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

Heft 213 April 1983

Untersuchungen zur Populationsdynamik und integrierten Bekämpfung von Kohlschädlingen

von

Dr. Martin Hommes

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Pflanzenschutz im Gemüsebau,
Hürth-Fischenich,
und
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,
Institut für Pflanzenkrankheiten

Berlin 1983

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 3-489-31300-9

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades
Doktor der Landwirtschaft (Dr. agr.)
der hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

D 5

Referent: Prof. F. Klingauf
Korreferent: Prof. Dr. W. Drescher

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek
Hommes, Martin:
Untersuchungen zur Populationsdynamik und integrierten Bekämpfung von Kohlschädlingen / von Martin Hommes. Hrsg. von d. Biolog. Bundesanst. für Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. – Berlin; Hamburg: Parey [in Komm.], 1983. – 210 S.
(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 213)
ISBN 3-489-21300-9
NE: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <Berlin, West; Braunschweig>
Mitteilungen aus der . . .

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, 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.

1983 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Lindenstraße 44–47, D-1000 Berlin 61.
Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	6
2.	Der Kohlanbau in der Bundesrepublik Deutschland	8
2.1.	Herkunft und Systematik der Kohlgewächse	8
2.2.	Derzeitige Anbauverfahren	11
3.	Pflanzenschutzprobleme im Kohlanbau	16
3.1.	Krankheiten und Schädlinge	16
3.2.	Für den Einsatz in Kohlkulturen zugelassene Pflanzenschutzmittel in der Bundesrepublik Deutschland	20
3.2.1.	Insektizide	20
3.2.2.	Fungizide	21
3.2.3.	Saatgutbehandlungsmittel	21
3.2.4.	Herbizide	21
4.	Voraussetzungen für die Verwirklichung eines integrierten Pflanzenschutzes im Kohlanbau	25
4.1.	Begriffsbestimmung	25
4.2.	Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes	25
4.2.1.	Indirekte Maßnahmen	25
4.2.2.	Direkte Bekämpfungsmaßnahmen	28
5.	Untersuchungen zur Populationsdynamik der in Kohlkulturen auftretenden schädlichen Insektenarten	30
5.1.	Material und Methoden	30
5.1.1.	Beschreibung der Untersuchungsstandorte	30
5.1.2.	Anlage und Auswertung der Dauerbeobachtungsparzellen	31
5.1.3.	Lichtfalle	35
5.1.4.	Pheromonfallen	36
5.1.5.	Farbfallen	37
5.2.	Ergebnisse	38

		Seite
5.2.1.	Artenspektrum und Befallsstärke der in Kohlkulturen beobachteten schädlichen Insekten	38
5.2.1.1.	Artenspektrum	38
5.2.1.2.	Befallsstärke	40
5.2.2.	Populationsdynamik der schädlichen Insektenarten	42
5.2.2.1.	Beißende Insekten	42
5.2.2.1.1.	*Mamestra brassicae* L. - Kohleule	42
5.2.2.1.2.	*Plutella xylostella* Curt. - Kohlmotte	53
5.2.2.1.3.	*Pieris rapae* L. - Kleiner Kohlweißling	58
5.2.2.1.4.	*Evergestis forficalis* L. - Kohlzünsler	62
5.2.2.1.5.	*Autographa gamma* L. - Gammaeule	65
5.2.2.1.6.	Sonstige beißende Insekten	68
5.2.2.1.7.	Entwicklung des Fraßschadens in den Dauerbeobachtungsparzellen	76
5.2.2.2.	Saugende Insekten	77
5.2.2.2.1.	*Aleyrodes proletella* L. - Kohlmottenschildlaus	77
5.2.2.2.2.	*Brevicoryne brassicae* L. - Mehlige Kohlblattlaus	84
5.2.2.2.3.	Sonstige saugende Insekten	91
5.2.2.2.1.	Prädatoren und Parasiten	94
6.	Untersuchungen zu verschiedenen Teilbereichen eines integrierten Bekämpfungssystems für den Kohlanbau	98
6.1.	Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Befallsminderung - Untersuchungen zur unterschiedlichen Anfälligkeit von Kohlarten und Sorten gegenüber verschiedenen Kohlschädlingen	98
6.1.1.	Material und Methoden	99
6.1.1.1.	Freilandversuche	99
6.1.1.2.	Laborversuche	103
6.1.2.	Ergebnisse Freilandversuche	105
6.1.2.1.	Befall an verschiedenen Kohlarten	105

		Seite
6.1.2.2.	Weißkohl - Sortenversuche	116
6.1.2.3.	Rotkohl - Sortenversuche	124
6.1.2.4.	Wirsing - Sortenversuche	131
6.1.2.5.	Zierkohl - Sortenversuche	138
6.1.3.	Ergebnisse Laborversuche	142
6.1.3.1.	Wirtspflanzenspektrum	142
6.1.3.2.	Reproduktionsleistung und Mortalität von *Brevicoryne brassicae* auf 18 verschiedenen Kruziferen-Kulturarten	144
6.1.3.3.	Einfluß von Weißkohlpflanzen mit einer verminderten Wachsschicht auf die Reproduktionsleistung von *Brevicoryne brassicae*	145
6.2.	Biologische Bekämpfungsmaßnahmen - Untersuchungen zum Einsatz von mikrobiologischen Bekämpfungspräparaten	146
6.2.1.	Material und Methoden	146
6.2.2.	Ergebnisse	148
6.3.	Chemische Bekämpfungsmaßnahmen - Untersuchungen zur Wirksamkeit verminderter Insektizidaufwandmengen	152
6.3.1.	Material und Methoden	152
6.3.2.	Ergebnisse	153
7.	Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems für den Kohlanbau	156
7.1.	Erstellen von vorläufigen Bekämpfungsschwellen	156
7.2.	Prüfung der vorläufigen Bekämpfungsschwellen in einem Freilandversuch an Wirsing und Rotkohl	161
7.2.1.	Material und Methoden	161
7.2.2.	Ergebnisse	161
8.	Diskussion	166
9.	Zusammenfassung	192
10.	Summary	193
11.	Danksagung	194
12.	Literaturverzeichnis	195

1. Einleitung

Die Kohlarten stellen in den meisten europäischen Ländern die wichtigsten Freilandgemüsekulturen dar. Aus diesem Grunde steht der Kohlanbau bei der Entwicklung integrierter Pflanzenschutzverfahren im Vordergrund.

Die meisten hierzu veröffentlichten Arbeiten betreffen die Kleine Kohlfliege (*Delia radicum* L.). Erste Erfolge wurden bereits bei der Erarbeitung von Schwellenwerten (MAACK 1977, EL TITI 1977 und 1979, VINCENT und STEWART 1980), der Entwicklung von Prognoseverfahren (FINCH et al. 1980), der Prüfung von Insektiziden im Hinblick auf eine nützlingsschonende Wirkung (EL TITI 1980, FINLAYSON et al. 1980, HASSAN 1969 und 1979), sowie der Erprobung von nicht chemischen Bekämpfungsverfahren (HERTVELDT et al. 1980, COAKER 1980, BROMAND 1980) erzielt.

Eine wesentlich geringere Zahl von Arbeiten liegt zum Komplex der Schädlinge vor, die die oberirdischen Organe der Kohlpflanzen besiedeln. Beim Auftreten dieser Schädlinge ist gewöhnlich mit erheblichen Qualitätseinbußen zu rechnen, da in der Regel das Erntegut direkt geschädigt wird.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Grundlagen für die Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems gegen diese Schädlinge zu erarbeiten. Im Vordergrund standen dabei die populationsdynamischen Untersuchungen, die eine unabdingbare Voraussetzung für die Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems bilden. Darüber hinaus wurden verschiedene Verfahren des integrierten

Pflanzenschutzes, wie der Anbau von weniger anfälligen Sorten, der Einsatz von mikrobiologischen Bekämpfungspräparaten, die Wirkung verminderter Insektizidaufwandmengen, sowie die Anwendung von vorläufigen Bekämpfungsschwellen erprobt.

Die Untersuchungen beschränkten sich auf das Gemüseanbaugebiet der Köln-Aachener Bucht und konzentrierten sich überwiegend auf die drei Kopfkohlarten Weißkohl, Rotkohl und Wirsing.

2. Der Kohlanbau in der Bundesrepublik Deutschland

2.1. Herkunft und Systematik der Kohlgewächse

Der Kohl gehört zu den ältesten Kulturpflanzen. Erste Beschreibungen von verschiedenen Formen als Heil- und Gemüsepflanzen sind schon bei den Griechen (Theophrastus 371 - 286 v. Chr.) und den Römern (Cato 234 - 149 v. Chr.) zu finden (NIEUWHOF 1969).

Ausgangspunkt der kultivierten Kohlarten dürften vornehmlich Wildformen von *Brassica oleracea* gewesen sein. Es handelt sich dabei um eine ausdauernde Pflanze, deren Heimat die Küstenregionen der Mittelmeerländer, sowie die Atlantikküsten Spaniens, West-Frankreichs und des Südwestens von Großbritannien sind (TSUNODA 1980).

Die Gattung *Brassica* gehört zur Familie der Kreuzblütler (*Cruciferae*). In der Regel handelt es sich bei den Vertretern dieser Gattung um zweijährige Pflanzen mit meist gelben Kreuzblüten und mehrsamigen Schoten. Außer einem charakteristischen Geschmack, der durch schwefelhaltige Senfölglykoside verursacht wird, zeichnet sich die Gattung durch eine starke morphologische Variationsbreite aus, die alle Organe betrifft (FRANKE 1981).

Eine Verdickung der Sproßachse führte zu Kohlrabi und Kohlrübe. Kopf-, Grün-, China- und Rosenkohl entstanden dagegen durch eine Stauchung der Sproßachse. Aus der ursprünglichen Wurzel und dem Hypokotyl bildeten sich die Herbstrüben und das Teltower Rübchen. Veränderungen am Blütenstand führten schließlich zu Blumenkohl und Brokkoli.

Fremdeinkreuzungen, Mutationen und eine lange züchterische Bearbeitung haben wahrscheinlich zu dieser Formenvielfalt geführt. Welche Bedeutung dabei der Fremdeinkreuzung beizumessen ist, mag man daran erkennen, daß sich im Laufe der Evolution durch Kreuzung zweier diploider Arten, bei gleichzeitiger Chromosomenverdopplung, mehrere neue amphiploide Arten gebildet haben (Abb. 1) (KUCKUCK 1979).

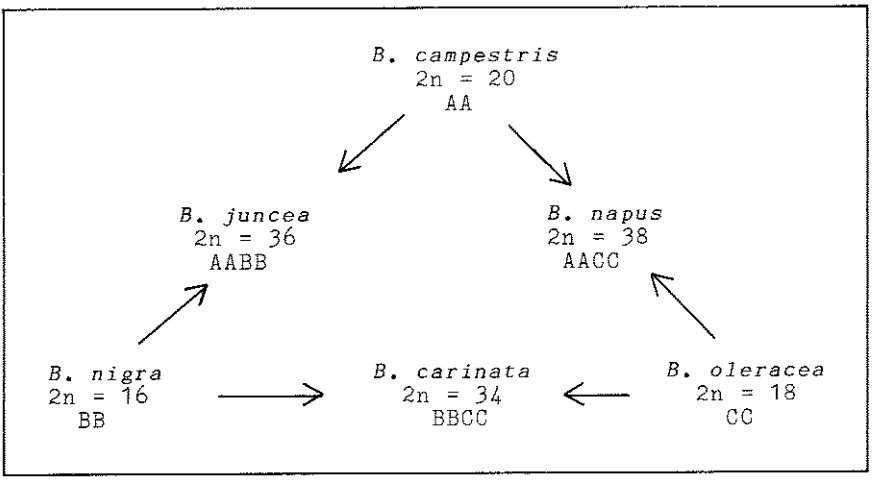


Abb. 1 *Brassica*-Dreieck, Entstehung amphiodiploider *Brassica*-Arten aus diploiden *Brassica*-Arten (veränd. nach KUCKUCK 1979)

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die verschiedenen Kohlarten mit ihren wissenschaftlichen und deutschen Namen aufgeführt; dabei wurde der zur Zeit gebräuchlichste deutsche Name unterstrichen (ENCKE et al. 1979, FRANKE 1981, IBPGR 1981).

Tab. 1 Wissenschaftliche und deutsche Bezeichnungen der verschiedenen Kohlarten

Brassica oleracea L.

convar. *acephala* (DC.) Alef. var. *gongylodes* L.
- Kohlrabi, Oberkohlrabi

convar. *acephala* (DC.) Alef. var. *sabellica* L.
- Braunkohl, Federkohl, Grünkohl, Krauskohl

convar. *botrytis* (L.) Alef var. *botrytis* L.
- Blumenkohl, Käsekohl, Karfiol, Italienischer Kohl

convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *italica* Plenck
- Brokkoli, Spargelkohl, Sprossenbrokkoli

convar. *capitata* (L.) Alef. var. *capitata* L. f. *alba*
- Kraut, Weißkohl, Weißkraut

convar. *capitata* (L.) Alef. var. *capitata* L. f. *rubra*
- Rotkohl, Rotkraut

convar. *capitata* (L.) Alef. var. *sabauda* L.
- Welschkohl, Wirsing

convar. *oleracea* L. var. *gemmifera* DC.
- Brüsseler Kohl, Rosenkohl, Rosenwirsing, Sprossenkohl

Brassica campestris L. subsp. *chinensis* L.
- Pak choi, Chinakohl

Brassica campestris L. subsp. *pekinensis* (Lour.) Rupr.
- Chinakohl, Schantungkohl, Pe-tsai

Brassica napus L. var. *napobrassica* (L.) Rchb.
- Dotsche, Kohlrübe, Steckrübe, Unterkohlrabi, Wruke

Brassica campestris L. var. *rapa* (L.) Thell
- Herbstrübe, Mairübe, Saatrübe, Stoppelrübe, Wasserrübe, Weiße Rübe
(f. *teltowiensis* = Teltower Rübchen)

Brassica campestris L. var. *esculenta*
- Rübstiel, Stielmus

2.2. Derzeitige Anbauverfahren

Der Anbau der meisten Kohlarten erfolgt in den Sommer- und Herbstmonaten im Freiland. Einige Arten wie Wirsing, Grünkohl und Rosenkohl stehen aber auch in den Wintermonaten auf dem Feld. Eine Übersicht über die Anbauzeiten der verschiedenen Arten findet sich in Tabelle 2.

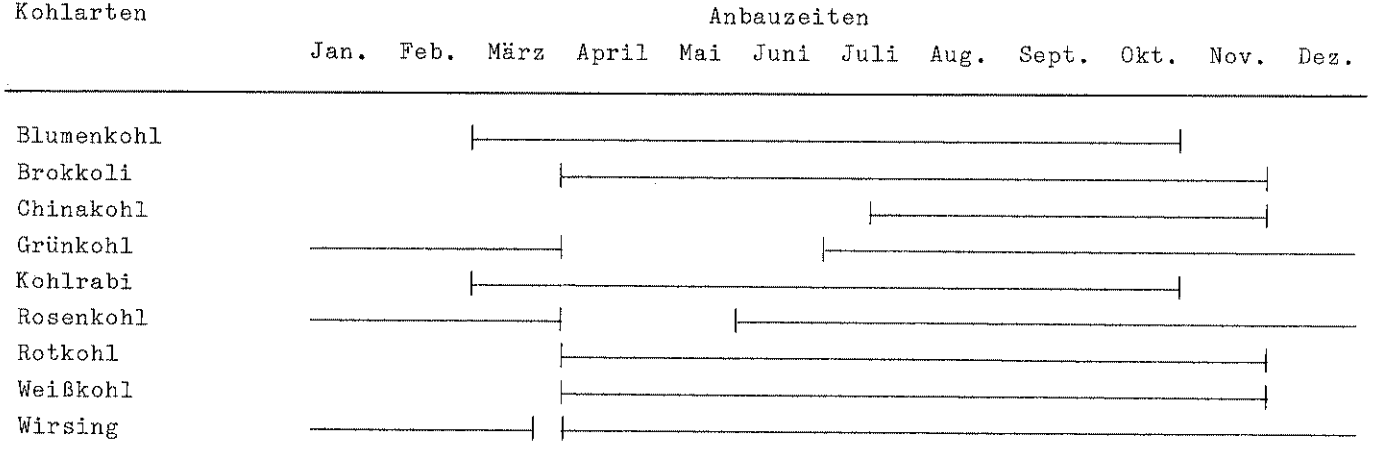
Der Unterglasanbau von Kohlkulturen ist nur bei Kohlrabi und in sehr begrenztem Umfang bei Blumenkohl und Chinakohl üblich.

Kohl hat eine große ökologische Anbaubreite. Für ein optimales Gedeihen stellt er jedoch einige Anforderungen an Klima und Boden. Tiefgründige, mittelschwere Böden mit hoher Nährstoffversorgung und ausreichender Wasserkapazität werden bevorzugt. Auch sollte die Bodenreaktion möglichst im neutralen bis alkalischen Bereich liegen. Maritimes Klima mit feuchter Luft und reichlichen, regelmäßig verteilten Niederschlägen wirken sich günstig auf das Wachstum aus. Eine ausreichende Humusversorgung erweist sich ebenfalls als vorteilhaft (FRITZ und STOLZ 1973).

Während der gesamten Kulturdauer ist auf eine ausreichende Nährstoffversorgung, insbesondere mit Kalium und Stickstoff, zu achten. Legt man als Maß für den Nährstoffbedarf den Entzug an Nährstoffen zugrunde, so liegt er je nach Kohlart und Anbautermin für Stickstoff zwischen 80 kg N/ha bei spät gesätem Grün- und Chinakohl und 300 kg N/ha bei Herbstkopfkohl und Rosenkohl. Der Bedarf an Kalium schwankt zwischen 105 kg K_2O/ha bei Frühweißkohl und 450 K_2O/ha bei Spätkohlrabi. Für Phosphor ergibt sich bei allen Arten ein Bedarf zwischen 25 - 120 kg P_2O_5/ha (FRITZ et al. 1980).

Eine Beregnungsmöglichkeit bietet auch für den Kohlanbau einige Vorteile. So werden in der Regel bei Kohl durch eine Zusatzberegnung deutlich höhere Erträge erzielt. Bei Trockenheit kann das Anwachsen der Jungpflanzen gewährleistet und bei Blumenkohl und Brokkoli das Auftreten von Frühblühern verhindert werden. Beim Anbau von Kohlrabi wird dem Platzen und Verholzen der Knollen entgegengewirkt.

Tab. 2 Freilandanbauzeiten für die verschiedenen Kohlarten in der Bundesrepublik Deutschland



Für die verschiedenen Anbauzeiten (früh - mittel - spät) und die verschiedenen Verwendungszwecke (Frischmarkt oder industrielle Verarbeitung) steht den Kohlanbauern eine Fülle von Sorten zur Verfügung. Besonders große Sortimente finden sich bei Blumenkohl, Rosenkohl, Weißkohl und Wirsing (Tab. 3). Der Anteil von Hybridsorten hat in den letzten Jahren trotz der hohen Saatgutkosten (Hybridsaatgut ist etwa zehnmal so teuer wie Normalsaatgut) bei einigen Arten stark zugenommen. Besonders hohe Anteile zeigen sich bei Rosenkohl 72 % , Weißkohl 46 % und Wirsing 39 %. Da der Kohl ein Fremdbefruchter ist, verfügen die Hybridsorten im Vergleich zu den herkömmlichen Sorten über eine wesentlich höhere Ausgeglichenheit in ihrem Erscheinungsbild und ihren Eigenschaften. Dies äußert sich unter anderem in einem gleichmäßigeren Abreifen des Bestandes, so daß die Ernte oft zu einem Termin erfolgen kann. Ein weiterer Vorteil der Hybridsorten besteht darin, daß sich erwünschte Eigenschaften wie Platzfestigkeit, Frosthärte und Resistenzen in der Regel leichter in eine Sorte einkreuzen lassen.

Die Anzucht der Jungpflanzen erfolgt gewöhnlich unter Glas, in Frühbeetkästen oder im Freiland mit und ohne Folienabdeckung. In den letzten Jahren nahm die Auslagerung der Jungpflanzenanzucht aus den Betrieben immer mehr zu, so daß heute ein großer Teil der Jungpflanzen aus Spezialbetrieben zugekauft wird. Dies gilt besonders für die frühen Sätze von Blumenkohl und Kohlrabi. Beim Kauf der Jungpflanzen muß besonders auf einwandfreies Pflanzgut geachtet werden, um das Einschleppen von Krankheitserregern und Schädlingen wie Kohlhernie und Nematoden zu verhindern, damit einer Verseuchung der Kohlflächen vorgebeut wird. Beim wiederholten Anbau von Kohl auf denselben Flächen sollte eine Anbaupause von mindestens 4 - 5 Jahren eingelegt werden, um einer Ausbreitung bestimmter Krankheiten entgegenzuwirken. Da der Kohl einen hohen Nährstoffbedarf hat, eignen sich als Vorfrucht besonders intensiv gedüngte Gemüsekulturen und Leguminosen. Kohl selbst hinterläßt den Boden in einem nährstoffreichen und wenig verunkrauteten Zustand. Als günstige Nachfrucht hat sich Winterweizen mit einer verminderten N-Düngung erwiesen. Probleme in

Tab. 3 Anzahl der Sorten bei den einzelnen Kohlarten

Kohlart	Europäische Gemeinschaft[1]			Bundesrepublik Deutschland[2]		
	Anzahl Sorten	davon Hybridsorten	(%)	Anzahl Sorten	davon Hybridsorten	(%)
Blumenkohl	217	4	2	22	0	0
Grünkohl	26	7	27	11	3	27
Kohlrabi	35	3	9	29	1	3
Rosenkohl	131	101	77	18	13	72
Rotkohl	30	8	27	13	4	31
Weißkohl	209	101	48	41	19	46
Wirsing	91	30	33	23	9	39

Quellen: [1]Gemeinsamer Sortenkatalog für Gemüsearten - Siebte Gesamtausgabe veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Dez. 1980

[2]Beschreibende Sortenliste für Wurzel-, Zwiebel- und Kohlgemüse heruasgegeben vom Bundessortenamt 1981

der Nachfrucht können jedoch die vielen Wurzelrückstände verursachen, die nur sehr langsam abgebaut werden (BIELKA 1969).

In der Regel wird Kohl halbmaschinell mit Pflanzmaschinen gepflanzt. Die Pflanzung sollte tief erfolgen, da die Kohlpflanze die Fähigkeit zur Adventivwurzelbildung besitzt und so die Standfestigkeit und die Entwicklung des Wurzelsystems gefördert wird.

Eine einmalige chemische Unkrautbekämpfung erfolgt in der Regel ein bis zwei Wochen nach dem Pflanzen. Die einzelnen Kohlarten sind gegenüber den Herbiziden unterschiedlich empfindlich.

Um Arbeitsspitzen in den Betrieben zu vermeiden, wurde in den letzten Jahren zunehmend von der Direktsaatmethode Gebrauch gemacht. Sie wird besonders in solchen Gebieten angewandt, in denen während der kritischen Phase zwischen Aussaat und Ausbildung der ersten echten Laubblätter günstige Wachstumsbedingungen herrschen, und die Gefahr eines Schädlingsbefalls gering ist. Probleme bei der Direktsaat bereitet des öfteren eine Verschlämmung der Bodenoberfläche vor dem Auflaufen. Hinzu kommt häufig eine Spätverunkrautung, da die Wirksamkeit der zur Verfügung stehenden Herbizide nicht lange genug anhält.

Die Bestandesdichte schwankt bei den einzelnen Kohlarten zwischen 25 000 Pflanzen/ha bei Spätweißkohl und 250 000 Pflanzen/ha bei Frühkohlrabi.

3. Pflanzenschutzprobleme im Kohlanbau

3.1. Krankheiten und Schädlinge

Der Kohl, eine schon seit Jahrhunderten kultivierte, einheimische Nutzpflanze, wird von einer Fülle verschiedener Schadorganismen heimgesucht, wobei die Zahl der schädlichen Insektenarten überwiegt.

In der Anzucht und Jugendentwicklung der Kohlpflanzen sind es in erster Linie die Larven der Kleinen Kohlfliege (*Delia radicum*), die bei unzureichenden Bekämpfungsmaßnahmen jährlich hohe Verluste verursachen. In dem sich anschließenden Zeitraum bis zur Ernte werden häufig verschiedene Schmetterlingsraupen und Pflanzensauger sehr schädlich. Zu erheblichen Verlusten führt oft ein Befall mit Eulenraupen (*Noctuidae*), die die unangenehme Eigenschaft besitzen, ins Innere der Kohlköpfe oder der Blume von Blumenkohl und Brokkoli einzudringen und dort nur sehr schwer zu bekämpfen sind. Die am meisten gefürchtete Art unter den saugenden Insekten ist die Mehlige Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*), deren Befall zu starken Wuchsdepressionen, Qualitätsminderungen und Ausbreitung von Viruskrankheiten führen kann. Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) und Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*) kommen als weitere bedeutende Schädlinge beim Anbau von Kohlpflanzen zur Saatgewinnung hinzu.

Bei den durch Krankheiten verursachten Schäden stehen die Ertragsausfälle durch Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) im Vordergrund. Eine voll befriedigende direkte Bekämpfungsmaßnahme gibt es noch nicht. Ferner sind Keimlings- und Auflaufkrankheiten, die von einem Komplex verschiedener Pilze hervorgerufen werden, sowie die Umfallkrankheit (*Phoma lingam*) und diverse Lagerfäulen von größerer Bedeutung. Unter Umständen kann in Unterglaskulturen und beim Anbau unter Folie ein Befall mit Falschem Mehltau (*Peronospora parasitica*) eine wichtige Rolle spielen.

In der Tabelle 4 wird eine Übersicht der in Mitteleuropa an Kohlkulturen vorkommenden wichtigsten Krankheiten und Schädlinge gegeben (CRÜGER 1972 und 1983, HEINZE 1974, KOTTE 1960).

Darüber hinaus können an Kohl noch verschiedene allgemeine Schädlinge, wie z.B. Tauben, Kaninchen, Erdraupen und Schnakenlarven erhebliche Schäden verursachen.

Tab. 4 Übersicht über die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge im Kohlanbau

Schaderreger	Bedeutung[1]	Gefährdeter Kulturabschnitt[2]	Schadwirkung	Bekämpfungsmaßnahmen
Viren				
Cauliflower mosaic virus (Blumenkohlmosaik)	H R	E L S	Fleckenbildung, Ertragsminderung	Blattläuse, Unkräuter
Turnip mosaic virus (Kohlschwarzringvirus)	H R	E S	Fleckenbildung, Ertragsminderung	Blattläuse, Sortenwahl
Bakterien				
Erwinia spp. (Bakterienweichfäule)	N G	E L	Naßfäule	gute Bodenstruktur, saubere Schnittstellen, optimale Lagerbedingungen
Pseudomonas maculicola (Bakterien-Blattfleckenkrankheit)	N G	E	Fleckenbildung, befallene Blätter fallen ab	Heißwasserbeize, Fruchtwechsel, Kruziferenunkräuter
Xanthomonas campestris (Adernschwärze)	N G	E	V-förmige Absterbeerscheinungen, vorzeitiger Blattfall	Heißwasserbeize, Fruchtwechsel, Entseuchen der Anzuchtflächen
Pilze				
Alternaria spp. (Kohlschwärze)	H R	A E S	Schwarzbeinigkeit, Blattflecke, Schwärze an den Schoten	Saatgutbeizung, Fungizidbehandlung
Botrytis cinerea (Grauschimmel)	N R	A	Keimlingskrankheit	Saatgutbeizung
	H R	L	Lagerfäule	sorgfältige Ernte, optimale Lagerbedingungen, Fungizidbehandlung
Erysiphe cruciferarum (Echter Mehltau)	N G	E	Qualitätsminderung, bevorzugt an Rosenkohl	Sortenwahl
Fusarium oxysporum f. sp. *conglutinans* (Fusarium Welke)	N G	E	Blattvergilbung, Gefäßbräunung, Absterbeerscheinungen	Sortenwahl
Mycosphaerella brassicicola (Ringfleckenkrankheit)	N G	E	Blattflecken, bevorzugt an Rosenkohl und Brokkoli	Heißwasserbeize, Fruchtwechsel, Nachbarschaft zu Raps meiden
Olpidium brassicae	H R	A	Schwarzbeinigkeit	Bodenentseuchung
Peronospora parasitica (Falscher Mehltau)	H R	A	Blattflecken, Wachstumsstockungen, bevorzugt unter Glas und unter Folie	Heißwasserbeize, Absenken der Luftfeuchte, Fungizidbehandlung

[1] H = Hauptschaderreger, N = Nebenschaderreger,
R = regelmäßig oder häufig auftretend, G = gelegentlich auftretend

[2] A = Anzucht, J = Jugendentwicklung, E = Ertragsbildungsphase
L = Lagerung, S = Samenträgerbestände

Schaderreger	Bedeutung[1]	Gefährdeter Kulturabschnitt[2]	Schadwirkung	Bekämpfungsmaßnahmen
Phoma lingam (Umfallkrankheit)	H R	A	Keimlingskrankheit	Saatgutbeizung
		E	Umfallen und Absterben von Pflanzen	Saatgutbeizung
		L	Lagerfäule	Fungizidbehandlung
Plasmodiophora brassicae (Kohlhernie)	H R	A J E	Absterben der Pflanzen, Wachstumsdepressionen, bei Blumenkohl Auftreten von "Frühblühern"	weitgestellte Fruchtfolge, Verwendung von unverseuchten Anzuchterden, Kalkstickstoff zur Befallsminderung
Pythium spp.	H R	A	Keimlingskrankheit	Bodenentseuchung, Fungizidbehandlung
Rhizoctonia solani	H R	A	Schwarzbeinigkeit	Bodenentseuchung, Fungizidbehandlung
Rhizoctonia spp.	N G	E L	Fäulniserscheinungen am Kohlkopf	-
Insekten				
Coleoptera				
Ceutorhynchus assimilis (Kohlschotenrüßler)	N G	S	Fraß an Fruchtknoten und sich entwickelnden Samen, schafft Eintrittspforten für Kohlschotenmücke	Insektizidbehandlung kurz vor der Blüte
C. napi (Rapsstengelrüßler)	N G	J	Herzlosigkeit, Loch- und Fensterfraß an den Blättern	Verwendung kräftiger Jungpflanzen, Insektizide
C. pleurostigma (Kohlgallenrüßler)	N G	J E	Gallenbildung an Wurzeln und Knollen	Aussonderung befallener Pflanzen bei der Pflanzung, Insektizide
C. quadridens (Gefleckter Kohltriebrüßler)	N G	J	Fraßgänge im Stengel und in Blattstielen, sowie bei Kohlrabi in der äußeren Knollenschicht	Verwendung kräftiger Jungpflanzen, Insektizide
Meligethes aeneus (Rapsglanzkäfer)	H R	S	Fraß an den Blütenknospen	Insektizidbehandlung im Knospenstadium
Phyllotreta spp. (Kohlerdflöhe)	H G	A J	Fraß an allen Pflanzenteilen	Boden aufrauhen, Wachstum fördern, Insektizide
Diptera				
Contarinia nasturtii (Kohldrehherzmücke)	N G	J	Drehherzbildung, Absterben des Vegetationspunktes	Insektizide
Dasineura brassicae (Kohlschotenmücke)	H R	S	Fraß in den Schoten, Zerstörung der Samenanlagen	Insektizide

Schaderreger	Bedeutung[1]	Gefährdeter Kulturabschnitt[2]	Schadwirkung	Bekämpfungsmaßnahmen
Delia radicum (Kleine Kohlfliege)	H R	A J	in der Regel Fraß an und in Wurzeln, gelegentlich auch im Innern von Kohlköpfen, in der Blume von Blumenkohl sowie in den Röschen von Rosenkohl	Insektizide
Delia floralis (Große Kohlfliege)	N R	A J	Fraß an und in Wurzeln	Insektizide
Liriomyza spp. und *Phytomyza* spp. (Minierfliegen)	N R	J E	Blattminen, Fraß in der Blume von Blumenkohl und Brokkoli	systemische Insektizide
Homoptera				
Aleyrodes proletella (Kohlmottenschildlaus)	N R	E	Verunreinigung durch Honigtau und Larvenstadien	Insektizide
Brevicoryne brassicae (Mehlige Kohlblattlaus)	H R	J E S	Blatt- und Sproßdeformationen, Wachstumsdepressionen, Verunreinigung durch Honigtau und Wachsausscheidungen, Virusüberträger	Insektizide
Eurydema spp. (Kohlwanze u.a. Arten)	N G	E	Wachstumsdepressionen, Absterben von Pflanzen, Verfärben und Verkrüppelung der Blume bei Blumenkohl	Insektizide
Myzus persicae (Grüne Pfirsichblattlaus)	N R	J E	Wachstumsdepressionen, Virusüberträger	Insektizide
Lepidoptera				
Autographa gamma (Gammaeule)	H G	J E	Loch- und Kahlfraß, auch im Innern von Kohlköpfen	Insektizide
Evergestis forficalis (Kohlzünsler)	N R	J E	Loch- und Kahlfraß, auch im Innern von Kohlköpfen	Insektizide
Mamestra brassicae (Kohleule)	H R	J E	Loch- und Kahlfraß, auch im Innern von Kohlköpfen	Insektizide
Mamestra oleracea (Gemüseeule)	N R	J E	Loch- und Kahlfraß, auch im Innern von Kohlköpfen	Insektizide
Pieris brassicae (Großer Kohlweißling)	H G	J E	Loch- und Kahlfraß	*Bacillus thuringiensis*, Insektizide
P. napi (Rapsweißling)	N G	J E	Loch- und Kahlfraß, auch im Innern von Kohlköpfen	*Bacillus thuringiensis*, Insektizide
P. rapae (Kleiner Kohlweißling)	H R	J E	Loch- und Kahlfraß, auch im Innern von Kohlköpfen	*Bacillus thuringiensis*, Insektizide
Plutella xylostella (Kohlmotte)	H R	J E	Loch- und Kahlfraß, auch im Innern von Kohlköpfen	*Bacillus thuringiensis*, Insektizide

3.2. Für den Einsatz in Kohlkulturen zugelassene Pflanzenschutzmittel in der Bundesrepublik Deutschland

In der Tabelle 5 sind die Wirkstoffe (Insektizide, Fungizide und Herbizide) der zur Zeit[1] in der Bundesrepublik Deutschland für den Einsatz in Kohlkulturen zugelassenen Mittel aufgeführt.

3.2.1. Insektizide

Insgesamt stehen den Praktikern 34 verschiedene Wirkstoffe zur Bekämpfung der schädlichen Insektenarten zur Verfügung, von denen 10 zur Kohlfliegenbekämpfung ausgewiesen sind. Dabei sind das Anstreuen oder Angießen der Jungpflanzen vor dem Pflanzen und die Reihenbehandlung einige Tage nach dem Pflanzen mit einem Granulat die in der Praxis gebräuchlichsten Anwendungsverfahren.

Zur gleichzeitigen Anwendung gegen beißende und saugende Insekten stehen 17 Wirkstoffe zur Verfügung. Trotz der breiten Wirksamkeit dieser Stoffe besitzen sie jedoch oft Schwächen bei der Bekämpfung einer der beiden Zielgruppen. Darüber hinaus haben sie in der Regel nachteilige Wirkungen auf die Nützlingsfauna.

Als spezifische Mittel zur Raupenbekämpfung sind 9 Wirkstoffe zugelassen, von denen die Pyrethroide die beste Wirksamkeit zeigen und zudem mit sehr niedrigen Aufwandmengen (Wirkstoff/ha) auskommen. An biologischen Präparaten stehen bisher nur Mittel auf der Basis von *Bacillus thuringiensis* zur Verfügung. Diese Mittel haben eine gute Wirkung gegenüber Larven der Kohlweißlinge und der Kohlmotte, können aber gegen die Larven der Kohleule, einem Hauptschädling, nicht überzeugen (LANGENBRUCH 1979).

Speziell zur Bekämpfung der saugenden Insekten sind 8 Wirkstoffe ausgewiesen. In der Regel reicht ihre Wirksamkeit bei einem rechtzeitigen Einsatz voll aus.

[1]Stand: 27. September 1982 (64. Bekanntmachung über die Zulassung von Pflanzenbehandlungsmitteln)

3.2.2. Fungizide

Es sind insgesamt nur 6 Fungizide für den Kohlanbau zugelassen, davon drei Mittel zur Bekämpfung von Keimlings- bzw. Umfall- oder Auflaufkrankheiten bei Jungpflanzen. In diesem Anwendungsgebiet ist auch der größte Einsatz von Fungiziden im Kohlanbau festzustellen. Der Wirkstoff Kupferoxychlorid hat die Zulassung zur Bekämpfung von Falschem Mehltau in gesätem Gemüse. Er wird in erster Linie zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus an Kohlrabi und Blumenkohl unter Glas eingesetzt. Gegen *Botrytis cinerea* an Weiß- und Rotkohl bei der Einlagerung ist das Fungizid Thiabendazol zugelassen. Zur Befallsminderung von Kohlhernie ist ein Calciumcyanamid-haltiger Dünger ausgewiesen.

Durch diese 6 Mittel sind aber nicht alle wichtigen Bereiche im Kohlanbau abgedeckt. Es fehlen bisher zugelassene Fungizide zur Bekämpfung von Echtem Mehltau an Rosenkohl, sowie von *Alternaria*-Blattflecken an Chinakohl.

3.2.3. Saatgutbehandlungsmittel

Als Saatgutbehandlungsmittel sind 2 insektizide und 4 fungizide Wirkstoffe zugelassen. Das Insektizid Bromophos ist zur Kohlfliegenbekämpfung ausgewiesen, während Lindan zur Bekämpfung von Erdflöhen vorgesehen ist. Alle vier Fungizide sind ausnahmslos zur Bekämpfung von Auflaufkrankheiten zugelassen.

3.2.4. Herbizide

Sieben Herbizide haben eine Zulassung für den Einsatz in Kohlkulturen. Als breitwirkende Unkrautbekämpfungsmittel sind 4 Substanzen (Alachlor, Desmethrin, Propachlor und Trifluralin) ausgewiesen. In der Praxis werden die Präparate mit den Wirkstoffen Desmethrin und Propachlor am meisten angewandt. Zwei Wirkstoffe (Alloxydim-Salz und Diclofop-methyl) dienen ausschließlich der Bekämpfung von einkeimblättrigen Unkräutern. Bei dem Wirkstoff Calciumcyanamid handelt es sich um ein Düngemittel mit einer Nebenwirkung gegen Unkräuter. Es fehlen Herbizide für den Einsatz bei Brokkoli und Chinakohl.

Tab. 5 Für den Einsatz in Kohlkulturen zugelassene Pflanzenschutzmittel (Wirkstoffe) in der Bundesrepublik Deutschland*

1. Insektizide	Anwendung gegen beiß. + saug. Ins.	beißende Insekten	saugende Insekten	Kohlfliegen
Acephat	x			
Bacillus thuringiensis		x		
Bromophos	x			x
Bromophos-äthyl	x			x
Butocarboxim			x	
Carbofuran				x
Chlorfenvinphos		x		x
Chlorthiophos		x		
Chlorthiophos + Dimethoat	x			
Cypermethrin	x			
Deltamethrin	x		x[1]	
Diazinon				x
Dimethoat			x	x
Dimethoat + Endosulfan	x			
Endosulfan	x			
Ethiofencarb			x	
Etrimfos	x			
Fonofos				x
Heptenophos			x	
Lindan		x		x
Lindan + Methoxychlor		x		

*Stand: 27. September 1982 (64. Bekanntmachung)

[1]ausgenommen Mehlige Kohlblattlaus

Insektizide	Anwendung gegen beiß. + saug. Ins.	beißende Insekten	saugende Insekten	Kohlfliegen
Malathion			x	
Malathion + Methoxychlor			x	
Methamidophos	x			
Methomyl	x			
Mevinphos	x			
Oxydemeton-methyl			x	
Parathion	x			x
Parathion + Oxydemeton-methyl	x			
Parathion-methyl	x			
Permethrin		x		
Pirimicarb			x	
Pirimiphos-methyl	x			
Propoxur	x			
Pyrethrum + Piperonylbutoxid	x			
Pyrethrum + *B. thuringiensis* + Piperonylbutoxid		x[1]		
Tetrachlorvinphos		x[2]		
Triazophos				x

[1]ausgenommen Eulenraupen

[2]nur Kohlweißlingsarten

2. Fungizide	Anwendung gegen/zur
Calciumcyanamid	Befallsminderung von Kohlhernie
Captafol	Umfallkrankheiten
Captan	Auflaufkrankheiten
Kupferoxychlorid	Falsche Mehltaupilze
Metiram	Keimlingskrankheiten
Thiabendazol	*Botrytis cinerea* an Lagerkohl

3. Saatgutbehandlungsmittel	
Bromophos (I)	Kohlfliegen
Captan (F)	Auflaufkrankheiten
Lindan (I) + Mancozeb (F)	Auflaufkrankheiten
Lindan (I) + Thiram (F)	Erdflöhe
Metiram (F)	Auflaufkrankheiten
Thiram (F)	Auflaufkrankheiten

4. Herbizide	
Alachlor	Unkräuter
Alloxydim-Salz	einkeimblättrige Unkräuter
Calciumcyanamid	Unkräuter
Desmetryn	Unkräuter
Diclofop-methyl	Flughafer
Propachlor	Unkräuter
Trifluralin	Unkräuter

I = Insektizid
F = Fungizid

4. Voraussetzungen für die Verwirklichung eines integrierten Pflanzenschutzes im Kohlanbau

4.1. Begriffsbestimmung

Unter integriertem Pflanzenschutz versteht man nach einer Definition der FAO: "Ein Verfahren, bei dem alle wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden verwendet werden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewußte Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren im Vordergrund steht".

4.2. Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes

Das Instrumentarium zur Verwirklichung eines integrierten Pflanzenschutzes läßt sich in indirekt und direkt wirkende Maßnahmen aufteilen.

4.2.1. Indirekte Maßnahmen

Ziel der indirekten Maßnahmen ist es, einem schädlichen Befall vorzubeugen oder die Kulturpflanzen so zu stärken, daß sie einen Befall ohne größere Ertragseinbußen tolerieren.

Standortwahl

Durch eine richtige Wahl des Standortes, der den Kohlkulturen ein optimales Gedeihen ermöglicht, können die Pflanzen eine Schädigung schneller durch ein rasches Wachstum ausgleichen, wodurch mögliche Ertragseinbußen verhindert werden. Auch können durch den Anbau von Kohlkulturen in "Gesundlagen", d.h. an solchen Standorten, an denen Schädlinge bisher nicht aufgetreten sind oder die Umweltbedingungen eine Massenvermehrung nicht zulassen, Pflanzenschutzmaßnahmen eingespart werden. Dagegen sind solche Standorte, die eine rasche Schädlingsentwicklung begünstigen, zu meiden. So erhöht sich z.B. in trockenen Lagen die Gefahr einer Blattlausgradation, während allzu feuchte Lagen das Auftreten der Kohldrehherzmücke (*Dasineura brassicae*) fördern.

Allerdings sind der Standortwahl oft enge Grenzen gesetzt, da

sie in der Regel durch Struktur und Lage des Betriebes festgelegt ist oder den betriebswirtschaftlichen Forderungen untergeordnet werden muß.

Fruchtfolge

Haben die Massierung des Anbaus in einem Gebiet und enger werdende Fruchtfolgen zu einem starken Anstieg von Schaderregerpopulationen geführt, so kann in vielen Fällen das Einschalten einer Anbaupause den Befallsdruck vermindern. Dies gilt in erster Linie für bodenbürtige Krankheitserreger und eingeschränkt auch für standorttreue Schädlinge mit geringem Aktionsradius. In Gebieten, in denen die einzelnen Kohlfelder nahe beieinander liegen, läßt sich durch eine weitgestellte Fruchtfolge der Befallsdruck durch tierische Schaderreger nicht herabsetzen. Dies wäre nur möglich, wenn alle Anbauer in einem größeren, möglichst abgeschlossenen Areal für einen gewissen Zeitraum auf einen Anbau verzichten oder ihn doch wesentlich einschränken würden. Für bestimmte Schädlinge, wie Blattläuse und manche Wanderfalter (z.B. Großer Kohlweißling), bleiben diese Maßnahmen häufig wirkungslos, da diese Arten durch größere Luftströme oft weite Entfernungen zurücklegen. Häufig wird der Befallsdruck durch das Überdauern der Schädlinge auf Ernterückständen, beernteten, sowie überwinternden Kohlkulturen erhöht. So können z.B. abgeerntete Rosenkohlbestände, die bis ins Frühjahr hinein auf den Feldern verbleiben, der Kohlmottenschildlaus und den Eiern der Mehligen Kohlblattlaus ideale Überwinterungsmöglichkeiten bieten und somit ein Ausgangspunkt für einen Neubefall anderer Kulturen sein. Dies gilt auch für die Ausbreitung von Virosen und einigen Pilzkrankheiten.

Kulturführung

In enger Verbindung mit den durchzuführenden Pflanzenschutzmaßnahmen steht auch die Art der Kulturführung. Von besonderer Bedeutung sind die Hygienemaßnahmen. So sollten zur Anzucht nur einwandfreie Erden verwendet und nicht mehr benötigte Pflanzen sofort beseitigt werden. Zur Pflanzung sollten

auch nur Pflanzen mit gut ausgebildeten Wurzeln gelangen, da diese Pflanzen zügiger anwachsen und somit die kritische Phase für einen Kohlfliegenbefall schneller überwinden. Zudem sollten Pflanztermin sowie die Phase der Jugendentwicklung bei der Direktsaat nach Möglichkeit nicht in die Hauptflugzeit von Schädlingen gelegt werden. Die Pflanzung ist aus der Sicht des Pflanzenschutzes der Direktsaatmethode vorzuziehen, da die Jungpflanzen in der Anzucht besser vor einem Befall geschützt werden können. Da in der Regel auch mehr Pflanzen angezogen werden als benötigt, ist ein Verlust an Pflanzen in der Anzucht nicht so schwerwiegend wie im Freiland. Zudem kann beim Pflanzvorgang durch das Aussondern von mit Schädlingen und Krankheiten befallenen Pflanzen die Ausbreitung eines Schaderregers eingedämmt werden.

Einen Einfluß auf den Befall kann auch die Bestandesdichte haben. Während sich auf die Entwicklung und Ausbreitung der meisten Krankheiten eine hohe Bestandesdichte günstig auswirkt, vermindert sich dagegen in der Regel der Besatz pro Pflanze durch schädliche Insekten mit einer Zunahme der Bestandesdichte (PIMENTEL 1961 a).

Befallsverringernd wirkt auch die Anlage einer Mischkultur oder das Ausbringen einer Untersaat (Intercropping), da es den Schädlingen das Auffinden ihrer Wirte erschwert und den natürlichen Gegenspielern bessere Umweltbedingungen bietet (COAKER 1980, THEUNISSEN und DEN OUDEN 1980).

Der Nutzung dieses Verfahrens stehen in den Erwerbsbetrieben jedoch verschiedene arbeitstechnische Gründe entgegen.Für den Klein- und Hausgarten sind dagegen gewisse Nutzungsmöglichkeiten durchführbar.

Die Möglichkeit einer Zusatzberegnung sollte nicht außer Acht gelassen werden, da sich mit ihr Blattlauspopulationen wirksam vermindern lassen. Daneben können Ausfälle durch starken Kohlfliegenbefall durch eine reichliche Wasserversorgung verringert werden.

Darüber hinaus sollte die optimale Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen und Wasser während der gesamten Kulturdauer

das Ziel eines Anbauers sein. Durch diese Maßnahmen kann die Widerstandskraft der Pflanzen allgemein gefördert werden. Empfindliche Entwicklungsstadien während der Kulturdauer werden verkürzt und leichte Schäden durch Schädlingsbefall rasch ausgeglichen.

Verwendung widerstandsfähiger Sorten

Durch den Anbau widerstandsfähiger Sorten könnte man dem Ziel, einen Pflanzenschutz mit möglichst geringem Einsatz von Pestiziden zu verwirklichen, ein gutes Stück näher kommen. In der Vergangenheit haben sich die Pflanzenzüchter jedoch nur sehr wenig mit der Resistenzzüchtung gegen tierische Schaderreger beschäftigt. So gibt es bis heute für den Kohlanbau in Europa lediglich erste Ansätze einer Resistenzzüchtung.

4.2.2. Direkte Bekämpfungsmaßnahmen

Hierzu gehören alle diejenigen Maßnahmen, die auf einen vorhandenen Befall direkt einwirken.

Chemische Bekämpfungsmaßnahmen

Ein Ziel des integrierten Pflanzenschutzes ist es, den Einsatz von chemischen Bekämpfungsmitteln so weit wie möglich zu reduzieren. Dies kann durch die Anwendung alternativer Maßnahmen, wie biologische und mechanische Bekämpfungsverfahren, durch eine Herabsetzung der Aufwandmengen sowie durch einen Übergang von der Routinespritzung zur gezielten Behandlung erfolgen. Grundvoraussetzung für letzteres ist das Vorhandensein einer gut funktionierenden Warndienstorganisation sowie die Ermittlung von Bekämpfungsschwellen. Darüber hinaus sind die Anbauer so zu schulen, daß sie nach Möglichkeit eine Bestandesüberwachung selbst durchführen können. Neben einer quantitativen Verminderung des chemischen Mitteleinsatzes sollten sich die qualitativen Anforderungen an die Mittel erhöhen. Wünschenswert sind Präparate mit folgenden Eigenschaften: geringe Anwendertoxizität, spezifische Wirkung gegenüber dem Schaderreger und damit Schonung der Nützlinge und anderer Lebewesen sowie ein rascher Abbau in der Pflanze und in der Umwelt.

Biologische Bekämpfungsmaßnahmen

An biologischen Behandlungsmitteln stehen den Praktikern zur Zeit nur *Bacillus thuringiensis*-Präparate zur Verfügung. Diese Präparate zeigen eine gute Wirkung gegen *Pieris*-Arten. Ihre Wirksamkeit reicht aber in der Regel zur Bekämpfung von Kohleulenlarven nicht aus, so daß oft zusätzlich andere Bekämpfungsmittel eingesetzt werden müssen. Zur Zeit wird die Anwendung eines Kernpolyedervirus gegen die Larven der Kohleule geprüft, um so diese Bekämpfungslücke zu schließen. Ebenfalls in der Erprobung für den hiesigen Anbau ist der Einsatz von *Trichogramma*-Arten zur Parasitierung von Lepidoptereneiern (GLAS et al. 1981, HASSAN 1982).

