Bouché)).
Ann. appl. Biol. 59. 1967, 349 - 354.
- MUKERJI, M.K.: Oviposition preference and survival of *Hylemya brassicae* on some cruciferous crops.
Can. Entomol. 101. 1969, 153 - 158.
- MUKERJI, M.K.: Major factors in survival of the immature stages of *Hylemya brassicae* on cabbage.
Can. Entomol. 103. 1971, 717 - 728.
- OSBORN, P.: Control of cabbage root fly in direct sown brassicas.
Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent 33. 1968, 903 - 916.
- PERCIVALL, A.L. und WHEATLEY, G.H.: Cabbage root fly control.
Rep. natn. Veg. Res. Stn. for 1973. 1974, 74 - 75.

- POND, D.D. und MOORE, C.A.: Oviposition of *Hylemya brassicae* and *H. cilicura* around several Brassicae crops.
Can. J. Plant Sci. 42. 1965, 530 - 531.
- READ, D.C.: Effect of soil treatments of heptachlor and parathion on predators and parasits of root maggots attaching rutabagas on Prince Edward Island.
J. Econ. Entomol. 53. 1960, 932 - 935.
- READ, D.C.: Rearing root maggots, chiefly *Hylemya brassicae* (Bouché) (Diptera: Anthomyiidae) for bioassay.
Can. Entomol. 97. 1965, 136 - 141.
- READ, D.C.: Controlling the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Diptera: Anthomyiidae), with chemical pesticides.
Can. Entomol. 102. 1970, 667 - 678.
- READ, D.C.: Bioactivity and persistence of some new insecticides in a mineral soil.
J. Econ. Entomol. 64. 1971, 800 - 804.
- RIEDEL, M.: Zur Biologie, Zucht und Sterilisation der Kohlfliege *Phorbia brassicae* Bouché, unter besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens im Rettichbau.
Bayer. Landw. Jahrb. 44. 1967, 387 - 429.
- SCHNITZLER, W.H.: Über den Einfluß des Bodens, der Düngung, der Bewässerung, des Aussaattermins und der Sorten auf den Befall von Rettich und Radieschen durch die Kleine Kohlfliege, *Phorbia brassicae* Bouché (Diptera, Anthomyiidae).
Z. angew. Entomol. 64. 1969, 353 - 377.
- SCHNITZLER, W.H. und MÜLLER, H.P.: Über die Lockwirkung eines Senföles (Allylisothiocyanat) auf die Große Kohlfliege, *Phorbia floralis*.
Z. angew. Entomol. 63. 1969, 1 - 8.

- SWAILES, G.E.: Periods of flight and oviposition of the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Bouché) (Diptera: Anthomyiidae), in southern Alberta.
Can. Entomol. 90. 1958, 434 - 435.
- SWAILES, G.E.: Laboratory evaluation of resistance in rutabaga varieties to the cabbage maggot, *Hylemya brassicae* (Bouché) (Diptera: Anthomyiidae).
Can. Entomol. 92. 1960, 958 - 960.
- SWAILES, G.E.: Sterilisation of the cabbage maggot with epholate.
J. Econ. Entomol. 59. 1966, 596 - 598.
- SWAILES, G.E.: Feeding through root surfaces of rutabaga by *Hylemya brassicae* (Diptera: Anthomyiidae).
Can. Entomol. 100. 1968, 1061 - 1064.
- THOMPSON, A.R. und PERCIVALL, A.L.: Insecticidal control - cabbage root fly.
Rep. natn. Veg. Res. Stn. for 1975. 1976, 74 - 76.
- THOMPSON A.R. und PERCIVALL, A.L.: Insecticidal control - cabbage root fly - evaluation of insecticides on summer cauliflowers.
Rep. natn. Veg. Res. Stn. for 1974. 1975, 88 - 89.
- TRAYNIER, R.M.M.: Stimulation of oviposition by the cabbage root fly *Erioischia brassicae*.
Entomol. exp. & appl. 10. 1967, 401 - 412.
- VEREECKE, A. und HERTVELDT, L.: Laboratory rearing of the cabbage maggot.
J. Econ. Entomol. 64. 1971, 670 - 673.

- WALLBANK, B.E.: Analytical investigations of plant constituents that influence the behaviour of cabbage root fly.
Thesis, University of Birmingham 1972.
- WHEATLEY, G.A.: Pest control in vegetables: some further limitations in insecticides for cabbage root fly and cabbage fly control.
British Crop Protection Council 1972,
386 - 395.
- ZOHREN, E.: Laboruntersuchungen zu Massenzucht, Lebensweise, Eiablage und Eiablageverhalten der Kohlfliege, *Chortophila brassicae* Bouché (Diptera, Anthomyiidae).
Z. angew. Entomol. 62. 1968, 139 - 188.