Mechanische und biotechnische Bekämpfungsmaßnahmen

Mechanische Bekämpfungsmaßnahmen werden vorrangig bei der Unkrautbekämpfung eingesetzt. Von wenigen Ausnahmen abgesehen gibt es zur Zeit keine praxisreifen Verfahren zur mechanischen Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen. Der Massenfang von Schädlingen durch Pheromone und andere Lockstoffe befindet sich noch in der Erprobung. Das Absammeln von Schädlingen, Zerdrücken von Eigelegen, Abspritzen von Blattläusen mit Hilfe eines Wasserstrahls oder die Verwendung von reflektierenden Materialien zur Bodenbedeckung ist nur für den Kleingarten praktikabel (SCHALK et al. 1979).

Faßt man die bereits vorhandenen Möglichkeiten für die Verwirklichung eines integrierten Pflanzenschutzes im Kohlanbau zusammen, so stehen den Anbauern zur Zeit neben den kulturtechnischen Maßnahmen, wie Standortwahl, Fruchtfolge, Hygiene und eine optimale Nährstoffversorgung der Pflanzen, nur ein mikrobiologisches Präparat gegen einige schädliche Raupenarten sowie ein Aphizid (Pirimicarb) mit nützlingsschonenden Eigenschaften zur Verfügung (s. Tab. 5). Verfahren zum Einsatz von Nützlingen und die Anwendung weiterer mikrobiologischer Präparate werden zur Zeit erprobt, sind aber noch nicht praxisreif. Darüber hinaus sollten verstärkt nützlingsschonende und spezifisch wirkende Mittel entwickelt und die Möglichkeiten der Züchtung resistenter Sorten erforscht werden.

5. Untersuchungen zur Populationsdynamik der in Kohlkulturen auftretenden schädlichen Insektenarten

Grundvoraussetzung für die Verwirklichung eines integrierten Bekämpfungssystems sind genaue Kenntnisse über das vorhandene Artenspektrum und das zeitliche und zahlenmäßige Auftreten der Schädlinge. Durch wöchentliche Erhebungen des Schädlingsbesatzes in verschiedenen Kohlkulturen und durch die Erprobung verschiedener Fallenarten wurde versucht, diese Grundlagen für das Anbaugebiet zwischen Köln und Bonn zu erarbeiten.

5.1. Material und Methoden

5.1.1. Beschreibung der Untersuchungsstandorte

Erhebungen und Versuche zu dieser Arbeit wurden überwiegend auf dem Versuchsfeld des Instituts für Pflanzenschutz im Gemüsebau der Biologischen Bundesanstalt in Hürth-Fischenich (Standort I) durchgeführt. Darüber hinaus fanden Kontrollen an verschiedenen Kohlkulturen und die Prüfung von Pheromonfallen an zwei weiteren Standorten (Standort II = Blatzheim, ca. 20 km westlich von Fischenich und Standort III = Hemmerich-Kardorf, ca. 20 km südlich von Fischenich) statt (Abb. 2). Alle drei Standorte liegen westlich des Rheins in der Kölner Bucht in einem klimatisch günstigen, intensiven Gemüsebaugebiet.

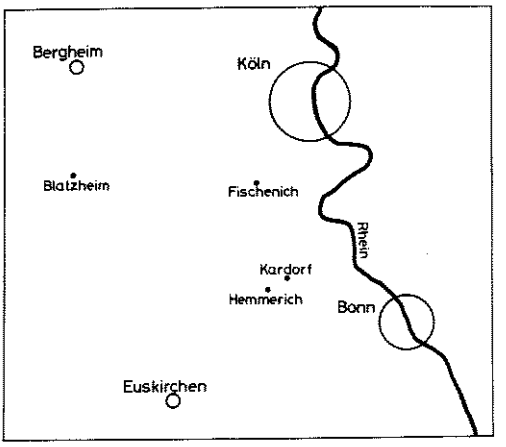


Abb. 2 Lage der Untersuchungsstandorte

Die langjährigen Jahresmitteltemperaturen für die Standorte liegen zwischen 9,5 und 10,0°C und die jährlichen Niederschlagsmengen bewegen sich in der Regel zwischen 600 und 700 mm (PULS 1982).

In Abb. 3 und 4 sind die Temperaturverläufe und die Niederschlagsmengen der beiden Untersuchungsjahre (1980 und 1981) für den Standort I wiedergegeben. Die Jahresdurchschnittstemperaturen mit 9,2°C für 1980 und 9,7°C für 1981 entsprechen in etwa dem langjährigen Mittelwert. Die jährlichen Niederschlagsmengen waren 1980 mit 665 mm normal, lagen jedoch in 1981 mit 846 mm deutlich über dem langjährigen Mittel. Im Jahre 1980 war die Verteilung der Niederschläge jedoch recht unterschiedlich. Spätsommer und Herbst waren verhältnismäßig trocken, während im Frühsommer eine ausgeprägte Regenperiode (26,7 % der Jahresmenge) verbunden mit deutlich niedrigeren Durchschnittstemperaturen zu verzeichnen war.

5.1.2. Anlage und Auswertung der Dauerbeobachtungsparzellen

In Dauerbeobachtungsparzellen des Standortes I wurde die Entwicklung des Schädlingsbefalls ohne Einfluß von Bekämpfungsmaßnahmen ermittelt. Als Wirtspflanze fand Rosenkohl Verwendung, der auf Grund seiner langen Kulturdauer die Erfassung des Schädlingsbesatzes über mehrere Generationen ermöglicht. Außerdem erleichtern der aufrechte Wuchs und die gestielten Blätter eine Kontrolle der Pflanzen auf Schädlingsbesatz sehr.

In den Jahren 1980 und 1981 wurden auf dem Versuchsfeld in Fischenich pro Jahr zwei Dauerbeobachtungsparzellen (Parzelle A: Pflanzung Anfang Mai, Parzelle B: Pflanzung im Juli) mit Rosenkohl der Sorte 'Hilds Ideal' angelegt, die in Vorversuchen im Jahre 1979 bei einem Vergleich mehrerer Sorten eine mittlere Anfälligkeit gegenüber den verschiedenen Kohlschädlingen gezeigt hatte. Jede Dauerbeobachtungsparzelle bestand aus 361 Pflanzen (19 x 19 Reihen; Pflanzabstand 0,5 x 0,5 m).

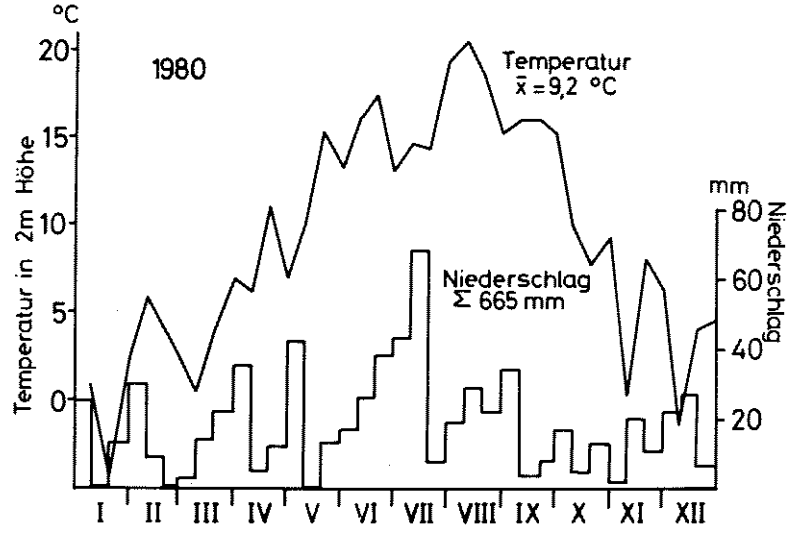


Abb. 3

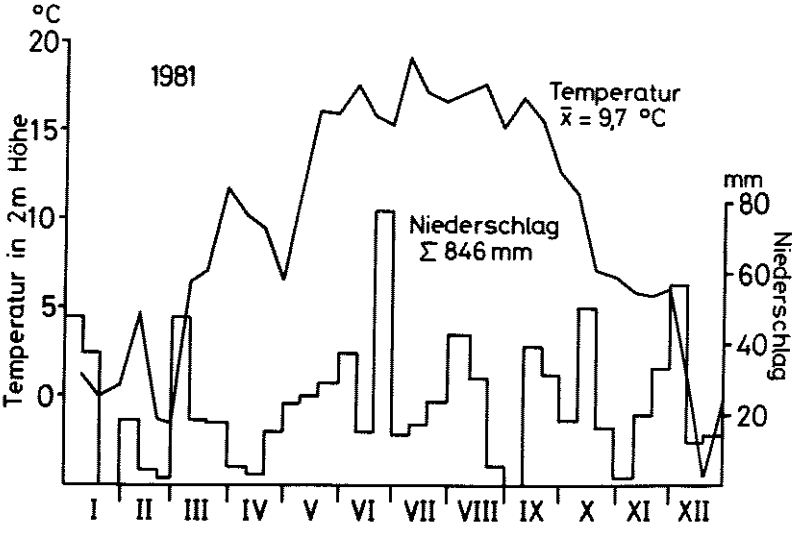


Abb. 4

Abb. 3 u. 4 Temperaturverlauf (Dekadenmittelwerte) und Niederschlagsverteilung (Dekadensummen) am Standort Fischenich

Um Ausfälle durch Kohlfliegenbefall zu vermeiden, wurde 3 Tage nach der Pflanzung eine Reihenbehandlung mit einem nicht systemischen Insektizid (Chlorfenvinphos) durchgeführt. Die Unkrautbekämpfung erfolgte mit einem praxisüblichen Herbizid (Propachlor). An Stickstoff wurden insgesamt 160 kg/ha in drei Gaben verabreicht.

In jeder Parzelle wurde jede zweite Pflanze (insgesamt 100 Pfl.) wöchentlich auf Schädlingsbefall kontrolliert (Abb. 5). Zwei Monate nach der Pflanzung wurde ein Teil der nicht kontrollierten Pflanzen aus der Parzelle entfernt, da wegen des zu dicht und eng gewordenen Bestandes eine ungehinderte Kontrolle der Pflanzen nicht mehr möglich war. Außerdem mußte jeweils im September in den Anfang Mai angelegten Parzellen etwa die Hälfte der Pflanzen entspitzt werden, da die Ausbildung generativer Organe eingesetzt hatte.

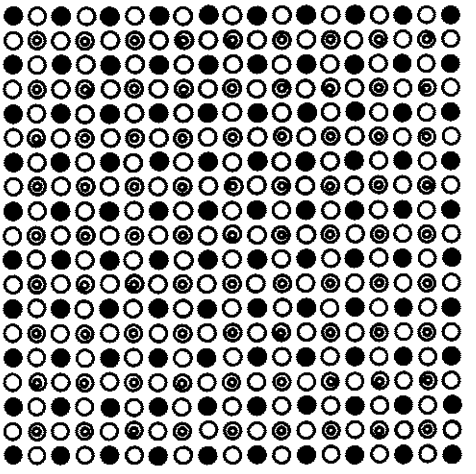


Abb. 5 Übersicht Dauerbeobachtungsparzelle

Die Befallserhebungen begannen in der Regel 2 - 3 Wochen nach dem Pflanzen und wurden bis in den Oktober hinein fortgeführt. Der Schädlingsbesatz und die vorkommenden Nützlinge wurden für jede Pflanze getrennt erfaßt. Soweit vorhanden und möglich, wurde bei den beißenden Schädlingen die Zahl der Eier, der einzelnen Larvenstadien (L_{1-2}, L_{3-4}, L_{5-6}) und der Puppen registriert, während bei einem Befall mit Blattläusen oder Mottenschildläusen zunächst der Besatz für jedes Blatt getrennt geschätzt und anschließend für die gesamte Pflanze aufsummiert wurde. Zusätzlich zu den Erhebungen des Schädlingsbesatzes wurde bei jeder Kontrolle das Ausmaß des Fraßschadens pro Pflanze festgehalten; dabei diente der durch die Raupen verursachte Blattflächenverlust als Boniturmaßstab (Tab. 6).

Tab. 6 Boniturschema zur Ermittlung des Fraßschadens

Boniturwert	Blattflächenverlust durch Raupenfraß in %
1	0
2	1 - 5
3	6 - 10
4	11 - 15
5	16 - 20
6	21 - 25
7	26 - 30
8	31 - 35
9	$\geq$ 36

Die Auswertung des umfangreichen Zahlenmaterials erfolgte mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitungsanlage des Regionalen Hochschulrechenzentrums (RHRZ) der Universität Bonn. Dazu wurden alle Daten auf Lochkarten übertragen. Transformationen von Daten (log-Werte), Bilden von Befallsindizes und Berechnung des Durchschnittsbefalls pro Pflanze erfolgte mit den am RHRZ verfügbaren BMDP-Programmen (Biomedical Computer Programs P-series 1979 und 1982).

Um die Entwicklung und Verteilung des Befalls in den Dauerbeobachtungsparzellen für die einzelnen Schädlinge optisch darstellen zu können, wurde zu diesem Zweck in der Computersprache PASCAL ein Programm entwickelt.

5.1.3. Lichtfalle

Die Flugzeiten der meisten Noctuidenarten, zu denen auch einige wichtige Kohlschädlinge gehören, können mit Hilfe von Lichtfallen ermittelt werden.

Aus diesem Grunde wurde in dem Zeitraum vom 1.5. bis 1.10. der beiden Untersuchungsjahre auf dem Versuchsfeld in Fischenich eine am Institut angefertigte Lichtfalle (Abb.6)

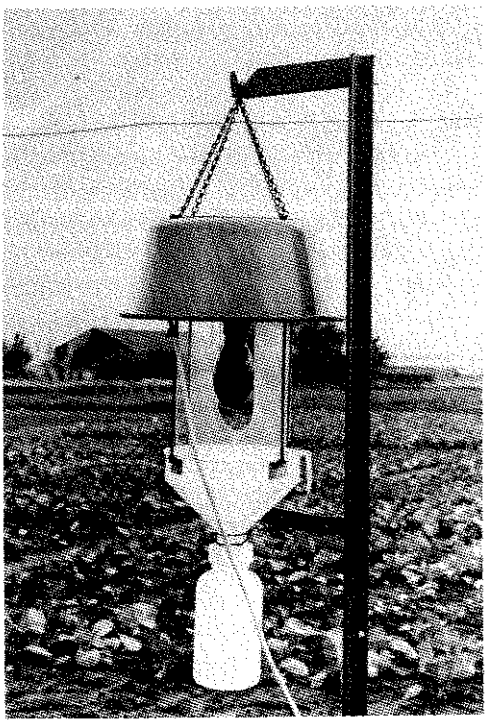


Abb. 6 Lichtfalle

aufgestellt. Ein Quecksilberdampf-Hochdruckstrahler (OSRAM HQV-125 W) mit Schwarzglaskolben, dessen Strahlung hauptsächlich im langwelligen UV-Bereich liegt, diente als Lichtquelle.

Aufgefangen und abgetötet wurden die angelockten Falter in einer 2 l Weithalsflasche aus Polyäthylen. In ein mit Watte gefülltes Becherglas (100 ml) am Boden des Fangbehälters wurde als Abtötungsmittel Essigsäureäthylester (99 %) gegeben. Mittels einer Schaltuhr wurde die Lichtfalle von 18 Uhr bis 8 Uhr in Betrieb gesetzt. Die Bestimmung der gefangenen Falter erfolgte weitgehend nach FORSTER und WOHLFAHRT (1971).

5.1.4. Pheromonfallen

Die Zahl der synthetisch herstellbaren Pheromone und ihr Einsatz zur Populationsüberwachung verschiedener schädlicher Insektenarten hat in den letzten Jahren laufend zugenommen. In den vorliegenden Untersuchungen wurden Pheromone für *Mamestra brassicae* aus der Schweiz[1] sowie für *Plutella xylostella* und *Evergestis forficalis* aus den Niederlanden[2] erprobt. Es wurden folgende Substanzen getestet (Mengenangabe pro Köder):

M. brassicae: 1 mg (Z)-11-Hexadecenyl Acetat
(ARN 1982, STURBLE et al. 1980)

P. xylostella: 0,05 mg (Z)-11-Hexadecenal + 0,05 mg (Z)-11-Hexadecenyl Acetat + 0,001 mg (Z)-11-Hexadecen-1-ol
(KOSHIHARA und YAMADA 1980, VOERMAN 1982)

E. forficalis: 1 mg (E)-11-Tetradecen-1-ol Acetat
(VOERMAN 1979 und 1982)

Bei *M. brassicae* und *E. forficalis* bestand der Köder aus einer durchsichtigen Polyäthylen-Kapsel, bei *P. xylostella* dagegen aus einem Stück roten Gummischlauch. Köderwechsel

[1]Arn, H.: Eidg. Forschungsanstalt, Wädenswil (CH)
[2]Voerman, S.: Institute for Pesticide Research, Wageningen (NL)

erfolgte bei allen Fallen jeweils am Monatsanfang. Als Fallentyp wurden bei allen drei Arten die Tetra-Fallen (Abb.7) aus der Schweiz verwendet (ARN et al. 1979).

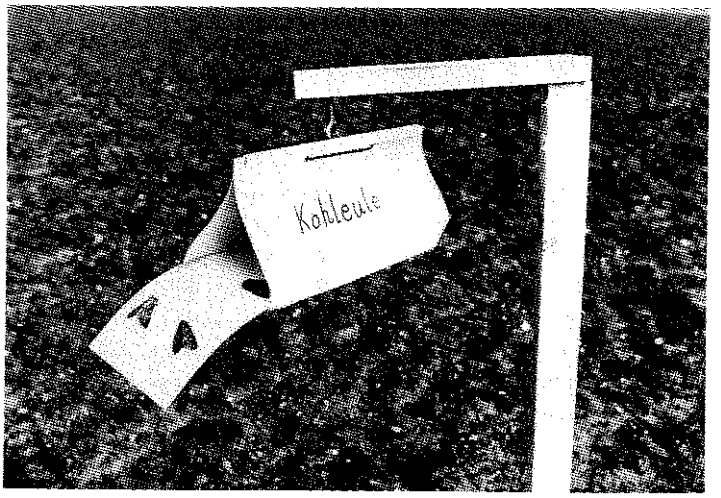


Abb. 7 Pheromonfalle

Vom 1. Mai bis zum 1. Oktober waren die Fallen an ein Meter hohen Pfählen am Rande von Kohlparzellen aufgestellt, wobei darauf geachtet wurde, daß die Längsseite der Falle quer zur Hauptwindrichtung (Westen) ausgerichtet war. In der Regel fanden je Standort zwei Fallen Verwendung. Der Abstand zwischen den Fallen betrug 50 - 100 m. Die Kontrolle der Fallen erfolgte einmal wöchentlich. Nach der Auszählung wurden die gefangenen Falter sorgfältig mit einer Pinzette vom Leimboden entfernt. Waren die Leimböden durch Falterschuppen sehr stark verschmutzt und dadurch in ihrer Fängigkeit beeinträchtigt, wurden sie erneuert.

5.1.5. Farbfallen

Um einen Überblick über den Flugverlauf der beiden saugenden Schädlinge *Brevicoryne brassicae* und *Aleyrodes prole-*

tella zu erhalten, wurden 1981 in der Zeit vom 1.5. - 31.10. auf dem Versuchsfeld in Fischenich zwei Gelbschalen und zwei Leimtafeln eingesetzt.

Die ebenerdig aufgestellten Gelbschalen hatten einen Durchmesser von 25 cm und waren 7,5 cm hoch. Die verwendeten Leimtafeln (20 x 20 cm) waren horizontal an 25 cm hohen Holzpfählen befestigt. Um die Farbtafeln wieder verwenden zu können, wurden sie mit einer Leim bestrichenen durchsichtigen Kunststoffolie bedeckt, die nach jeder Kontrolle erneuert wurde. Die Fallen standen am Rande von Parzellen und wurden dreimal wöchentlich ausgewertet. Bodenbewuchs in unmittelbarer Nähe der Fallen wurde durch Hacken beseitigt.

Da sich in den zur Kohlfliegenkontrolle aufgestellten Gelbschalen (Durchmesser 16 cm, Höhe 6 cm), die im Vergleich zu den oben genannten Gelbschalen zusätzlich einen mit Allylisothiocyanat gefüllten Dispensor enthielten, wiederholt Falter des Kleinen Kohlweißlings befanden, wurden 1981 die Fangzahlen auch für diesen Schädling ermittelt.

5.2. Ergebnisse

5.2.1. Artenspektrum und Befallsstärke der in Kohlkulturen beobachteten Insekten

5.2.1.1. Artenspektrum

In den Jahren 1980 und 1981 wurden an den drei Untersuchungsstandorten an oberirdischen Pflanzenteilen folgende in Tab. 7 aufgeführte schädliche Insektenarten beobachtet.

Tab. 7 Spektrum der in den Jahren 1980 und 1981 in Kohlkulturen beobachteten schädlichen Insektenarten

Beißende Insekten:

LEPIDOPTERA (15 Arten)

Amathes c-nigrum L.
Autographa gamma L.
Cidaria fluctuata L.
Evergestis forficalis L.
Mamestra brassicae L.
Mamestra oleracea L.
Mamestra suasa Schiff.
Noctua pronuba L.
Phlogophora meticulosa L.
Phragmatobia fuliginosa L.
Pieris brassicae L.
Pieris rapae L.
Plutella xylostella L.
Spilosoma lubricipeda L.
Spilosoma menthastri Esp.

HYMENOPTERA (1 Art)

Athalia rosae L.

Saugende Insekten:

HOMOPTERA (7 Arten)

Aleyrodes proletella L.
Aphis fabae Scop.
Aulacorthum solani Kalt.
Brevicoryne brassicae L.
Macrosiphon euphorbiae Thos.
Myzus persicae Sulz.
Trialeurodes vaporariorum Westw.

An weiteren Schädlingen aus anderen Insektenordnungen traten in geringer Zahl verschiedene Blattminierer (Agromyzidae), Thripse (Thysanoptera) und an den Röschen von Rosenkohl fressende Dipterenmaden auf.

5.2.1.2. Befallsstärke

In den Dauerbeobachtungsparzellen wurde für die verschiedenen Schädlinge der Anteil der von ihnen befallenen Pflanzen erfaßt. Nimmt man den höchsten Anteil, der während des Beobachtungszeitraums von einem Schädling erreicht wurde, als Maßstab für die Bedeutung dieser Art, läßt sich für die Gruppe der beißenden Insekten nachfolgende Rangliste aufstellen (Tab. 8):

Tab. 8 Maximaler Anteil befallener Pflanzen in %, der in den Dauerbeobachtungsparzellen (Rosenkohl) von den aufgetretenen Schädlingen (Lepidoptera) erreicht wurde

Parzelle / Schädling	1980		1981	
	A[1]	B[2]	A[1]	B[2]
Mamestra brassicae	90	47	97	98
Plutella xylostella	40	27	59	62
Pieris rapae	17	7	14	22
Evergestis forficalis	4	2	4	2
Autographa gamma	1	2	2	4
Pieris brassicae	1	0	3	3
Cidaria fluctuata	1	0	0	0

[1]A = Pflanzung Anfang Mai [2]B = Pflanzung Juli

Mamestra brassicae war mit Abstand der bedeutendste Schädling. Als weitere wichtige Schädlinge traten *Plutella xylostella* und *Pieris rapae* auf. Die 4 übrigen Arten sind für sich allein betrachtet nur von untergeordneter Bedeutung,

da die Befallsgrenze von 5 % nicht überschritten wurde. Trotzdem müssen diese Arten bei der Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems mit berücksichtigt werden, weil bei gleichzeitigem Auftreten mehrerer Arten die Schadensschwelle überschritten werden kann. Dies gilt auch für die übrigen in Tab. 7 aufgeführten Arten, auch wenn sie 1980 und 1981 in den Dauerbeobachtungsparzellen nicht auftraten.

Bei einem Befall mit saugenden Insekten werden oft alle Pflanzen einer Parzelle besiedelt. Daher ist es nicht sinnvoll, zur Beurteilung ihrer Bedeutung den maximalen Anteil befallener Pflanzen zu verwenden. Günstiger war es hier, den in dem Beobachtungszeitraum ermittelten höchsten Durchschnittsbesatz eines Schädlings pro Pflanze heranzuziehen. In Tab. 9 sind die Werte für die drei bedeutendsten Arten aufgeführt.

Tab. 9 Maximaler Durchschnittsbesatz pro Pflanze, der in den Dauerbeobachtungsparzellen (Rosenkohl) für die wichtigsten aufgetretenen saugenden Schädlinge (Homoptera) ermittelt wurde

Parzelle / Schädling	1980		1981	
	A[1]	B[2]	A[1]	B[2]
Aleyrodes proletella[3]	203	64	310	257
Brevicoryne brassicae[4]	236	165	115	67
Myzus persicae[4]	14	3	12	20

[1] A = Pflanzung Anfang Mai
[2] B = Pflanzung Juli
[3] Imagines/Pflanze
[4] Blattläuse/Pflanze

Myzus persicae spielt im Vergleich zu den anderen beiden aufgeführten Arten nur eine untergeordnete Rolle. Für die Arten *Aphis fabae*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphon euphorbiae* und *Trialeurodes vaporariorum* wurde nur vereinzelt ein geringer Besatz festgestellt. Trotzdem muß das Auftreten dieser Arten mit Ausnahme von *T. vaporariorum* in virusgefährdeten Gebieten mit berücksichtigt werden.

5.2.2. Populationsdynamik der schädlichen Insektenarten

5.2.2.1. Beißende Insekten

5.2.2.1.1. *Mamestra brassicae* L. - Kohleule

Dauerbeobachtungsparzellen

In den Abb. 8 und 9 sind die Befallskurven für die Kohleule aus den Jahren 1980 und 1981 dargestellt. Der erste Befall trat in beiden Jahren in der zweiten Maihälfte auf. Während es 1980 schon Anfang Juni zu einem starken Populationsanstieg kam, nahm der Befall im Jahre 1981 nur sehr langsam zu. Das Maximum der Populationsdichte wurde in beiden Jahren im Monat September erreicht, wobei der Höhepunkt 1981 im Vergleich zu 1980 wesentlich deutlicher ausgeprägt war. In den zu einem späteren Zeitpunkt angelegten Dauerbeobachtungsparzellen B verlief die Populationsentwicklung ähnlich wie in den A-Parzellen. Besonders deutlich zeigte sich dies im Jahr 1981.

Betrachtet man das Auftreten der Kohleule getrennt für die einzelnen Entwicklungsstadien (Abb. 10 und 11), so geben die Kurven für die Eiablage und die Junglarvenstadien (L_{1-2}) den Befallsverlauf am besten wieder. Mitte August stieg die Eizahl pro Pflanze sehr stark an, was auf den Beginn des Hauptfluges der zweiten Generation hinweist. Wie aus dem Kurvenverlauf weiter zu ersehen ist, wurde die Eiablage am Monatsende kurz unterbrochen, was wahrscheinlich auf die schlechten Witterungseinflüsse zurückzuführen ist. 1981 war die Eiablage der zweiten Generation sehr stark, obwohl die erste Generation nur äußerst schwach aufgetreten war. Bei einer näheren Betrachtung der Kurven für die einzelnen Entwicklungsstadien fällt auf, daß die Maxima in der Regel mit einer zeitlichen Verzögerung von ein bis zwei Wochen zum vorangegangenen Stadium auftraten. Dabei zeigte sich, daß mit der Weiterentwicklung der Larven eine erhebliche zahlenmäßige Verminderung der Individuen einherging. Das Ausmaß der Verminderung läßt sich aus dem in Tab. 10 aufgeführten Durchschnittsbesatz ersehen, der für die einzelnen Entwicklungsabschnitte ermittelt wurde.

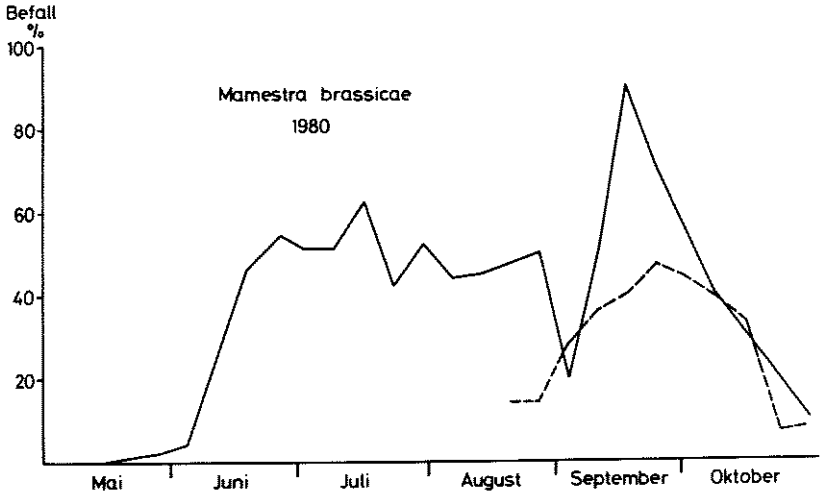


Abb. 8 Befallsverlauf in den Dauerbeobachtungsparzellen
(—— Parzelle A, ---- Parzelle B)

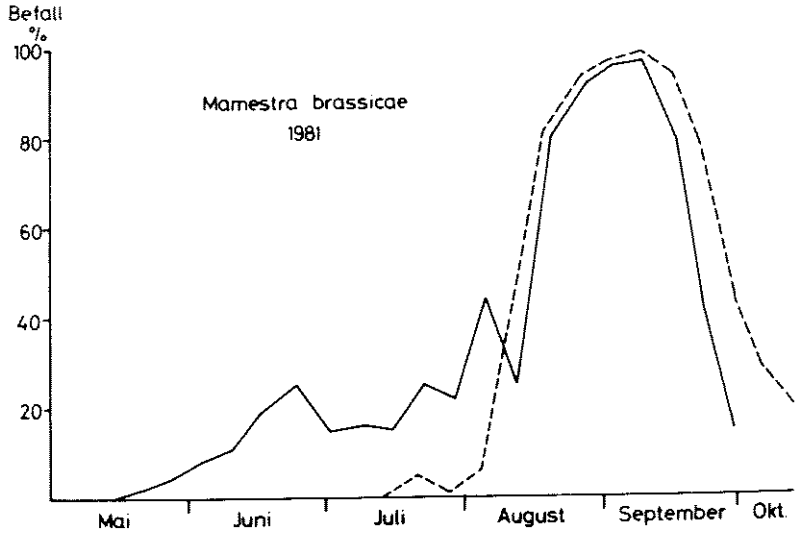


Abb. 9 Befallsverlauf in den Dauerbeobachtungsparzellen
(—— Parzelle A, ---- Parzelle B)

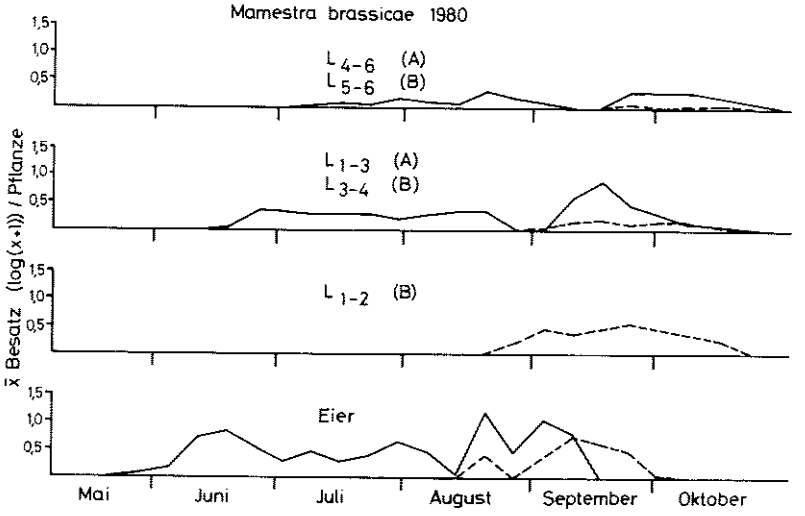


Abb. 10 Durchschnittlicher Ei- und Larvenbesatz in den Dauerbeobachtungsparzellen (—— Parzelle A, ---- Parzelle B)

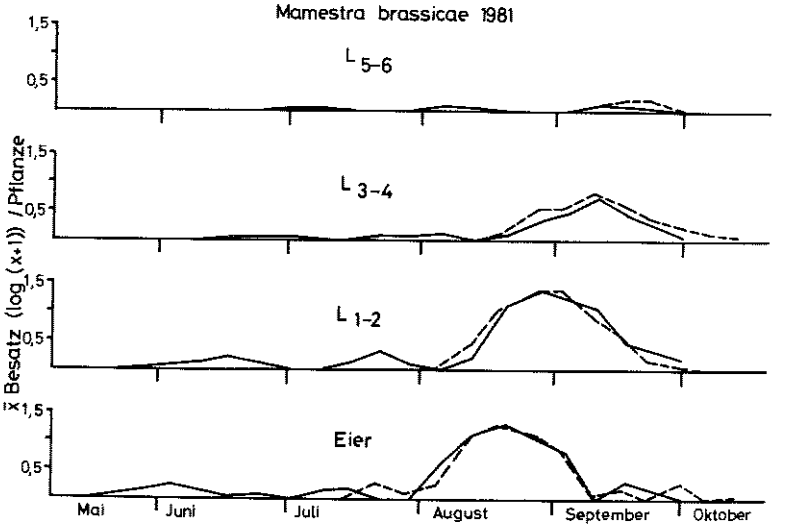


Abb. 11 Durchschnittlicher Ei- und Larvenbesatz in den Dauerbeobachtungsparzellen (—— Parzelle A, ---- Parzelle B)

Tab. 10 Durchschnittlicher Larvenbesatz pro Pflanze für *Mamestra brassicae* in den Dauerbeobachtungsparzellen (1981)

Stadium / Parzelle	L_{1-2}	L_{3-4}	L_{5-6}
A[1]	3,37 (100)	0,55 (16)	0,07 (2)
B[2]	4,69 (100)	1,17 (25)	0,13 (3)

[1]Pflanzung Anfang Mai
[2]Pflanzung Juli
Angaben in Klammern in %

Um festzustellen, ob die Verteilung des Besatzes im Bestand gleichmäßig war und ob es zwischen den Stadien Unterschiede gab, wurde am Beispiel der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A die Verteilung der erfaßten Eigelege und Larven im Stadium L_{3-4} näher untersucht (Abb. 12 - 15). Aus der Abb. 12, in der die Verteilung der Eigelege für einzelne Untersuchungstermine dargestellt ist, geht hervor, daß in der Regel ein Eigelege (Maximum 4 Eigelege) pro Pflanze angetroffen wurde und sich die Eiablage mehr oder weniger zufällig über die gesamte Parzelle verteilte. Betrachtet man dagegen die durchschnittliche Zahl der Eigelege für die Pflanzen am Rand oder an den Ecken der Parzelle über die gesamte Beobachtungszeit hinweg, läßt sich für die Ecken 1 und 2 ein deutlich erhöhter Besatz feststellen (Abb. 14). Der Befall der Pflanzen am Rand und an den beiden übrigen Ecken lag nur leicht über dem Parzellenmittelwert. Dem gegenüber läßt sich in den Abb. 13 und 15, in denen die Verteilung für die Larven des Stadiums L_{3-4} wiedergegeben ist, ein wesentlich ausgeglichenerer Befall feststellen. Daraus kann geschlossen werden, daß sich im Laufe der Zeit ein Befall mit der Kohleule durch Übersiedeln von Larven auf benachbarte Pflanzen ausgleicht.

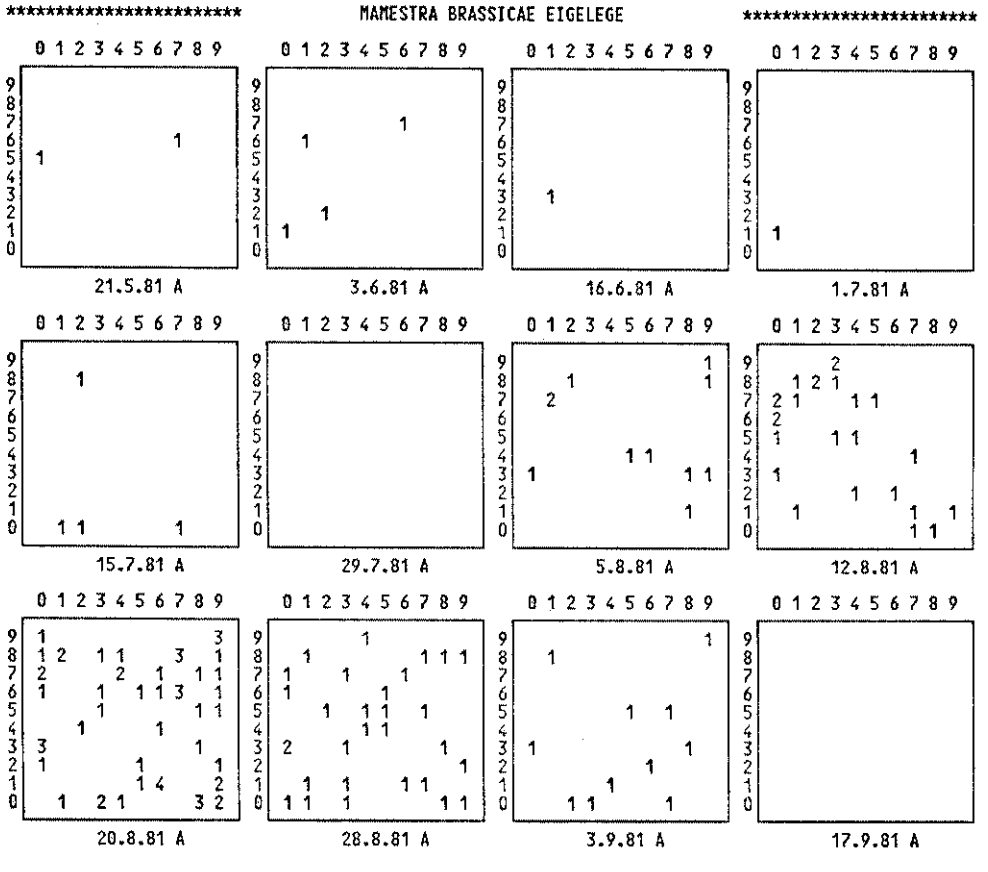


Abb. 12 Eigelegezahl pro Pflanze in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A an verschiedenen Kontrollterminen

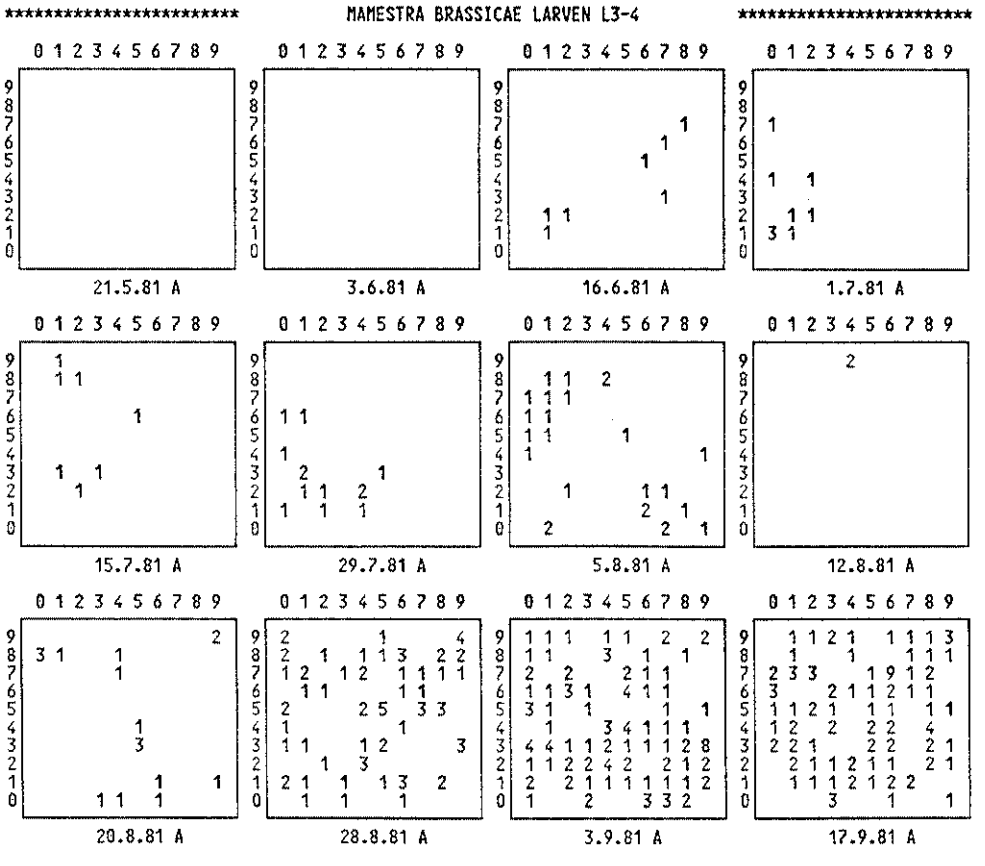


Abb. 13 Larvenbesatz (L_{3-4}) pro Pflanze in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A an verschiedenen Kontrollterminen

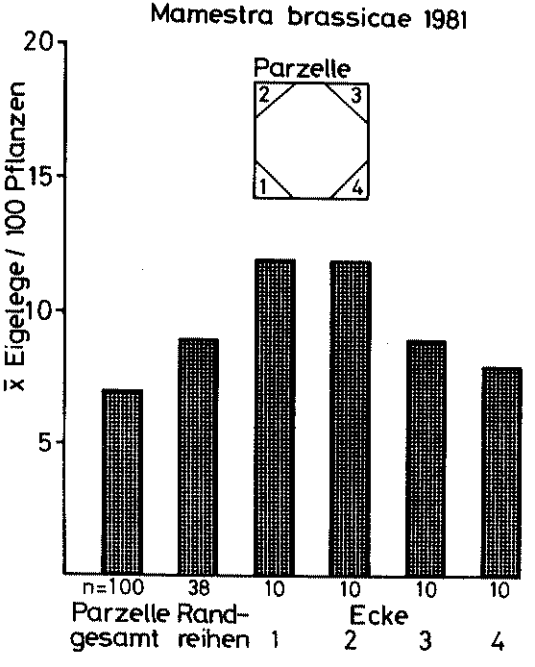


Abb. 14 Durchschnittliche Zahl der Eigelege in der Dauerbeobachtungsparzelle A für den Zeitraum 15.5.1981 - 1.10.1981

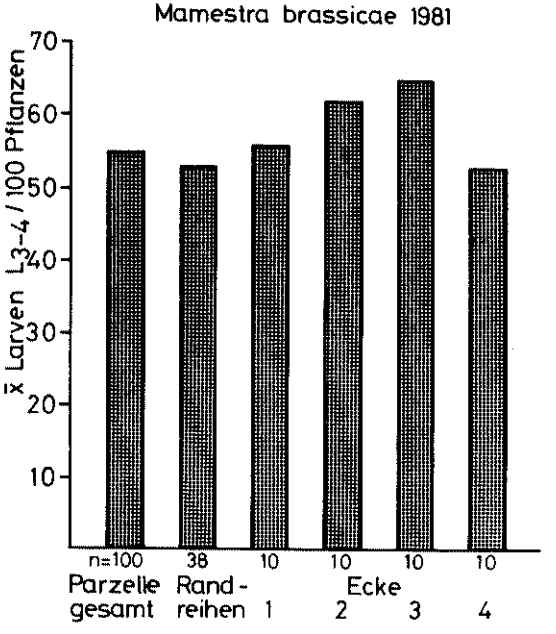


Abb. 15 Durchschnittlicher Larvenbesatz in der Dauerbeobachtungsparzelle A für den Zeitraum 15.5.1981 - 1.10.1981

Um die Frage zu beantworten, ob es für eine Befallserhebung ausreicht, nur die Anzahl der Eigelege zu registrieren, wurde für die A-Parzellen der Jahre 1980 und 1981 die durchschnittliche Größe der in einem Monat gefundenen Eigelege bestimmt (Abb. 16 und 17). Man erkennt deutlich, daß die Größe der Eigelege von Mai bis September stark zunimmt. So ist die Zahl der Eier pro Eigelege im Monat September im Schnitt 4 - 5 mal so groß wie zu Beginn der Eiablage im Mai. Aus der Abb. 16, in der die Ergebnisse für 1980 wiedergegeben sind, ist ferner ersichtlich, daß die Zahl der Eigelege in der ersten die der zweiten Generation deutlich übertraf. Trotzdem lag die mittlere Eizahl pro Pflanze als Folge der geringen Eigelegegröße im Vergleich zur zweiten Generation niedriger, wie bereits in Abb. 10 gezeigt wurde. Die durchschnittliche Eigelegegröße betrug 1980 31 Eier und 1981 37 Eier. Die Resultate der B-Parzellen wurden hier nicht aufgeführt, da die Ergebnisse in der Tendenz gleich waren.

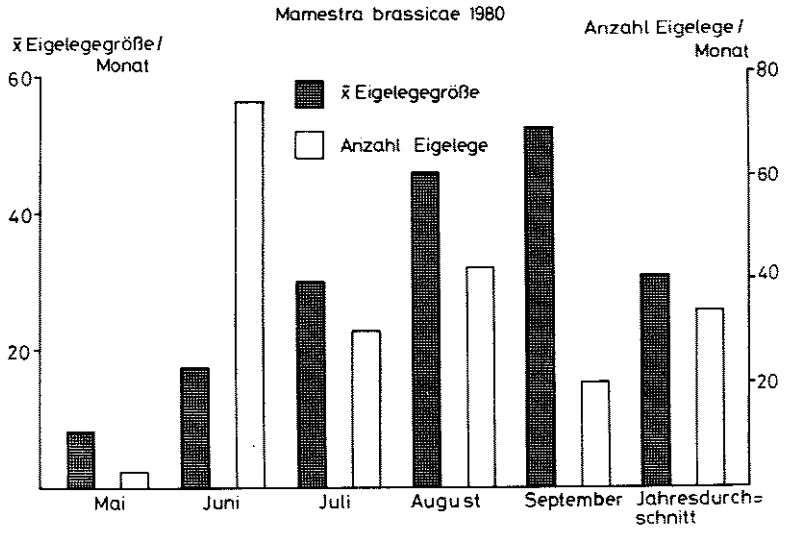


Abb. 16 Anzahl und Größe der Eigelege in der Dauerbeobachtungsparzelle 1980 A

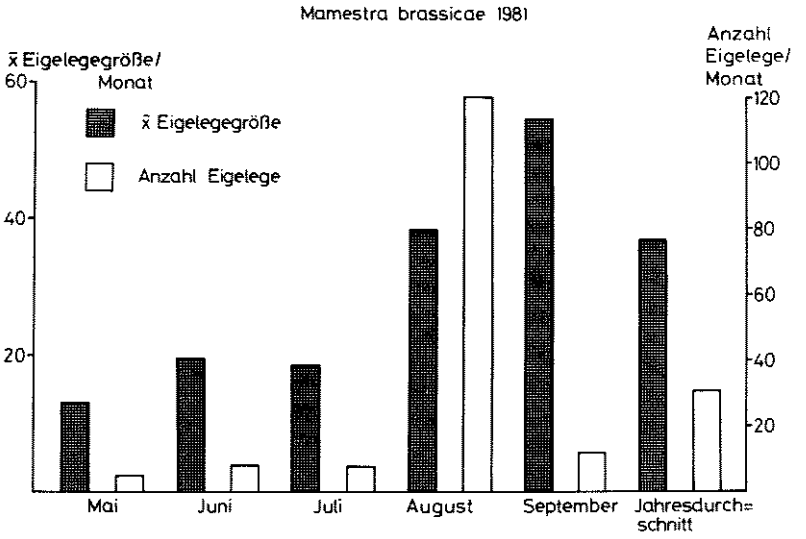


Abb. 17 Anzahl und Größe der Eigelege in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A

Licht- und Pheromonfallen

Fänge von Licht- und Pheromonfallen sind in Abb. 18 und 19 dem in den Dauerbeobachtungsparzellen ermittelten Eiablageverlauf als einer realen Bezugsgröße für den zu erwartenden Schädlingsbesatz gegenübergestellt. Im Jahre 1980 ergab sich lediglich für die zweite Generation eine annähernd gute Übereinstimmung im Verlauf der Fallenfänge und der Eiablage. Das im Vergleich zu 1981 relativ starke Auftreten der ersten Generation (Höhepunkt der Eiablage Mitte Juni) wurde nur von den relativ hohen Pheromonfallenfängen zu Beginn der dritten Maidekade angedeutet. Für das Jahr 1981, in dem die erste Generation nur sehr schwach auftrat, stimmten Fallenfänge und Eiablage recht gut überein.

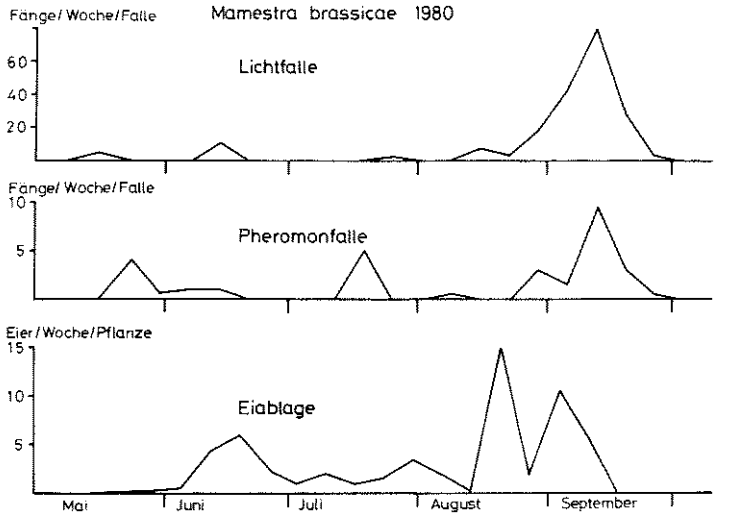


Abb. 18 Fallenfänge und Eiablage in der Dauerbeobachtungsparzelle 1980 A

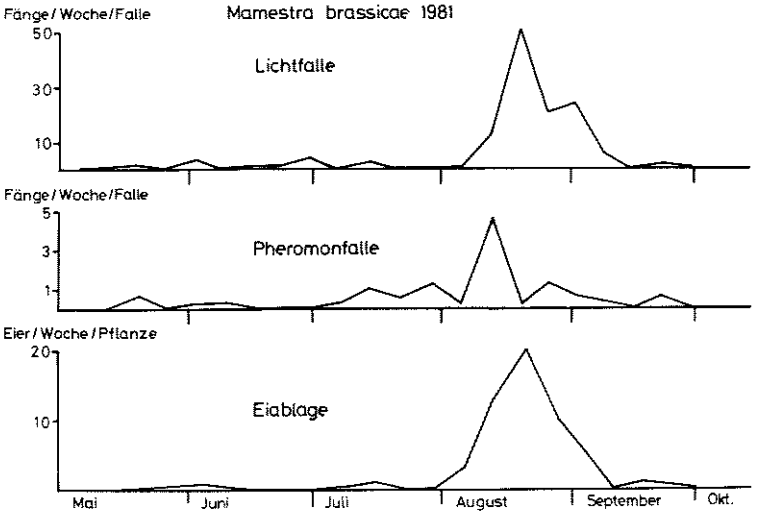


Abb. 19 Fallenfänge und Eiablage in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A

Beobachtungen zum Auftreten der Kohleule an den Standorten Blatzheim und Hemmerich-Kardorf

Zusätzlich wurde an den Standorten Blatzheim (II) und Kardorf (III) das Auftreten der Kohleule mit Hilfe von Pheromonfallen für das Jahr 1981 erfaßt (Abb. 20). Die Populationsentwicklung am Standort II stimmte mit der auf dem Versuchsfeld in Fischenich ermittelten recht gut überein. Höhepunkt der Eiablage und der Pheromonfallenfänge wurden übereinstimmend in der dritten Augustdekade ermittelt.

Eine völlig andere Situation ergab sich für den Standort III. Hier konnte, wie der Verlauf der Pheromonfallenfänge in Abb. 20 zeigt, ein im Vergleich zu den anderen Standorten relativ starkes und um 14 Tage früheres Auftreten der ersten Generation beobachtet werden. Daher kam es auch zu einem sehr frühen Auftreten der zweiten Generation. Das Maximum der Fänge wurde bereits Ende Juli und der Höhepunkt der Eiablage schon Anfang August ermittelt.

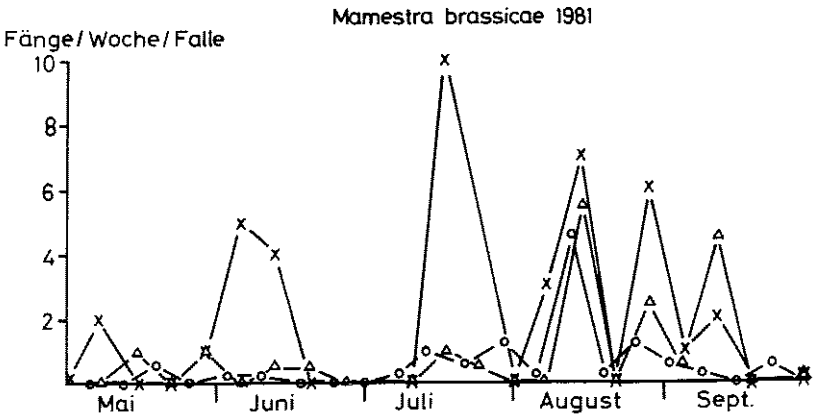


Abb. 20 Pheromonfallenfänge an den Standorten Fischenich (Δ), Blatzheim (o) und Kardorf (x)

5.2.2.1.2. *Plutella xylostella* L. - Kohlmotte

Dauerbeobachtungsparzellen

In Abb. 21 ist die Befallsentwicklung in den Jahren 1980 und 1981 für *Plutella xylostella* wiedergegeben. Auf die Darstellung der Befallsentwicklung in den B-Parzellen wird verzichtet, da sie zu der in den A-Parzellen fast parallel verlief. Das erste Auftreten der Kohlmotte wurde in beiden Jahren in der zweiten Junidekade registriert. Es zeigten sich jeweils drei mehr oder weniger stark ausgeprägte Befallshöhepunkte, wobei der mittlere Peak das Jahresmaximum repräsentiert.

1981 kam es zu einem wesentlich stärkeren Befall als im Vorjahr. Der Anteil befallener Pflanzen in der Dauerbeobachtungsparzelle war zur Hauptbefallszeit um mehr als 50 % höher. Der Grund für den niedrigeren Befall in 1980 war wohl die ungünstige Witterung zu Beginn der Befallsentwicklung von Mitte Juni bis Mitte Juli, so daß sich in diesem Jahr keine starke Population aufbauen konnte. Dies zeigt sich auch darin, daß die Hauptbefallsperiode 1980 erst einen Monat später als 1981 zu verzeichnen war.

Populationskurven für die einzelnen Entwicklungsstadien wurden wegen des geringen Befalls im Jahr 1980 nur für 1981 erstellt (Abb. 22). Die mittlere zeitliche Verschiebung im Kurvenverlauf zwischen den einzelnen Entwicklungsstadien betrug im Schnitt nur eine Woche. Die Anzahl der Kohlmotteneier wurde aufgrund ihrer geringen Größe und der oft versteckten Eigelege zahlenmäßig nicht erfaßt. Der etwas höhere Besatz an älteren Larven (L_{3-4}) im Vergleich zu den Junglarven (L_{1-2}) ist auf eine geringere Entdeckungschance der letzteren zurückzuführen. Ferner fiel auf, daß die Mehrzahl der Kohlmottenkokons Schlupfwespenpuppen enthielten. Es handelt sich hier um Larvenparasiten, die ihren Wirt erst kurz vor seiner eigentlichen Verpuppung verlassen (s. Kap. 5.2.2.2.4.).

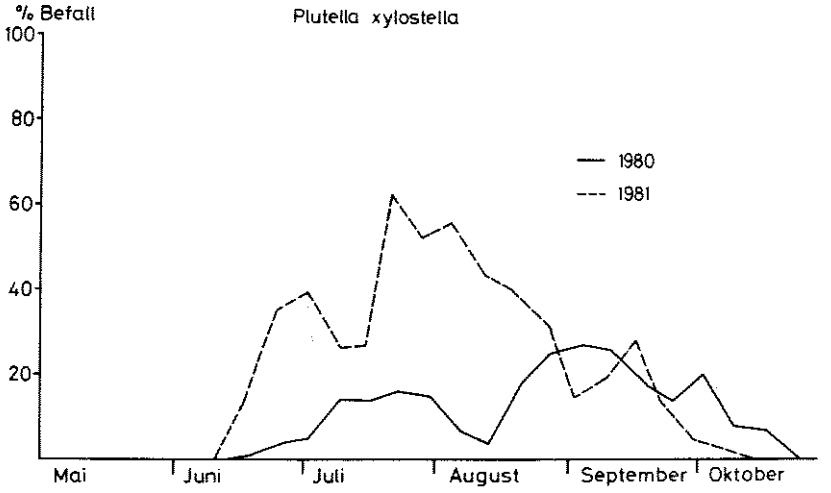


Abb. 21 Befallsverlauf in den Dauerbeobachtungsparzellen 1980 A und 1981 A

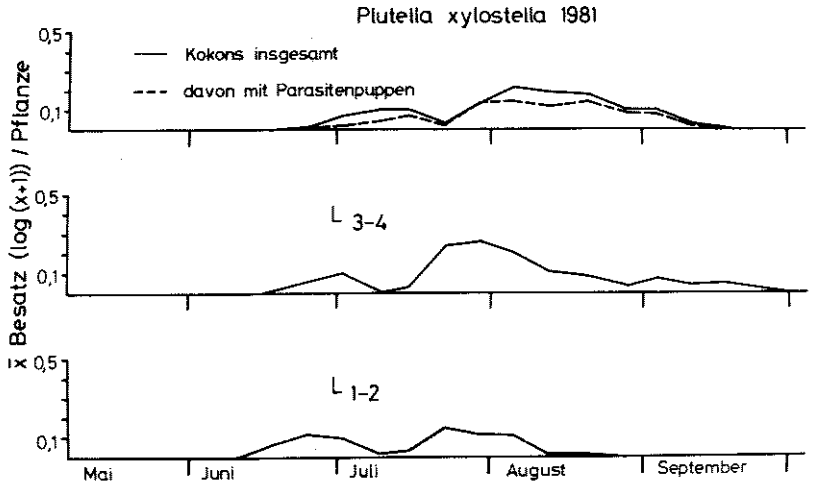


Abb. 22 Durchschnittlicher Larven- und Kokonbesatz in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A

Bei der Auswertung der Befallsverteilung für die erfaßten Entwicklungsabschnitte zeigte sich 1981 in den drei linken Randreihen der Dauerbeobachtungsparzelle A ein stark erhöhter Befall, der sich im weiteren Verlauf der Populationsentwicklung nicht ausglich. In Abb. 23, in der der Besatz der Larven (L_{3-4}) dargestellt ist, läßt sich dies sehr eindrucksvoll anhand der am 29.7. und 20.8. ermittelten Werte verdeutlichen.

Licht- und Pheromonfallen

Eine Überwachung der Flugzeiten mit Hilfe von Licht- und Pheromonfallen wurde für die Kohlmotte im Jahre 1981 durchgeführt. Die Ergebnisse der beiden Fallenarten sind in Abb. 24 dargestellt. Beide Kurven zeigen einen ähnlichen Verlauf mit zwei Hauptflugphasen in den Monaten Juli und August. Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Fallen mit den in Abb. 22 dargestellten Kurven für die einzelnen Entwicklungsstadien, so wird deutlich, daß es sich bei den hohen Fängen im Juli und August um den Flug der zweiten und dritten Generation handelt. Vereinzelte Pheromonfallenfänge Ende September deuten darüber hinaus auf die Möglichkeit einer weiteren Generation hin.

Beobachtungen zum Auftreten der Kohlmotte an den Standorten Blatzheim und Hemmerich-Kardorf

Das Vorkommen der Kohlmotte an den beiden Standorten wurde nur anhand von Feldbeobachtungen kontrolliert. Dabei zeigte sich genau wie am Standort Fischenich, daß die Kohlmotte neben der Kohleule der am häufigsten auftretende beißende Schädling war. Die Entwicklung der Populationen an den untersuchten Standorten war der am Institut beobachteten sehr ähnlich. Das erste Auftreten von Larven wurde jeweils im Monat Juni beobachtet und das häufigste Vorkommen an allen Standorten für die Monate Juli und August ermittelt.

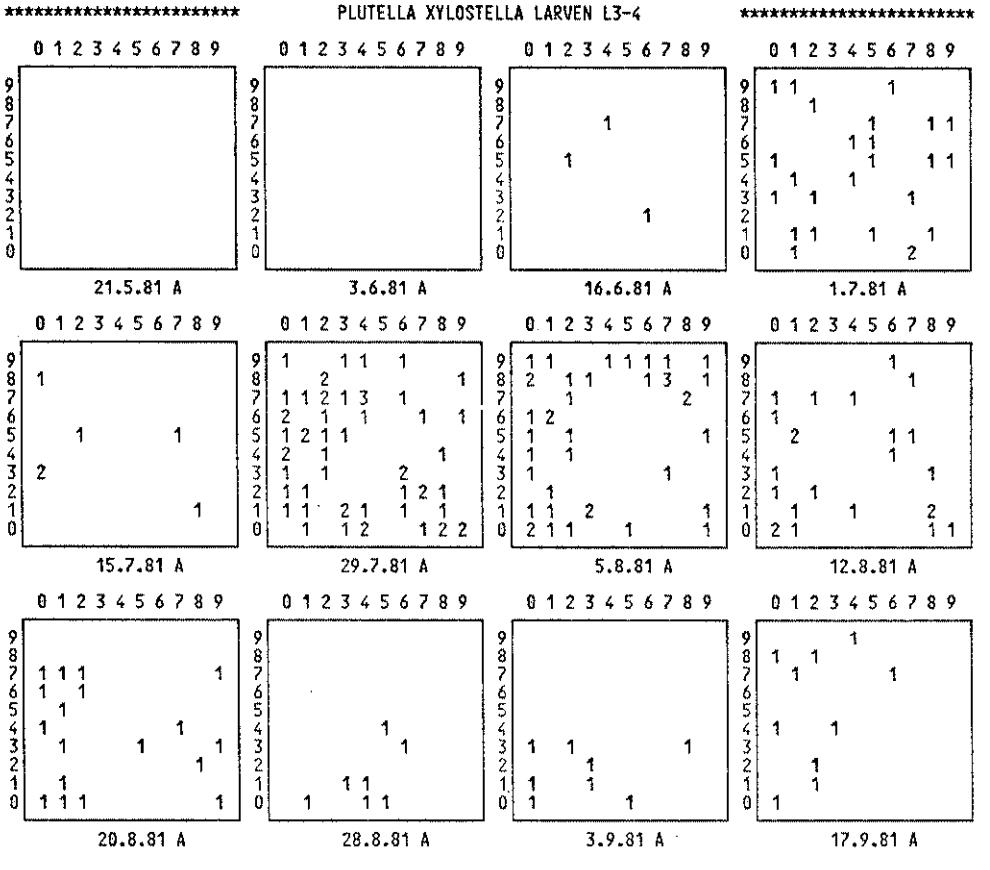


Abb. 23 Larvenbesatz (L_{3-4}) pro Pflanze in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A an verschiedenen Kontrollterminen

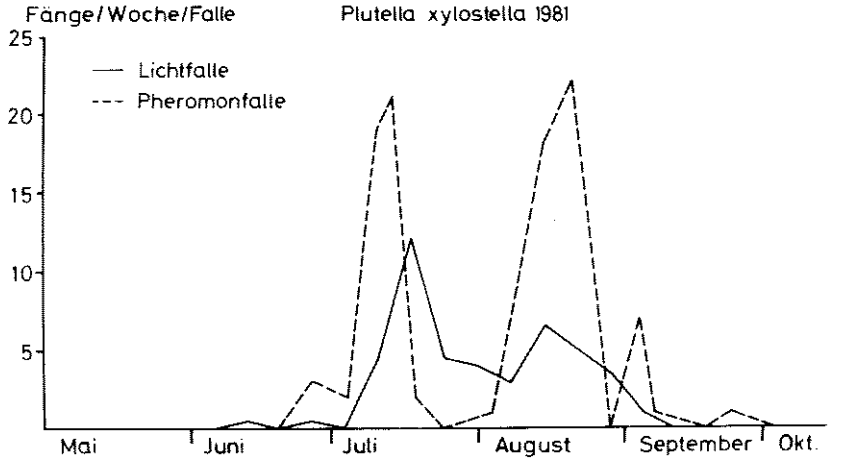


Abb. 24 Licht- und Pheromonfallenfänge am Standort Fischenich im Jahr 1981

Die Angaben zur Zahl der gewöhnlich in der Bundesrepublik Deutschland auftretenden Generationen schwanken zwischen zwei und vier Generationen pro Jahr, wobei unter günstigen Umständen noch weitere hinzukommen können (BUHL und SCHÜTTE 1971, HEINZE 1974, JACOBS und RENNER 1974, SPEYER 1950, UNRUH 1974). Wie die Ergebnisse zeigen, ist im untersuchten Anbaugebiet mit drei bis vier Generationen pro Jahr zu rechnen, wobei die zweite und dritte Generation, die normalerweise in den Monaten Juli und August auftreten, am stärksten ausgeprägt sind.

5.2.2.1.3. *Pieris rapae* L. - Kleiner Kohlweißling

Dauerbeobachtungsparzellen

Die ersten abgelegten Eier des Kleinen Kohlweißlings wurden in beiden Jahren Mitte Mai beobachtet (Abb. 25). Während 1980 zwei klar voneinander zu unterscheidende Befallsperioden (Mitte Mai - Mitte Juli und Anfang August - Anfang Oktober) zu verzeichnen waren, wurde 1981 ein durchgehender Befall von Mitte Mai bis Mitte Oktober mit einem Befallshöhepunkt Anfang August registriert. Die Ursache für das geringe Auftreten im Juli 1980 ist wohl in der langen Regenperiode, die Mitte Juni bis Juli herrschte, zu sehen. Die Entwicklung des Befalls in den zu einem späteren Zeitpunkt gepflanzten B-Parzellen verlief auch bei diesem Schädling wie in den A-Parzellen. Auf eine Darstellung der Ergebnisse aus den B-Parzellen wurde daher verzichtet.

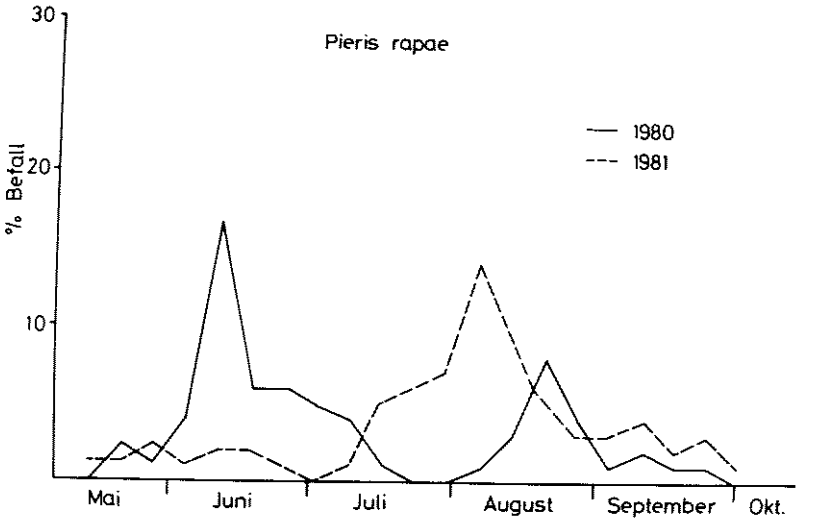


Abb. 25 Befallsverlauf in den Dauerbeobachtungsparzellen 1980 A und 1981 A

Aus den in den Abb. 26 und 27 dargestellten Populationsverläufen für die einzelnen Entwicklungsstadien ist zu erkennen, daß oft zur gleichen Zeit alle Stadien nebeneinander vorkommen. Die Ursache hierfür liegt zum einen in der relativ kurzen Entwicklungszeit und zum anderen darin, daß die Eiablage einzeln erfolgt und sich bei anhaltend ungünstiger Witterung über einen sehr langen Zeitraum hinweg erstrecken kann. In der Regel muß mit mindestens zwei Generationen pro Jahr gerechnet werden. Eine dritte, unvollständige Generation ist aber möglich, worauf die in Abb. 27 dargestellten Populationsverläufe für das Jahr 1981 hindeuten.

Gelbschalen

In Abb. 28 sind die Fänge des Kleinen Kohlweißlings in mit Allylisothiocyanat versehenen Gelbschalen für das Jahr 1981 wiedergegeben. Es lassen sich drei deutlich voneinander abzugrenzende Flugperioden (Mitte Mai - Anfang Juni, Mitte Juli - Anfang August und Mitte August - Ende September) unterscheiden, wobei die letzte Flugphase zahlenmäßig am stärksten ausgeprägt war.

Beobachtungen zum Auftreten des Kleinen Kohlweißlings an den Standorten Blatzheim und Hemmerich-Kardorf

Das Auftreten von *Pieris rapae* an diesen beiden Standorten wurde nur anhand von Feldbeobachtungen ermittelt. Während des gesamten Beobachtungszeitraums konnten an den Standorten vereinzelt Eier oder Larven registriert werden. Der Besatz war jedoch so gering, daß sich keine eindeutigen Aussagen über Populationsverläufe ableiten lassen.

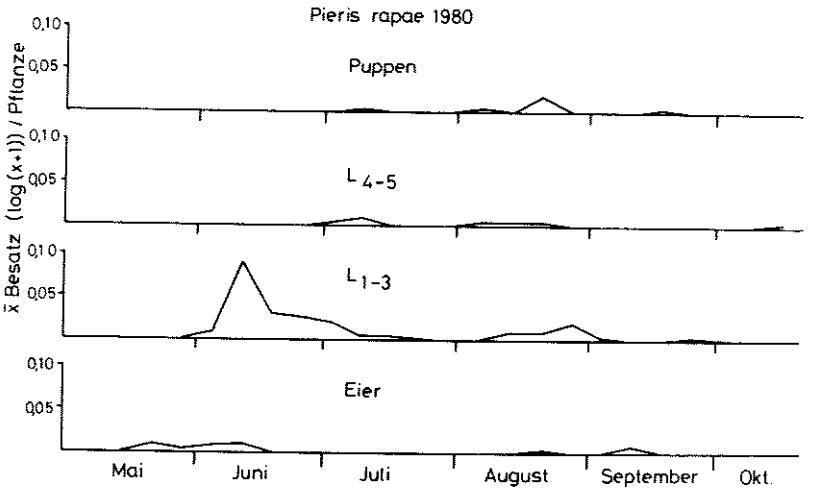


Abb. 26 Durchschnittlicher Ei-, Larven- und Puppenbesatz in der Dauerbeobachtungsparzelle 1980 A

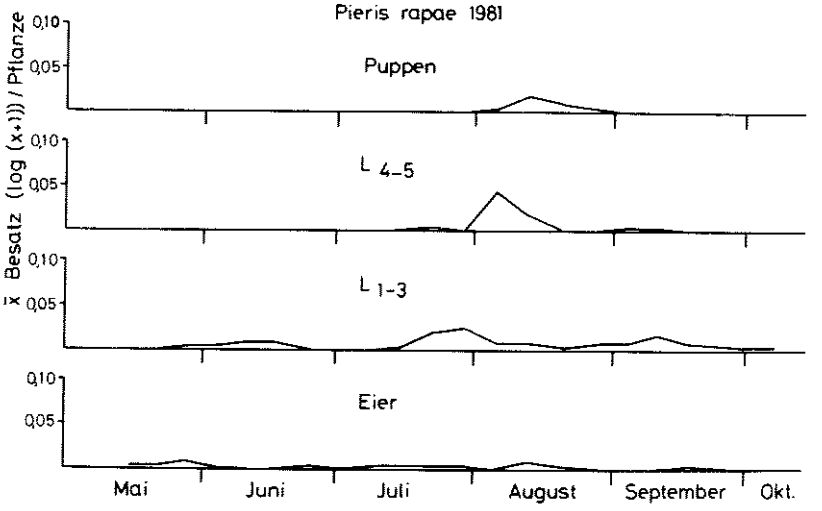


Abb. 27 Durchschnittlicher Ei-, Larven- und Puppenbesatz in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A

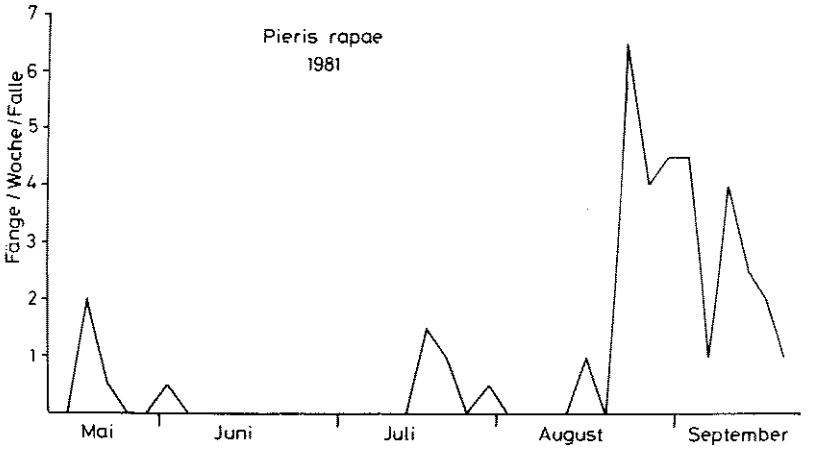


Abb. 28 Gelbschalenfänge am Standort Fischenich im Jahr 1981

Zusammenfassend läßt sich aus allen Beobachtungsdaten feststellen, daß 1980 als Folge einer lang anhaltenden Schlechtwetterperiode nur zwei Generationen auftraten, während im Jahre 1981 drei Generationen beobachtet werden konnten. Auf die Möglichkeit einer dritten Generation in wärmeren Gebieten weist auch UNRUH (1974) hin. Zwischen den Fängen von *Pieris rapae* in den mit Allylisothiocyanat versehenen Gelbschalen und der Stärke des Befalls in der Dauerbeobachtungsparzelle ergab sich kein direkter Zusammenhang.

5.2.2.1.4. *Evergestis forficalis* L. - Kohlzünsler

Dauerbeobachtungsparzellen

In beiden Untersuchungsjahren konnte in den Dauerbeobachtungsparzellen nur ein schwacher Befall mit Larven des Kohlzünslers festgestellt werden (s. Tab. 8). Der Befall in den Anfang Mai angelegten A-Parzellen war in beiden Jahren doppelt so hoch wie in den zu einem späteren Zeitpunkt angelegten B-Parzellen. Die ersten Larven wurden 1980 und 1981 Mitte Juni registriert, die letzten 1980 Mitte September und 1981 Mitte Oktober. An befallenen Pflanzen konnten meist mehrere Larven beobachtet werden, die zusammen an der Triebspitze fraßen und von einem lockeren Gespinst umgeben waren.

Licht- und Pheromonfallen

In der auf dem Versuchsfeld aufgestellten Lichtfalle konnten keine Fänge von *Evergestis forficalis* registriert werden. Der Flugverlauf der Falter ließ sich jedoch sehr gut mit Hilfe der verwendeten Pheromonfallen ermitteln (Abb. 29). Für die beiden Beobachtungsjahre 1980 und 1981 ergab sich für den Standort Fischenich eine gute zeitliche Übereinstimmung. Es lassen sich zwei gleich starke Generationen pro Jahr klar voneinander trennen. Insgesamt übertraf das Niveau der Fänge 1981 deutlich das des Vorjahres. In beiden Jahren lag der Flughöhepunkt der ersten Generation Ende Mai. Dagegen wurde 1981 das Flugmaximum der zweiten Generation im Vergleich zum Vorjahr etwas früher registriert (1980 Anfang September, 1981 Mitte August).

Beobachtungen zum Auftreten des Kohlzünslers an den Standorten Blatzheim und Hemmerich-Kardorf

Im Jahre 1980 trat am Standort Blatzheim (II) ein ungewöhnlich starker Randbefall in einem Weißkohlfeld auf.

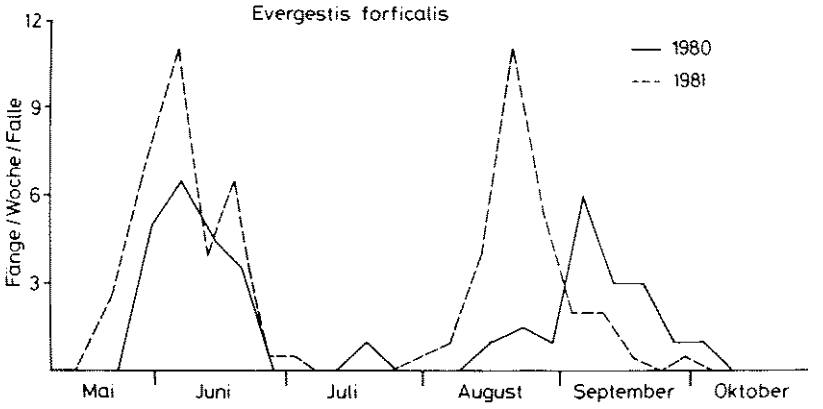


Abb. 29 Pheromonfallenfänge am Standort Fischenich in den Jahren 1980 und 1981

Auf einer Länge von 500 m waren von den äußeren 10 Randreihen 5 - 20 % der Pflanzen so stark durch die Larven des Kohlzünslers geschädigt, daß eine Kopfbildung verhindert oder doch stark hinausgezögert wurde. Von dieser Ausnahme abgesehen, konnte 1980 und 1981 an den verschiedenen Kohlkulturen nur ein sehr geringer Befall durch diesen Schädling beobachtet werden.

1981 wurde der Flugverlauf an den beiden Standorten mit Hilfe von Pheromonfallen überprüft. Es ergab sich eine recht gute zeitliche Übereinstimmung mit dem Flugverlauf am Standort Fischenich (Abb. 30).

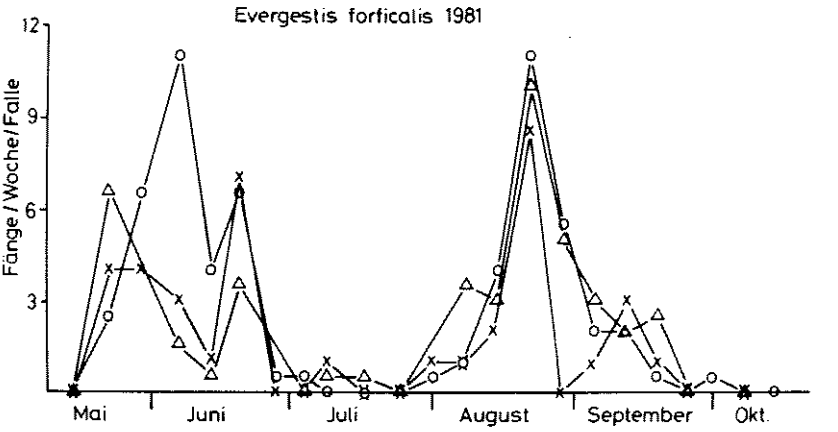


Abb. 30 Pheromonfallenfänge an den Standorten Fischenich (o), Blatzheim (Δ) und Kardorf (x)

Wie die eigenen Beobachtungen und Pheromonfallenfänge zeigen, muß im gesamten Untersuchungsgebiet mit einer bodenständigen Population gerechnet werden, die jährlich in zwei Generationen auftritt. Das Flugmaximum der ersten Generation liegt in den Monaten Mai/Juni und das der zweiten Generation im August. Die Flugzeiten stimmen mit denen für die DDR ermittelten Angaben überein (GAEDIKE 1980).

5.2.2.1.5. *Autographa gamma* L. - Gammaeule

Bei der Gammaeule handelt es sich um einen Wanderfalter, der in ganz Europa verbreitet ist und dessen Larven neben Kohl an zahlreichen anderen Kulturpflanzen schädlich werden können. Neben einer überwinternden schwachen Stammpopulation erfolgt alljährlich ein mehr oder weniger starker Zuflug aus Südeuropa (FORSTER und WOHLFAHRT 1971, HEINZE 1974). In Jahren mit einem sehr starken Zuflug und mit für die Entwicklung der Gammaeule günstigen Witterungsbedingungen kann es zu einem ausgesprochenen Massenauftreten ("Gammaeulenjahre") kommen. Der letzte große Massenwechsel wurde in Deutschland im Jahre 1962 registriert (HEDDERGOTT 1963, KRÄMER 1963b,SCHWITULLA 1963).

Dauerbeobachtungsparzellen

Larven der Gammaeule konnten in den Jahren 1980 und 1981 in allen Parzellen beobachtet werden, der Befall war jedoch sehr gering (s. Tab. 8). Die ersten Larven wurden 1980 erst Ende Juli und 1981 Ende Juni registriert. Der höchste Befall trat in den Monaten August und September auf, wobei oft zur gleichen Zeit die verschiedenen Stadien nebeneinander beobachtet werden konnten, was auf einen verzettelten Flug oder eine starke Überlappung der Generationen hindeutet. Eier und Junglarven waren bis in den Oktober hinein an den Pflanzen zu finden. 1981 war der Befall im Vergleich zum Vorjahr wesentlich stärker, außerdem wurde in den B-Parzellen ein deutlich höherer Befall als in den A-Parzellen ermittelt.

Lichtfalle

Die Lichtfallenfänge der Gammaeule sind für 1980 und 1981 in Abb. 31 dargestellt. Wie aus den Daten ersichtlich, erstreckte sich in beiden Jahren die Hauptflugperiode von Mitte August bis Anfang Oktober, ohne daß ein eindeutiges Flugmaximum erkennbar war. Vor dem Einsetzen des Hauptfluges wurden nur vereinzelt einige Falter gefangen.

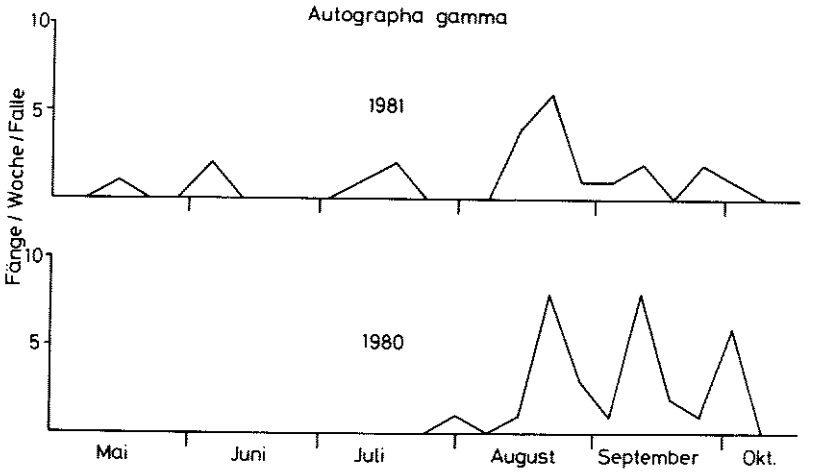


Abb. 31 Lichtfallenfänge am Standort Fischenich in den Jahren 1980 und 1981

Beobachtungen zum Auftreten der Gammaeule an den Standorten Blatzheim und Hemmerich-Kardorf

Das Auftreten der Gammaeule, das an beiden Standorten anhand von Feldbeobachtungen ermittelt wurde, war wie in den Dauerbeobachtungsparzellen sehr gering. Die ersten Eier und Larven konnten ebenfalls ab Juni entdeckt werden. Bei einer Kontrolle von überwinternden Kohlkulturen wurde am 20.3.1981 eine Junglarve (L_2) an Wirsing gefunden. Diese wurde im Labor durchgezüchtet, wo sie sich bei einer Temperatur von 20°C rasch weiterentwickelte (Verpuppung 30.3. 1981, Schlupf 10.4.1981).

In beiden Untersuchungsjahren konnte nur ein sehr schwaches Auftreten dieser Art beobachtet werden. Die meisten Fänge in der Lichtfalle traten in den Monaten August/September auf. In dieser Zeit konnten auch die meisten Larven

gefunden werden. Es dürfte sich hier um die Falter und Larven der zweiten Generation handeln, Falter und Larven der ersten Generation konnten nur sehr vereinzelt entdeckt werden. Da im Spätherbst sowohl Eier als auch Junglarven und außerdem im Frühjahr eine überwinternde Junglarve gefunden wurde, die sich im Labor bis zum Schlupf des Falters normal entwickelte, kann davon ausgegangen werden, daß im hiesigen Anbaugebiet die Gammaeule in der Regel in zwei bis drei Generationen auftritt. Dies würde mit den Angaben von HEINZE (1974), HEDDERGOTT (1963), und KRÄMER (1963b) hinsichtlich der Zahl der Generationen übereinstimmen. Die Angaben von HEINZE (1974), FORSTER und WOHLFAHRT (1971) und JACOBS und RENNER (1974) bezüglich der Überwinterungsmöglichkeit der Raupe werden durch die eigenen Beobachtungen bestätigt.

5.2.2.1.6. Sonstige beißende Insekten

Neben den zuvor ausführlicher dargestellten 5 Arten (*M. brassicae*, *P. xylostella*, *P. rapae*, *E. forficalis* und *A. gamma*), deren Auftreten regelmäßig in den Dauerbeobachtungsparzellen festgestellt wurde, konnten an verschiedenen Kohlkulturen 10 weitere schädliche Lepidopteren- und eine Hymenopteren-Art (*Amathes c-nigrum*, *Cidaria fluctuata*, *Mamestra oleracea*, *Mamestra suasa*, *Noctua pronuba*, *Phlogophora meticulosa*, *Phragmatobia fuliginosa*, *Pieris brassicae*, *Spilosoma lupricipeda*, *Spilosoma menthastri und Athalia rosae*) beobachtet werden.

Amathes c-nigrum L. - Schwarze C-Erdeule

Bei *A. c-nigrum* handelt es sich um eine weit verbreitete und sehr häufig vorkommende Noctuiden-Art, deren Larven an zahlreichen krautigen Pflanzen fressen. Nach FORSTER und WOHLFAHRT (1971), LYNEBORG und JØNSSON (1975) und LAMPERT (1907) tritt die Schwarze C-Erdeule in zwei Generationen auf. Die erste Generation fliegt im Mai/Juni und die zweite Generation von Ende Juli bis Mitte Oktober, wobei deren Larven überwintern. Ausgelöst wird die Diapause nach CAYROL (1975) und HONEK (1979) durch die im Herbst herrschenden Kurztagbedingungen.

Auf dem Versuchsfeld in Fischenich konnte am 9.5.1980 eine Larve an Weißkohl fressend beobachtet werden. Im Labor ($T = 20^{\circ} \pm 1^{\circ}C$ und LD = 16:8 h) verpuppte sich diese Larve am 19.5.1980 und der Falter schlüpfte am 2.6.1980. Eine weitere Larve wurde am 20.10.1981 an einer Grünkohlpflanze entdeckt. Diese Larve verpuppte sich im Labor bereits nach 4 Tagen, und nach einer kurzen Diapause schlüpfte der Falter am 19.12.1981. Bei beiden beobachteten Larven dürfte es sich jeweils um die überwinternde Form der zweiten Generation gehandelt haben, deren Falter, wie die in der Tab.11 aufgeführten Fangzahlen zeigen, in den Monaten August und September in sehr großer Zahl in der Lichtfalle anzutreffen waren.

Tab. 11 Lichtfallenfänge (Monatssummen) von 5 Noctuiden- und 3 Arctiiden-Arten am Standort Fischenich in den Jahren 1980 und 1981

Art		Mai	Juni	Juli	August	September
Amathes c-nigrum	1980	0	1	1	8	85
	1981	4	12	0	97	83
Mamestra oleracea	1980	0	0	0	3	2
	1981	3	1	0	5	3
Mamestra suasa	1980	3	1	1	2	0
	1981	3	0	0	5	0
Noctua pronuba	1980	0	0	2	15	3
	1981	0	0	3	47	9
Phlogophora meticulosa	1980	0	0	1	0	1
	1981	0	0	0	1	20
Phragmatobia fuliginosa	1980	0	0	7	16	0
	1981	2	0	23	85	0
Spilosoma lubricipeda	1980	1	1	2	0	0
	1981	3	6	0	0	0
Spilosoma menthastri	1980	0	3	0	0	0
	1981	29	15	2	0	0

Cidaria fluctuata L. - Gemeiner Blattspanner

Der Gemeine Blattspanner, auch Meerrettichspanner genannt, ist eine häufig vorkommende Geometriden-Art, deren Larven neben vielen krautartigen Pflanzen besonders Kohl oder andere Kreuzblütler befallen. *C. fluctuata* tritt in zwei Generationen auf, wobei die Falter der ersten Generation von Mitte April bis Ende Juni und die der zweiten Generation von Anfang Juli bis Anfang Oktober fliegen (KOCH 1976).

1980 wurde eine Larve in der Dauerbeobachtungsparzelle A (20.8.1980) und eine weitere am Standort Blatzheim (10.7. 1980) an Weißkohl beobachtet. Letztere verpuppte sich im Labor (T = 20°±1°C und LD = 16:8 h) am 15.7.1980 und der Falter schlüpfte am 1.8.1980. Im Jahr darauf wurde nur eine Larve Anfang September an Blumenkohl entdeckt. Sie verpuppte sich am 24.9.1981,und am 20.11.1981 schlüpfte der Falter. In der aufgestellten Lichtfalle wurden keine Fänge von *C. fluctuata* registriert.

Mamestra oleracea L. - Gemüseeule

Die Larven der Gemüseeule wurden nur vereinzelt bei der Auswertung von Kohlsortimenten auf Schädlingsbefall (s. Kap. 6.1.) entdeckt, obwohl sie nach HEINZE (1974) und SCHMIDT (1964) gemeinsam mit den Larven der Kohleule zu den bedeutendsten Kohlschädlingen gehören sollen. Der höchste Befall trat 1981 auf,als bei der Auswertung von über 1000 Pflanzen in der zweiten Septemberhälfte knapp 2 % der untersuchten Pflanzen einen Besatz mit Larven von *M. oleracea* aufwiesen gegenüber 84 % mit *M. brassicae*.

Mit Hilfe der aus dem Freiland eingesammelten Larven wurde im Labor (T = 20°±1°C, LD = 16:8 h) eine Zucht aufgebaut. Die Entwicklungszeit der Gemüseeule von der Eiablage bis zum Schlupf der ersten Falter bei einer Fütterung der Larven mit Weißkohlblättern betrug mindestens 7 - 8 Wochen (Eistadium 7-8 Tage, Larvenstadium 28-37 Tage, Puppenstadium $\geq$ 14 Tage). VAN HAECKE und DE GHEELE (1979) geben bei

einer Temperatur von ebenfalls 20°C für das Eistadium eine Entwicklungsdauer von 7,2 und für das Larvenstadium von 32 - 40 Tagen an. Bei der Laborzucht von *M. oleracea* fiel ferner auf, daß von den drei für die Eiablage zur Verfügung gestellten Pflanzen (Weißkohl, Sellerie und Zucchini) die Eier bevorzugt an die Blattunterseite der Zucchini- und Selleriepflanzen abgelegt wurden, während an Weißkohlpflanzen nur sehr vereinzelt Eigelege gefunden werden konnten. Mit der Lichtfalle wurde nur vereinzelt in den Monaten Mai/Juni sowie August/September eine geringe Flugaktivität ermittelt (Tab. 11).

Mamestra suasa Schiff. - Lateinisches W

Neben der Kohl- und Gemüseeule konnte eine dritte Mamestra-Art, *M. suasa*, an Kohl beobachtet werden. Diese Art, die weit verbreitet ist und meist häufig vorkommt, tritt gewöhnlich in zwei sich leicht überschneidenden Generationen auf (HEINICKE und NAUMANN 1981a, FORSTER und WOHLFAHRT 1971).

Aus einem Eigelege und einigen Larven, die 1981 von Kohlpflanzen des Versuchsfeldes in Fischenich eingesammelt und die zunächst irrtümlich für *M. oleracea* gehalten wurden, entwickelten sich Falter von *M. suasa*. Da Eigelege und Larven von *M. suasa* sehr denjenigen von *M. oleracea* gleichen, besteht die Möglichkeit, daß diese Art schon im Jahr 1980 auftrat und fälschlicherweise als Gemüseeule angesprochen wurde.

Im Labor (T = 20°±1°C, LD = 16:8 h) ergab sich eine Entwicklungszeit von der Eiablage bis zum Schlupf der ersten Falter von 6 - 7 Wochen (Eistadium 7 - 8 Tage, Larvenstadium 25 - 33 Tage, Puppenstadium $\geq$ 10 Tage). Im Gegensatz zur Gemüseeule bevorzugte das Lateinische W von den dargebotenen Pflanzen (Weißkohl, Sellerie und Zucchini) den Weißkohl zur Eiablage.

In der am Institut aufgestellten Lichtfalle wurden von Mai bis August einige wenige Exemplare dieser Art gefangen (Tab. 11).

Noctua pronuba L. - Hausmutter

Larven der Hausmutter, einer Erdraupenart, wurden zweimal Ende September 1981 am Standort Fischenich in Köpfen von Chinakohlpflanzen fressend beobachtet. Nach HEINICKE und NAUMANN (1980) kommt *N. pronuba* überall häufig vor, und die Falter unternehmen gelegentlich kleinere Wanderflüge. Als Folge der ausgesprochen langen Entwicklungsdauer (sie beträgt nach MADGE (1962) bei einer Temperatur von 20°C von der Eiablage bis zum Schlupf der Falter im Schnitt 92,1 Tage und bei 15°C sogar 188,6 Tage) tritt die Art nur in einer Generation pro Jahr auf. Als Flugzeit wird von HEINICKE und NAUMANN (1980) Anfang Juni bis Ende September angegeben. Für den Standort Fischenich konnte mit Hilfe der Lichtfalle eine Flugperiode von Anfang Juli bis Ende September mit einem Höhepunkt im Monat August ermittelt werden (Tab. 11).

Phlogophora meticulosa L. - Braune Achateule

Bei der Braunen Achateule handelt es sich um einen Wanderfalter, der nach FORSTER und WOHLFAHRT (1971), JACOBS und RENNER (1974) sowie HEINICKE und NAUMANN (1981b) alljährlich aus dem Süden bei uns einfliegt und dessen Nachkommen im Herbst meist zurückwandern oder aber auch unter besonders günstigen Bedingungen als Falter, Raupe oder Puppe überwintern können. Nach BUES und POITOUT (1980) beträgt unter Langtagbedingungen und bei einer Temperatur von 18°C die durchschnittliche Entwicklungsdauer vom Schlupf der Eilarven bis zum Schlupf der Falter 71 Tage. Dies bedeutet, daß nach den im untersuchten Anbaugebiet herrschenden Durchschnittstemperaturen für den vollständigen Ablauf einer Generation nahezu drei Monate zu veranschlagen sind.

Die Larven dieser Noctuidenart wurden in beiden Untersuchungsjahren bei der Auswertung der Kohlsortimente gefunden (s. Kap. 6.1.). Blumenkohl und Chinakohl schienen dabei bevorzugt befallen zu werden. Bei der Auswertung Ende Juli wurden überwiegend Altlarven entdeckt, die sich anschließend

im Labor verpuppten und ab Mitte August schlüpften. Der Flug dieser Faltergeneration zog sich, nach den Fängen der Lichtfalle zu urteilen, bis in den Oktober hinein hin (Tab. 11). Wie die vielen Junglarven beweisen, die in den Monaten September und Oktober an den verschiedenen Kohlarten (Auswertung Kohlsortimente) sowie darüber hinaus an Möhrenpflanzen gefunden wurden, fand noch eine Eiablage statt. Beobachtungen in den Monaten Januar bis März des Jahres 1980 zeigten ferner, daß ein Teil der in dieser Zeit an überwinternden Pflanzen von Kohl, Erdbeeren und Schöllkraut (*Chelidonium majus*) vorgefundenen Larven der Braunen Achateule in der Lage war, den Winter zu überdauern.

Phragmatobia fuliginosa L. - Zimtbär

Die Larven des Zimtbärs konnten nur im Jahre 1980 Anfang August und Mitte Oktober je einmal an Kohlpflanzen fressend beobachtet werden. Da diese Bärenspinnerart fast überall häufig vorkommt und die Larven sehr polyphag sind, muß grundsätzlich in jedem Jahr mit ihrem Auftreten an Kohlkulturen gerechnet werden.

Nach JACOBS und RENNER (1974) und LAMPERT (1907) tritt der Zimtbär in zwei Generationen auf. Die Falter der ersten Generation fliegen von April bis Juni und die der zweiten von Juli bis August. Mit Hilfe der Lichtfalle konnte in beiden Jahren ein starker Flug der zweiten Generation von Mitte Juli bis Ende August ermittelt werden, während die Falter der ersten Generation nur vereinzelt im Monat Mai gefangen wurden (Tab. 11).

Pieris brassicae L. - Großer Kohlweißling

Der Große Kohlweißling, nach HEINZE (1974) und KOTTE (1960) einer der bedeutendsten Kohlschädlinge, tritt gewöhnlich in zwei Generationen auf. In sehr günstigen Jahren muß jedoch mit dem Erscheinen einer dritten unvollständigen Generation gerechnet werden.

Das Vorkommen des Großen Kohlweißlings war in beiden Untersuchungsjahren an allen Standorten äußerst schwach. Im Jahre 1980 konnte in den Monaten Juli bis September an den drei Standorten nur je eine befallene Pflanze ausfindig gemacht werden. In den beiden Dauerbeobachtungsparzellen wurde kein Befall registriert. 1981 war das Auftreten insgesamt etwas stärker als im Vorjahr. So wurde in der Dauerbeobachtungsparzelle A Mitte Juni und in der Parzelle B Anfang August je ein Eigelege festgestellt. Das in Parzelle A beobachtete Eigelege dürfte von einem Falter der ersten Generation und das in der Parzelle B von einem Falter der zweiten Generation stammen. Darüber hinaus konnten am Standort Fischenich in dem gleichen Jahr bei der Auswertung von Kohlsortimenten Ende Juli an 1 % der untersuchten Pflanzen Larven des Großen Kohlweißling festgestellt werden. Bei einer weiteren Auswertung Ende September waren es nur 0,1 % (s. Kap. 6.1.). An den beiden anderen Standorten war der Befall im Jahre 1981 ebenfalls etwas höher als im Jahr zuvor.

Spilosoma lubricipeda L. - Gelber Fleckleibbär

Am häufigsten von den drei an Kohl beobachteten Bärenspinnerarten wurden die Larven des Gelben Fleckleibbärs registriert, obwohl die Lichtfallenfänge bei dieser Art sehr gering waren (Tab. 11). In beiden Untersuchungsjahren konnten bei der Auswertung der Kohlsortimente (s. Kap. 6.1.) Ende Juli und Anfang August vereinzelt Larven an Weiß-, Rotkohl und Wirsing entdeckt werden.

Nach JACOBS und RENNER (1974) und LAMPERT (1907) ist *S. lubricipeda* überall häufig vertreten und kommt gewöhnlich in einer Generation vor. Im Süden von Mitteleuropa kann eine zweite Generation auftreten. Die Falter fliegen von Mai bis Juli. Obwohl am Standort Fischenich mit Hilfe der Lichtfalle nur eine Flugperiode von Ende Mai bis Ende Juli ermittelt wurde (Tab. 11) kann das Erscheinen einer unvollständigen zweiten Generation nicht ausgeschlossen werden, da sich der größte Teil der eingesammelten Larven, die sich im Labor verpuppten, nicht in Diapause befand, sondern Anfang September als Falter schlüpften.

Spilosoma menthastri Esp. - Punktierter Fleckleibbär

Die Larven dieser polyphagen und meist überall zahlreich vorkommenden Bärenspinnerart wurden je einmal Anfang August 1980 und Ende Juli 1981 an einer Kohlpflanze entdeckt.

Nach JACOBS und RENNER (1974) und LAMPERT (1907) tritt *S. menthastri* in der Regel in einer Generation auf, wobei im Süden von Mitteleuropa eine zweite Generation möglich ist. Die Falter fliegen von Mai bis Juli.

Die am Standort Fischenich gemachten Beobachtungen deuten auf das Vorkommen einer Generation hin. So wurde mit Hilfe der Lichtfalle nur eine Flugperiode von Mitte Mai bis Mitte Juli registriert (Tab. 11). Zudem befanden sich alle eingesammelten Larven nach der Verpuppung im Labor in Diapause.

Athalia rosae L. - Kohlrübenblattwespe

Die Kohlrübenblattwespe, eine Hymenopterenart, deren Larven an zahlreichen Kreuzblütlern fressen, tritt nach REICH (1961) und FRITZSCHE (1978) in unseren Breiten in der Regel in zwei Generationen auf. Die Wespen der ersten Generation fliegen im Mai/Juni und die der zweiten Generation von Juli bis August. Gelegentlich kann im Herbst unter günstigen Bedingungen noch eine weitere Generation auftreten.

Im untersuchten Anbaugebiet konnten nur ein einziges Mal Anfang September 1980 Larven an einer Chinakohlpflanze am Standort Fischenich beobachtet werden. Darüber hinaus trat nach eigenen Beobachtungen im gleichen Jahr in einem etwa 100 km südwestlich gelegenen Anbaugebiet (in der Nähe von Daun/Eifel) ein sehr starker Befall in einem Sommerrapsfeld auf. Nahezu ein Drittel der 0,5 ha großen Parzelle waren total kahl gefressen.

5.2.2.1.7. Entwicklung des Fraßschadens in den Dauerbeobachtungsparzellen

In den Dauerbeobachtungsparzellen wurde parallel zum Schädlingsbesatz der durch die Raupen verursachte Fraßschaden erfaßt. In Abb. 32 ist die Entwicklung des Fraßschadens für 1980 und 1981 in den A-Parzellen graphisch dargestellt. Auf eine Darstellung des Verlaufs in den B-Parzellen wurde wegen der ähnlichen Entwicklung verzichtet. Während 1980 ein fast linearer Anstieg der Fraßstärke von Beginn bis zum Ende des Beobachtungszeitraums zu verzeichnen war, verlief die Entwicklung des Fraßschadens im Jahre 1981 stufenweise. Keine oder nur geringe Fraßaktivität zeigte sich Mitte Mai bis Mitte Juni und von Mitte Juli bis Ende August. Dagegen war starker Fraß in der Zeit von Mitte Juni bis Mitte Juli sowie von Ende August bis Mitte September festzustellen. Die letzte starke Fraßperiode fiel mit dem Auftreten der zweiten Generation der Kohleule zusammen (s. Abb. 11).

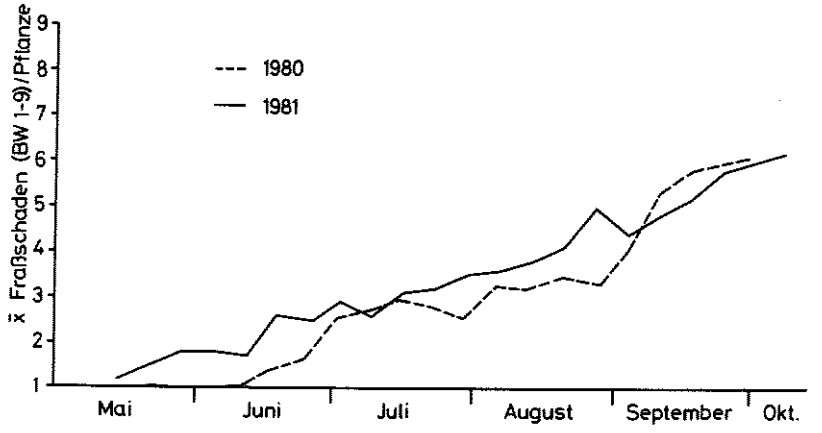


Abb. 32 Entwicklung des Fraßschadens in den Dauerbeobachtungsparzellen 1980 A und 1981 A

5.2.2.2. Saugende Insekten

5.2.2.2.1. *Aleyrodes proletella* L. - Kohlmottenschildlaus

Berichte über ein starkes Auftreten der Kohlmottenschildlaus betreffen überwiegend den Köln-Bonner Raum und die Oberrheinebene (DREES 1953, LEUCHS und STEIN 1955, SCHUMACHER 1972, STEIN 1973). Infolge ihres milden Klimas und des verbreiteten Kohlanbaus bieten diese Gebiete *A. proletella* besonders günstige Entwicklungsbedingungen. Die Kohlmottenschildlaus kommt auf zahlreichen Pflanzenarten vor; am häufigsten ist sie jedoch an den verschiedenen Kohlarten und an *Chelidonium majus* anzutreffen (MOUND und HALSEY 1978, PETERS 1977, STEIN 1973). Es überwintern nur die weiblichen Imagines, die Männchen haben im allgemeinen nur eine sehr kurze Lebensdauer. Eier und Larven gehen in der Regel bei den niedrigen Temperaturen im Winter zugrunde. Die Entwicklungsdauer von der Eiablage bis zum Schlupf der Imagines beträgt nach BÄHRMANN (1973) bei einer Temperatur von 20°C 28 bis 30 Tage. IHEAGWAM (1978) gibt bei 20°C eine durchschnittliche Entwicklungsdauer von 25 Tagen, bei 15°C von 52 Tagen und bei 25°C von 19 Tagen an. Nach LEUCHS und STEIN (1955) und UNRUH (1974) ist mit 4 bis 5 Generationen im Jahr zu rechnen, die sich jedoch infolge der langen Lebensdauer der Adulten sehr stark überlappen, so daß häufig alle Stadien gleichzeitig nebeneinander angetroffen werden.

Oft kommt es gegen Ende des Winters, wenn die überwinternden Kohlkulturen abgeräumt werden und neue Kulturen zum Übersiedeln noch nicht vorhanden sind, zu einem Engpaß in der Entwicklung von *A. proletella*. Da BÄHRMANN (1973) in seinen Untersuchungen angibt, daß überwinternde Weibchen von *A. fragariae*, einer anderen einheimischen Mottenschildlaus, in Plastikfilmdöschen ohne Nahrung 7 Wochen unter Schnee am Erdboden überleben können, wurde die Frage untersucht, inwieweit dies auch für *A. proletella* zutrifft.

Dazu wurden im Freiland eingesammelte Imagines Mitte November in mit Parafilm verschlossene Petrischalen in 5 cm Tiefe

im Erdreich vergraben. Jeweils nach 14 Tagen wurde anhand einer Schale geprüft, wie viele der 15 - 30 Adulten in der Schale noch lebten, und ob sie beim Übersetzen auf frische Kohlblätter mit der Eiablage beginnen würden. Da nach dem Abräumen eines Kohlfeldes oft noch viele Blattreste auf dem Acker zurückbleiben, wurde der Versuch mit und ohne Blattstücke durchgeführt. Es zeigte sich, daß in den nur mit Filterpapier ausgekleideten Schalen nach 6 Wochen noch 16 % der Adulten lebten und nach dem Umsetzen auf frische Kohlblätter mit der Eiablage begannen. In den mit einem Blattstück versehenen Schalen überlebten 35 % Kohlmottenschildläuse 12 Wochen, also insgesamt fast drei Monate. Auch hier nahmen die überlebenden Tiere die Eiablage wieder auf.

Beobachtungen zum Auftreten der Kohlmottenschildlaus am Standort Fischenich

Imagines der Kohlmottenschildlaus konnten während des ganzen Jahres an den verschiedensten Kohlkulturen und an *Chelidonium majus* beobachtet werden. Wöchentliche Kontrollen in der Zeit vom 1.Dezember 1979 bis zum 1. Mai 1980 an markierten Wirsingpflanzen im Freiland und in einem unbeheizten Folienhaus zeigten, daß die Zahl der adulten Mottenschildläuse über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg nur geringfügig abnahm. Darüber hinaus wurde festgestellt, daß die Imagines mit der Eiablage einsetzten, sobald die Temperaturem am Tage die 10°C-Marke überschritten. Wegen den in der Folgezeit auftretenden niedrigen Temperaturen schlüpften jedoch aus den abgelegten Eiern keine Larven. Die ersten Larven konnten im Freiland erst Ende April registriert werden. Der Schlupf der Imagines der ersten Generation begann Ende Mai. Im Folienhaus, in dem die durchschnittlichen Tagestemperaturen gegenüber dem Freiland im Schnitt um zwei bis drei Grad höher lagen, wurde das Auftreten der ersten Larven bzw. Imagines jeweils einen Monat früher festgestellt.

Dauerbeobachtungsparzellen

Befalls- und Populationsentwicklung der Kohlmottenschildlaus in den Jahren 1980 und 1981 sind in den Abb. 33 und 34 für die A-Parzellen dargestellt. Der Befallsverlauf war in den beiden Untersuchungsjahren nahezu identisch. Er begann Ende Mai/Anfang Juni mit dem Schlüpfen der Imagines der zweiten Generation. Ende Juli waren bereits alle Pflanzen einer Parzelle befallen. Der Anstieg der Populationsdichte verlief in den beiden Untersuchungsjahren etwas unterschiedlich. Bis Mitte Juli blieb die Zahl der Adulten pro Pflanze auf einem sehr niedrigen Niveau. Mit dem Schlupf der dritten Generation Ende Juli/Anfang August begann die Populationsdichte langsam anzusteigen, um dann im September mit dem Schlupf der vierten Generation explosionsartig zuzunehmen. Im Jahre 1981 lag dieser Zeitpunkt 14 Tage früher als 1980. In den später gepflanzten B-Parzellen verlief die Befalls- und Populationsentwicklung ähnlich, so daß auf eine gesonderte Darstellung verzichtet werden kann.

Parasiten konnten in den beiden Jahren nicht beobachtet werden. In einem Laborversuch zeigte sich, daß *Encarsia formosa* in der Lage ist, *A. proletella* zu parasitieren. Die parasitierten Puparien verfärbten sich jedoch nicht schwarz, wie dies bei *Trialeurodes vaporariorum* üblich ist.

Wie die Abb. 35 und 36 am Beispiel der Dauerbeobachtungsparzellen ferner zeigen, war der Befall mit *A. proletella* in den Parzellen gleichmäßig verteilt.

Gelbschalen und Leimtafeln

Mit Hilfe der auf dem Versuchsfeld aufgestellten Gelbschalen und Leimtafeln konnte, von einigen wenigen Fängen abgesehen, nur in der ersten Oktoberhälfte ein starker Flug (Maximum 45 Imagines/Falle) der Kohlmottenschildlaus registriert werden. Am 3. November 1981, nach einem vorausgegangenen mehrwöchigen kühlen und regnerischen Witterungsabschnitt, wurde noch einmal ein ausgesprochen starker Flug beobachtet. Die Luft war an diesem warmen (Tagesmitteltemperatur 11°C) und

windstillen Tage voll von "Weißen Fliegen". In den am gleichen Tag aufgestellten zwei Gelbschalen konnten innerhalb von 24 Stunden insgesamt 217 Imagines gefangen werden.

Beobachtungen zum Auftreten der Kohlmottenschildlaus an den Standorten Blatzheim und Hemmerich-Kardorf

An beiden Standorten konnte *A. proletella* ebenfalls während des ganzen Jahres an den verschiedenen Kohlkulturen beobachtet werden. Am Standort Hemmerich-Kardorf, der durch einen vielfältigen Gemüseanbau charakterisiert ist und an dem sich zahlreiche überwinternde Kohlkulturen befanden, konnten sich vereinzelt sehr starke Populationen aufbauen. So betrug zum Beispiel der Ende September 1981 in einem Grünkohlfeld ermittelte durchschnittliche Besatz an Adulten der Kohlmottenschildlaus über 500 Individuen pro Pflanze.

Am Standort Blatzheim, an dem nur einige wenige überwinternde Kohlkulturen vorhanden sind und fast ausschließlich Spätkohl angebaut wird, konnten sich keine starken Populationen aufbauen. Der Besatz an Kohlmottenschildläusen blieb hier weit unter dem an den anderen Standorten zurück.

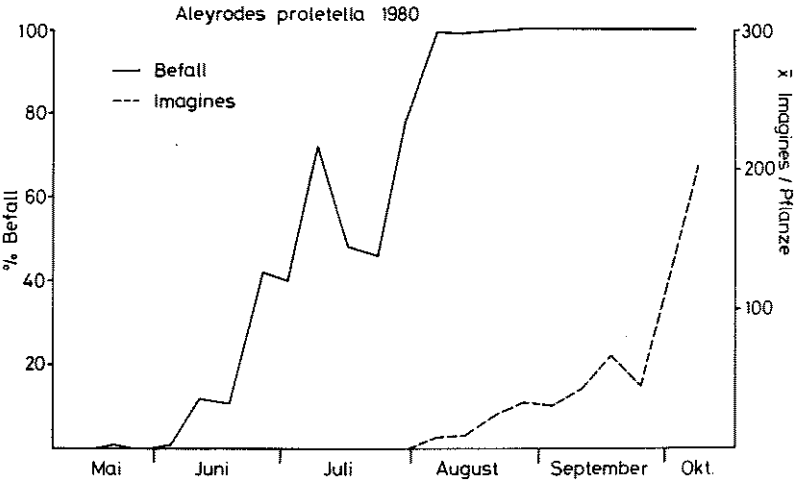


Abb. 33 Befalls- und Populationsentwicklung in der Dauerbeobachtungsparzelle 1980 A

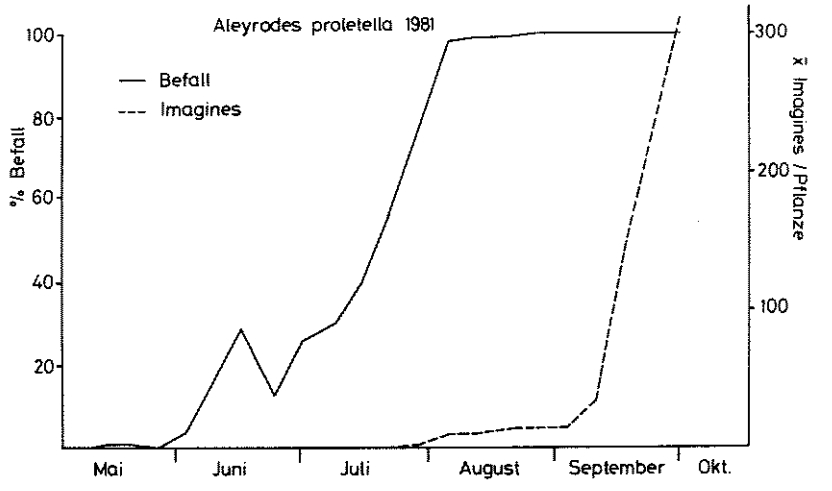
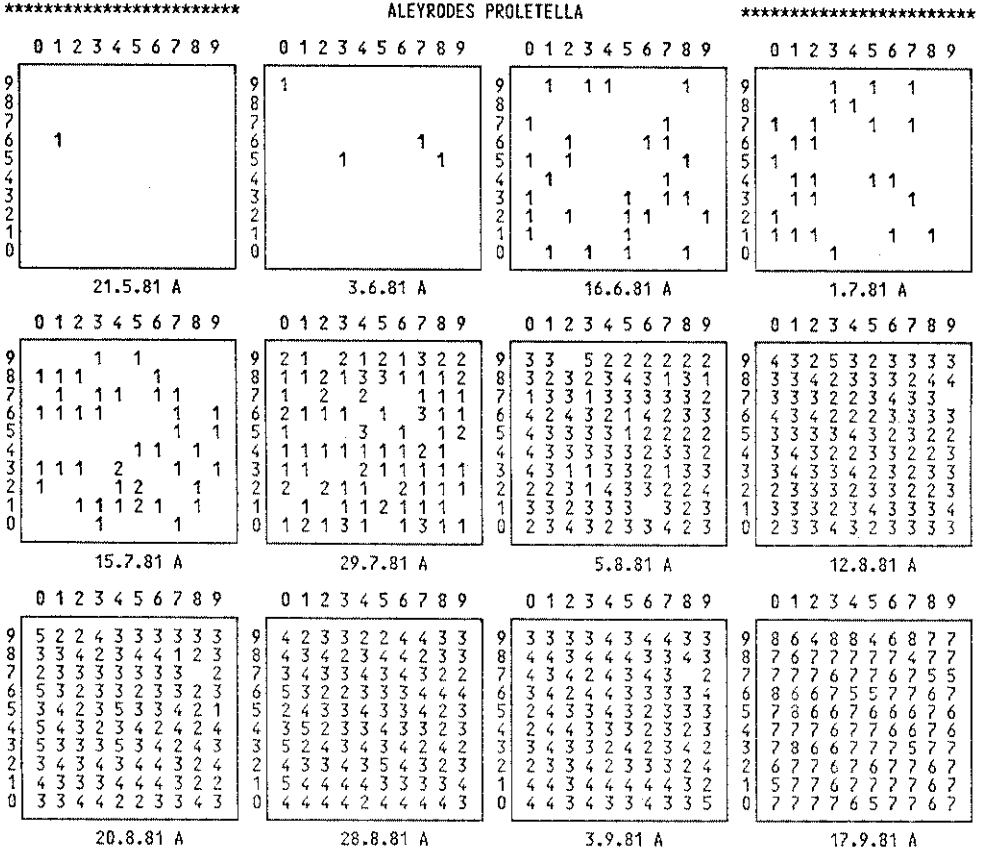


Abb. 34 Befalls- und Populationsentwicklung in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A



Befallsklassen:
Imagines / Pflanze

1	=	1	- 3
2	=	4	- 7
3	=	8	- 15
4	=	16	- 31
5	=	32	- 63
6	=	64	- 127
7	=	128	- 255
8	=	256	- 511
9	=	> 511	

Abb. 35 Imagines pro Pflanze in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A an verschiedenen Kontrollterminen

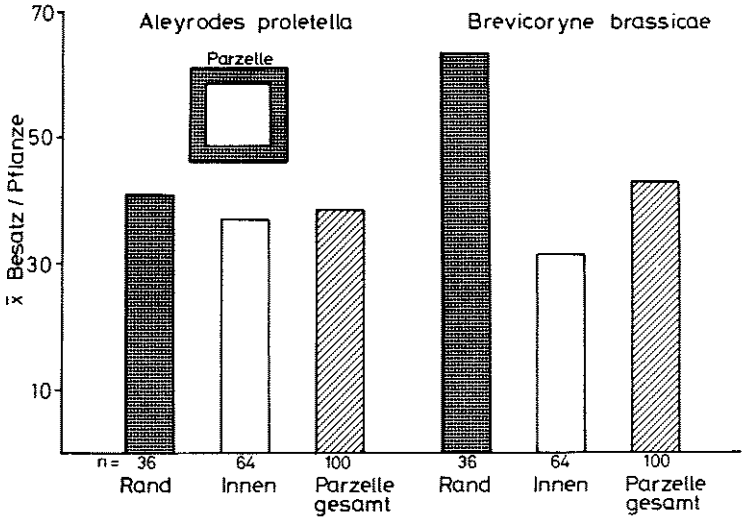


Abb. 36 Durchschnittliche Zahl an Imagines (*A. proletella*) bzw. Blattläusen(*B. brassicae*) in der Dauerbeobachtungsparzelle A für den Zeitraum 15.5.1981 - 1.10.1981

Auf Grund der vorliegenden Erhebungen zeigt sich, daß *A. proletella* in den drei untersuchten Anbaugebieten gewöhnlich in vier Generationen auftritt. Der Populationshöhepunkt eines Jahres wird in den Monaten September/Oktober erreicht, wenn die Imagines der vierten Generation schlüpfen. Große Populationen bauen sich jedoch nur dort auf, wo während des ganzen Jahres ausreichend Wirtspflanzen zur Verfügung stehen.

5.2.2.2.2. *Brevicoryne brassicae* L. - Mehlige Kohlblattlaus

Die bedeutendste Blattlaus im europäischen Kohlanbau ist die Mehlige Kohlblattlaus. Zu den Verlusten, die durch ihre Saugtätigkeit und durch Verunreinigungen entstehen, kommen oft die durch die Übertragung von Kohlvirosen verursachten Schäden hinzu. *B. brassicae* durchläuft ihren gesamten Entwicklungszyklus auf Kruziferen. Gelegentlich kommt sie auch auf einigen Resedaceen vor (BONNEMAISON 1965). Die Überwinterung erfolgt in der Regel als Ei, das im Herbst an Kohlstrünken und vereinzelt auch an den Blättern abgelegt wird. Im Frühjahr schlüpfen aus den Eiern ungeflügelte Stammütter (Fundatrices). Nachdem sie eine geeignete Wirtspflanze gefunden haben, fangen sie an, sich parthenogenetisch zu vermehren. Die Nachkommen, auch Virgines genannt, vermehren sich in den Folgegenerationen ebenfalls parthenogenetisch. Das Aufsuchen neuer Wirtspflanzen erfolgt in den Sommermonaten über geflügelte Nachkommen (Alatae) und ab September über die auftretenden Sexuales. Nach der Kopulation beginnen die meist ungeflügelten Weibchen mit der Ablage der befruchteten Eier an die Wirtspflanze. Die Eier sind anfangs gelblich-grün, verfärben sich dann aber sehr schnell in ein glänzendes Schwarz. In der Regel werden pro Weibchen 4 Eier abgelegt (JACOBS und RENNER 1974). Da die Virgines in der Lage sind, Temperaturen von bis zu -18°C zu überstehen, ist in milden Wintern und in vom Klima begünstigten Gebieten auch eine anholozyklische Überwinterung möglich (BONNEMAISON 1965). Nach AKINLOSOTU (1977) schwankt die Entwicklungsdauer für eine Generation zwischen 25 Tagen bei einer konstanten Temperatur von 10°C und 6 Tagen bei 25°C. Geht man von den für den Standort Fischenich ermittelten Durchschnittstemperaturen aus, so dürfte sich in dem untersuchten Anbaugebiet die Zahl der auftretenden Generationen zwischen 9 und 14 bewegen. Eine Massenvermehrung wird durch trockenes, warmes Wetter während des Schlupfes der Fundatrices und im Sommer bei der Ausbreitung der Alatae begünstigt.

Dauerbeobachtungsparzellen

Die in Abb. 37 und 38 dargestellten Befalls- und Populationsverläufe in den A-Parzellen sind für die beiden Jahre unterschiedlich. Im Jahre 1980 wurde der erste Befall Ende Mai festgestellt. Er stieg in der folgenden Zeit bis Anfang Juli steil an, um dann infolge eines naßkalten Wetterabschnitts zurückzugehen. Ende Juli, nach Beendigung der Schlechtwetterperiode, nahm der Anteil befallener Pflanzen bis Mitte August wieder stark zu und erreichte 92 %. Nach einem leichten Rückgang in der Folgezeit stieg er dann Mitte September auf 100 % an. Der durchschnittliche Besatz an Blattläusen nahm zu Befallsbeginn nur sehr langsam zu, erst Mitte September war ein sehr steiler Anstieg zu verzeichnen. Die maximale Populationsdichte wurde in diesem Jahr Anfang Oktober erreicht. Die Zahl der von Schlupfwespen parasitierten Blattläuse (Mumien) blieb während der Beobachtungszeit verhältnismäßig niedrig und verlief zu der Populationskurve annähernd parallel (Abb. 37).

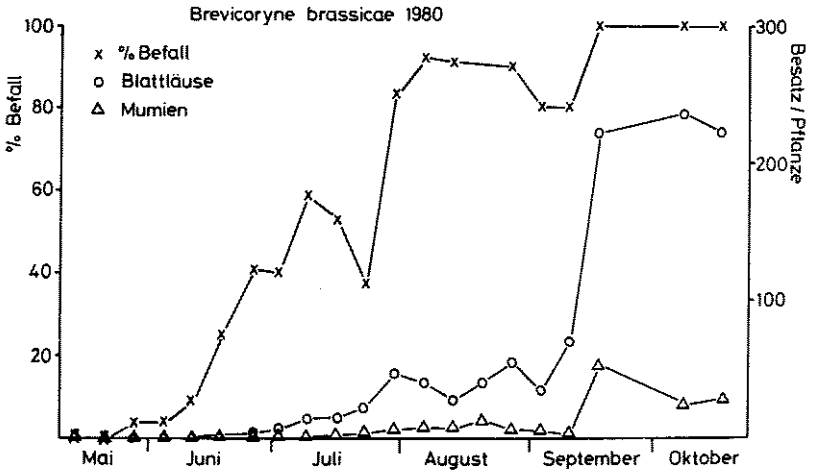


Abb. 37 Befalls- und Populationsentwicklung in der Dauerbeobachtungsparzelle 1980 A

Im Jahr darauf, 1981, wurde der erste Befall etwas später, Anfang Juni, beobachtet. Er stieg dann sehr schnell an und erreichte Ende des Monats 94 %. Im Juli nahm der Befall nur noch geringfügig zu. In dem sich anschließenden Zeitraum von August bis Anfang September ging der Anteil der befallenen Pflanzen bis auf 70 % zurück. Danach stieg der Befall dann noch einmal auf über 90 % an. Die Populationskurve des Jahres 1981 zeigt eine für die Art in der gemäßigten Zone typischen Verlauf mit zwei Maxima. Der erste Höhepunkt wurde bereits im Monat Juli ermittelt. Die Zahl der Blattläuse pro Pflanze nahm im darauffolgenden Monat August, bedingt durch die sehr starke Parasitierung der Blattläuse durch Schlupfwespen, leicht ab. Anfang September nach Abklingen der Parasitierung stieg der Besatz noch einmal stark an und erreichte Ende des Monats sein zweites Maximum (Abb. 38).

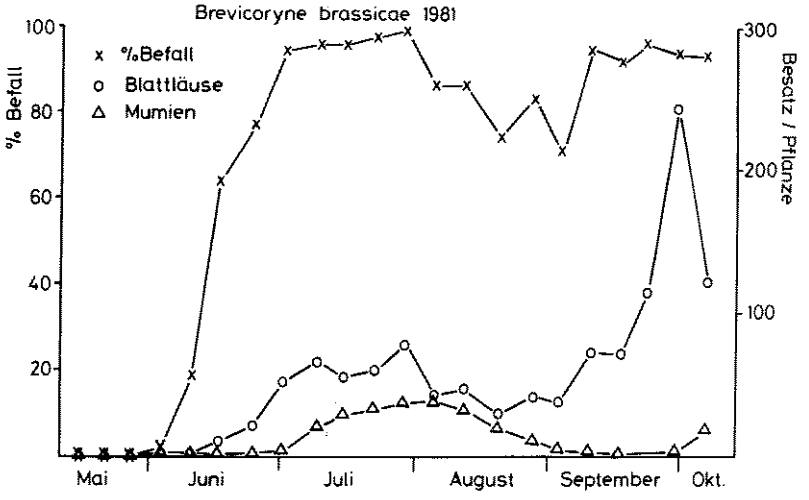
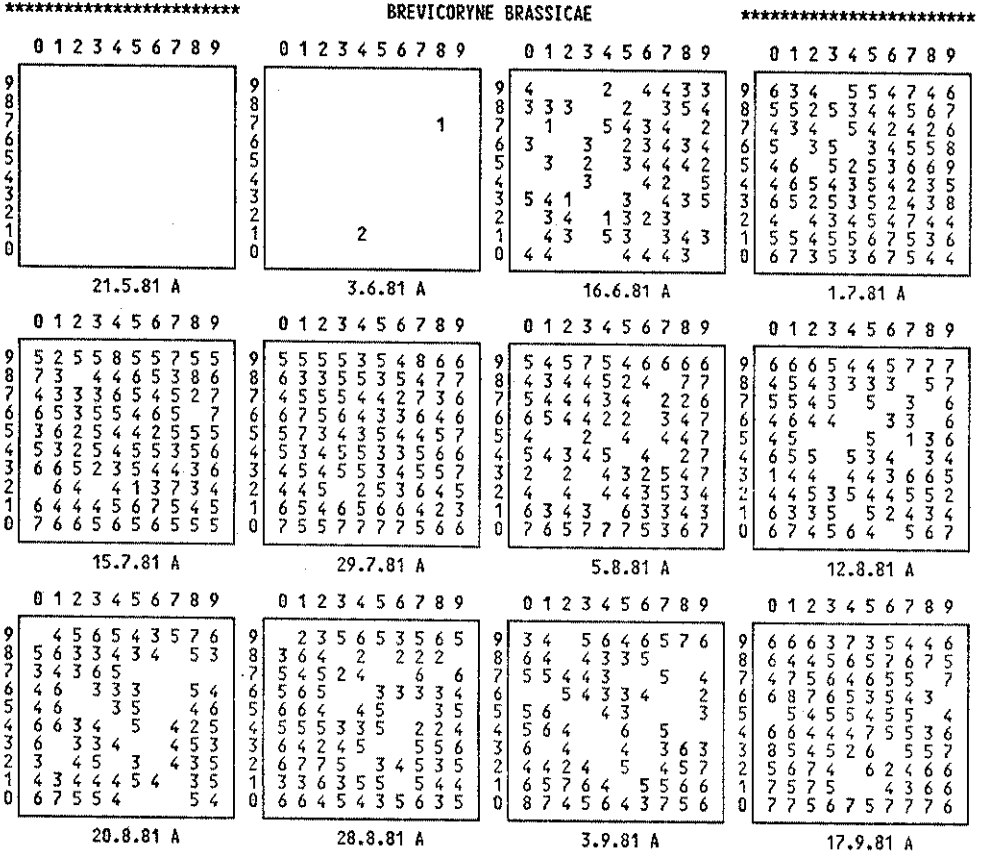


Abb. 38 Befalls- und Populationsentwicklung in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A

Der Befalls- und Populationsverlauf in den B-Parzellen war dem in den A-Parzellen ähnlich. Die ersten, anfangs noch gelblich-grünen Eier konnten in den Parzellen ab Ende September/Anfang Oktober beobachtet werden. Größtenteils waren sie entlang des Strunkes abgelegt, daneben konnten sie aber auch vereinzelt an allen anderen Pflanzenteilen entdeckt werden. Die durchschnittliche Zahl der pro Pflanze abgelegten Eier war in den beiden Untersuchungsjahren sehr unterschiedlich. Während bei der Endauswertung der A-Parzellen (Mitte Oktober) 1980 185 Eier pro Pflanze ermittelt wurden, waren es 1981 nur 32.

Bei der Untersuchung der Verteilung des Befalls in den einzelnen Parzellen, ergab sich, wie anhand der A-Parzellen 1981 in den Abb. 36 und 39 gezeigt, im Gegensatz zu der Situation bei der Kohlmottenschildlaus ein deutlich ungleichmäßigerer Befall innerhalb des Bestandes in Verbindung mit einem signifikant höheren Blattlausbesatz an den Randpflanzen.



Befallsklassen:
Blattläuse/Pflanze

1	=	1	- 3
2	=	4	- 7
3	=	8	- 15
4	=	16	- 31
5	=	32	- 63
6	=	64	- 127
7	=	128	- 255
8	=	256	- 511
9	=	> 511	

Abb. 39 Blattlausbesatz pro Pflanze in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A an verschiedenen Kontrollterminen

Gelbschalen und Leimtafeln

Mit Hilfe der auf dem Versuchsfeld des Instituts aufgestellten Gelbschalen konnte im Jahr 1980 nur eine ausgesprochen geringe Flugaktivität registriert werden. Während der gesamten Beobachtungszeit (Mai bis September) wurden wöchentlich nicht mehr als 5 Blattläuse je Gelbschale registriert. Ein Flugmaximum war nicht zu erkennen. Anders war es dagegen im Jahr 1981, wo von Ende Juni bis Anfang August eine Phase starken Fluges beobachtet wurde (Abb.40). Vor und nach dieser Zeit wurde jeweils ein kleinerer Höhepunkt registriert, und zwar Ende Mai bzw. Ende September. Die verwendeten Leimtafeln waren in ihrer Fängigkeit den Gelbschalen deutlich unterlegen.

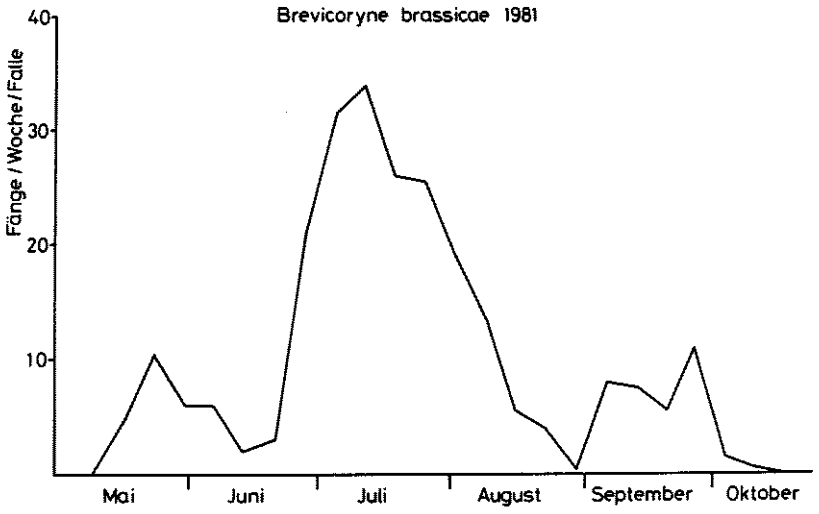


Abb. 40 Gelbschalenfänge am Standort Fischenich im Jahr 1981

Beobachtungen zum Auftreten der Mehligen Kohlblattlaus an den Standorten Blatzheim und Hemmerich-Kardorf

Der Befallsverlauf an beiden Standorten war dem am Standort Fischenich sehr ähnlich. Die ersten befallenen Pflanzen wurden Ende Mai bzw. Anfang Juni registriert. Während 1980 nur in der Zeit von Ende August bis Anfang Oktober ein stärkerer Blattlausbefall beobachtet wurde, kam es 1981 bereits im Monat Juli zu einem ersten Befallshöhepunkt. Anschließend ging jedoch auch hier, wie am Standort Fischenich beobachtet, die Populationsdichte infolge einer starken Parasitierung durch Schlupfwespen zurück. Ein zweiter Höhepunkt Ende September/Anfang Oktober wurde jedoch nur am Standort Hemmerich-Kardorf beobachtet, da am Standort Blatzheim die Anwendung von Insektiziden den Aufbau einer neuen Population verhinderte. Die ersten abgelegten Eier wurden ab Oktober beobachtet.

Die zweijährigen Erhebungen zum Auftreten von *B. brassicae* deuten darauf hin, daß im untersuchten Anbaugebiet im Ablauf eines Jahres gewöhnlich mit zwei Befallshöhepunkten zu rechnen ist. Nach CHUA (1977) und BONNEMAISON (1965) handelt es sich dabei um einen für die Art in Mitteleuropa typischen Verlauf. Wie die Untersuchungen im Jahre 1980 ferner zeigen, können ungünstige Witterungsbedingungen das Entstehen eines ausgeprägten Befallsmaximums verhindern. Dies hat jedoch keinen Einfluß auf die Höhe des zweiten Maximums. Eine anholozyklische Überwinterung der Mehligen Kohlblattlaus wurde nicht beobachtet. Mit Hilfe der auf dem Versuchsfeld des Instituts aufgestellten Gelbschalen konnte der Zeitpunkt des Auftretens erfaßt werden, jedoch ließ sich keine Korrelation zur Höhe der Populationsdichte herstellen.

5.2.2.2.3. Sonstige saugende Insekten

Neben *A. proletella* und *B. brassicae* konnte das Auftreten von 5 weiteren, offensichtlich für den Kohlanbau weniger wichtigen Arten beobachtet werden. Es handelte sich dabei um die 4 Blattlausarten *Aphis fabae*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphon euphorbiae* und *Myzus persicae*, sowie um die Mottenschildlaus *Trialeurodes vaporariorum*.

Aphis fabae Scop. - Schwarze Bohnenblattlaus

Anfang Juli 1981 wurden wiederholt kleine Kolonien (Geflügelte mit Nymphen) der Schwarzen Bohnenblattlaus in den beiden Dauerbeobachtungsparzellen A und B entdeckt, die jedoch Ende des Monats wieder verschwunden waren. Da nach den Untersuchungen von KLINGAUF et al. (1972) und denen von NAULT und STEYER (1972) Sinigrin auf die Nahrungsaufnahme von *A. fabae* einen hemmenden Einfluß hat und die Art deshalb auch nur sehr selten auf Kohl anzutreffen ist, dürfte es sich bei dem beobachteten Vorkommen wohl um einen Ausnahmefall handeln.

Aulacorthum solani Kalt. - Grünfleckige Kartoffelblattlaus

Kleine Kolonien der Grünfleckigen Kartoffelblattlaus und einzelne geflügelte Blattläuse konnten 1981 mehrfach an Rosenkohl und einmal an Rotkohlpflanzen beobachtet werden. Auch hier waren, wie bei *A. fabae*, die Kolonien kurze Zeit später nicht mehr anzutreffen. Der Befall trat Anfang bis Mitte Juli in beiden Dauerbeobachtungsparzellen, sowie einmal Anfang September nur in der A-Parzelle auf. Darüber hinaus konnte Anfang Juli am Standort Blatzheim ein Auftreten an Rotkohl beobachtet werden. In die oben erwähnten Untersuchungen von NAULT und STEYER (1972) war auch *A. solani* mit einbezogen. Auch bei dieser Art wurde eine abschreckende Wirkung von Sinigrin festgestellt. Aus diesem Grunde dürfte es nur selten zu einem Befall mit der Grünfleckigen Kartoffelblattlaus an Kohlkulturen kommen.

Macrosiphon euphorbiae Thos. - Grünstreifige Kartoffelblattlaus

An allen drei Untersuchungsstandorten konnte wiederholt an den verschiedensten Kohlkulturen ein geringer Befall mit der Grünstreifigen Kartoffelblattlaus festgestellt werden. Besiedelt waren vornehmlich mittelalte und ältere Blätter. In den Dauerbeobachtungsparzellen wurde *M. euphorbiae* in der Zeit von Mitte Mai bis Mitte Juli angetroffen, am Standort Hemmerich-Kardorf Anfang bis Ende Juni und in Blatzheim nur Anfang Juli. In einer Veröffentlichung aus Großbritannien wird ebenfalls von einem geringen Befall an Rosenkohl mit *M. euphorbiae* im Jahre 1964 berichtet (WAY et al. 1969).

Myzus persicae Sulz. - Grüne Pfirsichblattlaus

Die Grüne Pfirsichblattlaus ist an zahlreichen Pflanzenarten, darunter auch sehr oft an den verschiedensten Kohlgewächsen anzutreffen. Nach den Untersuchungen von KLINGAUF et al. (1972) wirkt Sinigrin, wie bei *Brevicoryne brassicae*, auch auf *M. persicae* phagostimulierend, und ist damit als ein Grund für das häufige Antreffen dieser Art auf Kohlgewächsen anzusehen.

Das Auftreten der Grünen Pfirsichblattlaus wurde in beiden Untersuchungsjahren an allen Standorten regelmäßig beobachtet. Besonders stark waren Jungpflanzen befallen.Wie anhand der Beobachtungen festgestellt wurde, stieg der Befall in der Regel nach dem Pflanzen sehr stark an (Abb. 41). Oft waren zur Zeit des höchsten Befalls fast alle Pflanzen einer Parzelle befallen, jedoch ging der Besatz anschließend ebenso rasch wieder zurück. Ein geringer Befall blieb jedoch vereinzelt auf älteren Blättern bei allen beobachteten Kulturen über die ganze Kulturzeit hinweg bestehen. Ende September/Anfang Oktober konnte nochmals ein leichter Populationsanstieg beobachtet werden. Eine anholozyklische Überwinterung an Kohl, wie sie gelegentlich bei dieser Art in milden Wintern vorkommt, konnte in beiden Jahren im Freiland nicht beobachtet werden.

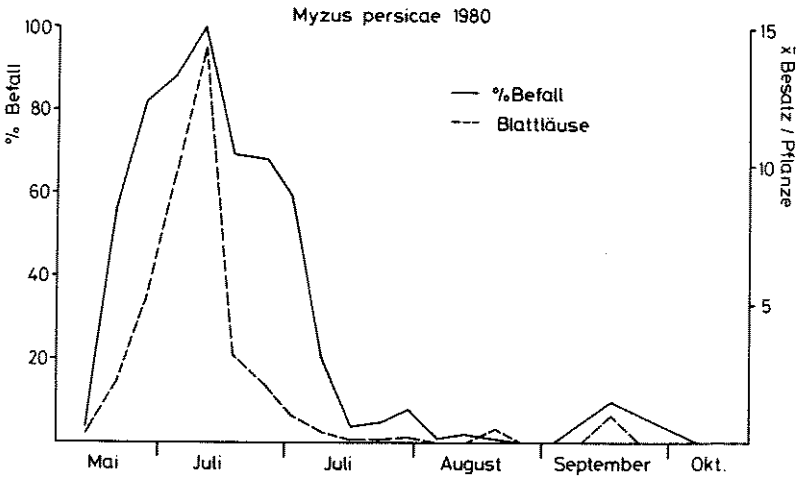


Abb. 41 Befalls- und Populationsentwicklung in der Dauerbeobachtungsparzelle 1980 A

Trialeurodes vaporariorum Westw. - Gewächshausmottenschildlaus

Die Gewächshausmottenschildlaus, einer der bedeutendsten saugenden Schädlinge im Unterglasanbau, wurde nur zweimal im Jahr 1981 in den Dauerbeobachtungsparzellen entdeckt, und zwar einmal Ende Juli in der A-Parzelle, zum anderen Mitte September in der B-Parzelle. Eine Eiablage konnte nicht beobachtet werden, obwohl, wie eigene Laborversuche zeigten, *T. vaporariorum* an Kohlkulturen Eier ablegt und sich dort normal weiterentwickelt. Wegen der hohen Temperaturansprüche, die diese Art stellt, ist jedoch in unseren Breiten mit einem starken Befall in Kohlkulturen nicht zu rechnen.

5.2.2.2.4. Prädatoren und Parasiten

In den Dauerbeobachtungsparzellen wurden neben den verschiedenen Schädlingen auch die aufgetretenen Nützlinge erfaßt. Eine Bestimmung der Prädatoren und Parasiten bis zur Spezies wurde wegen der schwierigen Taxonomie nicht vorgenommen. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die beobachteten Nützlinge gegeben.

Prädatoren

Araneae - Webspinnen

Verschiedene Jagd- und Netzspinnenarten waren die am häufigsten beobachteten Prädatoren (Tab. 12). Sie konnten von Anfang Juni bis Anfang Oktober meist an der Blattunterseite der Pflanzen angetroffen werden. Ihre höchste Populationsdichte erreichten sie in der Zeit von Ende Juni bis Anfang August, in der sie an nahezu 50 % der Pflanzen festgestellt werden konnten. Teilweise wurden bis zu vier Spinnen an einer Pflanze entdeckt. In den später gepflanzten B-Parzellen war der Besatz an Spinnen deutlich niedriger. In den Netzen befanden sich überwiegend geflügelte Blattläuse und Imagines der Kohlmottenschildlaus. Vereinzelt konnten auch einige Jungraupen gefunden werden.

Welcher Einfluß den verschiedenen Spinnenarten auf die Regulation von Insektenpopulationen zukommt, ist zur Zeit noch nicht geklärt. Nach NYFFELER und BENZ (1981) gehören sie zu den häufigsten Insektenprädatoren terrestrischer Ökosysteme, und ihre Nahrung setzt sich hauptsächlich aus kleinen Fluginsekten der Ordnungen Diptera, Homoptera und Hymenoptera zusammen.

Itonididae - Gallmücken

Von den spezifischen Blattlausprädatoren waren die roten Larven der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* Rondani am häufigsten vertreten (Tab. 12). Die meist dicht neben den Blattlauskolonien abgelegten Eier wurden von An-

Tab. 12 Prädatorenbesatz pro 100 Pflanzen in der Dauerbeobachtungsparzelle 1981 A

Bonitur-termin	Spinnen	Gallmücken-larven	Schwebfliegen-larven	Florfliegen-eier	Marienkäfer-larven
15. 5.	0	0	0	4	0
21. 5.	0	0	0	3	0
27. 5.	0	0	0	0	0
3. 6.	14	0	0	2	5
10. 6.	18	0	0	4	2
16. 6.	8	0	0	6	1
24. 6.	45	0	0	0	0
1. 7.	25	0	0	0	0
9. 7.	68	0	4	1	0
15. 7.	22	61	10	13	1
22. 7.	23	47	13	9	0
29. 7.	26	47	1	0	0
5. 8.	21	48	9	0	0
12. 8.	18	31	8	0	0
20. 8.	16	29	1	1	0
28. 8.	28	94	0	1	0
3. 9.	22	14	2	0	0
10. 9.	12	34	2	0	0
17. 9.	17	77	20	0	0
30. 9.	4	10	5	0	0
7.10.	2	0	6	0	0

fang Juli bis Mitte September vorgefunden. Die Larven traten von Mitte Juli bis Anfang Oktober auf.

Syrphidae - Schwebfliegen

Larven verschiedener Schwebfliegenarten wurden neben den erwähnten Gallmückenlarven am zweithäufigsten als Blattlausprädatoren beobachtet (Tab. 12). Syrphideneier wurden von Anfang Juli bis Mitte August entdeckt. Hier waren jedoch die Eier oft an Blättern oder Pflanzen zu finden, an denen gar keine Blattläuse vorhanden waren. Larven und Puppen konnten von Mitte Juli bis Mitte Oktober angetroffen werden.

Chrysopidae - Florfliegen

Florfliegeneier wurden in der Zeit von Mitte Mai bis Anfang September an den Pflanzen der Dauerbeobachtungsparzellen entdeckt (Tab. 12). Larven konnten dagegen wegen ihrer überwiegend nächtlichen Lebensweise nur sehr selten beobachtet werden.

Coccinellidae - Marienkäfer

Von den aufgeführten Prädatoren traten Marienkäfer am seltensten auf (Tab. 12). Eigelege wurden nur 1981 in den Monaten Juni bis Juli entdeckt. Darüber hinaus wurden an einem Boniturtermin im Juni 5 Junglarven beobachtet. Die Ursache für das geringe Auftreten dieser Räuber dürfte in der starken Wachsschicht der Rosenkohlblätter zu finden sein. In den Untersuchungen von SHAH (1980) erwiesen sich Wirtspflanzen mit starker Wachsauflage für das Suchverhalten der Marienkäferlarven als sehr ungünstig, da die Tiere hier nur an den Blatträndern und an den Hauptadern Halt fanden.

Aves - Vögel

In den beiden Dauerbeobachtungsparzellen wurden ferner neben den erwähnten Arthropoden wiederholt verschiedene Vogelarten beim Vertilgen von Raupen und Blattläusen beobachtet. Am

häufigsten traten Haussperling (*Passer domesticus* L.), Amsel (*Turdus merula* L.) und Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros* Gm.) auf.

Parasiten

Es wurden nur solche Parasiten erfaßt, deren Auftreten an bestimmten Merkmalen zu erkennen ist, wie z.B. bei Blattläusen die Mumien und bei Lepidopterenlarven die Puppenkokons der Parasiten. Am häufigsten konnten parasitierte Individuen bei der Mehligen Kohlblattlaus und der Kohlmotte beobachtet werden. Bei *B. brassicae* war es die Blattlauswespe *Diaeretiella rapae*, die in den Sommermonaten oft große Teile der Kolonien ihres Wirts parasitierte (s. Kap. 5.2.2.2.2.).

Bei *P. xylostella* waren es die beiden Ichneumonidenarten* *Diadegma fenestralis* (Holmgren) und *D. semiclausum* (Héllen), die die Larven des Schädlings zu einem sehr hohen Prozentsatz parasitierten (s. Kap. 5.2.2.1.2.). Nach HORSTMANN (1969) handelt es sich bei der letztgenannten Art um den wichtigsten Parasiten der Kohlmotte.

Die Larven verschiedener Noctuidenarten, insbesondere aber die von *M. brassicae*, wurden in geringem Maße von der Braconide* *Microplitis tuberculifera* (Wesmael) parasitiert.

Darüber hinaus wurden vereinzelt *Apanteles glomeratus* (L.) an Larven des Großen und Kleinen Kohlweißlings sowie Raupenfliegen (Tachinidae) an Larven der Gammaeule beobachtet.

* Für die Bestimmung der beiden *Diadegma*-Arten sei Herrn Dr. K. HORSTMANN (Würzburg) und für die Determination der Braconide *M. tuberculifera* Herrn Dr. M. FISCHER (Wien) recht herzlich gedankt.

6. Untersuchungen zu verschiedenen Teilbereichen eines integrierten Bekämpfungssystems für den Kohlanbau

6.1. Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Befallsminderung - Untersuchungen zur unterschiedlichen Anfälligkeit von Kohlarten und Sorten gegenüber verschiedenen Kohlschädlingen

Sinnvollste Maßnahme zur Verminderung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln ist der Anbau von resistenten Sorten. Nach WILBERT (1980 a und b) haben auch Sorten mit einem nur geringen Resistenzgrad im integrierten Pflanzenschutz eine besondere Bedeutung, da in der Regel die Effektivität der natürlichen Gegenspieler höher ist, und durch die langsamere Populationsentwicklung eines Schädlings die Zahl der Behandlungen verringert werden kann.

Nach PAINTER 1958 lassen sich im Prinzip drei Typen von Resistenzmechanismen unterscheiden:

1. Nichtpräferenz ("Nonpreference"), d.h. Pflanzen werden auf Grund von äußeren oder inneren Merkmalen von einem Insekt weniger häufig befallen.
2. Antibiosis, d.h. die Entwicklungsrate eines Schädlings wird durch die Pflanze negativ beeinflußt.
3. Toleranz, d.h. im Vergleich zu anderen Pflanzen bewirkt ein gleich hoher Schädlingsbefall geringere Ertragseinbußen.

Von größerer praktischer Bedeutung für den Anbau sind jedoch nur die Antibiosis und die Toleranz. Eine allein auf "Nonpreference" beruhende Resistenz würde mit zunehmendem Anbau der Sorte rasch zusammenbrechen.

Berichte über eine unterschiedliche Anfälligkeit von Kohlarten und Sorten gegenüber den in dieser Arbeit behandelten Schädlingen liegen bisher nur aus dem Ausland vor (WAY und MURDIE 1965, RADCLIFFE und CHAPMAN 1966 a und b, RUDDER und BRETT 1967, DUNN und KEMPTON 1976, DICKSON und ECKENRODE 1975, LARA et al. 1978 und 1979, KENNEDY und ABAU'GHADIR 1979).

Das Ziel der nachfolgend dargestellten Untersuchungen war es, einen ersten Überblick über die Anfälligkeit der hiesigen Sorten einiger wichtiger Kohlarten gegenüber den verschiedenen Schädlingen zu geben. Darüber hinaus sollte an einzelnen kleineren Versuchen der Frage nachgegangen werden, welche Ursachen den beobachteten Resistenzen zugrunde liegen.

6.1.1. Material und Methoden

6.1.1.1. Freilandversuche

Die Freilanduntersuchungen zur Anfälligkeit von Kohlarten und Sorten wurden auf dem Versuchsfeld des Instituts in Fischenich durchgeführt. In jedem Jahr erfolgte der Anbau der Sortimente zu zwei verschiedenen Terminen. Die Pflanzung des ersten Satzes wurde in beiden Untersuchungsjahren in der letzten Aprilwoche und die des zweiten Satzes 1980 Mitte Juli und 1981 Mitte Juni vorgenommen. Durch den wiederholten Anbau eines Sortiments in einem Jahr konnte geklärt werden, inwiefern sich der Anbauzeitpunkt auf die Höhe und die Verteilung des Befalls auswirkt. Darüber hinaus wurde dadurch die Anzahl der Versuche verdoppelt. Während 1980 versucht wurde, anhand einer möglichst großen Zahl von verschiedenen Sorten einen ersten Überblick über deren Anfälligkeit zu gewinnen, wurde 1981 die Zahl der Sorten eingeschränkt, um die Zahl der auswertbaren Pflanzen zu erhöhen und damit gesichertere Erkenntnisse über die im ersten Versuchsjahr beobachteten Unterschiede zu erhalten.

Die in den Jahren 1980 und 1981 geprüften Kohlarten und Sorten sind in Tab. 13 aufgeführt. Um Hinweise auf die Anfälligkeit von Kohlpflanzen mit verschieden gefärbten und geformten Blättern zu erhalten, wurden darüber hinaus die in Tab. 50 aufgeführten Zierkohlarten mit angebaut. Bei der Versuchsanlage handelte es sich um eine Blockanlage mit vierfacher Wiederholung und randomisierter Verteilung der Sorten. Der Pflanzabstand betrug 50 x 50 cm. Im Jahre 1980 wurden 5 und im Jahr 1981 10 Pflanzen pro Wiederholung und Sorte ausgewertet. Bei den beißenden Insekten wurde die Zahl der einzelnen Entwicklungs-

stadien pro Pflanze genau erfaßt, während bei den saugenden Insekten die Zahl der vorhandenen Imagines bzw. der Blattläuse pro Pflanze geschätz wurde.

Wie dies bei hohen Zählwerten üblich ist, wurden die Schätzwerte für die saugenden Insekten vor der Verrechnung der Daten transformiert (log(x+1)). Um den Besatz eines beißenden Schädlings pro Pflanze insgesamt bewerten zu können, wurden für die bedeutendsten Arten Befallswerte gebildet. Hierzu wurde die Zahl der vorgefundenen Eigelege bzw. Eier, Larven und Puppen unterschiedlich gewichtet und addiert (Tab. 14)

Neben dem Schädlingsbesatz wurden die Fraßstärke (BW 1-9/ s. Tab. 6) und die erzielte Qualitätsklasse für jede Pflanze festgehalten. Für die statistische Verrechnung der Daten wurden die Parzellenmittelwerte herangezogen (SCHICKE und O'SVATH 1977). Die statistische Absicherung mehrerer Mittelwertsdifferenzen erfolgte mit Hilfe des multiplen t-Tests. Mit GD wird die Grenzdifferenz bezeichnet. Die angegebenen Prozentzahlen geben die Irrtumswahrscheinlichkeit an.

Tab. 13 Kohlarten und Sorten der in den Jahren 1980 und 1981 geprüften Freilandsortimente

Kohlart/Sorte	Anbau 1980	1981
Weißkohl		
Amager hochstrunkig	+	+
Ballony	+	+
Bewama	+	+
Chogo	+	
Dauerweiß	+	+
Erstling	+	+
Filderkraut	+	
Headstart	+	
Histanda	+	
Holsteiner platter	+	+
Ismaninger	+	+
Ledtjes Herbstweiß	+	
Marner Augustkohl	+	
Nagels Frühweiß	+	+
Rapid Ball	+	
Stonehead	+[1]	+
Wiam	+	+
Rotkohl		
Allrot	+	
Autoro	+	
Dauerrot	+	+
Marner Frührotkohl	+	
Marner Lagerrot	+	+
Marner Septemberrot	+	+
Mohrenkopf	+	+
Rocco	+	+
Ruby Ball	+	+
Wirsing		
Endenicher Advent	+	
Celsa	+	
Dauerwirsing	+	+
Hammer	+	+
Hiversa	+	+
Marner Frühkopfwirsing	+	+
Resulta	+	+
Rheinherbst	+	+
Vorbote	+	
Yeldina	+	
Blumenkohl		
Delira		+
Chinakohl		
WR-Super 85		+[1]

[1]) nur Satz B

Tab. 14 Berechnung der einzelnen Befallswerte

Befallswert	Zusammensetzung
Mamestra brassicae	$\text{Eigelege} + \frac{\text{Larven } L_{1-2}}{50} + \frac{\text{Larven } L_{3-4}}{10} + \frac{\text{Larven } L_{5-6}}{2}$
Plutella xylostella	$\frac{\text{Larven } L_{1-2}}{5} + \frac{\text{Larven } L_{3-4}}{2} + \frac{\text{Puppen}}{2}$
Pieris rapae	$\frac{\text{Eier}}{10} + \frac{\text{Larven } L_{1-2}}{10} + \frac{\text{Larven } L_{3-4}}{5} + \frac{\text{Larven } L_{5-6}}{2}$
Pieris brassicae	$\text{Eigelege} + \frac{\text{Larven } L_{1-2}}{50} + \frac{\text{Larven } L_{3-4}}{10} + \frac{\text{Larven } L_{5-6}}{2}$
Autographa gamma	$\frac{\text{Eier}}{10} + \frac{\text{Larven } L_{1-2}}{10} + \frac{\text{Larven } L_{3-4}}{5} + \frac{\text{Larven } L_{5-6}}{2}$
Evergestis forficalis	$\frac{\text{Larven } L_{1-2}}{10} + \frac{\text{Larven } L_{3-4}}{5} + \frac{\text{Larven } L_{5-6}}{2}$
Gesamtbefall beißende Insekten	Befall *M.brassicae* + Befall *P.xylostella* + Befall *P.rapae* + Befall *P.brassicae* + Befall *A.gamma* + Befall *E.forficalis*

6.1.1.2. Laborversuche

Wirtspflanzenspektrum

Versuche zur Ermittlung des Wirtspflanzenspektrums wurden mit Hilfe der im Institut aufgebauten Stammzuchten von *Aleyrodes proletella*, *Brevicoryne brassicae* und *Plutella xylostella* durchgeführt. Testpflanzen der verschiedenen Pflanzenarten (Tab. 53) wurden jeweils für 5 Tage in die einzelnen Zuchtkäfige zu den regulär angebotenen Wirtspflanzen (Weißkohl 'September') gestellt. Anschließend wurden die Testpflanzen aus den Käfigen entfernt, auf Befall kontrolliert und an einem separaten Ort zur weiteren Beobachtung aufgestellt. Dort wurde in den nachfolgenden Tagen kontrolliert, ob es zu einer vollständigen Entwicklung der Schädlinge über eine Generation hinweg kam.

Bestimmung der Reproduktivität und Mortalität von *Brevicoryne brassicae* auf 18 kultivierten Kruziferenarten

Dazu wurden in zeitlichem Abstand je drei der 18 in Tab. 15 aufgeführten Kruziferenarten im Gewächshaus angezogen und nach Erreichen des 8-12 Blattstadiums für die Versuchsdurchführung in eine Klimakammer (Temperatur 21±1°C, relative Luftfeuchte 70±10 %, Beleuchtungsstärke ca. 5000 lx, Hell-Dunkelphase 16:8h) überführt. Pro Pflanze wurden an mittelalten Blättern zwei Blattlauskäfige mit je 3-5 Blattläusen befestigt. Nach 24 Stunden wurden alle vorhandenen Blattläuse bis auf zwei, einen Tag alte Nymphen entfernt. Im nachfolgenden Zeitraum wurde bis zum 17.Tag die Zahl der abgesetzten Nymphen und die Mortalität pro Käfig laufend registriert. Pro Sorte wurden 10 Pflanzen getestet. Die statistische Verrechnung der Nachkommen pro Blattlauskäfig erfolgte mit Hilfe des DUNCAN-Tests.

Tab. 15 Übersicht der getesteten Kruziferenarten

Art		Sorte
Blumenkohl	(BlK)	Bali
Brokkoli	(Bro)	Gem
Chinakohl	(ChK)	Granat
Grünkohl	(GrK)	Frosty
Kohlrabi	(KR)	Optimus
Rosenkohl	(RoK)	Abunda
Rotkohl	(RK)	Allrot
Weißkohl	(WK)	Wiam
Wirsing	(Wir)	Dauerwirsing
Futterkohl	(FuK)	Furchenkohl
Herbstrüben	(HRü)	Maschinella
Kohlrüben	(KRü)	Hoffmanns Weiße
Winterraps	(WiRa)	Quinta
Winterrübsen	(WiRü)	Arktus
Sareptasenf	(SaSe)	Vittasso
Schwarzer Senf	(SchS)	Junius
Weißer Senf	(WeSe)	Albatros
Ölrettich	(ÖlRe)	Siletina

Einfluß von Weißkohlpflanzen mit einer verminderten Wachsschicht auf die Reproduktivität von *Brevicoryne brassicae*

Zur Klärung der Frage nach der Bedeutung der Wachsschicht wurden im Gewächshaus angezogene Weißkohlpflanzen der Sorte 'September' im 6-8 Blattstadium mit 1 bzw. 2 g 'EPTAM' (5 % EPTC) angestreut. Nach den Arbeiten von FLORE und BUKOVAC (1974 und 1976) bewirkt eine Behandlung von Kohlpflanzen mit S-Äthyl-N, N-dipropylthiolcarbamat (EPTC) eine deutliche Verringerung der Wachsschicht auf den Blättern. Nachdem die Blätter der behandelten Pflanzen deutliche Veränderungen in der Wachsschicht erkennen ließen, ca. drei Wochen später, wurden nach den im vorherigen Abschnitt aufgeführten Bedingungen die Tests durchgeführt. Pro Versuchsglied wurde an 5 Pflanzen in je zwei Blattlauskäfigen

die Zahl der Nachkommen insgesamt bestimmt und darüber hinaus in anderen Käfigen zusätzlich die Zahl der Nachkommen einer weiteren Generation.

6.1.2. Ergebnisse Freilandversuche

6.1.2.1. Befall an verschiedenen Kohlarten

In Tab. 16 ist der Schädlingsbefall aufgeführt, wie er im Jahr 1981 an 5 verschiedenen Kohlarten (Zahl der pro Kohlart geprüften Sorten, s. Tab. 13) festgestellt wurde. Wie aus den Daten zu ersehen ist, waren die einzelnen Kohlarten von einigen Schädlingen unterschiedlich stark befallen. Darüber hinaus ist deutlich zu erkennen, daß bei den beiden bedeutendsten saugenden Arten *Aleyrodes proletella* und *Brevicoryne brassicae* der Besatz pro Pflanze in dem zu einem späteren Zeitpunkt angebauten zweiten Satz (B) wesentlich höher war.

Die am häufigsten anzutreffenden beißenden Schädlinge waren *Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella* und *Pieris rapae*. Bei der Kohleule und beim Kleinen Kohlweißling konnten im zweiten Satz ebenfalls deutlich höhere Befallswerte registriert werden. So lag der Prozentsatz befallener Pflanzen bei *M. brassicae* im ersten Satz (A) bei allen Kohlarten unter 50 %, während er im zweiten Satz (B) mit 79 % bis 98 % wesentlich höher war. Die restlichen in der Tab. 16 aufgeführten beißenden Arten waren nur von untergeordneter Bedeutung. Auffällig war jedoch der relativ starke Befall (13 %) von Chinakohl mit *Phlogophora meticulosa*. In welchem Umfang die beobachteten Unterschiede zwischen den einzelnen Kopfkohlarten (Weiß-, Rotkohl und Wirsing) auch statistisch abgesichert sind, kann aus den Tabellen 17 bis 24 abgelesen werden, in denen die Ergebnisse der einzelnen Versuche aus den Jahren 1980 und 1981 dargestellt sind.

Tab. 16 Schädlingsbefall an 5 Kohlarten im Jahre 1981

Kohlart / Anbausatz / Schädling	Weißkohl A	Weißkohl B	Wirsing A	Wirsing B	Rotkohl A	Rotkohl B	Blumenkohl A	Blumenkohl B	Chinakohl B
Saugende Insekten ($\bar{x}$ Besatz/Pflanze)									
Aleyrodes proletella	0,3	10,4	4,4	102,8	0,2	9,8	0,7	4,0	2,1
Brevicoryne brassicae	28,7	55,8	65,3	288,0	17,0	100,7	20,4	25,1	27,5
Sonstige Arten	0,1	0,4	0,3	2,2	0,0	0,1	0,2	0,1	1,6
Beißende Insekten (% befallene Pflanzen)									
Mamestra brassicae	26,5	78,6	43,2	93,5	27,1	82,8	40,0	97,5	80,0
Plutella xylostella	24,5	23,9	37,5	20,0	19,6	6,7	15,0	80,0	0,0
Pieris rapae	2,7	13,8	5,0	24,2	0,8	6,3	7,5	75,0	10,0
Autographa gamma	1,2	1,0	2,1	1,5	0,4	0,0	5,0	0,0	5,0
Evergestis forficalis	0,0	1,0	0,0	2,3	0,0	1,7	0,0	5,0	0,0
Mamestra oleracea	0,0	1,5	0,8	1,5	0,0	0,4	0,0	2,5	2,5
Phlogophora meticulosa	0,0	0,0	1,9	0,8	0,0	0,4	5,0	0,0	12,5
Pieris brassicae	0,7	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,5	0,0
Sonstige Arten	0,0	0,0	0,8	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	5,0

Saugende Insekten

Aleyrodes proletella

Wirsing zeigte in allen Versuchen, unabhängig von der Höhe des Befalls, im Vergleich zu Weiß- und Rotkohl einen signifikant höheren Besatz mit Imagines der Kohlmottenschildlaus (Tab. 17). Darüber hinaus war Rotkohl in drei von vier Versuchen stärker befallen als Weißkohl. Dieser Unterschied ließ sich jedoch nur einmal im Jahr 1980 (Satz B) statistisch absichern.

Tab. 17 *Aleyrodes proletella*: mittlerer Besatz an Imagines (log (x+1)) pro Pflanze

Versuch / Kohlart	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Weißkohl	0,01	0,80	0,06	0,48	0,34
Rotkohl	0,02	1,05	0,05	0,69	0,45
Wirsing	0,27	1,80	0,51	1,57	1,04
F-Wert	14.42**	56.80***	178.88***	61.43***	
GD 5 %	0,12	0,23	0,07	0,24	
1 %	0,18	0,33	0,10	0,34	
0,1 %		0,48	0,15	0,50	

Brevicoryne brassicae

Wie bei *A. proletella* zeigte sich auch bei der Mehligen Kohlblattlaus, daß Wirsing im Vergleich zu den anderen beiden Kopfkohlarten stärker befallen wurde (Tab. 18). Die Unterschiede waren hier jedoch nicht so deutlich ausgeprägt und ließen sich nur in zwei Versuchen statistisch absichern. Der Befall von Weiß- und Rotkohl wich in den

einzelnen Versuchen stark voneinander ab, er war jedoch insgesamt gesehen fast gleich.

Bei den parasitierten Blattläusen (Mumien) waren die Ergebnisse sehr ähnlich, da, wie aus Tab. 19 und Abb. 42 zu erkennen ist, zwischen der Zahl der registrierten Mumien und dem Blattlausbesatz eine positive Korrelation bestand.

Tab. 18 *Brevicoryne brassicae*: mittlerer Blattlausbesatz (log (x+1)) pro Pflanze

Versuche / Kohlart	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Weißkohl	0,81	1,79	1,09	1,30	1,25
Rotkohl	0,75	1,74	0,73	1,62	1,21
Wirsing	0,98	2,02	1,36	2,15	1,63
F-Wert	1,20	3,98	13,04**	41,00***	
GD 5 %			0,28	0,21	
1 %	n.s.	n.s.	0,40	0,31	
0,1 %				0,45	

Tab. 19 *Brevicoryne brassicae*: mittlerer Blattlausmumienbesatz (log (x+1)) pro Pflanze

Versuch / Kohlart	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Weißkohl	0,68	1,19	1,21	0,64	0,93
Rotkohl	0,76	1,12	0,92	0,83	0,91
Wirsing	1,01	1,32	1,50	1,29	1,28
F-Wert	3,11	1,26	26,40***	64,81***	
GD 5 %			0,18	0,13	
1 %	n.s.	n.s.	0,26	0,19	
0,1 %			0,39	0,28	

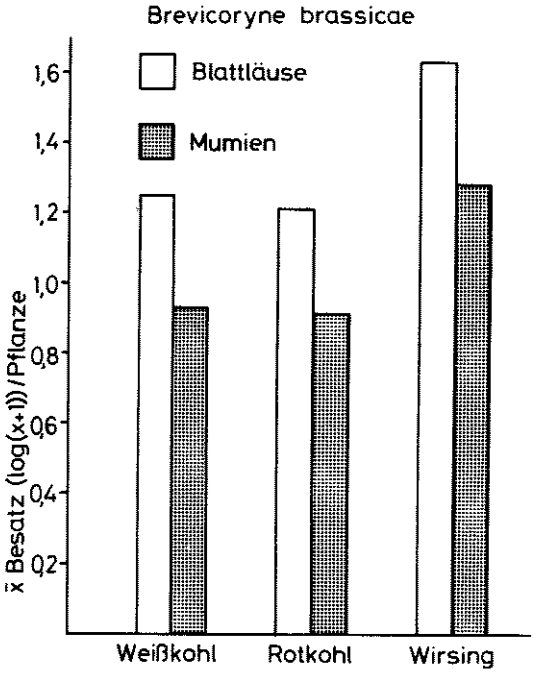


Abb. 42 Blattlaus- und Mumienbesatz im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an drei Kopfkohlarten

Beißende Insekten

Mamestra brassicae

In allen 4 Versuchen zeigte Rotkohl im Vergleich zu Wirsing und Weißkohl einen deutlich geringeren Befall (Tab. 20). Während sich die Unterschiede gegenüber Wirsing in allen Versuchen absichern ließen, traf dies gegenüber Weißkohl nur in zwei Fällen zu. Wie aus den angegebenen Werten weiter zu ersehen ist, konnte an Weißkohl insgesamt ein deutlich niedrigerer Kohleulenbefall als bei Wirsing festgestellt werden. Dieser ließ sich jedoch nur im zweiten Satz des Jahres 1981 absichern.

Tab. 20 *Mamestra brassicae*: mittlerer Befallswert pro Pflanze

Versuch / Kohlart	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Weißkohl	0,61	0,25	0,13	0,66	0,41
Rotkohl	0,31	0,04	0,08	0,61	0,26
Wirsing	0,62	0,23	0,20	1,31	0,59
F-Wert	7,51*	8,65**	5,44*	27,53***	
GD 5 %	0,21	0,12	0,09	0,24	
1 %		0,18		0,35	
0,1 %				0,51	

Plutella xylostella

Rotkohl wurde von der Kohlmotte eindeutig am schwächsten befallen (Tab. 21). Dieser geringe Befall ließ sich in allen Versuchen gegenüber Weißkohl und Wirsing absichern. Weißkohl hatte insgesamt gesehen im Vergleich zu Wirsing einen etwas höheren Besatz. Signifikant war die Differenz jedoch nur 1980 im zweiten Satz.

Tab. 21 *Plutella xylostella*: mittlerer Befallswert pro Pflanze

Versuch / Kohlart	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Weißkohl	0,29	0,39	0,68	1,35	0,68
Rotkohl	0,07	0,06	0,32	0,22	0,17
Wirsing	0,24	0,24	0,77	0,95	0,55
F-Wert	7,80*	48,97***	7,41*	11,91**	
GD 5 %	0,13	0,07	0,28	0,53	
1 %		0,10		0,76	
0,1 %		0,15			

Pieris rapae

Wie aus Tab. 22 zu ersehen ist, zeigte Rotkohl im Durchschnitt aller Versuche eindeutig den niedrigsten Befall. Weißkohl und Wirsing waren gleich stark befallen. Der Unterschied zwischen Rotkohl und den anderen beiden Arten ließ sich jedoch nur 1981 im zweiten Satz absichern. In diesem Versuch wurde auch gleichzeitig der stärkste Befall mit dem Kleinen Kohlweißling beobachtet.

Sonstige Arten

Das Auftreten sonstiger beißender Arten war unregelmäßig und insgesamt sehr niedrig, so daß die statistische Auswertung keine gesicherten Unterschiede erbrachte.

Tab. 22 *Pieris rapae*: mittlerer Befallswert pro Pflanze

Versuch / Kohlart	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Weißkohl	0,01	0,02	0,01	0,07	0,03
Rotkohl	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01
Wirsing	0,01	0,02	0,01	0,09	0,03
F-Wert	0,08	1,75	0,49	8,38**	
GD 5 %				0,04	
1 %	n.s.	n.s.	n.s.	0,06	
0,1 %					

Gesamtbefall beißende Insekten

Der bereits bei der Kohleule und bei der Kohlmotte beobachtete sehr niedrige Befall von Rotkohl kommt hier noch einmal besonders deutlich zum Ausdruck (Tab. 23 und Abb. 43). Weißkohl und Wirsing waren, von einer Ausnahme abgesehen, insgesamt gesehen gleich stark befallen.

Tab. 23 Gesamtbefall beißende Insekten: mittlerer Befallswert pro Pflanze

Versuch / Kohlart	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Weißkohl	0,91	0,66	0,83	2,08	1,12
Rotkohl	0,38	0,10	0,42	0,86	0,44
Wirsing	0,88	0,49	0,98	2,39	1,19
F-Wert	10,85**	59,42***	9,50**	16,97***	
GD 5 %	0,29	0,12	0,30	0,63	
1 %	0,42	0,18	0,44	0,90	
0,1 %		0,26		1,33	

Fraßschaden

In allen Versuchen traten signifikante Unterschiede in der Höhe des bonitierten Fraßschadens auf (Tab. 24). Wirsing wurde, von einer Ausnahme abgesehen, am stärksten befressen. Den geringsten Fraßschaden wies Rotkohl auf. Er war in allen Fällen gegenüber den anderen beiden Kohlarten abgesichert. Insgesamt war die Stärke des Fraßes an Weißkohl etwas geringer als an Wirsing. Dieser Unterschied ließ sich in zwei Fällen statistisch absichern. In Abb. 43 sind die Werte für die Fraßbonitur und der Gesamtbefall mit beißenden Arten graphisch gegenübergestellt. Zwischen beiden Werten zeigt sich eine positive Korrelation, wobei der sehr niedrige Befall von Rotkohl mit beißenden Insekten besonders stark auffällt.

Tab. 24 Mittlerer Fraßschaden (BW 1-9) pro Pflanze

Versuch / Kohlart	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Weißkohl	6,29	5,69	5,47	6,23	5,92
Rotkohl	5,61	3,83	4,85	5,86	5,04
Wirsing	6,41	5,43	5,93	7,26	6,26
F-Wert	10,95**	25,85***	28,44***	10,10***	
GD 5 %	0,42	0,64	0,33	0,22	
1 %	0,60	0,92	0,47	0,32	
0,1 %		1,35	0,68	0,47	

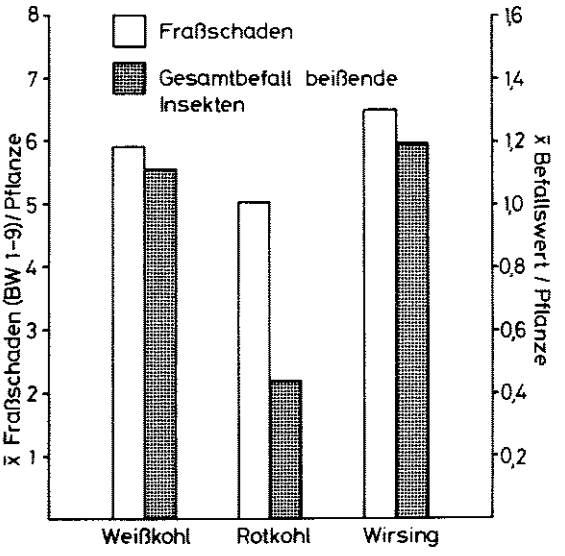


Abb. 43 Fraßschaden und Gesamtbefall beißende Insekten im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an drei Kopfkohlarten

Entscheidend für den zu erwartenden Erlös bzw. Verlust ist der Anteil geernteter Kohlköpfe in den einzelnen Qualitätsklassen. Trotz der Schwankungen, die von Versuch zu Versuch bei den einzelnen Arten auftraten, ist aus den Werten in Tab. 25 zu ersehen, daß Rotkohl immer den höchsten Anteil an Kohlköpfen in der Qualitätsklasse I hatte. Bei den anderen beiden Kohlarten waren die Prozentsätze in dieser Klasse in etwa gleich. Die Anzahl der Kohlköpfe in der Qualitätsklasse II war bei den drei Kohlarten von Versuch zu Versuch unterschiedlich. Insgesamt gesehen lag der Anteil bei Weißkohl am höchsten und bei Wirsing am niedrigsten. Den niedrigsten Prozentsatz an nicht vermarktungsfähigen Kohlköpfen (Qualitätsklasse III) wies in allen Versuchen Rotkohl auf. Er lag im Durchschnitt bei 16 %. Mit 27 % folgte Weißkohl, bei dem, von einer Ausnahme abgesehen, der Anteil meist deutlich unter dem von Wirsing mit 41 % lag.

Tab. 25 Anteil (%) geernteter Kohlköpfe von Weißkohl, Rotkohl und Wirsing in drei Qualitätsklassen

Qualitätsklasse	Versuch		Weißkohl	Rotkohl	Wirsing
I	1980	A	4,5	13,3	5,5
		B	15,6	62,8	17,5
	1981	A	6,3	20,8	3,2
		B	0,5	2,1	0,0
	$\bar{x}$		6,7	24,8	6,6
II	1980	A	61,1	65,0	56,5
		B	49,7	26,7	53,5
	1981	A	73,3	66,7	61,8
		B	59,3	64,4	17,3
	$\bar{x}$		66,7	60,2	52,9
III	1980	A	34,4	21,7	38,0
		B	34,7	10,5	29,0
	1981	A	20,4	12,5	35,0
		B	41,2	35,5	82,7
	$\bar{x}$		27,0	15,6	40,6

I = ohne Fraßschäden, II = geringe Fraßschäden,
III = Fraßschäden am Kohlkopf, Ware nicht mehr vermarktungsfähig

6.1.2.2. Weißkohl - Sortenversuche

In Tab. 26-33 und Abb. 44-45 sind die Ergebnisse von 10 in den beiden Jahren 1980 und 1981 geprüften Weißkohlsorten dargestellt.

Saugende Insekten

Aleyrodes proletella

Beim Befall mit der Kohlmottenschildlaus fielen die Sorte 'Ismaninger' durch eine sehr hohe und die Sorten 'Holsteiner platter' und 'Amager hochstrunkig' durch eine mittlere Anfälligkeit auf (Tab. 26). Die restlichen Sorten waren insgesamt sehr gering befallen und unterschieden sich von wenigen Ausnahmen abgesehen nicht voneinander.

Tab. 26 Weißkohlsortiment: Befall mit *Aleyrodes proletella* (mittlerer Besatz an Imagines (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Wiam	0,00	0,59	0,00	0,05	0,16
Ballony	0,00	0,70	0,00	0,04	0,19
Erstling	0,00	0,80	0,02	0,01	0,21
Nagels Frühweiß	0,00	0,78	0,07	0,03	0,22
Stonehead	-	0,58	0,05	0,03	0,22
Bewama	0,00	0,63	0,09	0,62	0,34
Dauerweiß	0,03	0,62	0,07	0,66	0,35
Amager hochstrunkig	0,00	1,16	0,07	0,78	0,50
Holsteiner platter	0,00	1,30	0,22	0,76	0,57
Ismaninger	0,06	1,35	0,30	1,84	1,24
F-Wert	4,50**	4,43***	12,17***	57,32***	
GD 5 %	0,03	0,42	0,08	0,20	
1 %	0,04	0,57	0,11	0,28	
0,1 %	-	0,73	0,14	0,37	

Brevicoryne brassicae

Auch von der Mehligen Kohlblattlaus wurde die Sorte 'Ismaninger' am stärksten befallen (Tab. 27). Der hohe Befall ließ sich aber nicht gegen alle mitgeprüften Sorten absichern. Die Sorten 'Amager hochstrunkig' und 'Holsteiner platter' waren nahezu gleich anfällig. Den niedrigsten Besatz hatten die Sorten 'Erstling', 'Bewama' und 'Stonehead'. Es fiel ferner auf, daß einige Sorten, wie z.B. 'Wiam' und 'Nagels Frühweiß' in ihrer Anfälligkeit von Versuch zu Versuch sehr stark schwankten. Die Zahl der parasitierten Blattläuse war nicht in allen Fällen dem Besatz an nicht parasitierten Individuen proportional, sondern es traten bei Sorten mit einem gleich hohen Blattlausbesatz erhebliche Unterschiede in der Zahl der parasitierten Blattläuse auf, die sich in einigen Versuchen auch absichern ließen, z.B. zwischen 'Nagels Frühweiß' und 'Wiam', sowie zwischen 'Bewama' und 'Erstling' (Tab. 28 und Abb. 44)

Tab. 27 Weißkohlsortiment: Befall mit *Brevicoryne bassicae* (mittlerer Blattlausbesatz (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Erstling	0,27	1,61	0,94	0,72	0,89
Bewama	0,53	1,40	0,72	1,07	0,93
Stonehead	-	1,42	0,76	0,75	0,98
Ballony	0,70	1,56	1,26	0,90	1,11
Dauerweiß	0,66	1,57	0,86	1,45	1,14
Wiam	0,52	1,45	1,84	1,04	1,21
Nagels Frühw.	0,62	2,06	1,17	1,36	1,30
Holsteiner pl.	0,77	2,03	1,30	1,94	1,51
Amager hochstr.	1,17	1,88	1,32	1,77	1,54
Ismaninger	1,42	2,23	1,71	1,97	1,83
F-Wert	2,55*	7,43***	5,86***	17,58***	
GD 5 %	0,63	0,32	0,38	0,32	
1 %	-	0,43	0,51	0,43	
0,1 %	-	0,58	0,68	0,58	

Tab. 28 Weißkohlsortiment: Befall mit *Brevicoryne brassicae* (mittlerer Blattlausmumienbesatz (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Erstling	0,31	0,83	0,64	0,21	0,50
Stonehead	-	0,96	0,96	0,30	0,74
Ballony	0,47	0,92	0,90	0,40	0,67
Wiam	0,33	0,93	1,06	0,39	0,68
Bewama	0,48	1,22	1,07	0,62	0,85
Dauerweiß	0,60	1,08	1,21	0,74	0,91
Amager hochstr.	1,09	1,27	1,38	0,97	1,18
Holsteiner pl.	0,88	1,36	1,54	1,20	1,25
Nagels Frühw.	0,79	1,29	1,53	0,59	1,25
Ismaninger	1,16	1,69	1,78	0,99	1,41
F-Wert	5,18***	3,27**	11,98***	12,60***	
GD 5 %	0,40	0,42	0,29	0,27	
1 %	0,55	0,56	0,39	0,36	
0,1 %	0,73	-	0,52	0,48	

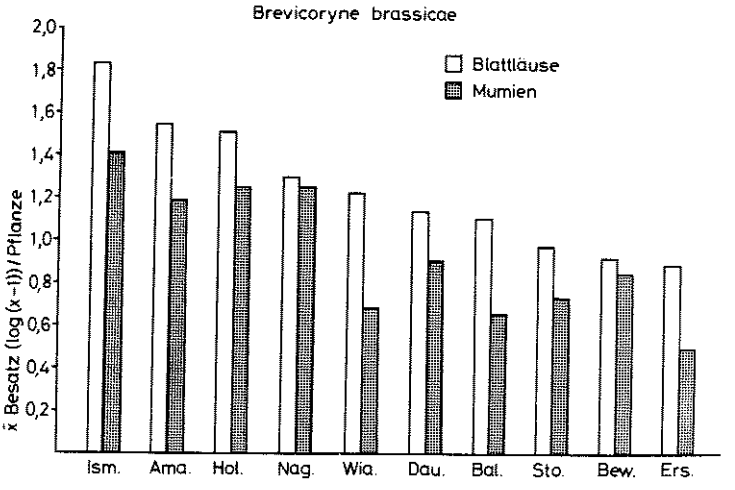


Abb. 44 Blattlaus- und Mumienbesatz im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an 10 Weißkohlsorten

Beißende Insekten

Fraßschaden

In allen Versuchen wurden signifikante Unterschiede zwischen den Sorten festgestellt, die jedoch von Fall zu Fall stark variierten (Tab. 29). Insgesamt gesehen hatte die Sorte 'Ismaninger' den geringsten Fraßschaden(4,82). Den höchsten Fraßschaden wiesen die beiden frühen Sorten 'Ballony' (6,50) und 'Nagels Frühweiß' (7,18) auf.

Tab. 29 Weißkohlsortiment: mittlerer Fraßschaden (BW 1-9) pro Pflanze

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Ismaninger	4,20	4,40	4,35	6,33	4,82
Holsteiner platter	5,50	4,45	5,00	6,47	5,36
Erstling	5,70	6,10	4,90	5,48	5,55
Stonehead	-	4,45	5,98	6,45	5,63
Amager hochstrunkig	5,20	5,20	5,50	6,65	5,64
Dauerweiß	6,20	4,90	5,40	6,15	5,66
Wiam	6,50	5,35	5,23	6,18	5,82
Bewama	6,30	5,85	5,73	6,40	6,09
Ballony	7,30	6,60	5,88	6,23	6,50
Nagels Frühweiß	8,60	6,90	6,73	6,48	7,18
F-Wert	12,17***	5,96***	9,17***	3,06**	
GD 5 %	1,06	1,08	0,63	0,54	
1 %	1,43	1,46	0,85	0,73	
0,1 %	1,90	1,93	1,13		

Gesamtbefall mit beißenden Insekten

Bei der Betrachtung der Werte für den Gesamtbefall mit beissenden Insekten in Tab. 30 fällt auf, daß die Differenzen zwischen den Sorten von Versuch zu Versuch stark schwankten. Signifikante Unterschiede zwischen den Sorten wurden nur 1980 im zweiten Satz festgestellt. Insgesamt gesehen zeichneten sich die Sorten 'Wiam' (0,73) und 'Dauerweiß' (0,79) durch einen sehr niedrigen und die Sorten 'Ballony' (1,79) und 'Nagels Frühweiß' (1,46) durch einen sehr hohen Befallswert aus. Eine positive Korrelation zwischen der Stärke des Fraßschadens und der Höhe des Besatzes mit beißenden Insekten ist, wie aus Abb. 45 hervorgeht, mit Ausnahme der beiden Sorten 'Ballony' und 'Nagels Frühweiß' nicht zu erkennen.

Tab. 30 Weißkohlsortiment: Gesamtbefall beißender Insekten (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Wiam	0,82	0,25	0,61	1,24	0,73
Dauerweiß	0,43	0,40	0,68	1,63	0,79
Ismaninger	0,33	0,51	0,84	2,08	0,94
Amager hochstrunkig	0,44	0,63	0,78	1,94	0,96
Bewama	0,84	0,17	1,00	1,81	0,96
Holsteiner platter	1,06	0,53	0,71	1,96	1,07
Erstling	0,64	0,97	0,84	2,07	1,13
Stonehead	-	0,66	0,64	2,15	1,15
Nagels Frühweiß	1,27	1,13	0,91	2,54	1,46
Ballony	1,46	1,03	1,25	3,43	1,79
F-Wert	2,12	5,88***	0,90	1,69	
GD 5 %		0,39			
1 %	n.s.	0,53	n.s.	n.s.	
0,1 %		0,70			

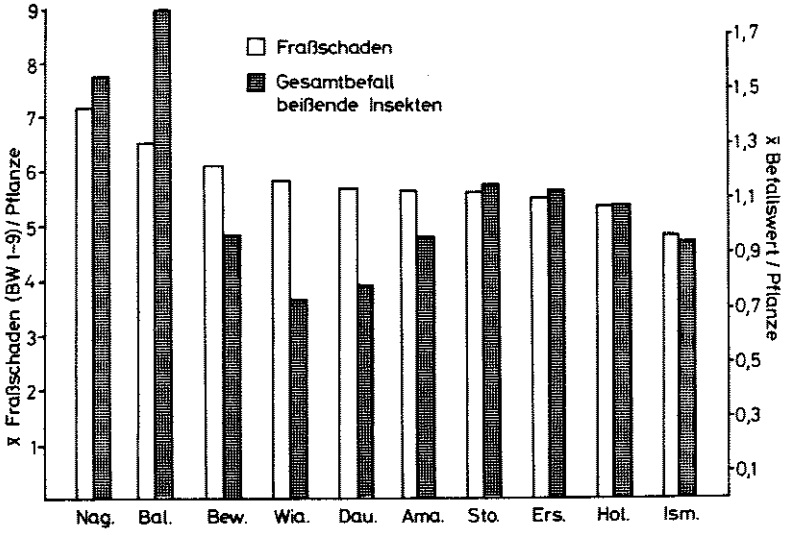


Abb. 45 Fraßschaden und Gesamtbefall beißende Insekten im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an 10 Weißkohlsorten

Bei der Auswertung der Befallswerte für die einzelnen Schädlinge konnten in einzelnen Versuchen nur bei den am häufigsten vorkommenden Arten *Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella* und *Pieris rapae* signifikante Unterschiede zwischen den Sorten aufgezeigt werden(Tab. 31-33). Von der Kohleule waren die Sorten 'Holsteiner platter' (0,65), 'Ismaninger' (0,51) und 'Nagels Frühweiß' (0,48) im Durchschnitt am stärksten befallen, bei der Kohlmotte waren es dagegen die Sorten 'Ballony' (1,36), 'Erstling' (0,99) und 'Nagels Frühweiß' (0,96) und beim Kleinen Kohlweißling die Sorten 'Amager hochstrunkig' (0,07), 'Holsteiner platter' (0,06) und 'Ismaninger' (0,05). Den geringsten Befall mit der Kohleule wiesen die Sorten 'Erstling' (0,14), 'Wiam' (0,26) und 'Dauerweiß' (0,27) auf, bei der Kohlmotte die Sorten 'Holsteiner platter' (0,35), 'Ismaninger'' (0,37) und 'Amager hochstrunkig' (0,42) und beim Kleinen Kohlweißling 'Ballony' (0,00), 'Erstling' (0,01) und 'Wiam' (0,01). Wie am Beispiel der Sorte 'Holsteiner platter' zu erkennen ist, werden einzelne Sorten von den verschiedenen Schädlingen sehr unterschiedlich stark befallen.

Tab. 31 Weißkohlsortiment: Befall mit *Mamestra brassicae* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Erstling	0,32	0,17	0,03	0,03	0,14
Wiam	0,61	0,06	0,07	0,31	0,26
Dauerweiß	0,28	0,09	0,11	0,61	0,27
Stonehead	-	0,23	0,06	0,65	0,31
Bewama	0,47	0,03	0,14	0,72	0,34
Ballony	0,78	0,44	0,25	0,22	0,42
Amager hochstr.	0,26	0,24	0,23	1,04	0,44
Nagels Frühw.	1,04	0,34	0,19	0,35	0,48
Ismaninger	0,23	0,27	0,09	1,46	0,51
Holsteiner pl.	0,93	0,27	0,12	1,27	0,65
F-Wert	3,24**	1,86	1,55	8,36***	
GD 5 %	0,50			0,46	
1 %	0,68	n.s.	n.s.	0,62	
0,1 %				0,88	

Tab. 32 Weißkohlsortiment: Befall mit *Plutella xylostella* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Holsteiner pl.	0,13	0,24	0,54	0,50	0,35
Ismaninger	0,10	0,20	0,74	0,45	0,37
Amager hochstr.	0,18	0,28	0,54	0,67	0,42
Wiam	0,21	0,18	0,54	0,92	0,46
Dauerweiß	0,15	0,30	0,53	0,88	0,47
Bewama	0,33	0,14	0,86	1,07	0,60
Stonehead	-	0,44	0,58	1,49	0,84
Nagels Frühw.	0,20	0,79	0,68	2,17	0,96
Erstling	0,32	0,80	0,81	2,03	0,99
Ballony	0,68	0,57	1,00	3,20	1,36
F-Wert	1,70	3,17**	0,63	4,70***	
GD 5 %		0,40		1,17	
1 %	n.s.	0,54	n.s.	1,59	
0,1 %				2,11	

Tab. 33 Weißkohlsortiment: Befall mit Pieris rapae (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Ballony	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Erstling	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Wiam	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Bewama	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01
Stonehead	-	0,02	0,00	0,01	0,01
Nagels Frühw.	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
Dauerweiß	0,00	0,01	0,03	0,07	0,03
Ismaninger	0,00	0,04	0,01	0,16	0,05
Holsteiner pl.	0,00	0,03	0,00	0,19	0,06
Amager hochstr.	0,00	0,10	0,01	0,18	0,07
F-Wert	0,88	2,04	1,48	5,10***	
GD 5 %				0,11	
1 %	n.s.	n.s.	n.s.	0,14	
0,1 %				0,18	

6.1.2.3. Rotkohl - Sortenversuche

Die Ergebnisse von 6 in den Jahren 1980 und 1981 geprüften Sorten sind in den Tab. 34-41 und in den Abb. 46-47 dargestellt.

Saugende Insekten

Aleyrodes proletella

Auch beim nur sehr gering anfälligen Rotkohl gab es mit Ausnahme des ersten Satzes im Jahr 1981 signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Den höchsten Befall wies die Sorte 'Mohrenkopf' (0,68) auf, der 1980 im ersten Satz gegenüber allen anderen Sorten signifikant höher lag. Es folgten die Sorten 'Marner Septemberrot' und 'Rocco' als weitere anfällige Sorten. Den geringsten Besatz wies die Sorte 'Ruby Ball' (0,23) auf, der sich im zweiten Satz 1980 gegen alle anderen Sorten absichern ließ.

Tab. 34 Rotkohlsortiment: Befall mit *Aleyrodes proletella* (mittlerer Besatz an Imagines (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuche / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Ruby Ball	0,00	0,57	0,03	0,30	0,23
Marner Lagerrot	0,00	0,94	0,02	0,64	0,40
Dauerrot	0,02	1,07	0,02	0,63	0,44
Rocco	0,02	1,30	0,05	0,72	0,52
Marner Septemberrot	0,02	1,41	0,08	0,82	0,58
Mohrenkopf	0,11	1,50	0,06	1,06	0,68
F-Wert	3,21*	9,64***		3,67*	
GD 5 %	0,07	0,33		0,39	
1 %		0,46	n.s.		
0,1 %		0,62			

Brevicoryne brassicae

Im Gegensatz zum etwa im gleichen Maße anfälligen Weißkohl traten bei den getesteten Rotkohlsorten nur sehr geringe abgesicherte Unterschiede auf (Tab. 35). In den weniger stark befallenen ersten Sätzen der Jahre 1980 und 1981 wurden keine signifikanten Differenzen ermittelt. Der niedrigste Blattlausbesatz wurde in allen Versuchen an der Sorte 'Ruby Ball' festgestellt (Tab. 35). In keinem der Versuche traten signifikante Unterschiede bei der Anzahl parasitierter Blattläuse (Mumien) auf, da wie aus Tab. 36 und Abb. 46 zu ersehen ist, alle Mittelwerte sehr eng beieinander lagen. Durch den unterschiedlich hohen Blattlausbesatz ergeben sich jedoch bei den einzelnen Sorten unterschiedliche Parasitierungsgrade. Der höchste Parasitierungsgrad war bei der Sorte 'Ruby Ball' (Mumienbesatz/Blattlausbesatz = 1,1) festzustellen, die auch von allen geprüften Sorten den niedrigsten Blattlausbesatz aufwies. Den niedrigsten Parasitierungsgrad hatte die Sorte 'Mohrenkopf' (Mumienbesatz/Blattlausbesatz = 0,6).

Tab. 35 Rotkohlsortiment: Befall mit *Brevicoryne brassicae* (mittlerer Blattlausbesatz (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Ruby Ball	0,50	1,23	0,41	1,17	0,83
Dauerrot	0,74	1,76	0,72	1,45	1,17
Marner Septemberrot	0,73	1,64	0,71	1,87	1,24
Marner Lagerrot	0,84	1,78	0,79	1,60	1,25
Rocco	0,85	2,01	0,72	1,75	1,33
Mohrenkopf	0,82	1,87	1,03	1,92	1,41
F-Wert	0,55	3,08*	1,86	3,09*	
GD 5 %		0,45		0,46	
1 %	n.s.		n.s.		
0,1 %					

Tab. 36 Rotkohlsortiment: Befall mit *Brevicoryne brassicae* (mittlerer Blattlausmumienbesatz (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Marner Lagerrot	0,67	1,27	0,87	0,68	0,87
Mohrenkopf	0,54	0,90	1,07	0,98	0,88
Ruby Ball	0,79	1,20	0,89	0,69	0,89
Dauerrot	0,99	1,15	0,89	0,68	0,93
Rocco	1,19	0,99	0,77	0,86	0,95
Marner Septemberrot	0,74	0,93	1,02	1,09	0,95
F-Wert	1,23	0,67	0,67	2,28	
GD 5 %					
1 %	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
0,1 %					

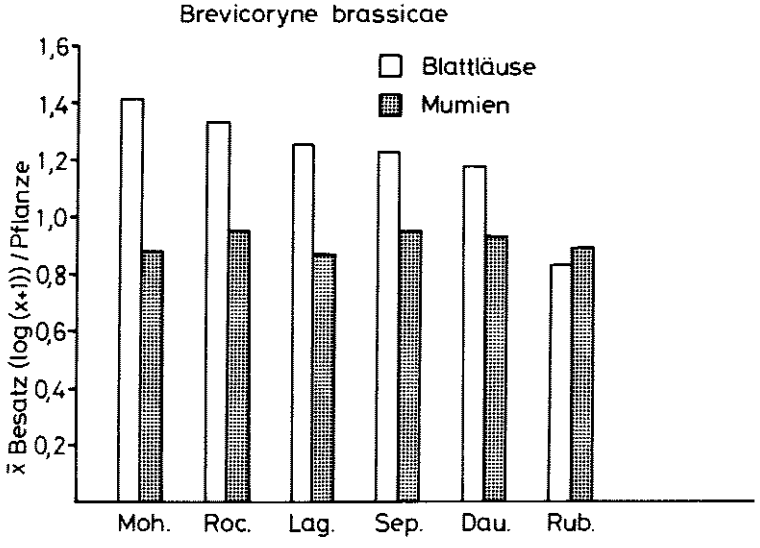


Abb. 46 Blattlaus- und Mumienbesatz im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an 6 Rotkohlsorten

Beißende Insekten

Fraßschaden

In allen Versuchen traten signifikante Unterschiede auf (Tab. 37). Den niedrigsten Fraßschaden hatten die Sorten 'Dauerrot' und 'Lagerrot'. Am stärksten geschädigt wurde die Sorte 'Ruby Ball'.

Tab. 37 Rotkohlsortiment: mittlerer Fraßschaden (BW 1-9) pro Pflanze

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Dauerrot	4,60	3,25	4,38	5,25	4,37
Marner Lagerrot	4,80	3,10	4,48	5,28	4,42
Marner Septemberrot	4,90	3,25	4,85	6,16	4,79
Rocco	5,60	3,75	4,68	6,08	5,03
Mohrenkopf	6,20	3,75	4,93	6,05	5,23
Ruby Ball	6,30	5,05	5,80	6,38	5,88
F-Wert	4,29**	7,36***	4,18*	8,36***	
GD 5 %	1,06	0,79	0,74	0,49	
1 %	1,45	1,08		0,68	
0,1 %		1,47		0,92	

Gesamtbefall beißende Insekten

Den niedrigsten Besatz hatten die beiden Sorten mit den geringsten Fraßschäden. Den stärksten Besatz wies die Sorte 'Mohrenkopf' auf (Tab. 38). Die beobachteten Unterschiede konnten jedoch nur in einem einzigen Versuch (1981 A) abgesichert werden.

Stellt man die Fraßwerte dem Gesamtbefall an beißenden Insekten gegenüber, so läßt sich mit Ausnahme der Sorte 'Ruby Ball', die trotz eines hohen Fraßschadens nur einen relativ geringen Besatz an beißenden Insekten aufwies, eine positive Korrelation zwischen den beiden Größen feststellen (Abb. 47).

Tab. 38 Rotkohlsortiment: Gesamtbefall beißende Insekten (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Marner Lagerrot	0,26	0,04	0,21	0,70	0,30
Dauerrot	0,30	0,10	0,28	0,59	0,32
Ruby Ball	0,31	0,10	0,54	0,69	0,41
Rocco	0,44	0,10	0,44	0,91	0,47
Marner Septemberrot	0,41	0,15	0,33	1,01	0,48
Mohrenkopf	0,64	0,11	0,71	1,25	0,68
F-Wert	1,16	0,54	3,11*	2,37	
GD 5 %			0,31		
1 %	n.s.	n.s.		n.s.	
0,1 %					

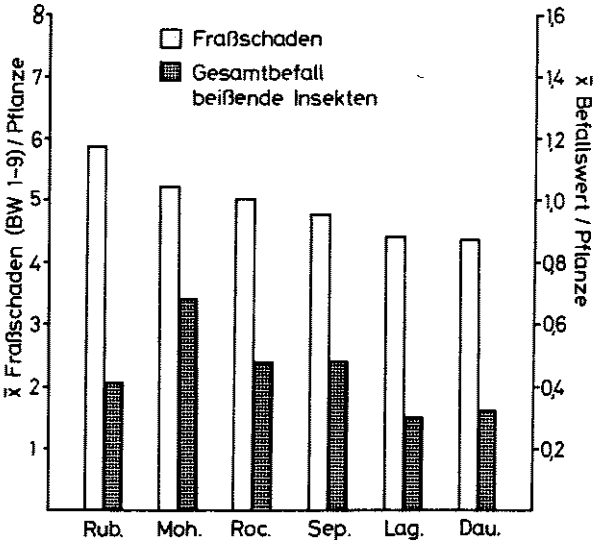


Abb. 47 Fraßschaden und Gesamtbefall beißende Insekten im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an 6 Rotkohlsorten

Betrachtet man dagegen die Ergebnisse für die drei bedeutendsten Schädlinge im einzelnen, so können signifikante Unterschiede zwischen den Sorten nur beim Befall mit der Kohlmotte im ersten Satz des Jahres 1981 festgestellt werden (Tab. 39-41).

Tab. 39 Rotkohlsortiment: Befall mit *Mamestra brassicae* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Marner Lagerrot	0,13	0,02	0,05	0,56	0,19
Dauerrot	0,27	0,03	0,07	0,48	0,21
Ruby Ball	0,28	0,06	0,07	0,41	0,21
Rocco	0,29	0,04	0,09	0,60	0,26
Marner Septemberrot	0,32	0,05	0,07	0,80	0,31
Mohrenkopf	0,56	0,06	0,13	0,81	0,39
F-Wert	2,22	0,24	0,92	2,01	
GD 5 %					
1 %	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
0,1 %					

Tab. 40 Rotkohlsortiment: Befall mit *Plutella xylostella* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Dauerrot	0,03	0,08	0,20	0,09	0,10
Marner Lagerrot	0,13	0,03	0,16	0,10	0,11
Marner Septemberrot	0,06	0,10	0,20	0,18	0,14
Ruby Ball	0,03	0,04	0,45	0,28	0,20
Rocco	0,15	0,05	0,34	0,30	0,21
Mohrenkopf	0,05	0,03	0,57	0,37	0,26
F-Wert	0,96	0,83	3,21*	1,31	
GD 5 %			0,27		
1 %	n.s.	n.s.		n.s.	
0,1 %					

Tab. 41 Rotkohlsortiment: Befall mit *Pieris rapae* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Ruby Ball	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Dauerrot	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
Rocco	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
Marner Lagerrot	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01
Marner Septemberrot	0,03	0,00	0,00	0,03	0,02
Mohrenkopf	0,03	0,03	0,00	0,03	0,02
F-Wert	0,80	0,92	0,80	0,60	
GD 5 %					
1 %	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
0,1 %					

6.1.2.4. Wirsing - Sortenversuche

Bei Wirsing waren es ebenfalls 6 Sorten, die in den Jahren 1980 und 1981 getestet wurden. Die Ergebnisse sind in Tab. 42-49 und Abb. 48 und 49 dargestellt.

Saugende Insekten

Aleyrodes proletella

Beim insgesamt sehr stark anfälligen Wirsing waren die beiden frühen und weniger stark gekrausten Sorten 'Resulta' und 'Marner Frühkopfwirsing' deutlich geringer befallen als die vier anderen Sorten, deren Anfälligkeit in etwa gleich war (Tab. 42).

Tab. 42 Wirsingsortiment: Befall mit *Aleyrodes proletella* (mittlerer Besatz an Imagines (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Resulta	0,08	1,38	0,13	0,78	0,59
Marner Frühkopfw.	0,08	1,64	0,27	0,96	0,74
Rheinherbst	0,29	2,02	0,50	1,78	1,15
Hammer	0,40	2,04	0,51	1,98	1,23
Hiversa	0,64	1,55	0,83	2,08	1,28
Dauerwirsing	0,57	2,10	0,79	1,81	1,32
F-Wert	4,02*	6,96***	9,42***	20,00***	
GD 5 %	0,36	0,33	0,26	0,36	
1 %		0,46	0,35	0,50	
0,1 %		0,62	0,48	0,68	

Brevicoryne brassicae

Beim Befall mit der Mehligen Kohlblattlaus ergab sich das gleiche Befallsmuster wie bei *A. proletella* (Tab. 42 und 43). 'Marner Frühkopfwirsing' und 'Resulta' wiesen im Vergleich zu den anderen Sorten den niedrigsten Befall auf.

Weitere signifikante Unterschiede gab es nur 1981 im zweiten Satz, wo sich die anfälligste Sorte 'Hiversa' auch von 'Hammer' und 'Rheinherbst' unterschied.

Wie in Abb. 48 zu ersehen ist, war die Zahl der parasitierten Blattläuse dem Besatz an gesunden Blattläusen annähernd proportional.

Tab. 43 Wirsingsortiment: Befall mit *Brevicoryne brassicae* (mittlerer Blattlausbesatz (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Marner Frühkopfw.	0,34	1,75	0,80	1,64	1,13
Resulta	0,34	1,79	0,86	1,79	1,20
Hammer	1,22	1,96	1,59	2,31	1,77
Rheinherbst	1,18	2,15	1,62	2,19	1,79
Hiversa	1,11	2,14	1,66	2,61	1,88
Dauerwirsing	1,21	2,29	1,66	2,36	1,88
F-Wert	6,53**	3,13*	4,92**	15,77***	
GD 5 %	0,51	0,36	0,56	0,26	
1 %	0,71		0,76	0,35	
0,1 %				0,48	

Tab. 44 Wirsingsortiment: Befall mit *Brevicoryne brassicae* (mittlerer Blattlausmumienbesatz (log(x+1)) pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980 A	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Resulta	0,50	1,28	1,07	0,95	0,95
Marner Frühkopfw.	0,54	1,27	1,50	0,77	1,02
Hammer	1,12	1,17	1,58	1,43	1,33
Rheinherbst	1,17	1,40	1,66	1,31	1,39
Dauerwirsing	1,33	1,54	1,69	1,53	1,52
Hiversa	1,32	1,59	1,51	1,74	1,54
F-Wert	6,23**	0,94	4,68**	14,01***	
GD 5 %	0,45		0,31	0,29	
1 %	0,62	n.s.	0,42	0,40	
0,1 %				0,54	

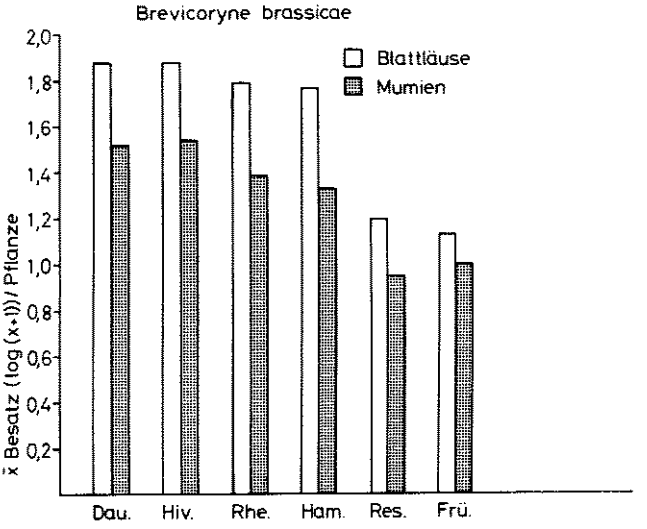


Abb. 48 Blattlaus- und Mumienbesatz im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an 6 Wirsingsorten

Beißende Insekten

Fraßschaden

Die Sorten 'Hiversa' und 'Hammer' wiesen den geringsten Fraßschaden auf. Er ließ sich bei der Sorte 'Hiversa' im ersten Satz 1981 und bei der Sorte 'Hammer' im zweiten Satz 1980 gegenüber allen anderen Sorten absichern. Den im Durchschnitt höchsten Fraßschaden hatten die Sorten 'Marner Frühkopfwirsing' und 'Rheinherbst'.

Tab. 45 Wirsingsortiment: mittlerer Fraßschaden (BW 1-9) pro Pflanze

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Hiversa	6,40	5,30	4,75	7,40	5,96
Hammer	6,10	4,25	6,13	7,53	6,00
Dauerwirsing	5,30	5,90	6,03	7,25	6,12
Resulta	6,90	5,95	5,78	6,80	6,38
Marner Frühkopfw.	7,60	6,95	6,60	6,88	7,01
Rheinherbst	8,10	5,90	6,33	7,70	7,01
F-Wert	7,22***	6,96***	6,68**	4,97**	
GD 5 %	1,13	1,01	0,74	0,47	
1 %	1,55	1,38	1,02	0,64	
0,1 %	2,11	1,88			

Gesamtbefall beißende Insekten

In allen Versuchen wurden signifikante Unterschiede zwischen den Sorten festgestellt (Tab. 46). Wie aus Abb. 49 zu ersehen ist, hatte die Sorte mit dem größten Fraßschaden auch den höchsten Besatz an beißenden Insekten. Im ersten Satz 1980 konnte dieser hohe Besatz der Sorte 'Rheinherbst' gegen alle anderen Sorten abgesichert werden. Den niedrigsten Besatz hatten die Sorten 'Resulta' und 'Hammer'.

Bei der Auswertung des Befalls für die einzelnen Schädlinge

gab es bei *Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella* und bei *Pieris rapae* in einzelnen Versuchen signifikante Unterschiede (Tab. 47-49).

Im ersten Satz 1980 und im zweiten Satz 1981 wurde bei der Sorte 'Rheinherbst' ein sehr hoher Befall mit *M. brassicae* beobachtet, der sich gegen alle anderen Sorten absichern ließ. Gleichzeitig wurde 1981 ein signifikant niedrigerer Besatz an den beiden Sorten 'Resulta' und 'Marner Frühkopfwirsing' ermittelt (Tab. 47).

Beim Befall mit der Kohlmotte wurden in drei Versuchen signifikante Unterschiede festgestellt. Auffällig war der hohe Besatz der Sorte 'Marner Frühkopfwirsing' und der geringe Befall der Sorte 'Hammer' (Tab. 48).

Beim Kleinen Kohlweißling wurde im zweiten Satz des Jahres 1981 ein starker Befall bei der Sorte 'Dauerwirsing' registriert, der sich mit Ausnahme der Sorte 'Rheinherbst' gegen alle übrigen Sorten absichern ließ (Tab. 49).

Tab. 46 Wirsingsortiment: Befall beißende Insekten (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Resulta	0,80	0,24	0,55	1,53	0,78
Hammer	0,65	0,13	0,74	2,16	0,92
Hiversa	0,56	0,60	1,02	2,17	1,09
Marner Frühkopfw.	0,88	1,19	1,16	2,14	1,34
Dauerwirsing	0,60	0,50	1,30	3,17	1,39
Rheinherbst	2,25	0,56	1,14	3,15	1,78
F-Wert	5,88**	3,55*	3,56*	3,02*	
GD 5 %	0,79	0,58	0,45	1,10	
1 %	1,08				
0,01 %					

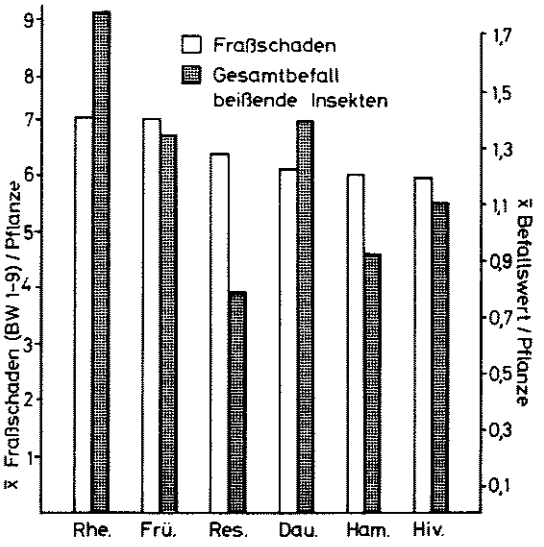


Abb. 49 Fraßschaden und Gesamtbefall beißende Insekten im Durchschnitt der Jahre 1980 und 1981 an 6 Wirsingsorten

Tab. 47 Wirsingsortiment: Befall mit *Mamestra brassicae* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Resulta	0,49	0,14	0,11	0,54	0,32
Marner Frühkopfw.	0,48	0,29	0,06	0,50	0,33
Dauerwirsing	0,19	0,17	0,29	1,60	0,56
Hiversa	0,43	0,19	0,26	1,34	0,56
Hammer	0,57	0,11	0,21	1,59	0,62
Rheinherbst	1,94	0,45	0,28	2,28	1,24
F-Wert	10,76***	1,48	3,14*	10,13***	
GD 5 %	0,58		0,15	0,65	
1 %	0,78	n.s.		0,89	
0,1 %	1,07			1,21	

Tab. 48 Wirsingsortiment: Befall mit *Plutella xylostella* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Hammer	0,08	0,03	0,52	0,49	0,28
Resulta	0,31	0,10	0,44	0,90	0,44
Rheinherbst	0,30	0,10	0,83	0,66	0,47
Hiversa	0,10	0,35	0,75	0,74	0,49
Dauerwirsing	0,28	0,25	0,99	1,29	0,70
Marner Frühkopfw.	0,40	0,60	1,09	1,62	0,93
F-Wert	0,76	8,07***	3,65*	3,22*	
GD 5 %		0,22	0,40	0,70	
1 %	n.s.	0,30			
0,1 %		0,42			

Tab. 49 Wirsingsortiment: Befall mit *Pieris rapae* (mittlerer Befallswert pro Pflanze)

Versuch / Sorte	1980		1981		1980/81
	A	B	A	B	$\bar{x}$
Marner Frühkopfw.	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01
Resulta	0,00	0,00	0,01	0,05	0,02
Hammer	0,00	0,00	0,01	0,08	0,02
Rheinherbst	0,01	0,00	0,01	0,11	0,03
Hiversa	0,03	0,06	0,01	0,08	0,05
Dauerwirsing	0,01	0,08	0,02	0,24	0,09
F-Wert	0,75	2,65	0,33	3,40*	
GD 5 %				0,15	
1 %	n.s.	n.s.	n.s.		
0,1 %					

6.1.2.5. Zierkohl - Sortenversuche

Um Anhaltspunkte für die Ursachen der unterschiedlichen Anfälligkeit einzelner Kohlarten und Sorten zu erhalten, wurden 1980 und 1981 zusätzlich 6 verschiedene Zierkohlsorten getestet. Da sich jeweils zwei der Hybridsorten nur in der Art der Blattfärbung unterscheiden und ansonsten in ihrem Habitus gleich sind (Tab. 50), konnte neben dem Einfluß der Blattform auch der Einfluß der Farbe auf die Höhe des Befalls untersucht werden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den Tab. 51 und 52 dargestellt.

Tab. 50 Beschreibung der getesteten Zierkohlsorten

Sorte	Farbe	Form des Blattrandes	Aufbau des Blattwerks
White Christmas	grün mit weiß	glatt	locker
Rose Bouquet	grün mit rot	glatt	locker
Coral Prince	grün mit weiß	geschlitzt	sehr locker
Coral Queen	grün mit rot	geschlitzt	sehr locker
White Lady	grün mit weiß	gekraust	sehr dicht
Primadonna	grün mit rot	gekraust	sehr dicht

Blattfärbung

Um den Effekt der Farbe zu erfassen, wurden die Sorten mit roten und die mit grünen Blättern miteinander verglichen (Tab. 51). In allen Versuchen waren die roten Sorten wesentlich stärker mit der Kohlmottenschildlaus befallen. Beim Befall mit der Mehligen Kohlblattlaus zeigten insgesamt gesehen die weißen Sorten einen etwas höheren Besatz als die roten. Dieser Unterschied kam jedoch nur in einem Versuch stärker zum Vorschein. Etwas deutlicher traten die Unterschiede bei den parasitierten Blattläusen auf; hier lagen in allen Versuchen die Werte der roten Sorten deutlich unter denen der weißen.

Bei der Kohleule waren mit Ausnahme des zweiten Satzes im Jahre 1981 die beiden Farbvarianten gleich stark befallen.

Demgegenüber zeigten die drei weißen Sorten (0,64) einen wesentlich höheren Befall mit der Kohlmotte als die drei roten Sorten (0,20). Der Befall mit dem Kleinen Kohlweißling war sehr gering. Nur in einem Versuch (1980 B) wiesen die weißgefärbten Sorten einen höheren Befall auf. Betrachtet man den Befall an beißenden Insekten insgesamt, so kann in allen Versuchen ein deutlich höherer Befall an den weißen Sorten festgestellt werden. Bei der Auswertung des Fraßschadens traten nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Farbvarianten auf.

Tab. 51 Anfälligkeit von Zierkohlsorten mit unterschiedlicher Blattfärbung

Schädling	Blatt-färbung	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Saugende Arten[1]					
Aleyrodes proletella	weiß	1,12	0,16	1,08	0,79
	rot	1,50	0,27	1,35	1,04
Brevicoryne brassicae	weiß	1,79	1,49	1,86	1,71
	rot	1,81	1,17	1,82	1,60
Brevicoryne brassicae	weiß	1,16	1,36	1,08	1,20
(Blattlausmumien)	rot	0,86	1,13	0,90	0,96
Beißende Arten[2]					
Mamestra brassicae	weiß	0,35	0,15	0,30	0,27
	rot	0,35	0,13	0,52	0,33
Plutella xylostella	weiß	0,32	0,97	0,64	0,64
	rot	0,08	0,34	0,17	0,20
Pieris rapae	weiß	0,04	0,00	0,01	0,02
	rot	0,02	0,00	0,01	0,01
Gesamtbefall	weiß	0,72	0,85	0,96	0,84
beißende Insekten	rot	0,44	0,49	0,69	0,54
Fraßschaden	weiß	3,40	3,75	5,38	4,18
($\bar{x}$ Boniturwert (BW 1-9)/Pflanze)	rot	3,57	3,47	5,17	4,07

[1] $\bar{x}$ Besatz (log(x+1))/Pflanze [2] $\bar{x}$ Befallswert/Pflanze

Blattform

Die beiden Sorten mit den gekrausten Blättern wurden von der Kohlmottenschildlaus am schwächsten befallen, mittleren Befall wiesen die Sorten mit den glatten Blättern auf, und am anfälligsten zeigten sich die Sorten mit den geschlitzten Blättern (Tab. 52). Bei der Mehligen Kohlblattlaus waren die Sorten mit den geschlitzten und die mit den glatten Blättern etwa gleich stark befallen. Die beiden Sorten mit den gekrausten Blättern hatten auch hier eindeutig den geringsten Befall. Der Besatz an parasitierten Blattläusen war mit dem Besatz an nicht parasitierten Blattläusen positiv korreliert. Bei der Kohleule zeigten die Sorten mit den geschlitzten und die mit den gekrausten Blättern gleich starken Befall. Fast doppelt so hoch war er aber bei den beiden Sorten mit den glatten Blättern. Bei der Kohlmotte wurde bei den drei verschieden geformten Blattvarianten ein unterschiedlich starker Befall beobachtet. Im Durchschnitt der Versuche hatten die gekrausten Sorten den niedrigsten Besatz aufzuweisen. Am anfälligsten waren die beiden Sorten mit den glatten Blättern. Beim Kleinen Kohlweißling konnten bei einem geringen Befall keine Unterschiede entdeckt werden.

Die Auswertung des Gesamtbefalls an beißenden Insekten ergab einen hohen Besatz bei den glatten Sorten (1,00), einen mittleren bei den geschlitzten Sorten (0,70) und einen geringen Besatz an den Sorten mit den krausen Blättern (0,38). Die Situation beim ermittelten Fraßschaden war ähnlich, daß heißt, es bestand eine positive Korrelation zwischen den beiden Faktoren.

Tab. 52 Anfälligkeit von Zierkohlsorten mit unterschiedlichen Blattformen

Schädling	Form des Blattrandes	1980 B	1981 A	1981 B	1980/81 $\bar{x}$
Saugende Arten[1]					
Aleyrodes proletella	glatt	1,31	0,30	1,12	0,91
	geschlitzt	1,46	0,32	1,43	1,07
	gekraust	1,16	0,03	1,10	0,75
Brevicoryne brassicae	glatt	2,07	1,46	2,02	1,85
	geschlitzt	2,08	1,61	2,14	1,94
	gekraust	1,26	0,92	1,36	1,18
Brevicoryne brassicae (Blattlausmumien)	glatt	1,12	1,40	1,17	1,23
	geschlitzt	1,26	1,56	1,28	1,37
	gekraust	0,65	0,75	0,51	0,64
Beißende Arten[2]					
Mamestra brassicae	glatt	0,64	0,15	0,52	0,44
	geschlitzt	0,21	0,18	0,31	0,23
	gekraust	0,21	0,09	0,40	0,23
Plutella xylostella Besatz/Pflanze	glatt	0,29	0,68	0,72	0,56
	geschlitzt	0,22	0,60	0,44	0,42
	gekraust	0,10	0,70	0,07	0,29
Pieris rapae	glatt	0,03	0,00	0,00	0,01
	geschlitzt	0,02	0,00	0,02	0,01
	gekraust	0,04	0,00	0,01	0,02
Gesamtbefall beißende Insekten	glatt	0,95	0,83	1,23	1,00
	geschlitzt	0,47	0,84	0,78	0,70
	gekraust	0,33	0,35	0,47	0,38
Fraßschaden ($\bar{x}$ Boniturwert (BW 1-9)/ Pflanze	glatt	4,03	3,98	5,93	4,65
	geschlitzt	3,15	3,85	5,03	4,01
	gekraust	3,28	3,00	4,88	3,72

[1] $\bar{x}$ Besatz (log(x+1))/Pflanze [2] $\bar{x}$ Befallswert/Pflanze

6.1.3. Ergebnisse Laborversuche

6.1.3.1. Wirtspflanzenspektrum

Anhand von Wahlversuchen wurde geprüft, inwieweit verschiedene Wildkruziferenarten und andere Arten aus drei verwandten Familien als Ersatzwirte für die Schädlinge *Aleyrodes proletella*, *Brevicoryne brassicae* und *Plutella xylostella* in Frage kommen. Insgesamt wurden 22 verschiedene Arten (Cruciferae 16, Papaveraceae 4 und Resedaceae 2) auf ihre Wirtseignung hin getestet.*

Die in Tab. 53 dargestellten Ergebnisse zeigen, daß *P. xylostella* bis auf *C. squamatus* (Niederliegender Krähenfuß) alle angebotenen Kruziferenarten befällt. Besonders anfällig waren *H. matronalis* (Gemeine Nachtviole), *L. maritima* (Duftsteinrich), *R. raphanistrum* (Hederich) und *S. austriacum* (Österreichische Rauke). Sehr starken Befall mit der Kohlmottenschildlaus wurde nur an *R. raphanistrum* registriert. Ohne Befall blieben die Arten *B. orientalis* (Morgenländisches Zackenschötchen) und *L. annua* (Judas-Silberblatt). Bei der Mehligen Kohlblattlaus erwiesen sich die zwei Arten *B. orientalis* und *L. annua* als nicht anfällig. Besonders stark befallen waren *I. tinctoria* (Färberwaid), *L. sativum* (Gartenkresse), *R. raphanistrum*, *S. arvensis* und *T. arvense*. Von den zwei mit den Kruziferen sehr nahe verwandten Resedaceenarten konnte bei *R. luteola* (Färberwau) Befall durch alle drei Schädlinge festgestellt werden, während *R. complicata* von keinem Schädling befallen wurde.

Die 4 getesteten Arten aus der Familie der Papaveraceae dienten nur der Kohlmottenschildlaus als Wirtspflanze, wobei *C. majus* den stärksten Befall aufwies.

*Saatgut wurde freundlicherweise von den Botanischen Gärten der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität in Bonn sowie der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main zur Verfügung gestellt.

Tab. 53 Anfälligkeit von verschiedenen Wildpflanzen für drei Kohlschädlinge

Wirtspflanze	*Aleyrodes proletella*	*Brevicoryne brassicae*	*Plutella xylostella*
Cruciferae			
Arabis caucasica Willd.	x	x	x
Bunias orientalis L.	-	-	x
Capsella bursa-pastoris Med.	x	x	x
Cardaria chenopodiifolia	x	x	x
Cardaria draba Desv.	x	x	x
Coronopus squamatus Aschers.	x	x	-
Diplotaxis tenuifolia DC.	x	x	x
Hesperis matronalis L.	x	x	xx
Isatis tinctoria L.	x	xx	x
Lepidium sativum L.	x	xx	x
Lobularia maritima L.	x	x	xx
Lunaria annua L.	-	-	x
Raphanus raphanistrum L.	xx	xx	xx
Sinapis arvensis L.	x	xx	x
Sisymbrium austriacum Jacq.	x	x	xx
Thlaspi arvense L.	x	xx	x
Resedaceae			
Reseda luteola L.	x	x	x
Reseda complicata Bory.	-	-	-
Papaveraceae			
Chelidonium majus L.	xx	-	-
Corydalis sempervirens Pers.	x	-	-
Glaucium flavum Crantz	x	-	-
Papaver rhoeas L.	x	-	-

\- kein Befall
x leichter Befall
xx starker Befall

6.1.3.2. Reproduktionsleistung und Mortalität von *Brevicoryne brassicae* auf 18 verschiedenen Kruziferen-Kulturarten

Ziel der Untersuchungen war es, herauszufinden, ob und in welchem Umfange sich die verschiedenen Kruziferenarten hinsichtlich ihrer Wirtseignung für *B. brassicae* unterscheiden. Wie aus Abb. 50 zu ersehen ist, traten zwischen den einzelnen Arten große Unterschiede in der Reproduktivität und Mortalität auf. Die höchste Zahl der Nachkommen wurde an Winterraps und die niedrigste an Winterrübsen festgestellt. Die Höhe der Mortalität variierte von Art zu Art sehr stark und war nicht mit der Zahl der Nachkommen korreliert. Die höchste Sterblichkeitsrate war bei Weißem Senf und Winterrübsen und die niedrigste bei Kohlrüben und Rotkohl zu beobachten.

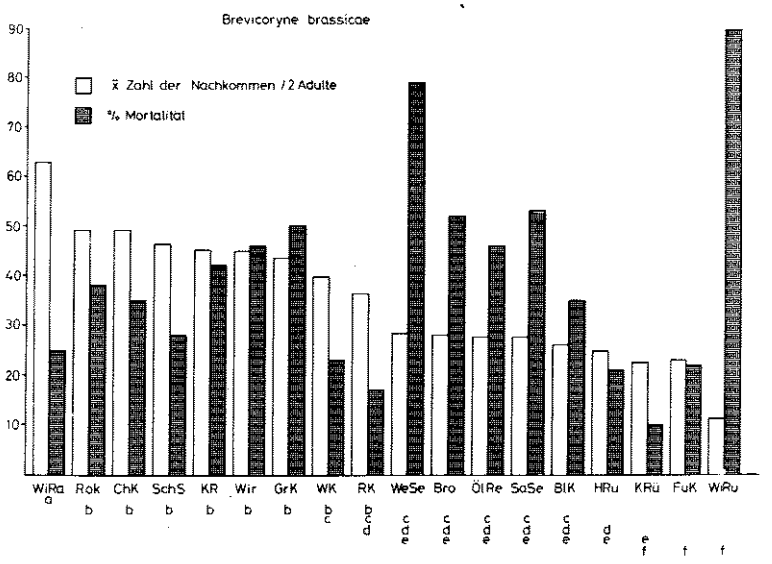


Abb. 50 Reproduktionsleistung und Mortalität von *B. brassicae* auf 18 verschiedenen Kruziferenarten (Abk. s. Tab. 18)

6.1.3.3. Einfluß von Weißkohlpflanzen mit einer verminderten Wachsschicht auf die Reproduktionsleistung von *Brevicoryne brassicae*

In einem weiteren Versuch sollte geklärt werden, ob die von THOMPSON (1963), sowie von WAY und MURDIE (1965) beobachtete geringere Anfälligkeit von Sorten mit einer verminderten Wachsschicht gegenüber der Mehligen Kohlblattlaus einen Einfluß auf deren Reproduktivität hat. Eine Behandlung von Weißkohlpflanzen mit 1 g EPTAM (5 % EPTC) pro Pflanze, die zu einer deutlich sichtbaren Verminderung der Wachsschicht führte, bewirkte keinen Rückgang in der Zahl der Nachkommen pro ungeflügelter Blattlaus. Wie aus Abb. 51 zu ersehen ist, waren die Werte gegenüber den Kontrollpflanzen sogar etwas höher, was sich aber nicht absichern ließ. Bei einer Aufwandmenge von 2 g EPTAM pro Pflanze traten bereits so starke phytotoxische Schäden auf, daß es zu einem vorzeitigen Absterben der Versuchspflanzen kam. Dies kommt auch deutlich in der Zahl der Nachkommenschaft zum Ausdruck.

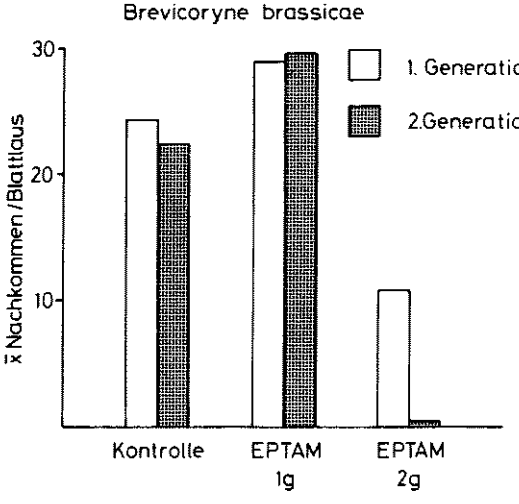


Abb. 51 Zahl der Nachkommen pro Blattlaus an mit EPTAM behandelten Weißkohlpflanzen

6.2. Biologische Bekämpfungsmaßnahmen - Untersuchungen zum Einsatz von mikrobiologischen Bekämpfungspräparaten

An biologischen Bekämpfungsmitteln steht zur Zeit den Anbauern nur die Anwendung von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten zur Verfügung (s.Tab. 5). Diese Mittel zeigen eine gute Wirkung gegenüber Kohlweißlingen (*Pieris* spp.) und der Kohlmotte (*Plutella xylostella*), aber nur eine sehr geringe Wirkung gegenüber den meisten Noctuidenarten. Da jedoch, wie in Kapitel 5 gezeigt, die Kohleule (*Mamestra brassicae*) für das untersuchte Anbaugebiet der bedeutendste beißende Schädling ist, reicht der alleinige Einsatz von *B. thuringiensis*-Präparaten für eine zufriedenstellende Bekämpfung der beissenden Insekten nicht aus. Diese Bekämpfungslücke könnte jedoch z.B. durch den zusätzlichen Einsatz von Kernpolyedern der Kohleule geschlossen werden. Wie die Untersuchungen von GRÖNER u. OVERBECK (1978), BURGERON et al. (1979) und BUES et al. (1981) an verschiedenen Kohlarten gezeigt haben, läßt sich durch die Ausbringung dieser Viren der durch die Kohleule verursachte Schaden deutlich herabsetzen. Ziel der eigenen Untersuchungen war es, den Einsatz von *B. thuringiensis* und des Kernpolyedervirus der Kohleule in Freilandversuchen unter natürlichen Befallsbedingungen für das hiesige Anbaugebiet zu erproben.

6.2.1. Material und Methoden

In den Jahren 1980 und 1981 wurde jeweils ein Freilandversuch auf dem Versuchsfeld des Instituts in Fischenich angelegt. 1980 kamen die in Tab. 54 aufgeführten Behandlungsvarianten zur Erprobung. Die Versuchsfläche (1000 m^2) wurde mit Wirsing der Sorte 'Yslandia' bepflanzt (Pflanzung 19.6.1980, Pflanzabstand 50 x 50 cm). Die Versuchsglieder wurden in 5-facher Wiederholung angelegt und randomisiert angeordnet. Die Größe der Parzellen betrug 4 x 8 m. Alle getesteten Präparate wurden mittels einer Parzellenspritze mit der für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Gemüsebau üblichen Wasseraufwandmenge von 600 l/ha ausge-

bracht. Nach der ersten Behandlung (7.8.1980) wurden pro Versuchsparzelle wöchentlich 4 Pflanzen auf Befall kontrolliert. Je nach der ermittelten Befallslage wurde über eine weitere Behandlung entschieden. Auf Grund der gemachten Beobachtungen mußten die beiden chemischen Mittel (DECIS und E 605 COMBI) insgesamt dreimal und die zwei biologischen Präparate (DIPEL, DIPEL + *M. brassicae*-Kernpolyedervirus) insgesamt fünfmal angewendet werden.

1981 wurde ein gleichartiger Versuch mit zwei verschiedenen Kohlarten, Wirsing 'Rheinherbst' und Rotkohl 'Septemberrot' durchgeführt. Dazu wurden auf der Versuchsfläche 10 Beete (2 x 40 m) jeweils abwechselnd mit Wirsing und Rotkohl bepflanzt (Pflanzung 21.5.1981, Pflanzabstand 50 x 50 cm). Die Parzellengröße betrug 4 x 5 m und umfaßte je ein Beet Wirsing und ein Beet Rotkohl. Versuchsanlage und Ausbringung der Präparate erfolgte wie 1980. Mit Ausnahme der Versuchsvariante DECIS, in der eine Behandlung nach Überschreiten der in Kap. 7 angegebenen Bekämpfungsschwellen vorgenommen wurde, erfolgte bei den restlichen Versuchsgliedern eine regelmäßige Applikation der Präparate in 14-tägigem Abstand.

Tab. 54 Versuchsglieder Freilandversuche 1980 und 1981

Präparat	Aufwandmenge
Kontrolle	-
DECIS (2,5 % Deltamethrin)	200 ml/ha
E 605 COMBI (20 % Oxydemeton-methyl + 17,5 % Parathion)	500 ml/ha
DIPEL (3,2 % *Bacillus thuringiensis*)	600 g/ha
DIPEL + *M. brassicae*-Kernpolyedervirus	600 g/ha + $1x10^{12}$ PIB/ha (1980) $5x10^{13}$ PIB/ha (1981)

Das für die Untersuchungen verwendete Kernpolyedervirus (NPV, *Baculovirus mamestrae*) wurde vom Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt in Darmstadt zur Verfügung gestellt.* Während 1980 ein gereinigtes, gefriergetrocknetes und mit Milchpulver gestrecktes Viruspräparat zum Einsatz kam, wurde 1981 eine gereinigte, aber unformulierte Polyedersuspension (in Phosphatpuffer, ph 7,25), der bei der Herstellung der Spritzbrühe 100 g Magermilchpulver auf 10 l Brühe zugegeben wurde, verwendet. In beiden Jahren wurde der Spritzbrühe darüber hinaus 10 g Methylzellulose auf 10 l Brühe als Haftmittel beigefügt.

1980 wurden je Parzelle 40 Pflanzen ausgewertet. Dabei wurden die Kohlköpfe in drei Qualitätsklassen eingestuft (I = ohne Fraßschäden, II = geringe Fraßschäden, III = Fraßschäden am Kohlkopf, Ware nicht mehr vermarktungsfähig).

1981 wurden je Parzelle und Kohlart 20 Pflanzen ausgewertet. Die Einstufung der Kohlköpfe in Qualitätsklassen wurde wie im Jahre 1980 vorgenommen.

Die Verrechnung der Daten erfolgte mit der Anzahl der Kohlköpfe in den einzelnen Qualitätsklassen. Zur Absicherung der Mittelwertsdifferenzen wurde der multiple t-Test verwendet. Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse sind die ermittelten Werte in Prozent angegeben.

6.2.2. Ergebnisse

Versuch 1980

Insgesamt gesehen war der Befall in diesem Versuch gering, da lediglich 21,5 % der bonitierten Kohlköpfe in der unbehandelten Kontrolle nicht vermarktungsfähig waren (Tab. 55).

* Herrn Dr. Gröner und Frau Baumgarten sei an dieser Stelle für die Produktion und zur Verfügungstellung des Versuchsmaterials recht herzlich gedankt.

Der überwiegende Teil der ausgewerteten Pflanzen wies nur einen leichten Fraßschaden auf. Der beste Wirkungsgrad wurde durch die dreimalige Anwendung von DECIS erreicht. Es konnten alle untersuchten Kohlköpfe vermarktet werden, 90 % der Pflanzen waren sogar frei von jeglichem Fraßschaden. Der Einsatz des in der Praxis weit verbreiteten Präparates E 605 COMBI erzielte gegenüber der Kontrolle zwar einen deutlich sichtbaren Bekämpfungserfolg, jedoch lag der Wirkungsgrad in der Verringerung der Zahl an nicht vermarktungsfähigen Kohlköpfen (Qualitätsklasse III) nur bei 60 %. In der Wirkung dem letztgenannten Mittel ebenbürtig war die alleinige Anwendung von DIPEL, sowie die Kombination von DIPEL mit dem Viruspräparat. Der zusätzliche Einsatz der Viren erzielte in der ausgebrachten Aufwandmenge von $1x10^{12}$ PIB/ha gegenüber der alleinigen Anwendung von DIPEL nur eine geringfügig bessere Wirkung, die sich jedoch nicht absichern ließ.

Tab. 55 Ergebnisse Freilandversuch 1980

Versuchsglieder	Anteil (%) von Kohlköpfen in den Qualitätsklassen I	II	III
Kontrolle	16	62,5	21,5
DECIS	90	10	0,0
E 605 COMBI	57	34,5	8,5
DIPEL	44	46	10
DIPEL + *M.brassicae*-Virus	48	43,5	8,5
F-Wert	19,5***	11,4***	8,6***
GD 5 %	17,8	16,5	5,6
1 %	24,3	22,5	10,5
0,1 %	32,5	30,3	14,0

Versuch 1981

In dem 1981 an Wirsing und Rotkohl durchgeführten Versuch kommen noch einmal die im vorangegangenen Kapitel (6.1.) erwähnten Unterschiede in der Anfälligkeit der beiden Kohlarten gegenüber Fraßschäden deutlich zum Ausdruck (Tab. 56). Bei der Sorte 'Rheinherbst' (Wirsing) waren infolge des starken Fraßes an den Köpfen der Pflanzen 67 % nicht vermarktungsfähig, während es bei 'Septemberrot' (Rotkohl) nur 29 % waren. Die Anwendung von DECIS erzielte auch 1981 einen sehr guten Bekämpfungserfolg. Von den untersuchten Pflanzen konnten bei Rotkohl alle Kohlköpfe vermarktet werden, bei Wirsing waren es lediglich 3 % der Köpfe, die durch starken Fraß nicht vermarktungsfähig waren. E 605 COMBI zeigte wie im Vorjahr im Vergleich zu DECIS einen deutlich schlechteren Wirkungsgrad. Während bei Wirsing der Anteil der Kohlköpfe in Klasse III um mehr als die Hälfte reduziert werden konnte, waren es bei Rotkohl nur etwas mehr als 33 %. Die alleinige Anwendung von DIPEL hatte 1981 im Vergleich zu E 605 COMBI einen deutlich geringeren Bekämpfungserfolg. Dieser Unterschied in der Wirksamkeit ließ sich jedoch nur bei Wirsing absichern. Die Anwendung des *Mamestra*-Kernpolyedervirus mit einer höheren Aufwandmenge ($5x10^{13}$ PIB/ha) zusammen mit DIPEL erwies sich 1981 wirksamer als die Behandlungen mit E 605 COMBI und die alleinige Anwendung von DIPEL. Die Wirksamkeit war zwar schlechter als die von DECIS, jedoch ließ sich dieser Unterschied nicht mehr absichern.

Tab. 56 Ergebnisse Freilandversuch 1981

Versuchsglieder	Anteil (%) von Kohlköpfen in den Qualitätsklassen I	II	III	Qualitätsklassen I	II	III
		Wirsing			Rotkohl	
Kontrolle	15	18	67	44	27	29
DECIS	91	6	3	99	1	0
E 605 COMBI	44	27	29	61	20	19
DIPEL	37	14	49	53	19	28
DIPEL + *M. brassicae*-Virus	69	17	14	85	8	7
F-Wert	40,4***	3,4*	24,6***	25,9***	9,0***	9,8***
GD 5 %	14,5	12,0	16,4	12,3	9,5	11,4
1 %	19,5		22,1	16,5	12,9	15,3
0,1 %	25,9		29,3	21,9	17,1	20,3

6.3. Chemische Bekämpfungsmaßnahmen - Untersuchungen zur Wirksamkeit verminderter Insektizidaufwandmengen

Hauptziel eines integrierten Bekämpfungssystems ist die Einsparung von Pflanzenschutzmitteln. Dies läßt sich zum einen durch den gezielten Einsatz von Bekämpfungsmitteln (Warndienst, Schwellenwerte) und zum anderen durch eine Verminderung der Aufwandmengen erreichen. Den vielen Vorteilen, wie geringere Umweltbelastung, Schonung der Nützlinge und Kostenersparnis, steht als Nachteil gegenüber, daß die biologische Wirkung der Präparate durch den Hersteller oder Vertreiber der Mittel nicht mehr abgesichert ist. Das Risiko, daß sich aufgrund verminderter Insektizidaufwandmengen Resistenzen schneller aufbauen, ist wegen des weniger starken Selektionsdrucks sowie wegen der geringen Zahl der Generationen bei den meisten Schädlingen sehr klein.

In einem Freilandversuch sollten für einige für den Kohlanbau wichtige Insektizide Hinweise gewonnen werden, inwieweit eine Herabsetzung der Aufwandmenge eine Verminderung des Wirkungsgrades zur Folge hat.

6.3.1. Material und Methoden

Zur Durchführung der Untersuchungen wurde auf dem Versuchsfeld des Instituts in Fischenich im Jahre 1981 ein Freilandversuch mit Weißkohl der Sorte 'Marner August' angelegt (Pflanzung 8.5.1981, Pflanzabstand 50 x 50 cm). Es wurden folgende vier in der Praxis des Kohlanbaus häufig eingesetzte Insektizide DECIS (2,5 % Deltamethrin), E 605 COMBI (20 % Oxydemeton-methyl + 17,5% Parathion), LANNATE 25-WP (25 % Methomyl) und TAMARON (60 % Methamidophos) in bis zu vier verschiedenen Aufwandmengen getestet (Tab. 57). Die Parzellen hatten eine Größe von 2 x 8 m und waren randomisiert angeordnet. Es wurden insgesamt drei Behandlungen in 14-tägigem Abstand vorgenommen. Die Auswertung des Ver-

suchs erfolgte am 16. Juli. Pro Parzelle und Wiederholung (4) wurden 25 Pflanzen ausgewertet. Anhand des festgestellten Fraßschadens erfolgte eine Einteilung der Kohlköpfe in drei verschiedene Qualitätsklassen (I ohne Fraßschäden, II geringe Fraßschäden, III starke Fraßschäden am Kopf, Ware nicht mehr vermarktungsfähig). Darüber hinaus wurde pro Parzelle die Zahl der durch starken Blattlausbefall (*Brevicoryne brassicae*) nicht mehr vermarktungsfähigen Kohlköpfe erfaßt. Die statistische Verrechnung der Daten erfolgte anhand der ermittelten Werte. Die Absicherung der Mittelwertsdifferenzen wurde mit Hilfe des multiplen t-Testes durchgeführt. Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse wurden diese in Prozentwerte übertragen.

6.3.2. Ergebnisse

Wie aus den in Tab. 57 dargestellten Ergebnissen zu ersehen ist, führten alle Insektizidbehandlungen gegenüber der Kontrolle zu einer deutlichen Zunahme der Zahl an vermarktungsfähigen Kohlköpfen (Anzahl der Kohlköpfe in den Qualitätsklassen I und II). Die beste Wirkung zeigte DECIS. Erst bei einer Reduzierung der Aufwandmenge auf 25 % war eine Zunahme der Kohlköpfe in den Handelsklassen II und III festzustellen, die jedoch noch nicht abgesichert werden konnte. Im Vergleich zu DECIS ließ die Wirkung von E 605 COMBI bei einer Verminderung der Aufwandmengen deutlich nach. LANNATE 25-WP zeigte ebenfalls ein recht gutes Ergebnis bei der Reduzierung des Fraßschadens. Erst bei einer Verringerung der Aufwandmenge um 50 % deutete sich ein Abfall in der Wirkung an. Bei TAMARON war auch mit der Hälfte der zugelassenen Aufwandmenge noch kein Nachlassen in der Wirkung festzustellen.

Die Ausfälle, die durch starken Befall mit *Brevicoryne brassicae* verursacht wurden, waren in dem durchgeführten

Freilandversuch im Gegensatz zu den Fraßschäden deutlich geringer. Die Abstufung der Wirksamkeit der Mittel gegenüber der Mehligen Kohlblattlaus war jedoch anders wie die bei der Bekämpfung der beißenden Insekten. So konnte bei dem Präparat DECIS in allen geprüften Aufwandmengen keine Befallsminderung im Vergleich zur Kontrolle beobachtet werden, es war sogar bei der niedrigsten Aufwandmenge eine leichte Zunahme der Schäden über dem Kontrollwert festzustellen, die jedoch nicht abgesichert werden konnte.
E 605 COMBI war hervorragend in der Bekämpfung der Mehligen Kohlblattlaus. Bei der zugelassenen und bei der 75 %igen Aufwandmenge wurden überhaupt keine Ausfälle registriert, und bei der niedrigsten Aufwandmenge (50 %) war lediglich eine stark befallene Pflanze zu verzeichnen. Bei LANNATE 25-WP wurden erstaunlicherweise in allen drei geprüften Aufwandmengen die höchsten Schäden durch *B. brassicae* beobachtet. Der starke Befall ließ sich jedoch nur gegen die Ergebnisse einiger Insektizidbehandlungen absichern, nicht jedoch gegenüber der Kontrolle. Der Einsatz von TAMARON erbrachte wie bei dem Präparat DECIS keinen Unterschied zur Kontrolle.

Tab. 57 Ergebnisse eines Feldversuches zur Wirkung verminderter Insektizidaufwandmengen

Versuchsglieder	Aufwandmenge	Anteil (%) der Kohlköpfe in den Qualitätsklassen			Verluste (%) durch Blattlausbefall[1]
		I	II	III	
Kontrolle		32	10	58	7
DECIS	200 ml/ha	97	2	1	6
DECIS	150 ml/ha	98	2	0	5
DECIS	100 ml/ha	96	3	1	7
DECIS	50 ml/ha	84	9	7	12
E 605 COMBI	600 ml/ha	78	12	10	0
E 605 COMBI	450 ml/ha	67	9	24	0
E 605 COMBI	300 ml/ha	49	16	35	1
LANNATE 25-WP	900 g/ha	86	8	6	12
LANNATE 25-WP	675 g/ha	82	12	6	14
LANNATE 25-WP	450 g/ha	77	12	11	13
TAMARON	600 ml/ha	90	6	4	4
TAMARON	300 ml/ha	88	7	5	8
F-Wert		15,2***	1,9	23,2***	3,0**
GD 5 %		14,2		9,9	8,0
1 %		19,0	n.s.	13,2	10,6
0,1 %		25,0		17,4	

[1] Anteil (%) der wegen starken Befalls mit *Brevicoryne brassicae* nicht vermarktungsfähigen Kohlköpfe

7. Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems für den Kohlanbau

Hauptanliegen der Untersuchungen war es, für die am häufigsten auftretenden Schädlinge vorläufige Bekämpfungsschwellen zu erstellen und sie in einem Freilandversuch erstmals zu erproben. Darüber hinaus wurden die vorläufigen Schwellenwerte an zwei unterschiedlich anfälligen Kohlarten erprobt, um herauszufinden, inwiefern sich eine unterschiedliche Anfälligkeit der Arten auf eine Bekämpfung nach dem Schadschwellenprinzip auswirkt.

7.1. Erstellen von vorläufigen Bekämpfungsschwellen

Das Erstellen von wirtschaftlichen Schadensschwellen ist für den Kohlanbau nur sehr bedingt möglich, da sich die Preise für die Ernteprodukte weitgehend nach der gerade herrschenden Angebots- und Nachfragesituation richten und somit im allgemeinen sehr starken Schwankungen unterworfen sind. Weitere Schwierigkeiten für die Errichtung von Schwellenwerten für den Kohlanbau bestehen zum einen in den hohen Qualitätsanforderungen des Marktes, die nur einen sehr geringen Toleranzspielraum zulassen, sowie in der Fülle der verschiedenen, oft gleichzeitig auftretenden Schädlinge, die eine Betrachtung des Gesamtbefalls erforderlich machen (CRÜGER 1979).

Bisher liegen nur einige wenige Angaben zu Schadensschwellen für Schädlinge im Kohlanbau vor (BUHL und SCHÜTTE 1971, FRANZ et al. 1980, SCHWÄHN et al. 1980). Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Bekämpfungsschwellen oder kritische Befallszahlen, nach deren Überschreiten in der Regel mit wirtschaftlichen Ertragseinbußen zu rechnen ist. Oft sind jedoch nur für einige wenige Schädlinge Schwellenwerte angegeben. Darüber hinaus wird im allgemeinen bei den Schadlepidopteren nicht zwischen den einzelnen Entwicklungsstadien der Larven unterschieden. Dies erscheint jedoch sinnvoll, da nur ein sehr kleiner Teil der Junglar-

ven sich zu Altlarven entwickelt, die dann die Hauptschäden verursachen. Schwellenwerte für Junglarven wären darüber hinaus von besonderem Interesse, da die in diesem Stadium einsetzenden Bekämpfungsmaßnahmen am wirkungsvollsten sind. Daher wurden für die eigenen Versuche, soweit praktikabel, für die einzelnen Entwicklungsabschnitte aller bedeutenden Schädlinge vorläufige Bekämpfungsschwellen aufgestellt (Tab. 58 und 59). Dabei wurde zwischen den beißenden und saugenden Arten differenziert. Bei der Festlegung der Schwellenwerte wurde von einem tolerierbaren Ertragsausfall von 5 % ausgegangen. So wurde z.B. für die Altlarven (L_{5-6}) von *Mamestra* spp., *Pieris rapae*, *Autographa gamma* und *Evergestis forficalis* aufgrund anfänglicher Erfahrungen eine Bekämpfungsschwelle von 10 Larven pro 100 Pflanzen angenommen (Tab. 58). Für die Larven (L_{3-6}) von *Pieris brassicae* lag der Schwellenwert doppelt so hoch wie bei den oben genannten Arten, da die Larven des Großen Kohlweißlings viel weniger dazu neigen, sich in den Beständen auszubreiten oder ins Innere von Kohlköpfen einzudringen. Ferner wurden für die Lepidopteren mit vereinzelter Eiablage, also bei *P. rapae* und *A. gamma*, die Schwellenwerte verhältnismäßig niedrig angesetzt, da bei den Kontrollen einzelne abgelegte Eier oder Junglarven viel leichter übersehen werden können. Für die Eiablage der Kohlmotte wurden keine Schwellenwerte angegeben, da die Eier infolge ihrer geringen Größe im Freiland nur schwer aufzufinden sind.

Für die beiden bedeutendsten saugenden Insekten wurden als vorläufige Bekämpfungsschwellen für *Aleyrodes proletella* ein durchschnittlicher Besatz von 50 Larven und 30 Adulten pro 100 Pflanzen angenommen. Bei *Brevicoryne brassicae* wurde differenziert zwischen der Zahl der Pflanzen mit kleinen Blattlauskolonien (Schwellenwert = 20 Kolonien pro 100 Pflanzen) und denen mit großen Kolonien (Schwellenwert = 5 Kolonien pro 100 Pflanzen) (Tab. 59).

Die Entscheidung, ob eine Bekämpfung durchgeführt werden sollte, wurde nicht aufgrund des Überschreitens eines einzelnen Schwellenwertes getroffen, sondern richtete sich

Tab. 58 Bekämpfungsschwellen 1981 - Beißende Insekten -

Schädling / Stadium	*Mamestra* spp.	*Pieris brassicae*	*Pieris rapae* *Autographa gamma*	*Evergestis forficalis*	*Plutella xylostella*
Eigelege	5/100 Pflanzen		—	5/100 Pfl.	—
Eier	—		30/100 Pflanzen	—	—
Larven L_1-L_2	100/100 Pflanzen		20/100 Pflanzen		40/100 Pflanzen
Larven L_3-L_4	20/100 Pfl.	40/100 Pfl.	15/100 Pflanzen		20/100 Pflanzen
Larven L_5-L_6	10/100 Pfl.	20/100 Pfl.	10/100 Pflanzen		—
Puppen	—		—		20/100 Pflanzen

Tab. 59 Bekämpfungsschwellen 1981 - Saugende Insekten -

Schädling / Stadium	*Brevicoryne brassicae*	*Aleyrodes proletella*
Blattläuse oder Weiße Fliegen	20 Pflanzen/100 Pflanzen mit kleinen Kolonien oder 5 Pflanzen/100 Pflanzen mit großen Kolonien (> 200 Ind./Kolonie)	20/Pflanze
Larven	—	50/Pflanze

nach der Höhe des jeweiligen Gesamtbefalls für die beißenden und für die saugenden Arten. Dazu wurde einem Schädlingsbesatz in Höhe der Bekämpfungsschwelle der Wert 1 zugeordnet. Alle anderen Befallswerte wurden dazu in Relation gebracht. Daraus ergibt sich zum Beispiel, daß einem Besatz von 5 *Mamestra*-Eigelegen pro 100 Pflanzen der Wert 1 und beim Besatz von einem Eigelege pro 100 Pflanzen der Wert 0,2 zugeordnet wird. Überschritt die Summe aller relativen Befallswerte die Zahl 1, so wurden die erforderlichen Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet. Wie die nachfolgenden zwei Beispiele zeigen, war ein Überschreiten des relativen Gesamtbefallswertes (rel. GBW) in der Höhe von 1 auf vielfache Art und Weise möglich:

Beispiel 1

Befall pro 100 Pflanzen
Beißende Insekten: 6 Eigelege *Mamestra* spp.
rel. GBW = 6 x 0,2 = 1,2

Saugende Insekten: 1 große Kolonie *Brevicoryne brassicae*
rel. GBW = 1 x 0,2 = 0,2

Beispiel 2

Befall pro 100 Pflanzen
Beißende Insekten: 3 Eigelege *Mamestra* spp. und
15 Larven L_{5-6} *Pieris brassicae*
rel. GBW = 3 x 0,2 + 15 x 0,05 = 0,6 + 0,75 = 1,35

Saugende Insekten: 10 kleine und 3 große Kolonien
B. brassicae
rel. GBW = 10 x 0,05 + 3 x 0,2 = 0,5 + 0,6 = 1,1

Im Beispiel 1 war also nur eine Bekämpfung gegen beißende Insekten und im Beispiel 2 sowohl eine Bekämpfung gegen beißende als auch gegen saugende Schädlinge vorzunehmen.

7.2. Prüfung der vorläufigen Bekämpfungsschwellen in einem Freilandversuch an Wirsing und Rotkohl

7.2.1. Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurde auf dem Versuchsfeld des Instituts in Fischenich auf einer 1000 m² großen Versuchsfläche eine anfällige Wirsingsorte ('Rheinherbst') und eine weniger anfällige Rotkohlsorte ('Septemberrot') (s. Kap. 6.1.) abwechselnd nebeneinander in 2 m breiten und 40 m langen Beeten angebaut (Pflanzung 1.5.1981, Pflanzabstand 50 x 50 cm). Als Behandlungsvarianten wurden neben E 605 COMBI (500 ml/ha; 20 % Oxydemeton-methyl + 17,5 % Parathion), die kombinierte Anwendung von DECIS (200 ml/ha; 2,5 % Deltamethrin) und PIRIMOR (300 g/ha, 50 % Pirimicarb), zweier spezifisch wirkender Mittel, getestet. Ob die beiden letztgenannten Präparate gemeinsam oder nur eines der Mittel appliziert wurde, hing von der Höhe des jeweiligen Gesamtbefallswertes für die Gruppe der beißenden bzw. der saugenden Insekten ab. Um die Wirkung von DECIS und PIRIMOR im einzelnen beurteilen zu können, wurde darüber hinaus in zwei zusätzlichen Versuchsvarianten die alleinige Anwendung der beiden Mittel geprüft. Die Ausbringung erfolgte parallel zur kombinierten Anwendung. Die Parzellengröße betrug 4 x 5 m und umfaßte je ein Beet Wirsing und ein Beet Rotkohl. Die einzelnen Versuchsglieder wurden in 5-facher Wiederholung durchgeführt und waren randomisiert angeordnet. Die getesteten Präparate wurden mit einer Parzellenspritze und der Standardwasseraufwandmenge von 600 l/ha ausgebracht. In den integrierten (Behandlung nach Überschreitung der Schwellenwerte) und in den Kontrollparzellen wurden wöchentlich 4 Pflanzen auf Befall kontrolliert und die relativen Befallswerte ermittelt. Überschritt die Summe dieser Werte die Zahl 1, so wurden die erforderlichen Bekämpfungsmaßnahmen in den Versuchsparzellen vorgenommen. Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Behandlungen wurde ein zeitlicher Mindestabstand von 14 Tagen eingehalten.

Bei der Auswertung des Versuchs (Wirsing 19.8.1981, Rotkohl 10.9.1981) wurde die Zahl der Kohlköpfe in den einzelnen Qualitätsklassen (I = ohne Fraßschäden, II = geringe Fraßschäden, III = Fraßschäden am Kohlkopf, Ware nicht mehr vermarktungsfähig) sowie die Zahl der durch starken Blattlausbefall nicht mehr vermarktungsfähigen Kohlköpfe registriert. Pro Parzelle und Kohlart wurden 20 Pflanzen ausgewertet.

Für die Verrechnung wurde die Anzahl der Kohlköpfe in den einzelnen Qualitätsklassen herangezogen. Die Absicherung der Mittelwertdifferenzen wurde mit Hilfe des multiplen t-Tests durchgeführt. Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse sind die ermittelten Werte in Prozent angegeben.

7.2.2. Ergebnisse

In den Abb. 52 und 53 sind die wöchentlich in den integrierten Parzellen (Behandlung nach Überschreitung der Schwellenwerte) ermittelten relativen Bekämpfungsschwellen getrennt nach beißenden und saugenden Insekten aufgetragen. Wie aus den dargestellten Werten der Versuchsvariante DECIS + PIRIMOR zu entnehmen ist, mußte DECIS zur Bekämpfung der beißenden Insekten bei Wirsing dreimal und bei Rotkohl viermal eingesetzt werden (Abb. 52). PIRIMOR mußte dagegen zur Bekämpfung der saugenden Insekten trotz der kürzeren Kulturdauer von Wirsing in den Wirsingparzellen (3 Anwendungen) häufiger ausgebracht werden als in den Rotkohlparzellen (Abb. 53). Aus dem Verlauf der Schwellenwerte in den E 605 COMBI-Parzellen ist zu ersehen, daß die Anwendung dieses Präparates einen sehr guten Erfolg in der Bekämpfung der saugenden Insekten (Abb. 53), aber eine nur unzureichende Wirkung gegen beißende Schädlinge aufwies (Abb. 52). Daher war eine regelmäßige Applikation des Mittels in 14-tägigem Abstand gegen die Larven der verschiedenen Schadlepidopteren erforderlich.

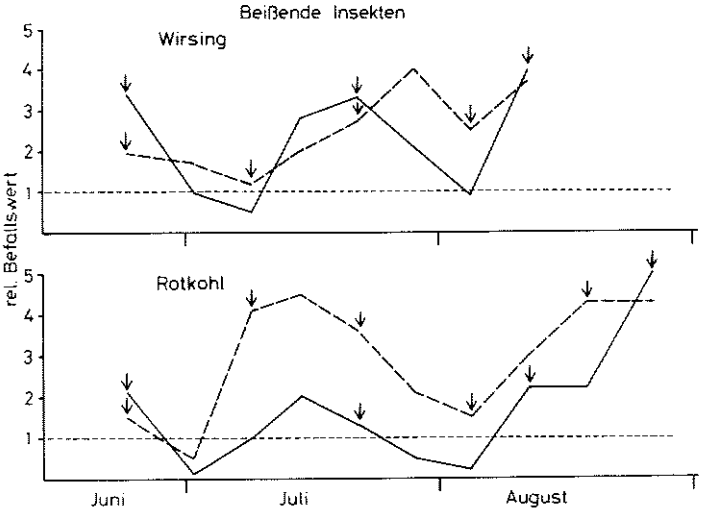


Abb. 52 Relative Befallswerte in den Versuchsparzellen DECIS + PIRIMOR (———) und E 605 COMBI (----); ↓ = DECIS bzw. E 605 COMBI Anwendung

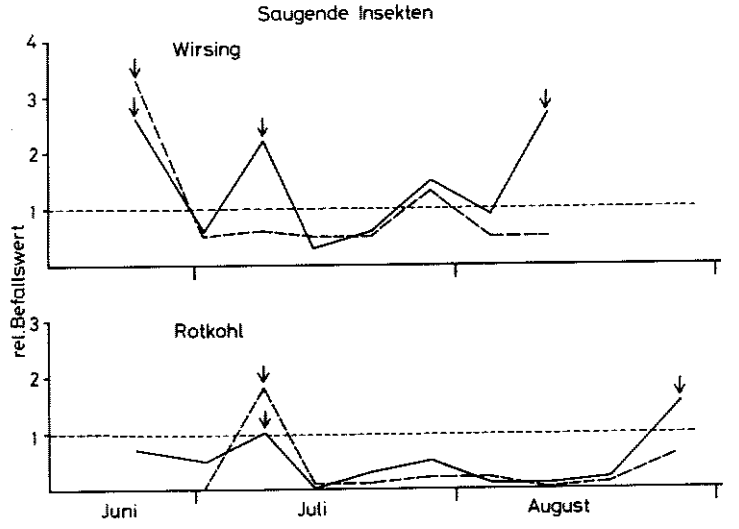


Abb. 53 Relative Befallswerte in den Versuchsparzellen DECIS + PIRIMOR (———) und E 605 COMBI (----); ↓ = PIRIMOR bzw. E 605 COMBI Anwendung

Die Endauswertung des Versuches ergab die in Tab. 60 dargestellte Situation. Den höchsten Anteil an vermarktungsfähiger Ware und damit die beste Wirkung in der Verhütung von Fraßschäden erzielte die kombinierte Anwendung von DECIS und PIRIMOR. Wie die Ergebnisse aus den nur mit DECIS oder PIRIMOR behandelten Vergleichsparzellen zeigen, ist diese hervorragende Wirkung allein auf die Anwendung des Präparates DECIS zurückzuführen. Der Einsatz von E 605 COMBI erbrachte in der Bekämpfung von beißenden Insekten keine zufriedenstellenden Resultate, insbesondere bei Wirsing war die Wirkung mit einem Anteil vermarktungsfähiger Kohlköpfe von nur 64 % sehr schwach.

Der Befall mit *Brevicoryne brassicae* war 1981 gering, wie die Zahl der durch starken Blattlausbefall bedingten Ausfälle in der Kontrolle zeigt. Trotz des nur mäßigen Befalls läßt sich die Blattlauswirkung der eingesetzten Präparate beurteilen. So erzielte E 605 COMBI eine hervorragende Blattlauswirkung, denn in den mit diesem Präparat behandelten Parzellen konnten keinerlei durch Mehlige Kohlblattlaus verursachten Ausfälle registriert werden. Auch die zweimalige (Rotkohl) bzw. dreimalige (Wirsing) Anwendung von PIRIMOR verringerte den Blattlausbefall deutlich. Die alleinige Anwendung von DECIS in der Aufwandmenge von 200 ml/ha hatte keinen Einfluß auf die Reduzierung des Blattlausbefalls. Der Befall mit *Aleyrodes proletella* war in diesem Jahre bei der Endauswertung mit einem durchschnittlichen Besatz von 2,2 Adulten/Pflanze bei Wirsing bzw. 1,3 Adulten bei Rotkohl in den Kontrollparzellen sehr gering.

Beim Vergleich der beiden Kohlarten zeigt sich deutlich, daß Rotkohl weniger stark durch Fraß geschädigt wurde als Wirsing (Anteil vermarktungsfähige Kohlköpfe in der Kontrolle: Rotkohl 71 % und Wirsing 33 %). Dies läßt sich auch in den einzelnen Behandlungsvarianten feststellen. Die Verluste durch Befall mit der Mehligen Kohlblattlaus waren bei beiden Kohlarten annähernd gleich (Wirsing 6 % und Rotkohl 7 %).

Tab. 60 Ergebnisse Freilandversuch 1981

Versuchsglieder	Wirsing: Anteil (%) der Kohlköpfe in den Qualitätsklassen I	II	III	Wirsing: Verluste (%)[1] durch Blattlausbefall	Rotkohl: Anteil (%) der Kohlköpfe in den Qualitätsklassen I	II	III	Rotkohl: Verluste (%)[1] durch Blattlausbefall
Kontrolle	15	18	67	6	44	27	29	7
DECIS + PIRIMOR	92	3	5	3	100	0	0	2
DECIS	91	6	3	7	99	1	0	6
PIRIMOR	7	14	79	3	52	21	27	1
E 605 COMBI	56	8	36	0	73	17	10	0
F-Wert	40,4***	3,4*	24,6***	2,1	25,9***	9,0***	9,8***	8,8***
GD 5 %	14,5	12,0	16,4		12,3	9,5	11,4	2,8
1 %	19,5		22,1	n.s.	16,5	12,9	15,3	3,8
0,1 %	25,5		29,3		21,9	17,1	20,3	5,0

[1] Anteil (%) der wegen starken Befalls mit *Brevicoryne brassicae* nicht vermarktungsfähigen Kohlköpfe

8. Diskussion

8.1. Artenspektrum und Befallsstärke der in Kohlkulturen beobachteten schädlichen Insekten

Nach den zweijährigen Freilanderhebungen an verschiedenen Standorten im Köln-Bonner Raum besiedeln die drei beißenden Arten *Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella* und *Pieris rapae*, sowie die zwei saugenden Arten *Brevicoryne brassicae* und *Aleyrodes proletella* am häufigsten die oberirdischen Teile der Kohlpflanzen. Ihr Marktwert wird durch Saug- und Fraßschäden sowie durch den Schädlingsbesatz beeinträchtigt.

Neben den drei bereits erwähnten Lepidopteren konnte das Auftreten von 12 weiteren Arten aus derselben Ordnung beobachtet werden, die sich in zwei Gruppen einordnen lassen. Der ersten Gruppe gehören die Arten an, die in der Regel in geringer Zahl auftreten und sich nur in Ausnahmefällen in bestimmten Jahren oder Gebieten so zahlreich entwickeln, daß sie zu Hauptschädlingen werden. Hierzu zählen die 6 Arten *Autographa gamma*, *Evergestis forficalis*, *Mamestra oleracea*, *Mamestra suasa*, *Pieris brassicae* und *Phlogophora meticulosa*. Die zweite Gruppe umfaßt die restlichen Lepidopterenarten *Amathes c-nigrum*, *Cidaria fluctuata*, *Noctua pronuba*, *Phragmatobia fuliginosa*, *Spilosoma lubricipeda* und *Spilosoma menthastri*, die nur sehr vereinzelt in Kohlkulturen anzutreffen sind und von denen in der Regel keine wirtschaftlichen Schäden zu erwarten sind. Darüber hinaus wurde die Kohlrübenblattwespe (*Athalia rosae*) vereinzelt an Chinakohl als beißender Schädling von geringer Bedeutung beobachtet.

An saugenden Insekten traten neben *B. brassicae* und *A. proletella* 5 weitere Arten auf. Mit Ausnahme der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) waren die restlichen 4 Arten (*Aphis fabae*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphon euphorbiae* und *Trialeurodes vaporariorum*) nur von untergeordneter Bedeutung und verursachten keinerlei erkennbare Schäden.

8.2. Populationsdynamik der beobachteten Arten

Mamestra brassicae - Kohleule

Wie die in den Tab. 8 und 16 aufgeführten Befallswerte zeigen, ist die Kohleule im untersuchten Anbaugebiet mit Abstand der bedeutendste beißende Schädling. KRÄMER (1963a) gibt für den Kohlanbau in der Umgebung von Frankfurt/Main ebenfalls *M. brassicae* als Hauptschädling an. Die Kohleule trat, wie dies für Mitteleuropa üblich ist (FORSTER und WOHLFAHRT 1971, KOCH 1958, KRÄMER 1963a, LAMPERT 1907, NOLL 1963), im Untersuchungsgebiet in zwei Generationen auf, wobei die Stärke des Vorkommens der ersten Generation (Anfang Mai bis Mitte Juli) von Jahr zu Jahr und von Standort zu Standort recht erheblich schwankte. Eine genaue Trennung der ersten und zweiten Generation ist, wie die Beobachtungen des Jahres 1980 zeigen, nicht immer möglich. Das Ende der Eiablage der ersten Generation und der Eiablagebeginn der zweiten Generation dürfte im Monat Juli liegen.

Vergleicht man den in einer Dauerbeobachtungsparzelle ermittelten durchschnittlichen Eibesatz pro Pflanze mit den Fängen der verschiedenen Fallenarten (Licht- und Pheromonfalle), so ergibt sich für die zweite Generation eine zufriedenstellende zeitliche Übereinstimmung zwischen den Höhepunkten der Fallenfänge und der Eiablage. Für den Verlauf der ersten Generation traf dies jedoch nur für das Jahr 1981 zu, in dem nur ein sehr schwaches Auftreten zu verzeichnen war. Im Jahre 1980, in dem eine starke Eiablage registriert wurde, waren die Fänge in der Lichtfalle sehr gering.

Etwas günstiger zu beurteilen sind hier die Fangzahlen der Pheromonfallen, jedoch war die zeitliche Übereinstimmung mit den Höhepunkten der Eiablage unbefriedigend. Erst Versuche über einen längeren Zeitraum hinweg werden zeigen können, ob die Fänge der beiden Fallenarten mit der Eiablage in genügender Weise für die beiden Generationen übereinstimmen und für Prognosezwecke genutzt werden können. Die Möglichkeit einer Verwendung der Fangzahlen als Grundlage für eine Entschei-

dung über durchzuführende Bekämpfungsmaßnahmen ist bisher noch nicht abzusehen.

Bei der Ermittlung der durchschnittlichen Eigelegegröße in den einzelnen Monaten zeigte sich, daß die Eigelege gegen Ende der Flugperiode im September etwa 4 - 5 mal so groß sind wie zu Beginn des Auftretens im Mai. Bei einer Verwendung der Eigelegezahl als Richtwert für Bekämpfungsmaßnahmen müßte dies in Zukunft mit berücksichtigt werden. Als durchschnittliche Eigelegegröße wurden 1980 31 Eier und 1981 37 Eier pro Gelege ermittelt. Diese Werte liegen geringfügig über denen von POITOUT (1978), der für die Kohleule in Frankreich eine durchschnittliche Eizahl von 20-30 Eiern pro Gelege angibt.

Anhand der Daten der Dauerbeobachtungsparzellen konnte innerhalb des Larvenstadiums eine Mortalitätsrate von über 95 % vorgefunden werden. Dies liegt in dem von NOLL (1962) angegebenen Bereich, der in zahlreichen Versuchen Mortalitätsraten von 87 bis 99 % feststellen konnte. Während NOLL (1962) in einer Polyedererkrankung den Hauptbegrenzungsfaktor für die Kohleule sieht, konnte dies bei den eigenen Beobachtungen nicht bestätigt werden. Lediglich in einigen wenigen Fällen wurden in der Nähe von mit Polyederviren behandelten Parzellen virusinfizierte Larven entdeckt. Auch hohe Parasitierungsraten von Kohleulenlarven durch die Raupenfliege *Eurithia consobrina* Mg. (YASTEREBOV 1978 und 1979) oder der Eigelege durch *Trichogramma*-Arten (DYURICH und GRINDBERG 1979) wurden in den beiden Untersuchungsjahren nicht festgestellt. An Parasiten wurden in geringem Umfange lediglich die Braconide *Microplitis tuberculifera* (Wesm.) vorgefunden. Die beobachtete hohe Sterblichkeit scheint daher in erster Linie auf abiotische Faktoren oder auf das Auftreten von Prädatoren zurückzuführen zu sein.

Plutella xylostella - Kohlmotte

Die Larven der Kohlmotte, einem kosmopolitischen Schädling, wurden in den beiden Untersuchungsjahren (1980 und 1981) jeweils von Juli bis Ende September im Freiland beobachtet. Wie die in Abb. 21 dargestellten Befallskurven andeuten, werden die Zeitpunkte der Populationsmaxima sehr stark von den herrschenden Witterungsbedingungen geprägt. In der Regel muß in dem Untersuchungsraum mit dem Auftreten von drei bis vier Generationen pro Jahr gerechnet werden, wobei eine klare Trennung der Generationen infolge der sehr kurzen Entwicklungsdauer (Dauer einer Generation bei 20°C ≙ 20,2 Tage, KO und FANG 1979) und der auf einen längeren Zeitraum verteilten Eiablage (16-17 Tage bei 17-20°C, KANERVO 1936) nicht möglich ist.

Durch den Einsatz von Pheromonfallen und einer Lichtfalle ließ sich, wie aus der Abb. 24 zu erkennen ist, der Hauptflug der zweiten und dritten Generation recht gut erfassen. In der Fängigkeit waren die Pheromonfallen der Lichtfalle überlegen. Der Flugverlauf der ersten Generation konnte mit keiner der beiden Fallentypen registriert werden.

Auffällig war darüber hinaus der auch von anderen Autoren (GOODWIN 1979, HAMILTON 1979, HARCOURT 1960 und 1961, KANERVO 1936 und 1949, LAGOWSKA 1981, PUTNAM 1968) beobachtete sehr hohe Parasitierungsgrad der Larven durch verschiedene Schlupfwespenarten. So konnten in den Dauerbeobachtungsparzellen im Durchschnitt in den Kokons der Kohlmotte zu mehr als 50 % Parasitenpuppen zweier Ichneumonidenarten beobachtet werden. Es handelt sich dabei um die zwei Arten *Diadegma fenestralis* (Holmgren) und *Diadegma semiclausum* (Hellen). Trotz der hohen Parasitierungsrate sehen HARCOURT 1961 und OOI 1979 in dem Einsatz von Larvenparasiten zur biologischen Bekämpfung der Kohlmotte nur geringe Erfolgschancen, da nach ihrer Ansicht mit steigender Populationsdichte die Parasitierungsquoten sinken.

Pieris rapae - Kleiner Kohlweißling

Die Generationen des Kleinen Kohlweißlings, dem dritten bedeutenden beißenden Schädling, überlappen sich ungewöhnlich stark. Nicht selten werden im Freiland zum gleichen Zeitpunkt Imagines, Eier, Larven und Puppen nebeneinander angetroffen. Dies erklärt sich aus der Eiablage, die infolge einer relativ langen Lebensdauer der weiblichen Imagines sich über einen sehr langen Zeitraum erstrecken kann. Nach GOSSARD und JONES (1977) beträgt die durchschnittliche Lebensdauer der Adulten bei 15°C 31 Tage. In der Regel dürften im Untersuchungsgebiet drei Generationen auftreten und nur in Ausnahmejahren, wie 1980, wird es nur zur Ausbildung von zwei Generationen kommen. An Parasiten wurde nur vereinzelt das Auftreten von *Apanteles glomeratus* (zugleich der Hauptparasit des Großen Kohlweißlings) beobachtet.

Sonstige beißende Insekten

An dieser Stelle sei kurz die Bedeutung und das Auftreten von sechs weiteren Arten diskutiert, deren Befall unter bestimmten Bedingungen zu wirtschaftlichen Schäden führen kann.

An allen untersuchten Standorten wurden regelmäßig in einer geringen Anzahl die verschiedenen Stadien der Gammaeule (*A. gamma*) angetroffen. Es traten zwischen zwei und drei Generationen pro Jahr auf. Wie eigene Beobachtungen zeigten, ist im untersuchten Anbaugebiet bei dieser Art auch eine Überwinterung als Junglarve möglich. Zu einem Massenauftreten, wie es z.B. 1962 beobachtet wurde (HEDDERGOTT 1963 und KRÄMER 1963b), dürfte es jedoch nur dann kommen, wenn neben sehr günstigen Entwicklungsbedingungen ein sehr starker Zuflug aus Südeuropa erfolgt.

Ein ungewöhnlich starkes Auftreten des Kohlzünslers (*E. forficalis*) wurde 1980 in einem Weißkohlfeld beobachtet. Der Befall verhinderte bei einer größeren Zahl von Pflanzen die Kopfbildung, da die Larven meist zu mehreren am Herz einer Pflanze fraßen. In der Regel wurde jedoch an den verschie-

denen Standorten nur ein geringes Auftreten beobachtet. Mit Hilfe von Pheromonfallen ließ sich der Flugverlauf der männlichen Falter recht gut erfassen. Wie die Ergebnisse zeigen, treten an allen Standorten zwei etwa gleich starke Generationen pro Jahr auf. Die Stärke der Populationen sowie der Zeitpunkt des Auftretens war an den verschiedenen Standorten annähernd identisch.

Neben der Kohleule wurde das Auftreten zweier weiterer sich einander sehr ähnelnder *Mamestra*-Arten (*M. oleracea* und *M. suasa*) beobachtet. Eine Unterscheidung der Larven dieser drei Arten ist im Freiland nur bei den älteren Larven anhand einiger spezifischer Merkmale sicher möglich. Im Verhältnis zur Kohleule ist die zahlenmäßige Bedeutung von *M. oleracea* und *M. suasa* jedoch gering. Trotzdem sollte das Auftreten der beiden Arten genau erfaßt werden, da dies für den Einsatz von biologischen Bekämpfungsverfahren von Bedeutung ist. Zum einen besteht eine unterschiedliche Empfindlichkeit der drei Arten gegenüber mikrobiologischen Präparaten wie *Bacillus thuringiensis* und dem Kernpolyedervirus der Kohleule (LANGENBRUCH 1982), und zum anderen ist der Einsatz von Eiparasiten (*Trichogramma* spp.) bei *M. oleracea* und *M. suasa* wesentlich ungünstiger zu beurteilen, da die Eiablage bei diesen Arten in mehreren Eischichten übereinander erfolgt und nur die oberste Eilage parasitiert wird. Die Zahl der Generationen und das zeitliche Auftreten dürfte bei den beiden letztgenannten Arten weitgehend mit dem von *M. brassicae* übereinstimmen. Darüber hinaus scheint die Gemüseeule (*M. oleracea*) jedoch bevorzugt an den feineren Kohlarten wie Blumenkohl und Chinakohl aufzutreten (Tab. 16).

Raupen des Großen Kohlweißlings (*P. brassicae*) wurden an den verschiedenen Standorten nur sehr selten angetroffen, obwohl die Art von vielen Autoren als ein Hauptschädling genannt wird (KOTTE 1960, SCHMIDT 1964, HEINZE 1974).

Berichte über ein Massenauftreten aus anderen Teilen der Bundesrepublik Deutschland zeigen, daß die Befallshöhe dieses Schädlings von Ort zu Ort sehr stark schwanken kann

(BREDERLOW 1981). Ob es sich bei dem im untersuchten Anbaugebiet beobachteten schwachen Vorkommen um eine kurzfristige vorübergehende Erscheinung handelt oder ob die Gründe hierfür in veränderten Lebensbedingungen oder im Wanderverhalten zu suchen sind, können erst Erhebungen über einen längeren Zeitraum zeigen.

Die Larven der Braunen Achateule (*P. meticulosa*), einem Wanderfalter, der nach FORSTER und WOHLFAHRT (1974) sowie nach HEINICKE und NAUMANN (1981b) jährlich aus dem Süden zu uns einfliegt, wurden am Standort Fischenich an den verschiedenen Kohlkulturen vorgefunden. Auffällig war dabei der besonders starke Befall (12,5 %) an Chinakohl. Wie eigene Beobachtungen ferner zeigten, ist ein Teil der Larven der Achateule in der Lage, den Winter zu überdauern, so daß von dem Vorhandensein einer einheimischen Population ausgegangen werden kann.

Aleyrodes proletella - Kohlmottenschildlaus

Wie der Literatur zu entnehmen ist, tritt *A. proletella* nur im Köln-Bonner Raum und in der Oberrheinebene in größerem Umfang schädlich auf (DREES 1953, LEUCHS und STEIN 1955, SCHUMACHER 1972, STEIN 1973). Imagines dieser Art wurden im gesamten untersuchten Anbaugebiet das ganze Jahr über an den verschiedensten Kohlkulturen angetroffen. Zu einem starken Befall kam es jedoch nur in Gebieten mit ganzjährigem Kohlanbau an späten oder überwinternden Kulturen, wie Grünkohl, Rosenkohl und Wirsing. Diese Kohlarten sind in besonderem Maße gefährdet, da sich an ihnen die letzten beiden Generationen, mit denen die Kohlmottenschildlaus gewöhnlich ihr Populationsmaximum erreicht, vermehren können.

Die Gründe für das starke Vorkommen von *A. proletella* im Köln-Bonner Raum sind im wesentlichen auf das milde Klima sowie die dort vorherrschenden Anbauverhältnisse zurückzuführen. Während das Klima die Zahl der Generationen begünstigt, verhindern die Anbauverhältnisse mit einem ganzjährigen Kohlanbau auf vielen kleinen, nahe beieinander

liegenden Parzellen bei dieser Art einen Engpaß in der Populationsentwicklung.

Wie eigene Versuche ferner zeigten, kann die Kohlmottenschildlaus kürzere Zeitabschnitte auch ohne das Vorhandensein von Wirtspflanzen überdauern(Kap. 5.2.2.2.1.).

Brevicoryne brassicae - Mehlige Kohlblattlaus

Die größte Bedeutung für den Kohlanbau hat unter den saugenden Insekten die Mehlige Kohlblattlaus. Sie lebt holozyklisch an Kruziferen und einigen Resedaceen. Eine Überwinterung als Virginopares, wie sie von BONNEMAISON (1965) aus Frankreich und von CHUA (1977) und dem ADAS (1979) aus Großbritannien angeführt wird, konnte in dem untersuchten Anbaugebiet nicht beobachtet werden. Die ersten Wintereier wurden Ende September/Anfang Oktober an verschiedenen Kohlarten festgestellt.

Wie anhand der Daten aus den Dauerbeobachtungsparzellen hervorgeht, fand im Monat Juni die Hauptbesiedlung der Kohlkulturen statt. Gegen Ende dieser Periode im Monat Juli waren meist alle Pflanzen eines Bestandes durch diesen Schädling befallen. Nach einem sich anschließenden raschen Populationsanstieg konnte in beiden Jahren im Monat August ein Stillstand oder sogar ein Rückgang in der Populationsdichte beobachtet werden. Erst im September stieg die Populationsdichte erneut sehr stark an und erreichte gegen Ende des Monats ihr Maximum. Der beobachtete Populationsverlauf, der nach HAFEZ (1961), BONNEMAISON (1965) und CHUA (1977) typisch für diese Art in Mitteleuropa ist, läßt sich durch zwei starke Populationsanstiege im Frühsommer und Herbst charakterisieren. Nach HAFEZ (1961), SEDLAG (1964) und CHUA (1977) ist die Stagnation oder der Rückgang der Populationsdichte im Spätsommer auf das zunehmende Auftreten von Prädatoren und Parasiten, sowie auf die für die Mehlige Kohlblattlaus ungünstiger werdenden Entwicklungsbedingungen (hohe UV-Einstrahlung, heftige Niederschläge) und vermehrte Ausbildung von geflügelten Formen zurückzuführen.

Unter den natürlichen Gegenspielern von *B. brassicae* nimmt die Schlupfwespe *Diaeretiella rapae* eine dominierende Stellung ein (SEDLAG 1958, HAFEZ 1961, HUGHES 1963 und CHUA 1977). Sie kann, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, als der bei weitem wichtigste Primärparasit von *B. brassicae* angesehen werden. Die Effektivität dieses Parasiten wird jedoch in sehr hohem Maße von den zahlreich erscheinenden Hyperparasiten eingeschränkt.

In den eigenen Versuchen wurde in den Sommermonaten eine starke Parasitierung der Mehligen Kohlblattlaus festgestellt, was einen deutlichen Einfluß des Parasiten auf den beobachteten Rückgang der *B. brassicae*-Population vermuten läßt. Auf die sich im Herbst anschließende starke Vermehrung der Blattlaus scheint *D. rapae* jedoch keinen Einfluß nehmen zu können, wie die niedrigen Parasitierungsgrade in diesem Zeitraum zeigten. Die Gründe hierfür dürften in dem Eintreten einer sehr frühen Diapause bei *D. rapae* sowie auf die niedrigeren Temperaturen zurückzuführen sein, die die Blattlaus in ihrer Entwicklung gegenüber dem Parasiten begünstigen (HAFEZ 1961 und SEDLAG 1964).

An Prädatoren waren am häufigsten Syrphiden- und Itonididenlarven anzutreffen, wobei letztere zeitweise sehr hohe Populationsdichten erreichten. Florfliegeneier wurden ebenfalls häufig entdeckt, die Larven dagegen nur sehr vereinzelt, was wohl in erster Linie auf die versteckte Lebensweise der Tiere zurückzuführen ist. Außerordentlich selten wurden an den Kohlpflanzen die verschiedenen Coccinellidenstadien angetroffen, obwohl sie bei anderen Kulturen, wie z.B. Getreide, zu den am häufigsten beobachteten Prädatoren gehören (WETZEL et al. 1981). Der Grund hierfür liegt wohl in der starken Wachsschicht der Kohlblätter, die nach SHAH (1980) das Beutesuchverhalten bei diesem Nützling sehr stark beeinträchtigen, da diese Tiere nur an den Blatträndern und den Hauptadern Halt finden können.

Neben den aufgeführten Parasiten und Prädatoren können heftige Niederschläge und Pilzinfektionen, die durch länger anhaltende Feuchteperioden begünstigt werden, den Blattlausbesatz erheblich vermindern (HAFEZ 1961 und HUGHES 1963).

Sonstige saugende Insekten

Hervorzuheben ist hier nur der häufig beobachtete Befall von Jungpflanzen mit *Myzus persicae*. Da die meisten Pflanzen schon kurz nach dem Auspflanzen einen stärkeren Befall mit der Grünen Pfirsichblattlaus aufwiesen, ist anzunehmen, daß der Hauptausgangspunkt für den Befall in der Anzucht zu suchen ist. Wirtschaftliche Bedeutung gewinnt ein Befall mit *M. persicae* vor allem in Zeiten mit lang anhaltender Trockenheit, in der ein Befall zu Wachstumsstockungen führen kann, und bei der Übertragung von Viruskrankheiten.

8.2. Anfälligkeit von Kohlarten und Sorten gegenüber verschiedenen Kohlschädlingen

Sinnvollste pflanzenbauliche Maßnahme zur Verhinderung eines starken Schädlingsbesatzes wäre ein Anbau von resistenten Sorten. Zur Zeit stehen den Anbauern jedoch keine derartigen Kohlsorten mit einer Resistenz gegenüber einem oder mehreren Schädlingen zur Verfügung. In einem integrierten Bekämpfungssystem haben jedoch auch Sorten mit einer teilweise verminderten Anfälligkeit ihre Bedeutung, da sie in Verbindung mit anderen Maßnahmen helfen, den Einsatz von chemischen Bekämpfungsmitteln zu reduzieren (VAN EMDEN und WEARING 1965, WILBERT 1980 a und b).

Hierzu wurden 1980 und 1981 im Freiland unter natürlichen Befallsbedingungen die Anfälligkeit von Kopfkohlsorten gegenüber den verschiedenen Schädlingen geprüft. Dabei zeigte sich, daß signifikante Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber den verschiedenen Schädlingen, sowohl zwischen den untersuchten Kohlarten (Weiß-, Rotkohl und Wirsing) als auch zwischen den Sorten innerhalb einer Kohlart auftraten.

Anfälligkeit von Kohlarten

Von den geprüften Kohlarten wurde Weißkohl am wenigsten und Wirsing am stärksten von der Kohlmottenschildlaus befallen. In einzelnen Versuchen lag der Besatz an Imagines bei Wirsing um mehr als das 10-fache über dem von Weißkohl. Rotkohl erwies sich im Durchschnitt als geringfügig anfälliger als Weißkohl; dies war jedoch nur in einem Versuch statistisch abzusichern.

Berichte über eine unterschiedliche Anfälligkeit von Wirtspflanzen gegenüber *Aleyrodes proletella* liegen bisher aus dem Freiland nur von THOMPSON (1963) und WAY und MURDIE (1965) vor. Sie beobachteten an einigen Markstamm- bzw. Rosenkohllinien, deren Blätter durch eine deutlich verringerte Wachsschicht auffielen, neben einem stark verringerten Besatz an Mehliger Kohlblattlaus auch einen eindeutig geringeren Befall mit *A. proletella*.

Darüber hinaus fand IHEAGWAM (1980 und 1981) in Laborversuchen heraus, daß sich die drei Kreuzblütler (Weißer Senf, Herbstrüben und Brokkoli) hinsichtlich der Lebensdauer und Reproduktivität der weiblichen Kohlmottenschildlaus signifikant voneinander unterschieden, und daß die Reproduktivität von *A. proletella* mit der Blatthärte der Wirtspflanzen negativ und mit dem N-Gehalt der Blätter positiv korreliert war.

Ein ähnliches Befallsspektrum wie bei der Kohlmottenschildlaus war bei *Brevicoryne brassicae* festzustellen. Auch hier war Wirsing bei weitem die anfälligste Kohlart. Weiß- und Rotkohl zeigten im Durchschnitt aller Versuche einen gleich starken Befall. 1981 traten jedoch signifikante Unterschiede zwischen diesen beiden Arten auf. Während Ende Juli bei der Auswertung des ersten Sortimentsatzes Weißkohl einen höheren Blattlausbesatz hatte als Rotkohl, war die Situation Ende September bei der Auswertung des zweiten Satzes genau umgekehrt (Tab. 18). In ihren Freilandversuchen stellten RADCLIFFE und CHAPMAN (1965a und 1966a) fest, daß die Populationsdichte von

B. brassicae im Verlauf der Zeit auf Rotkohl stärker zunahm, als auf den anderen Kohlarten. Als mögliche Gründe für diese unterschiedliche Populationsentwicklung gaben sie eine bessere Wirtseignung von Rotkohl, einen niedrigeren Gehalt an toxischen Inhaltsstoffen und eine geringere Parasitierung oder einen niedrigeren Prädatorenbesatz an. Vergleicht man das in den eigenen Versuchen beobachtete Verhältnis von Mumienbesatz (M) zu Blattlausbesatz (B) und nimmt diesen Wert als Parasitierungsmaßstab, so ergibt sich im ersten Anbausatz für Weißkohl (M/B = 1,1) eine geringere Parasitierung als für Rotkohl (M/B = 1,3). Beim zweiten Satz war das Verhältnis bei Weißkohl (M/B = 0,5) höher als bei Rotkohl (M/B = 0,4). Dies würde dafür sprechen, daß Veränderungen im Parasitierungsgrad die Ursache für den unterschiedlichen Befall von Rotkohl im Vegetationsverlauf sind.

Wie die Versuchsergebnisse gezeigt haben, ist Wirsing gegenüber den beiden saugenden Schädlingen besonders anfällig. Als mögliche Ursachen hierfür ist eine Vielzahl von Faktoren, wie ein höherer Gehalt an die Populationsentwicklung fördernden Inhaltsstoffen, ein geringerer Gehalt an toxischen Substanzen, eine besonders hohe Attraktivität, ein reduzierter Parasiten- oder Prädatorenbesatz sowie geeignetere Nahrungs- und Entwicklungsbedingungen in Erwägung zu ziehen. Wirsing unterscheidet sich hauptsächlich durch die typische Kräuselung seiner Blätter von den anderen Kohlarten. Dies könnte auch die Hauptursache für die bessere Wirtseignung dieser Kohlart gegenüber *A. proletella* und *B. brassicae* sein, da die relativ kleinen Insekten in den gewölbten Interkostalfeldern der Wirsingblätter besser geschützt sind als auf den glatten Blattoberflächen von Rot- und Weißkohl. Dafür sprechen auch die Beobachtungen von DUNN und KEMPTON (1971), die an Rosenkohlsorten mit etwas eingerollten Blättern einen höheren Blattlausbesatz feststellten als auf den Sorten mit normal entfalteten Blättern.

Durch die Aufstellung eines Befallswertes für die bedeutendsten Lepidopterenschädlinge war es möglich, die in unterschiedlicher Zahl und häufig nebeneinander vorkommenden

Stadien eines Schädlings in einer Größe zusammenzufassen und anschließend zu verrechnen. Weißkohl und Wirsing waren gegenüber den einzelnen beißenden Schädlingen unterschiedlich anfällig. Während Wirsing im Vergleich zu Weißkohl einen deutlich stärkeren Kohleulenbefall aufwies, war es beim Befall mit der Kohlmotte umgekehrt. Jedoch lagen Weißkohl und Wirsing in ihrer Anfälligkeit enger beieinander,wogegen zwischen diesen beiden Arten und Rotkohl ein relativ großer Unterschied bestand. Der Befallswert von Weißkohl und Wirsing war im Vergleich zu Rotkohl um mehr als das Dreifache höher. Gegenüber *Pieris rapae* erwiesen sich Weißkohl und Wirsing als gleich anfällig. Faßt man die Befallswerte der verschiedenen Lepidopterenarten zusammen, so unterscheiden sich die beiden grünblättrigen Kopfkohlarten Weißkohl und Wirsing nur wenig voneinander, während Rotkohl durch einen sehr niedrigen Gesamtbefall auffällt.

Betrachtet man den Anteil an vermarktungsfähigen Kohlköpfen (Rotkohl 84 %, Weißkohl 73 % und Wirsing 59 %), so wird eine klare Abstufung zwischen den drei Arten erkennbar. Auffallend ist hierbei besonders die Differenz zwischen Weißkohl und Wirsing, obwohl die Gesamt-Befallswerte für die beiden Kohlarten annähernd übereinstimmten. Die Ursache hierfür könnte der im Vergleich zu Weißkohl lockere Aufbau des Wirsingkopfes sein, der den Larven ein leichteres und schnelleres Eindringen ins Innere des Kohlkopfes ermöglicht und damit den Anteil an nicht vermarktungsfähiger Ware erhöht.

Angaben zur unterschiedlichen Wirtspflanzenanfälligkeit von Kohl gegenüber *Mamestra brassicae* liegen bisher nur von DUNN und KEMPTON (1976) sowie von WAY und MURDIE (1965) vor. Während erstere bei der Untersuchung von verschiedenen Rosenkohlsorten an rotblättrigen Varietäten einen etwas geringeren Befall feststellten, beobachteten WAY und MURDIE an Rosenkohllinien, deren Blätter durch eine geringere Wachsschicht gekennzeichnet waren, unter anderem auch eine geringere Eiablage durch die Kohleule. Fraßversuche zeigten, daß hinsichtlich der Eignung als Futterpflanze keine Unterschiede

zwischen den Linien bestanden. Ferner war nach einer Aufzucht der Larven an diesen Pflanzen in der nachfolgenden Faltergeneration eine geringere Eiablage nicht mehr zu beobachten.

Die in den eigenen Versuchen ermittelte geringe Anfälligkeit von Rotkohl gegenüber der Kohlmotte stimmt mit den in der Literatur gemachten Angaben nicht überein. Während RADCLIFFE und CHAPMAN (1965a) keine Unterschiede zwischen grün- und rotblättrigen Kopfkohlsorten entdecken konnten, berichten RUDDER und BRETT (1967) sogar von einer höheren Anfälligkeit von Rotkohl gegenüber Weißkohl und führen dies auf eine höhere Junglarvenmortalität bei Weißkohl im Vergleich zu Rotkohl zurück. Diese Gegensätze sind wahrscheinlich auf die spezifischen Eigenschaften der getesteten Sorten oder auf das Auftreten von geographischen Rassen bei *Plutella xylostella* zurückzuführen. Dies würde auch eine festgestellte unterschiedliche Anfälligkeit einer Sorte in den Vereinigten Staaten und Australien gegenüber der Kohlmotte erklären (DICKSON und ECKENRODE 1981).

Die geringere Anfälligkeit von rotblättrigen Kohlsorten gegenüber *Pieris rapae* ist schon seit längerem bekannt (DICKSON und ECKENRODE 1975, DUNN und KEMPTON 1976, RADCLIFFE und CHAPMAN 1965a und b und 1966a und b). Während RADCLIFFE und CHAPMAN sowie DICKSON und ECKENRODE den niedrigen Befall auf eine geringere Eiablage als Folge einer weniger großen Attraktivität der roten Farbe der Blätter zurückführen, fanden SUPERAK (1974) sowie LATHEEF und IRWIN (1979) in ihren Untersuchungen heraus, daß die Eiablage sehr stark von der Größe einer Pflanze abhängt und die Blattfarbe nur von untergeordneter Bedeutung ist.

Anfälligkeit von Kohlsorten - Weißkohl

Auch zwischen den einzelnen getesteten Sorten innerhalb einer Kohlart traten signifikante Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber den verschiedenen Schädlingen auf. Unter den geprüften Weißkohlsorten fiel die Sorte 'Ismaninger' durch

einen sehr hohen Besatz an saugenden Insekten (*A. proletella* und *B. brassicae*) auf. Nicht korreliert waren Blattlaus- und Mumienbesatz, was auf einen unterschiedlichen Einfluß der Pflanzen auf den Schädling und die Parasiten hindeutet. Bei der Erforschung von Resistenzursachen sollte dieser Faktor nicht außer acht gelassen werden.

Bei den Weißkohlsorten konnte keine Korrelation zwischen Fraßschaden und Gesamtbefall an beißenden Insekten ermittelt werden. Dies deutet auf zwei voneinander unabhängige Größen hin. CHALFANT und BRETT (1967), die dieses Phänomen ebenfalls beobachteten, führten es auf eine unterschiedliche Wirtseignung der Sorten zurück. Betrachtet man den Befallswert der Sorten für die beißenden Hauptschädlinge, so wird deutlich, daß sich die Anfälligkeit der Sorten von Schädling zu Schädling sehr stark verändern kann. So zeigte sich zum Beispiel die Sorte 'Ismaninger' einerseits als sehr anfällig gegenüber der Kohleule und andererseits als eine der am wenigsten durch die Kohlmotte befallenen Sorten.

Rotkohl

Die Sorte 'Ruby Ball' erwies sich gegenüber der Mehligen Kohlblattlaus und der Kohlmottenschildlaus als die am wenigsten anfällige Rotkohlsorte. Darüber hinaus traten relativ große Sortenunterschiede in der Anfälligkeit gegenüber *A. proletella* auf, während dies bei *B. brassicae* nicht der Fall war. Im Mumienbesatz unterschieden sich die getesteten Rotkohlsorten nicht voneinander. Dadurch war der Parasitierungsgrad bei hohem Befall relativ geringer als bei niedrigem. Dies bedeutete, daß der Grad der Parasitierung auf der am wenigsten anfälligen Sorte fast doppelt so hoch war wie bei der Sorte mit dem höchsten Blattlausbefall.

Bei der Ermittlung des Fraßschadens traten in allen Versuchen signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Rotkohlsorten auf. Beim Befallswert mit beißenden Schädlingen war dies jedoch nur in einem einzigen Versuch festzustellen. Trotzdem ließ sich mit Ausnahme der Sorte 'Ruby Ball', die trotz eines sehr geringen Schädlingsbesatzes den höchsten Fraß-

schaden hatte, eine positive Korrelation zwischen Befall und Fraßschaden erkennen. Bei der Auswertung des Schädlingsbesatzes für die einzelnen Arten ließen sich bis auf einen Versuch, bei dem geringe signifikante Differenzen in der Anfälligkeit gegenüber *P. xylostella* auftraten, keine gesicherten Unterschiede ermitteln.

Wirsing

Bei den getesteten Wirsingsorten hatten die beiden frühen, weniger gekrausten und insgesamt auch etwas kleineren Sorten 'Resulta' und 'Marner Frühkopfwirsing' den geringsten Besatz an saugenden Insekten. Im Gegensatz zu den Beobachtungen bei Weißkohl und Rotkohl zeichnete sich bei Wirsing eine deutliche Korrelation zwischen Blattlaus- und Mumienbesatz ab. Bei der Ermittlung des Fraßschadens und des Befalls mit beißenden Insekten waren in allen Versuchen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Faktoren zu erkennen. Bei einem Teil der Versuche konnten gesicherte Unterschiede auch in der Anfälligkeit gegenüber den einzelnen beißenden Schädlingen beobachtet werden. Wie bereits bei Weißkohl festzustellen war, zeigten einzelne Wirsingsorten gegenüber den drei Hauptschädlingen einen unterschiedlichen Befall.

Die unterschiedliche Anfälligkeit einer Sorte gegenüber den verschiedenen Schädlingen erschwert die Züchtung von Sorten mit einer breiten Resistenz sehr, da Sorten mit einer spezifischen Resistenz gegenüber einzelnen Schaderregern bei einer Vielzahl von vorkommenden Schädlingen nur einen geringen praktischen Wert haben. Wie aus der Literatur und den eigenen Beobachtungen zu entnehmen ist, muß zudem davon ausgegangen werden, daß die unterschiedliche Anfälligkeit der Kohlarten und Sorten auf mehrere, verschiedenartige Faktoren zurückzuführen ist. Dabei beeinflussen sich die einzelnen Resistenzfaktoren vermutlich gegenseitig. Die Erforschung der Resistenzursachen wird daher zu einer sehr komplexen und schwierigen Aufgabe. Bei Kohl dürften Resistenzfaktoren wie Farbe, Form und Härte des

Blattes, Stärke der Wachsschicht, Pflanzengröße, Festigkeit des Kohlkopfes, Gehalt und Spektrum an Senfölglukosinolaten sowie der Gehalt an anderen ernährungsphysiologisch bedeutsamen Inhaltsstoffen von wesentlicher Bedeutung sein. Die genannten Faktoren können dabei das Verhältnis von Wirtspflanze, Schädling und Nützling in unterschiedlicher Weise beeinflussen.

Um Hinweise zur Bedeutung der einzelnen Faktoren zu erhalten, wurden neben der Prüfung der Sortimente einige begleitende Experimente durchgeführt.

Zierkohl

Durch den Anbau von 6 Zierkohlsorten mit unterschiedlicher Blattfärbung und verschiedenem Habitus sollte der Einfluß der Blattfarbe, sowie der Form des Blattes und der Aufbau des Blattwerkes auf den Schädlingsbefall studiert werden.

Die Ergebnisse zeigten, daß *A. proletella* eindeutig die rotgefärbten Formen bevorzugte. Dies steht in Einklang mit der beobachteten höheren Anfälligkeit von Rotkohl im Vergleich zu Weißkohl. Bei *B. brassicae* war der Befall auf beiden Farbvarianten annähernd ausgeglichen, wenn man von dem geringfügig höheren Befall auf den grün-weißen Sorten absieht. Beim Befall mit der Kohleule zeigten sich zwischen den beiden Farbvarianten, bis auf eine Ausnahme, bei der die rotblättrigen Sorten einen stärkeren Befall aufwiesen, keinerlei Unterschiede. Größere Differenzen traten beim Besatz mit der Kohlmotte auf, deren Befall auf den grün-weißen Sorten deutlich höher war als auf den rötlichen Varianten. Zierkohl wurde vom Kleinen Kohlweißling nur sehr schwach befallen, so daß klare Aussagen über eine unterschiedliche Anfälligkeit der beiden Farbvarianten nicht möglich sind. Lediglich in einem einzigen Versuch war erkennbar, daß die rötlichen Sorten weniger anfällig waren.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß der sehr geringe Befall von Rotkohl durch die beißenden Insekten bei *P. xylostella* und *P. rapae* wohl sehr stark mit der Färbung dieser

Kohlart zusammenhängt, während dies für *M. brassicae* nicht der Fall zu sein scheint.

Neben der Farbe hatten auch die Blattform und der Aufbau des Blattwerkes einen Einfluß auf den Schädlingsbefall. Die beiden Sorten mit den gekrausten und sehr dicht übereinander angeordneten Blättern waren am wenigsten von *A. proletella* und *B. brassicae* befallen. Die anderen Sorten mit glatten und geschlitzten Blättern und einem etwas lockeren Blattaufbau unterschieden sich in ihrer Anfälligkeit gegenüber der Mehligen Kohlblattlaus nicht, während an den Formen mit den geschlitzten Blättern ein deutlich höherer Besatz mit Kohlmottenschildläusen beobachtet wurde als auf der Variante mit den glatten Blättern. Der geringe Besatz an saugenden Insekten auf den krausblättrigen Sorten dürfte wohl in erster Linie auf die sehr dichte Anordnung des Blattwerkes zurückzuführen sein, die die Ausbreitung des Befalls auf diesen Pflanzen behinderte.

Beim Gesamtbefall mit beißenden Insekten wurden bei den Sorten mit den glatten Blättern die höchsten und an denen mit den gekrausten Blättern die niedrigsten Werte ermittelt. Die gleichen Unterschiede kamen auch in der Stärke des Fraßschadens zum Ausdruck. Unterschiede zwischen den einzelnen Schädlingen traten insofern auf, als der Befall mit der Kohleule im Durchschnitt auf den Sorten mit den geschlitzten Blättern und denen auf den gekrausten Blättern gleich war, während die verschiedenen Stadien der Kohlmotte auf den geschlitzten Varianten häufiger vorkamen als auf den gekrausten Varianten.

Laborversuche

THOMPSON (1963), sowie WAY und MURDIE (1965) beobachteten auf Markstamm- bzw. Rosenkohllinien mit einer geringeren Wachsschicht einen deutlich geringeren Besatz von *B. brassicae* und *A. proletella*. Wie die eigenen Laborversuche dazu zeigten, hatte eine Reduzierung der Wachsschicht bei Weißkohlpflanzen keinen Einfluß auf die Reproduktionsleistung der Mehligen Kohlblattlaus. Es ist daher anzunehmen, daß die

geringere Anfälligkeit dieser Pflanzen nicht auf einer Veränderung der Inhaltsstoffe beruht, sondern auf Unterschieden in der Attraktivität oder in einem höheren Prädatorenbesatz.

Bei der Prüfung von 18 kultivierten Kruziferenarten konnten bei *B. brassicae* erhebliche Unterschiede in der Reproduktionsleistung sowie in der Höhe der Mortalität beobachtet werden. Diese waren nicht miteinander korreliert, wie normalerweise anzunehmen wäre. In der Zahl der Nachkommen wurden zwischen den drei Kopfkohlarten keine gesicherten Unterschiede beobachtet.

In einem weiteren Laborversuch wurden verschiedene Wildpflanzen aus der Familie der Kruziferen, Resedaceen und Papaveraceen auf Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber *A. proletella*. *B. brassicae* und *P. xylostella* getestet. Hierbei zeigte sich, daß nur einige wenige Arten unter den Kreuzblütlern von den drei Schädlingen nicht befallen wurden. Daneben fiel die besondere Wirtseignung einiger Arten auf. Hierzu gehörten insbesondere einige in unseren Feldfluren weit verbreitete Unkrautarten, wie *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis* und *Thlaspi arvense*. Arten aus der Familie der Mohngewächse wurden ausschließlich von der Kohlmottenschildlaus befallen.

8.3. Untersuchungen zum Einsatz von mikrobiologischen Bekämpfungspräparaten

Als biologisches Bekämpfungsverfahren von Lepidopterenraupen im Kohlanbau ist die Anwendung von mikrobiologischen Präparaten am weitesten fortgeschritten. Für den praktischen Einsatz stehen den Anbauern in der Bundesrepublik Deutschland zur Zeit jedoch nur Präparate auf der Basis von *Bacillus thuringiensis* zur Verfügung. Diese Mittel besitzen eine hervorragende Wirkung gegen *Pieris*-Arten und die Kohlmotte (LANGENBRUCH 1979). Nicht bekämpfen lassen sich dagegen aufgrund ihrer sehr viel geringeren Empfindlichkeit gegenüber dem Pathogen die Larven der Kohleule, die im untersuchten

Anbaugebiet bei weitem den höchsten Anteil an den vorkommenden Lepidopterenraupen darstellten. Wie Versuche von GRÖNER und OVERBECK (1978), BURGERJON et al. (1979), INJAC und BURGERJON (1980) sowie von BUES et al. (1981) gezeigt haben, könnte diese Bekämpfungslücke durch den Einsatz eines speziellen Kernpolyedervirus der Kohleule geschlossen werden.

In den Jahren 1980 und 1981 wurden die Anwendung von *B. thuringiensis* und des Kernpolyedervirus unter natürlichen Befallsbedingungen im Freiland für das hiesige Anbaugebiet erprobt.

Die Ergebnisse des 1980 mit Wirsing durchgeführten Versuches zeigten, daß durch die alleinige Anwendung eines *B. thuringiensis*-Präparates eine mit einem Phosphorsäureester vergleichbare Wirkung erzielt werden kann. Der in den mit einem Pyrethroid behandelten Parzellen erzielte Wirkungsgrad wurde nicht erreicht. Gegenüber der alleinigen Anwendung des Bakterienpräparates erbrachte die zusätzliche Ausbringung der Kernpolyederviren in der Aufwandmenge von 1×10^{12} PIB/ha keine Verbesserung im Bekämpfungserfolg. Im Versuchsjahr 1981 wurde die Ausbringungsmenge an Kernpolyederviren um das 50-fache auf 5×10^{13} PIB/ha erhöht. Ferner wurde der Versuch parallel an zwei verschieden anfälligen Kohlsorten durchgeführt, um zu prüfen, ob die unterschiedliche Empfindlichkeit zweier Sorten einen Einfluß auf den Bekämpfungserfolg der verschiedenen Behandlungsvarianten hat. Wie die Ergebnisse des Versuches zeigen, unterschieden sich die beiden Sorten recht erheblich in der Höhe der durch Fraßschaden verursachten Qualitätseinbußen. So betrug der Prozentsatz an nicht vermarktungsfähigen Kohlköpfen in den Kontrollparzellen bei der anfälligeren Sorte 'Rheinherbst' (Wirsing) 67 % und bei der Sorte 'Septemberrot' (Rotkohl) nur 29 %. Bei beiden Sorten hatte die kombinierte Anwendung von *B. thuringiensis* und der Kernpolyederviren gegenüber 1980 einen sehr guten Bekämpfungserfolg, der dem in den mit einem Pyrethroid behandelten Parzellen sehr nahe kam. Lediglich in der Qualitätsklasse I lag der ermittelte Prozentsatz an Kohlköpfen

signifikant niedriger. Der Wirkungsgrad der alleinigen Ausbringung von *B. thuringiensis* war bei beiden Sorten unterschiedlich. Während bei der Wirsingsorte 'Rheinherbst' ein deutlicher Effekt gegenüber der Kontrolle festzustellen war, traf dies für die Sorte 'Septemberrot', die sich durch eine geringe Anfälligkeit der mit *B. thuringiensis* besonders gut bekämpfbaren Schädlinge *Pieris rapae* und *Plutella xylostella* auszeichnete, nicht zu.

8.4. Untersuchungen zur Wirksamkeit verminderter Insektizidaufwandmengen

Es ist nicht das Ziel eines integrierten Pflanzenschutzes, alle auftretenden Schädlinge restlos auszuschalten, sondern vorhandene Schädlingspopulationen nur soweit zu vermindern, daß die Schadensschwellen nicht überschritten werden. Dieses Ziel wird sich vielfach auch durch eine Dosis erreichen lassen, die unterhalb der zugelassenen Aufwandmenge liegt. Ein Risiko dieses Verfahrens besteht für den Anwender darin, daß die biologische Wirkung der Präparate durch den Hersteller oder Vertreiber der Mittel dann nicht mehr abgesichert ist. Demgegenüber steht jedoch eine Reihe von Vorteilen, wie Senkung der Ausgaben für Pflanzenschutzmittel, geringere Belastung der Umwelt sowie die Möglichkeit, daß vorhandene Nützlinge durch die Verringerung der Anfwandmengen weniger stark geschädigt werden. Diese Nützlinge könnten somit den Aufbau einer neuen Gradation verhindern oder zumindest so stark verzögern, daß die Zahl der Behandlungen verringert werden kann.

In einem Feldversuch wurde anhand einiger in der Praxis gebräuchlicher Insektizide die Wirksamkeit der Präparate bei verminderten Aufwandmengen getestet. Wie die Ergebnisse des Versuches zeigen, war bei den Präparaten DECIS und TAMARON eine Reduzierung der Aufwandmenge um 50 %, sowie bei LANNATE 25-WP um 25 % möglich, ohne daß ein Nachlassen der Wirkung gegen beißende Schädlinge erkennbar wurde. Dagegen war mit einer Verminderung der Insektiziddosis bei dem Mittel E 605 COMBI sofort eine signifi-

kant schlechtere Wirkung verbunden. In der Blattlausbekämpfung schnitt E 605 COMBI jedoch am besten ab. Hier war eine Verringerung der zugelassenen Aufwandmengen um 50 % bei gleichbleibender Effektivität möglich. Die anderen drei getesteten Mittel zeigten in diesem Versuch eine völlig unbefriedigende Blattlauswirkung. Bei LANNATE 25-WP und der niedrigsten getesteten Aufwandmenge von DECIS wurde sogar eine gegenüber der Kontrolle deutlich höhere Anzahl von stark befallenen Pflanzen ermittelt.

Eine Ursache hierfür liegt möglicherweise in der unterschiedlichen Wirksamkeit dieser Mittel auf die Mehlige Kohlblattlaus und ihrer natürlichen Gegenspieler.

8.5. Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems für den Kohlanbau

Wesentliche Grundlage für einen integrierten Pflanzenschutz ist die Anwendung von Schadensschwellen (BOSCH et al. 1976). Voraussetzungen hierfür sind jedoch detaillierte Kenntnisse über die Biologie und Populationsdynamik der Schädlinge und ihrer Gegenspieler, sowie genaue Informationen über die Beziehung zwischen der Befallsstärke und dem zu erwartenden Schaden (HOFFMANN et al. 1976, KRANZ und HAU 1981, PIMENTEL 1982).

Für den Gemüsebau ist die Erarbeitung von wirtschaftlichen Schwellenwerten aufgrund der zahlreichen Kulturen, die zudem erheblichen Ertrags- und Preisschwankungen unterworfen sind, sowie den hohen nationalen und internationalen Qualitätsanforderungen, die an die zu vermarktende Ware gestellt werden, mit vielen Problemen verbunden (BRADER 1974, CRÜGER 1979 und 1981, FRANZ 1973). Für die verschiedenen Gemüsekulturen lassen sich daher meist nur recht grobe und ungenaue Schwellenwerte angeben.

Ausgangspunkt für die Festlegung der Schwellenwerte ist die Annahme, daß ein Ertragsausfall bis zu einer Höhe von 3 oder 5 % toleriert werden kann, ohne daß größere wirtschaftliche Verluste auftreten (CRÜGER 1981, STRAKA 1979). Darüber hinaus

müssen die Werte für den Kohlanbau auf die einzelne Kohlart, Sorte, Lage, Anbauzeitpunkt sowie Art und Weise der Vermarktung abgestimmt werden. So liegt der tolerierbare Schädlingsbesatz bei einem für die Sauerkrautherstellung vorgesehenen Weißkohl wesentlich höher als beispielsweise bei Brokkoli, der für die Produktion von Tiefkühlgemüse bestimmt ist (CIAMPOLINI und ZONGHERI 1977/1978, ECKENRODE et al. 1981). Bei Brokkoli und Blumenkohl dringen die Schädlinge häufig in das Innere des Blütenstandes ein, ohne daß ein Befall von außen erkennbar ist, während an Weißkohlköpfen der Schaden sichtbar ist und gegebenenfalls durch Entfernen eines Teils der Blätter vermindert werden kann.

In der vorliegenden Arbeit wurden, von einem tolerierbaren Ertragsausfall von 5 % ausgehend sowie auf den für einzelne Schädlinge bereits vorhandenen Schwellenwerten aufbauend, vorläufige Bekämpfungsschwellenwerte für die wichtigsten an oberirdischen Organen von Kohlkulturen im Köln-Bonner Raum vorkommenden beißenden und saugenden Schädlinge (*Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella*, *Pieris rapae*, *Evergestis forficalis*, *Autographa gamma*, *Brevicoryne brassicae* und *Aleyrodes proletella*) erstellt und in einem Versuch erprobt. Bei der Bekämpfung der Schaderreger wurde der Einsatz eines breitwirksamen Präparates (E 605 COMBI) sowie die kombinierte Anwendung zweier spezifisch wirkender Mittel (DECIS und PIRIMOR) getestet. Die Applikation der Insektizide erfolgte nach Überschreiten der jeweiligen Gesamtbefallswerte für die beissenden und saugenden Insekten, in denen der Befall der einzelnen Schädlinge zusammengefaßt wurde. Darüber hinaus wurde der Versuch an zwei unterschiedlich anfälligen Kohlarten (Rotkohl und Wirsing) durchgeführt, um den Einfluß einer partiellen Wirtspflanzenresistenz auf eine Behandlung nach dem Bekämpfungsschwellenprinzip zu erproben.

Wie die Ergebnisse des Versuches zeigen, konnte bei der Bekämpfung der Schadlepidopteren mit dem Präparat DECIS bei beiden Kohlarten gegenüber einer routinemäßigen Bekämpfung im Abstand von 14 Tagen eine Behandlung eingespart werden.

Bei der Bekämpfung der saugenden Insekten ließ sich als Folge des im Versuchsjahr vorhandenen geringen Befallsdrucks durch *B. brassicae* die Zahl der Behandlungen mit PIRIMOR bei Wirsing um eine und bei Rotkohl sogar um drei reduzieren. Das breitwirksame Präparat E 605 COMBI mußte aufgrund seiner Schwäche in der Raupenbekämpfung routinemäßig eingesetzt werden.

Während die unterschiedliche Anfälligkeit der beiden Kohlarten gegenüber saugenden Insekten schon in der Anzahl der notwendigen Behandlungen zum Ausdruck kam, war dies bei den beißenden Insekten nur am Bekämpfungserfolg der eingesetzten Insektizide erkennbar. Beide Präparate (DECIS und E 605 COMBI) erzielten beim weniger anfälligen Rotkohl einen deutlich besseren Wirkungsgrad als bei Wirsing. Dieser Unterschied war bei E 605 COMBI mit 26 % am größten.

Aus den Versuchen lassen sich für die Entwicklung eines integrierten Bekämpfungssystems folgende Hinweise ableiten:

1. Neben den Hauptschädlingen ist bei einer Bestandsüberwachung das Auftreten einer Reihe von Nebenschädlingen zu beachten, um mögliche Massenvermehrungen dieser Arten rechtzeitig zu erkennen.

2. Mit Hilfe verschiedener Fallen läßt sich das zeitliche Auftreten der meisten Schädlinge erfassen, nicht jedoch die Höhe des Befalls. Eine Nutzung der Fallenfänge ist zur Zeit nur im Sinne einer Negativprognose möglich.

3. Bei Befall mit Mehliger Kohlblattlaus und Kohlmotte ist besonders auf das Vorhandensein von Nützlingen zu achten, da sie einen maßgeblichen Einfluß auf deren Populationsentwicklung haben können.

4. Herbstkulturen, wie Dauerwirsing, Grünkohl und Rosenkohl, sind durch einen Befall mit Mehliger Kohlblattlaus und Kohlmottenschildlaus besonders gefährdet. Ein Anbau dieser Kulturen sollte möglichst in großem Abstand von anderen Kruziferen erfolgen, um ein Übersiedeln der Schädlinge zu erschweren.

5. Beobachtungen zeigten, daß für eine Zahl von Schädlingen (Mehlige Kohlblattlaus, Kohlmottenschildlaus, Gammaeule und Braune Achateule) überwinternde Kohlkulturen eine wichtige Überdauerungsmöglichkeit darstellen. Durch rechtzeitiges Beseitigen oder Einarbeiten der Ernterückstände kann die Voraussetzung für eine Massenvermehrung der Schädlinge im Folgejahr wesentlich vermindert werden.

6. Auf die Möglichkeit einer Teilflächenbehandlung (z.B. Randbehandlung) weist die ungleichmäßige Befallsverteilung bei einigen Schädlingen hin.

7. Nebenwirte, insbesondere die weitverbreiteten Ackerunkräuter Ackerhellerkraut, Ackersenf und Hederich, sowie das Schöllkraut für die Kohlmottenschildlaus, können ein erhebliches Schädlingsreservoir darstellen.

8. Jungpflanzen sollten auf Schädlingsbesatz kontrolliert werden, da Beobachtungen zeigten, daß diese häufig einen Befall mit Grüner Pfirsichblattlaus und Kohlmottenschildlaus aufweisen.

9. Die unterschiedliche Anfälligkeit von Kohlarten und Sorten gibt Anhaltspunkte für eine weitere züchterische Bearbeitung sowie gewisse Nutzungsmöglichkeiten in einem integrierten Anbausystem.

10. Von den drei Kopfkohlarten Weißkohl, Rotkohl und Wirsing erwies sich letzterer als besonders anfällig gegenüber beißenden und saugenden Insekten. Der Anbau von Wirsing sollte daher bevorzugt in Gebieten oder Zeiten mit geringem Befallsdruck erfolgen.

11. Kohlarten (z.B. Wirsing und Chinakohl) mit lockerem Kopfaufbau und gekräuselten Blättern werden besonders stark geschädigt.

12. Frühe Sorten sind durch saugende Insekten weniger gefährdet, da durch die kurze Kulturdauer die Zahl der Generationen begrenzt bleibt.

13. Bei Blumenkohl und Brokkoli gestaltet das häufig unbemerkte Eindringen von Schädlingen ins Innere des Verkaufsproduktes die Bekämpfung anhand von Schwellenwerten besonders schwierig.

14. Eine zufriedenstellende Bekämpfung der Kohlschädlinge ist unter gewissen Voraussetzungen auch mit verminderten Aufwandmengen möglich.

15. Durch Routinespritzungen von Insektiziden mit schwacher Blattlauswirkung kam es in Einzelfällen zu einem erhöhten Befall durch die Mehlige Kohlblattlaus.

16. Durch die kombinierte Anwendung von *Bacillus thuringiensis* und des Kernpolyedervirus der Kohleule läßt sich eine ausreichende Bekämpfung der an Kohl schädlichen Raupen erreichen.

17. Für die wichtigsten Schädlinge wurden Bekämpfungsschwellen erstellt (s. Tab. 58 und 59). Sie sind den jeweiligen Gegebenheiten (Anbauzeit, Lage, Kohlart, Sorte, Art und Weise der Vermarktung, Nützlingsbesatz und Wirkungsspektrum der auszubringenden Mittel) anzupassen.

9. Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es, Grundlagen und Ansätze für die Entwicklung eines integrierten Systems zur Bekämpfung von Lepidopterenlarven und saugenden Insekten im Kohlanbau zu erstellen. Untersuchungen zur Populationsdynamik und Wirtspflanzenresistenz standen im Vordergrund.

Der Kohlanbau in der Bundesrepublik Deutschland umfaßt nahezu ein Drittel der gesamten Gemüseanbaufläche. Die größte Bedeutung haben die drei Kopfkohlarten Weißkohl, Rotkohl und Wirsing sowie Blumenkohl.

Bei den Untersuchungen wurde an oberirdischen Pflanzenteilen das Auftreten von 23 schädlichen Insektenarten (15 Lepidoptera, 7 Homoptera und 1 Hymenoptera) beobachtet. Zu grösseren Schäden kam es jedoch nur durch die nachstehenden 5 Arten (*Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella*, *Pieris rapae*, *Brevicoryne brassicae* und *Aleyrodes proletella*) . Zur Erforschung der Populationsdynamik wurden neben den wöchentlichen Erhebungen in Dauerbeobachtungsparzellen Licht-, Pheromon- und Farbfallen eingesetzt.

Bei der Prüfung der Kopfkohlarten erwies sich Wirsing als besonders anfällig gegenüber beißenden und saugenden Insekten. Am wenigsten befallen wurde Rotkohl. Auch zwischen den einzelnen Sorten einer Kohlart zeigten sich signifikante Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber den verschiedenen Schädlingen.

Durch den kombinierten Einsatz von mikrobiologischen Präparaten (*Bacillus thuringiensis* und Kernpolyedervirus der Kohleule) wurde eine zufriedenstellende Bekämpfung der schädlichen Raupen erzielt. Eine ausreichende Kontrolle der Larven von *M. brassicae* war nur mit einer relativ hohen Virusaufwandmenge (5×10^{13} PIB/ha) möglich.

In einem Freilandversuch zur Wirkung verminderter Insektizidaufwandmengen zeigte sich, daß bei einigen Mitteln eine

Verringerung der zugelassenen Aufwandmenge um 50 % möglich war, ohne daß sich die Wirksamkeit der Präparate wesentlich verschlechterte. Bei einzelnen Insektiziden mit schwacher Blattlauswirkung gab es Anzeichen dafür, daß sie die Populationsentwicklung von *B. brassicae* begünstigten.

Bekämpfungsschwellenwerte für die bedeutendsten Schädlinge wurden vergleichend an einer anfälligen Wirsingsorte und einer wenig empfindlichen Rotkohlsorte geprüft. Dabei ließ sich gegenüber einer routinemäßigen Insektizidanwendung (Spritzungen im Abstand von 14 Tagen) die Zahl der Behandlungen gegen beißende Insekten bei beiden Kohlarten um je eine , bei der Bekämpfung der saugenden Schädlinge bei Wirsing um eine und bei Rotkohl um drei reduzieren.

10. Summary

Investigations on population dynamics and integrated control of cabbage pests

The studies served the purpose of developing an integrated control system for Lepidoptera and Homoptera pests in cabbage crops. Research work concentrated on population dynamics and plant resistance.

In the Federal Republic of Germany cabbage crops occupy nearly one third of the total vegetable growing area. Most important brassicas are white cabbage, cauliflower, red cabbage and savoy.

During the investigations 23 different pest species (15 Lepidoptera, 7 Homoptera and 1 Hymenoptera) were observed in the field. Severe damage was caused only by the following 5 species: *Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella*, *Pieris rapae*, *Brevicoryne brassicae* and *Aleyrodes proletella*. For studying population dynamics weekly inspections in observation plots were done and additional different kinds of traps (light-, pheromone- and colour traps) were tested.

Field tests with cultivars of the three types of heading cabbage showed that savoy was the most susceptible and red cabbage the least susceptible one to both the chewing and sucking insects. Significant differences concerning the resistance to pests existed also between the cultivars of the various cabbage species.

A combined application of *Bacillus thuringiensis* and the nuclear polyhedrosis virus of *Mamestra brassicae* gave a satisfactory control of the caterpillars. For a sufficient suppression of cabbage moth larvae a high dose of virus (5×10^{13} PIB/ha) was required.

In a field trial where the effects of reduced insecticide doses were tested it was shown that for some insecticides a reduction up to 50 % of the recommended dose was possible without decreasing their efficiency. Some evidence was obtained that treatments of insecticides with a low efficay on aphids supported the population development of *Brevicoryne brassicae*.

Spraying thresholds for the most important pests were evaluated. They were tested in a field experiment comparing a very susceptible cultivar of savoy and a less susceptible red cabbage cultivar to study the range of these thresholds. In comparison with a fortnightly routine spraying schedule the number of applications controlling the chewing insects could be reduced by one for both crops. To control the sucking insects for savoy and for red cabbage respectively one and three applications less were necessary.

11. Danksagung

Die Arbeit wurde finanziell von der Kommission der Europäischen Gemeinschaft unterstützt.

10. Literaturverzeichnis

ADAS MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1979: Cabbage aphid. Advisory Leaflet 269, 8 pp.

AKINLOSOTU, T.A., 1977: Effect of temperature on the biological activities of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) and its primary parasite *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae). Niger. J. Pl. Prot. 3, 111-115.

ARN, H., 1982: schriftliche Mitteilung vom 26. 2. 1982.

ARN, H.; RAUSCHER, S. und A. SCHMIDT, 1979: Sex attractant formulations and traps for the grape moth *Eupoecilia ambiguella* Hb. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 52, 49-55.

BÄHRMANN, R., 1973: Öko-faunistische Untersuchungen an Mottenschildläusen (Homoptera, Aleyrodina) in der Umgebung von Jena/Thüringen. Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ. Jena Math.-Naturwiss. R. 22, 507-517.

BIELKA, R., 1969: Feldgemüsebau. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 469 pp.

BONNEMAISON, L., 1965: Insect pests of crucifers and their control. Ann. Rev. Entomol. 10, 233-256.

BOSCH, J.; EL TITI, A.; KLETT, W. und H. STEINER, 1976: Ermittlung und Anwendung wirtschaftlicher Schadensschwellen im Pflanzenschutz. Z. angew. Entomol. 82, 1-9.

BRADER, L., 1974: The present status of integrated control of pests. Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent 39, 345-365.

BREDERLOW, H., 1981: Zum Auftreten des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.) an Sommerraps. Gesunde Pflanzen 33, 140-141.

BROMAND, B., 1980: Investigations on the biological control of the cabbage rootfly (*Hylemyia brassicae*) with *Aleochara bilineata*. In: Integrated control in brassica crops. WPRS Bulletin 1980/III/1, 49-62.

BUES, R. und S. POITOUT, 1980: Étude du développement larvaire et nymphal de *Phlogophora meticulosa* L. (Lep. Noctuidae) sous différentes interactions contrôlées de températures et de durées d'éclairement. Acta Oecologica 1, 127-138.

BUES, R.; POITOUT, H.-S.; INJAC, M. und A. BURGERJON, 1981: Trois années d'expérimentation du virus de la polyédrose nucléaire pour la lutte contre *Mamestra brassicae* (Lep. Noctuidae) en culture de choux-fleurs. Def. Vegetaux 210, 283-293.

BURGERON, A.; BUES, R. und S. POITOUT, 1979: Essai en culture de choux-fleurs du virus de la polyédrose nucléaire de *Mamestra brassicae* (Lep.: Noctuidae). Entomophaga 24, 153-161.

BUHL, C. und F. SCHÜTTE, 1971: Prognose wichtiger Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 364 pp.

CAYROL, R., 1975: Influence de diverses combinaisons des photophases de 8 heures et de 16 heures sur les processus de développement et de croissance chez les larves d'*Amathes c-nigrum* (Lep.: Noctuidae). Esquisse d'une théorie concernant un type de dormance. Ann. Zool. Ecol. Animale 7, 321-330.

CHALFANT, R. B. und C. H. BRETT, 1967: Interrelationship of cabbage variety, season, and insecticide on control of the cabbage looper and the imported cabbage worm. J. Econ. Entomol. 60, 687-690.

CHUA, T. H., 1977: Population studies of *Brevicoryne brassicae* (L.), its parasites and hyperparasites in England. Res. Populat. Ecol. 19, 125-139.

CHUA, T. H., 1978: A model of an aphid-parasite-hyper-parasite system, with reference to timing of attack. Malaysian Agr. J. 51, 375-386.

CIAMPOLINI, M. und S. ZANGHERI, 1977/1978: Gravi e tipici danni di *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera, Noctuidae) alle coltivazioni di cavalo broccolo nel Foggiano Boll. Zool. Agrar. Bachicolt. Ser. 2, 14, 173-179.

COAKER, T. H., 1980: Insect pest management in brassica crops by inter-cropping. In: Integrated control in brassica crops. WPRS Bulletin 1980/III/1, 117-125.

CRÜGER, G., 1972: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 320 pp.

CRÜGER, G., 1979: Schadensschwellen als Grundlage für einen Integrierten Pflanzenschutz im Gemüsebau. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem H. 191, 113-119.

CRÜGER, G., 1981: Pflanzenschutz im Feldgemüsebau - ein Stiefkind? Pflanzenschutz-Praxis No. 1, 40-44.

CRÜGER, G., 1983: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl. (im Druck).

DICKSON, M. H. und C. J. ECKENRODE, 1975: Variation in *Brassica oleracea* resistance to cabbage looper and imported cabbage worm in the greenhouse and field. J. Econ. Entomol. 68, 757-760.

DICKSON, M. H. und C. J. ECKENRODE, 1981: Breeding for resistance to lepidopterous pests in cabbage and cauliflower. In: Breeding for resistance to insects and mites. WPRS Bulletin 1981/IV/1, 101-104.

DREES, H., 1953: Massenauftreten der Kohl-Mottenschildlaus. Gesunde Pflanzen 5, 270-271.

DUNN, J. A. und D. P. H. KEMPTON, 1971: Differences in susceptibility to attack by *Brevicoryne brassicae* (L.) on brussels sprouts. Ann. appl. Biol. 68, 121-134.

DUNN, J. A. und D. P. H. KEMPTON, 1976: Varietal differences in the susceptibility of brussels sprouts to lepidopterous pests. Ann. appl. Biol. 82, 11-19.

DYURICH, G. F. und SH. M. GRINDBERG, 1979: (Parasitism of egg-masses). In Ru., Zashchita Rastenii No. 12, 31, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 68, 5096.

ECKENRODE, C. J.; ANDALORO, J. T. und A. M. SHELTON, 1981: Suppression of lepidopterous larvae in commercial sauerkraut cabbage fields and research plots. J. Econ. Entomol. 74, 276-279.

EL TITI, A., 1977: Die Ermittlung der wirtschaftlichen Schadensschwelle für die Kleine Kohlfliege (*Erioischia brassicae* Bouché) im Blumenkohlanbau. I. Beziehung zwischen Schädlingsdichte, chemischer Bekämpfung und Ertrag. II. Quantifizierung der Eimortalität. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 84. 65-77 und 78-83.

EL TITI, A., 1979: Weitere Untersuchungen zur Frage der wirtschaftlichen Schadensschwelle für die Kleine Kohlfliege (*Erioischia brassicae* Bouché) im Blumenkohlanbau. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 86, 65-74.

EL TITI, A., 1980: Die Veränderung der Kohlfliegenmortalität als Folge der chemischen Bekämpfung von anderen Kohlschädlingen. Z. angew. Entomol. 90, 401-412.

EMDEN, H. F. VAN und C. H.WEARING, 1965: The role of the aphid host plant in delaying economic damage levels in crops. Ann. appl. Biol. 56, 323-324.

ENCKE, F.; BUCHHEIM, G. und S. SEYBOLD, 1979: Zander Handwörterbuch der Pflanzennamen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 844 pp.

FINLAYSON, D. G.; MACKENZIE, J. R. und C. J. CAMPBELL, 1980: Interactions of insecticides, a carabid predator, a staphylinid parasite, and cabbage maggots in cauliflower. Environ. Entomol. 9, 789-794.

FINCH, S.; FREULER, J. und E. STÄDLER, 1980: Trapping *Hylemyia brassicae* adults. In: Integrated control in brassica crops. WPRS Bulletin 1980/III/1, 11-17.

FLORE, J. A. und M. J. BUKOVAC, 1974: Pesticide effects on the plant cuticle: I. Response of *Brassica oleracea* L. to EPTC as indexed by epicuticular wax production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99, 34-37.

FLORE, J. A. und M. J. BUKOVAC, 1976: Pesticide effects on the plant cuticle: II. EPTC effects on leaf cuticle morphology and composition in *Brassica oleracea* L.. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101, 586-590.

FORSTER, W. und T. A. WOHLFAHRT, 1971: Die Schmetterlinge Mitteleuropas, Bd. IV Eulen (Noctuidae). Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 329 pp.

FRANKE, W., 1981: Nutzpflanzenkunde. Thieme Verlag Stuttgart, 470 pp.

FRANZ, J. M., 1973: Gedanken zum integrierten Pflanzenschutz im Acker- und Gemüsebau. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 80, 3-12.

FRANZ, J. M.; MEINERT, G.; PLATE, H.-P.; SCHMIDT, H.; SCHÜTTE, F.; THIEDE, H. und R. WACHENDORFF, 1980: Integrierter Pflanzenschutz. AID Auswert.-Informationd. Ernährung Landwirtsch. Forsten, Bonn, H. 32, 48 pp.

FRITZSCHE, R., 1978: Pflanzenschädlinge, Bd. 9 Hautflügler. Neumann-Verlag, Leipzig und Radebeul, 212 pp.

FRITZ, D. und W. STOLZ, 1973: Erwerbsgemüsebau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 256 pp.

FRITZ, D.; VENTER, F. und J. WEICHMANN, 1980: Gemüsebau. In: Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft (Ed.): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, Bochum, 334-351.

GAEDIKE, R., 1980: Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lepidoptera - Pyraustinae. Beitr. Entomol. 30, 41-120.

GLAS, P. C.; SMITS, P. H.; VLAMING, P. und J. C. VAN LENTEREN, 1981: Biological control of lepidopteran pests in cabbage crops by means of inundative releases of *Trichogramma* species (*T. evanescens* Westwood and *T. cacoeciae* March): a combination of field and laboratory experiments. Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent 46, 487-497.

GOODWIN, S., 1979: Changes in numbers in the parasitoid complex associated with the diamond-back moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera), in Victoria. Austral. J. Zool. 27, 981-989, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 68, 5658.

GOSSARD, T. W. und R. E. JONES, 1977: The effects of age and weather on egg-laying in *Pieris rapae* L.. J. appl. Ecol. 14, 65-71.

GRÖNER, A. und H. OVERBECK, 1978: Freilandversuche zur Bekämpfung der Kohleule (*Mamestra brassicae* L., Lep. Noctuidae) mit einem Kernpolyedervirus. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 30, 7-12.

HAFEZ, M., 1961: Seasonal fluctuations of population density of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) in the Netherlands, and the role of its parasite, *Aphidius* (*Diaeretiella*) *rapae* (Curtis). Neth. J. Plant. Pathol. 67, 445-548.

HAMILTON, J. T., 1979: Seasonal abundance of *Pieris rapae* (L.), *Plutella xylostella* (L.) and their diseases and parasites. General appl. Entomol. 11, 59-66, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 68, 1497.

HARCOURT, D. G., 1960: Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae), in Eastern Ontario, III. Natural enimies. Can. Entomol. 92, 419-428.

HARCOURT, D. G., 1961: Major mortality factors in the population dynamics of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae). Mem. Entomol. Soc. Canada 32, 55-66.

HASSAN, S. A., 1969: Obversations on the effect of insecticides on coleopterous predators of *Erioischia brassicae* (Diptera: Anthomyiidae). Entomol. exp. appl. 12, 157-168.

HASSAN, S. A., 1973: The effect of insecticides on *Trybliographa rapae* West. (Hymenoptera: Cynipidae), a parasite of the cabbage root fly *Hylemya brassicae* (Bouché). Z. angew. Entomol. 73, 93-102.

HASSAN, S. A., 1982: Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, persönliche Mitteilung.

HEDDERGOTT, H., 1963: Zum Massenauftreten der Gammaeule im Jahre 1962. Gesunde Pflanzen 15, 5-10.

HEINICKE, W. und C. NAUMANN, 1980: Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lepidoptera - Noctuidae. Beitr. Entomol. 30, 385-448.

HEINICKE, W. und C. NAUMANN, 1981a: Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lepidoptera - Noctuidae. Beitr. Entomol. 31, 83-174.

HEINICKE, W. und C. NAUMANN, 1981b: Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lepidoptera - Noctuidae. Beitr. Entomol. 31, 341-448.

HEINZE, K., 1974: Leitfaden der Schädlingsbekämpfung, Bd. I Schädlinge und Krankheiten im Gemüsebau. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 360 pp.

HERTVELDT, L.; VAN KEYMEULEN, M. und C. PELERENTS, 1980: Development of the sterile insect release method against the cabbage rootfly, *Delia brassicae* B. in north Belgium. In: Integrated control in brassica crops. WPRS Bulletin 1980/III/1, 63-87.

HOFFMANN, G. M.; NIENHAUS, F.; SCHÖNBECK, F.; WELTZIEN, H. C. und H. WILBERT, 1976: Lehrbuch der Phytomedizin. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 490 pp.

HONEK, A., 1979: Regulation of diapause, number of instars, and body growth in the moth species *Amathes c-nigrum* (Lepidoptera: Noctuidae). Entomologia Generalis 5, 221-229, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 68, 1202.

HORSTMANN, K., 1969: Typenrevision der europäischen Arten der Gattung *Diadegma* Foerster (syn. *Angitia* Holmgren). Beitr. Entomol. 19, 413-472.

HUGHES, R. D., 1963: Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). J. Animal. Ecol. 32, 393-424.

IBPGR INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES, 1981: IBPGR Secretariat Consultation on the Genetic Resources of Cruciferous Crops. IBPGR Secretariat, Rom, 48 pp.

IHEAGWAM, E. U., 1978: Effects to temperature on development of the immature stages of the cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae). Entomol. exp. appl. 23, 91-95.

IHEAGWAM, E.U., 1980: Influence of host plant (*Brassica* species) and temperature on population increase of the cabbage whitefly *Aleyrodes brassicae*. Ann. appl. Biol. 95, 273-278.

IHEAGWAM, E. U., 1981: The relationship between weight of insect, age, hardness and nitrogen content of cabbage leaves and fecundity of the cabbage whitefly, *Aleyrodes brassicae* Wlk. (Homoptera, Aleyrodidae). Z. angew. Entomol. 91, 349-354.

JACOBS, W. und M. RENNER, 1974: Taschenlexikon zur Biologie der Insekten. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 635 pp.

KANERVO, V., 1936: Kaalikoi (*Plutella maculipennis* Curt.) ristikukkaiskasvien tuholaisena Suomessa. In Fi., Agricultural experiment activities of the state, Publication No. 86, 86 pp.

KANERVO, V., 1949: On the epidemiology of the diamond back moth (*Plutella maculipennis* Curt.). Ann. Entomol. Fenn. 14, 99-105.

KENNEDY, G. G. und M. F. ABOU-GHADIR, 1979: Bionomics of the turnip aphid on two turnip cultivars. J. Econ. Entomol. 72, 754-757.

KLINGAUF, F.; SENGONCA, C. und H. BENNEWITZ, 1972: Einfluß von Sinigrin auf die Nahrungsaufnahme polyphager und oligophager Blattlausarten (Aphididae). Oecologia 9, 53-57.

KO, L. T. und J. C. FANG, 1979: (Studies on the biology of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L.: life history annual generations and temperature relations). In Ch., Acta Entomol. Sin. 22, 310-319, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 68, 2467.

KOCH, M., 1958: Wir bestimmen Schmetterlinge, Bd. III: Eulen Deutschlands. Verlag Neumann, Radebeul und Berlin, 291 pp.

KOCH, M., 1976: Wir bestimmen Schmetterlinge, Bd. IV: Spanner, Verlag Neumann-Neudamm, Melsungen, 291 pp.

KOSHIHARA, T. und H. YAMADA, 1980: (Attractant activity of the female sex pheromone of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), and analogue). In Ja., Japan. J. appl. Entomol. Zool. 24, 6-12, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 69, 313.

KOTTE, W., 1960: Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 374 pp.

KRÄMER, K., 1963a: Zur Biologie der Kohleule (*Barathra* (*Mamestra*) *brassicae* L.). Gesunde Pflanzen 15, 67-73.

KRÄMER, K., 1963b: Zum Auftreten der Gammaeule, *Phytometra* (*Plusia*) *gamma* L.. Anz. Schädlingsk. Pflanzensch. Umweltsch. 36, 175-177.

KRANZ, J. und B. HAU, 1981: Wie gewinnt man wirtschaftliche Schadensschwellen? DLG-Mitteilungen 96, 667-669.

KUCKUCK, H., 1979: Gartenbauliche Pflanzenzüchtung. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 194 pp.

LAGOWSKA, B., 1981: (Ichneumonidae and Braconidae (Hymenoptera) as parasites of small cabbage moth - *Plutella maculipennis* Curt. (Lepidoptera, Plutellidae)). In Pl., Pol. Pismo Entomol. 51, 355-362, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 70, 1586.

LAMPERT, K., 1907: Die Großschmetterlinge und Raupen Mitteleuropas. Schreiber Verlag, Stuttgart, 305 pp.

LANGENBRUCH, G. A., 1979: Die Verwendung des *Bacillus thuringiensis* in der Bundesrepublik Deutschland und Aspekte zu seiner Bedeutung in Europa. Gesunde Pflanzen 31, 315-321.

LANGENBRUCH, G. A., 1982: Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt, persönliche Mitteilung.

LATHEEF, M. A. und R. D. IRWIN, 1979: Factors affecting oviposition of *Pieris rapae* on cabbage. Environ. Entomol. 8, 606-609.

LARA, F. M.; MAYOR, J. JR.; COELHO, A. und J. B. FORNASIER, 1978: Resistência de variedades de couve a *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). I. Preferência em condicoes de campo e laboratorio. In Pt., Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 7, 175-182.

LARA, F.M.; COELHO, A. und J. JR. MAYOR, 1979: Resistência de variedades de couve a *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). II Antibiose. In Pt., Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 8, 217-223.

LEUCHS, F. und E. STEIN, 1955: Die Kohl-Mottenschildlaus *Aleurodes brassicae* Walk.. Rhein. Monatsschr. Gemüse Obst Schnittbl. 43, 179.

LYNEBORG, L. und N. JØNSSON, 1975: Nachtfalter. BLV Verlagsgesellschaft, München, 160 pp.

MAACK, G., 1977: Schadwirkung der Kleinen Kohlfliege (*Phorbia brassicae* Bouché) und Möglichkeiten zur Reduzierung des Insektizidaufwandes bei der Bekämpfung. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem H. 177, 135 pp.

MADGE, D. S., 1962: The biology of the cutworm *Tryphaena pronuba* L. (Lepidoptera: Noctuidae). Entomol. exp. appl. 5, 261-269.

MOUND, L. A. und S. H. HALSEY, 1978: Whitefly of the world. British Museum (Natural History), Publication No. 787, 340 pp.

NAULT, L. R. und W. E. STYER, 1972: Effects of sinigrin on host selection by aphids. Entomol. exp. appl. 15, 423-437.

NIEUWHOF, M., 1969: Cole crops. Leonard Hill, London, 353 pp.

NOLL, J., 1962: Über die Begrenzungsfaktoren für die Massenvermehrung von *Mamestra brassicae* L. (Kohleule). Symposium: Pflanzenschutz im Gemüsebau im Inst. f. Phytopathol. Aschersleben 21.-22.6.1961, Tagungsber. der DAL No. 51, 33-44.

NOLL, J., 1963: Über den Einfluß der Temperatur auf die Lebensdauer der Imagines, auf Beginn, Verlauf und Dauer der Eiablage, sowie auf die Eizahlen (Eiproduktion) bei der Kohleule (*Mamestra* (*Barathra*) *brassicae*) und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Schädlings. Nachrichtenbl. Pflanzenschutzd. DDR 17, 9-24.

NYFFELER, M. und G. BENZ, 1981: Freilanduntersuchungen zur Nahrungsökologie der Spinnen: Beobachtungen aus der Region Zürich. Anz.Schädlingsk. Pflanzensch. Umweltsch. 54, 33-39.

OOI, P. A. C., 1979: Incidence of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera, Yponomeutidae) and its parasite *Apanteles plutellae* Kurdj. (Hymenoptera, Braconidae), in Cameron Highlands, Malaysia. Malaysia appl. Biol. 8, 131-143, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 69, 2436.

PAINTER, R. H., 1958: Resistance of plants to insects. Ann. Rev. Entomol. 3, 267-290.

PETERS, R., 1977: Die Metamorphose der Mottenschildläuse. Mikrokosmos 66, 137-143.

PIMENTEL, D., 1961: The influence of plant spatial patterns on insect populations. Ann. Entomol. Soc. Amer. 54, 61-69.

PIMENTEL, D., 1982: Perspectives of integrated pest management. Crop Protection 1, 5-26.

POITOUT, S. und R. BUES, 1978: La noctuelle du chou. Déf. Végétaux 193, 3-15.

PULS, K. E., 1982: Agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle Bonn, persönliche Mitteilung.

PUTNAM, L. G., 1968: Experiments in the quantitative relations between *Diadegma insularis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Microplitis plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) with their host *Plutella maculipennis* (Lepidoptera: Plutellidae). Can. Entomol. 100, 11-16.

RADCLIFFE, E. B. und R. K. CHAPMAN, 1965a: Seasonal shifts in the relative resistance to insect attack of eight commercial cabbage varieties. Ann. Entomol. Soc. Amer. 58, 892-897.

RADCLIFFE, E. B. und R. K. CHAPMAN, 1965b: The relative resistance to insect attack of three cabbage varieties at different stages of plant maturity. Ann. Entomol. Soc. Amer. 58, 897-902.

RADCLIFFE, E. B. und R. K. CHAPMAN, 1966a: Plant resistance to insect attack in commercial cabbage varieties. J. Econ. Entomol. 59, 116-120.

RADCLIFFE, E.B. und R. K. CHAPMAN, 1966b: Varietal resistance to insect attack in various cruciferous crops. J. Econ. Entomol. 59, 120-125.

REICH, R., 1961: Beiträge zur Biologie der Rübsenblattwespe (*Athalia rosae* L.). Nachrichtenbl. Pflanzenschutzd. DDR, 15, 161-175.

RUDDER, J. D. und C. H. BRETT, 1967: Resistance of commercial cruciferous varieties to larvae of the diamondback moth in the coastal plain of North Carolina. J. Econ. Entomol. 60, 1272-1275.

SCHALK, J. M.; CREIGHTON, C.S.; FERY, R. L.; SITTERLY, W. R.; DAVIS, B.W.; MCFADDEN, T.L. und A. DAY, 1979: Reflective film mulches influences insect control and yield in vegetables. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104, 759-762.

SCHICKE, P. und J. O'SVATH, 1977: Verrechnung von Mehrklassen-Befallsbonitierungen. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 84, 1-17.

SCHMIDT, M., 1964: Pflanzenschutz im Gemüsebau. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 336 pp.

SCHUMACHER, H., 1972: Die Weiße Fliege und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung. Rhein. Monatsschr. Gemüse Obst Schnittbl. 60, 248.

SCHWÄHN, P.; TROMMER, R.; TREICHEL, F. und K. RÖDER, 1980: Methodische Anleitung zur Schaderreger- und Bestandsüberwachung im Feldgemüsebau. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Marklee-berg, 80 pp.

SCHWITULLA, H., 1963: Zur Gradation der Gammaeule *Phytometra* (Plusia) *gamma* L.. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 70, 513-532.

SEDLAG, U., 1958: Beobachtungen über das Auftreten der Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae* L.) im Sommer 1957. Nachrichtenbl. Pflanzenschutzd. DDR 12, 73-77.

SEDLAG, U., 1964: Zur Biologie und Bedeutung von *Diaeretiella rapae* (McIntosh) als Parasit der Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae* L.). Nachrichtenbl. Pflanzenschutzd. DDR 18, 81-86.

SHAH, M. A., 1980: Beutesuchverhalten von Coccineliden. Diss. Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim, 91 pp.

SPEYER, W., 1950: Tierische Schädlinge der Kohlpflanzen. Biologische Bundesanstalt, Braunschweig, Flugblatt H3, 12 pp.

STEIN, E., 1973: Untersuchungen über Vorkommen und Lebensweise der Kohlmottenschildlaus in Südbaden. Gesunde Pflanzen 25, 205-206.

STRAKA, F., 1979: (The level of economic damage caused by leaf-gnawing pests during the first half of the vegetation period of cabbage and cauliflower). In Bg., Gradinarska Lozarska Nauka 16, 84-92, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 68, 4022.

STRUBBLE, D.L.; ARN, H.; BUSER, H. R.; STÄDLER, E. und J. FREULER, 1980: Identification of 4 sex pheromone components isolated from calling females of *Mamestra brassicae*. Z. Naturforsch. Sect. C. 35, 45-48.

SUPERAK, T., 1974: Resistance in cabbage to the imported cabbageworm. Proc. National Crucifer Improvement Cooperative Meeting (7.10.1974) in Geneva, New York, 13-15.

THEUNISSEN, J. und H. DEN OUDEN, 1980: Effects of intercropping with *Spergula arvensis* on pests of brussels sprouts. Entomol. exp. appl. 27, 260-268.

THOMPSON, K. F., 1963: Resistance to the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) in brassica plants. Nature (London) 198, 209.

TSUNODA, S., 1980: Eco-physiology of wild and cultivated forms in *Brassica* and allied genera. In: TSUNODA, S., HINATA, K. und C. GOMEZ-CAMPO (Eds.): Brassica crops and wild allies. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 109-120.

UNRUH, M., 1974: Anleitung für die Beobachter des Pflanzenschutz-Warndienstes. Schriftenreihe der Landwirtschaftskammer Rheinland, Bonn-Bad Godesberg, 213 pp.

VANHAECKE, M. und D. DEGHEELE, 1979: Determination of the number of larval instars and characterization of phases within the last larval instar of laboratory reared Noctuidae. Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent 44, 65-74.

VINCENT, C. und R. K. STEWART, 1980: Niveau de dommage économique de la mouche du chou, *Hylemya* (*Delia*) *brassicae* (Wiedemann) Diptera: Anthomyiidae), attaquant le chou. Phytoprotection 61, 107-113.

VOERMAN, S., 1979: Synthesis, purification, and field screening of potential insect sex pheromones. In: RITTER, F. J. (Ed.): Chemical ecology: Odour communication in animals. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 353-363.

VOERMAN, S., 1982: schriftliche Mitteilung vom 25. 2. 1982.

WAY, M. J.; MURDIE, G. und D. J. GALLEY, 1969: Experiments on integration of chemical and biological control of aphids on brussels sprouts. Ann. appl. Biol. 63, 459-475.

WETZEL, T.; GHANIM, A.E. und B. FREIER, 1981: Zur Bedeutung von Prädatoren und Parasiten für die Überwachung und Bekämpfung von Blattläusen in Getreidebeständen. Nachrichtenbl. Pflanzenschutzd. DDR 35, 239-244.

WILBERT, H., 1980a: Der Einfluß resistenter Pflanzen auf die Populationsdynamik von Schadinsekten. Z. angew. Entomol. 83, 298-314.

WILBERT, H., 1980b: Ursachen und Bedeutung der Resistenz von Kulturpflanzen gegen tierische Schädlinge. In: DGQ Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Ed.): Qualitätsbeeinflussende Faktoren pflanzlicher Nahrungsmittel: Mykotoxine, Phytoalexine, Repellentien, XVI. Vortragstagung der DGQ vom 20.-21. 3. 1980 in Hamburg, 64-78.

YASTREBOV, I. O., 1978: (The role of certain ecological factors in the control of cabbage pests). In Ru., Vestnik Zoologii No. 1, 84-87, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 66, 5033.

YASTREBOV, I. O., 1979: (Enemies of cabbage pests). In Ru., Zashchita Rastenii No. 1, 34, ref. aus: Rev. appl. Entomol.(A) 67, 3886.