

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



Untersuchungen zum Einsatz von
Trichogramma dendrolimi Matsumura
(Hym., Trichogrammatidae)
zur Bekämpfung von Tortriciden im Apfelanbau

Dr. Carmen Wetzel *

Dr. E. Dickler *

Dr. S. A. Hassan **

Sylvia Wrzeciono ***

* Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Pflanzenschutz im Obstbau, Dossenheim

** Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft; Darmstadt
Institut für biologischen Pflanzenschutz

*** Conrad Appel GmbH, Darmstadt

Heft 313

Berlin 1995

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

Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH Berlin/Wien
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3075-7

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Untersuchungen zum Einsatz von *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) zur Bekämpfung von Tortriciden im Apfelanbau / hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.
Carmen Wetzel...– Berlin; Wien: Blackwell-Wiss.-Verl. [in Komm.], 1995.

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 313)

ISBN 3-8263-3075-7

NE: Wetzel, Carmen; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <Berlin; Braunschweig>:
Mitteilungen aus der...

Die Untersuchungen wurden vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziell unterstützt.

© 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 Funk-sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungs-pflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1995 Kommissionsverlag Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH Berlin/Wien, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin
Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin

Inhaltsverzeichnis

1.1. Aufgabenstellung	5
1.1.1. Biologie des Nützlings und der Zielorganismen	7
1.1.1.1. <i>Trichogramma dendrolimi</i>	7
1.1.1.2. <i>Adoxophyes orana</i>	7
1.1.1.3. <i>Cydia pomonella</i>	8
1.2. Voraussetzungen unter denen die Arbeit durchgeführt wurde	9
1.2.1. Im Laborbereich, BBA Darmstadt	9
1.2.2. Im Zuchtbereich, Fa. Conrad Appel	9
1.2.3. Im Freilandbereich, BBA Dossenheim	11
1.2.3.1. Versuchsflächen	11
1.2.3.1.1. BBA Dossenheim	11
1.2.3.1.2. Nierstein	12
1.2.3.1.3. Bonn-Alfter	14
1.2.3.1.4. Heidelberg-Kirchheim	15
1.3. Planung und Ablauf der Arbeit	16
1.3.1. Screeningversuche im Labor	16
1.3.1.1. Präferenztest	16
1.3.1.2. Suchleistungstest	18
1.3.2. Bekämpfungsversuche im Freiland	18
1.3.2.1. <i>Trichogramma</i> -Einsatz	18
1.3.2.2. Spritzungen	19
1.3.2.3. Erfolgskontrolle	23
1.3.3. Freilanduntersuchungen zur Optimierung des <i>Trichogramma</i> -Einsatzes	23
1.3.3.1. Dispersion von <i>T. dendrolimi</i>	23
1.3.3.1.1. Horizontale Dispersion in einer Pillaranlage	24
1.3.3.1.1.1. mit Wirtseiern ab Beginn des <i>Trichogramma</i> -Schlupfes	24
1.3.3.1.1.2. mit Wirtseiern 8 Tage nach dem <i>Trichogramma</i> -Schlupf	24
1.3.3.1.2. Vertikale Dispersion in einer Pillaranlage	24
1.3.3.1.2.1. mit Wirtseiern ab Beginn des <i>Trichogramma</i> -Schlupfes	24
1.3.3.1.2.2. mit Wirtseiern 8 Tage nach dem <i>Trichogramma</i> -Schlupf	25
1.3.3.1.3. Dispersion in einer lichten Rundkrone	25
1.3.3.2. Untersuchungen zur Präferenz gegenüber verschiedenen Pflanzenteilen	25
1.3.3.3. Parasitierung von <i>A. orana</i> -Eigelegen im Freiland	26
1.3.3.4. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt der Ausbringungseinheiten	27
1.3.3.4.1. auf den Inhalt der Schachtel	27
1.3.3.4.2. auf den Inhalt des Umschlages	27
1.4. Wissenschaftliche und technische Methoden an die angeknüpft wurden	28
2. Ergebnisse	29
2.1. Laboruntersuchungen	29
2.1.1. Präferenztest	29
2.1.2. Suchleistungstest	32
2.2. Massenzucht	33

2.3. Freilanduntersuchungen	34
2.3.1. Bekämpfungsversuche	34
2.3.2. Untersuchungen zur Optimierung des <i>Trichogramma</i> -Einsatzes	53
2.3.2.1. Dispersion von <i>T. dendrolimi</i> in einer Pillaranlage	53
2.3.2.1.1. Horizontale Dispersion	53
2.3.2.1.1.1. mit Wirtseiern ab Beginn des <i>Trichogramma</i> -Schlupfes	53
2.3.2.1.1.2. mit Wirtseiern 8 Tage nach dem <i>Trichogramma</i> -Schlupf	55
2.3.2.1.2. Vertikale Dispersion	57
2.3.2.1.2.1. mit Wirtseiern ab Beginn des <i>Trichogramma</i> -Schlupfes	57
2.3.2.1.2.2. mit Wirtseiern 8 Tage nach dem <i>Trichogramma</i> -Schlupf	59
2.3.2.1.3. Dispersion in einer Rundkrone	61
2.3.2.1.4. Untersuchungen zur Präferenz gegenüber verschiedenen Pflanzenteilen	62
2.3.2.1.5. Parasitierung von <i>A. orana</i> -Eigelegen im Freiland	63
2.3.2.2. Untersuchung verschiedener Ausbringungsmethoden	65
2.3.2.2.1. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt der Schachtel	65
2.3.2.2.2. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt des Umschlages	67
3. Diskussion	68
4. Zusammenfassung	79
Summary	80
5. Literaturverzeichnis	82
6. Abkürzungsverzeichnis	88

1. 1. Aufgabenstellung

Der Integrierte Pflanzenschutz ist im Apfelanbau im Vergleich zu anderen Kulturen am weitesten entwickelt und auf breiter Basis in die Praxis eingeführt. Die Bekämpfung der wichtigsten Schaderreger erfordert jedoch immer noch den Einsatz von chemischen Insektiziden mit den bekannten Nebenwirkungen. Vordringlichste Aufgabe einer umweltorientierten Pflanzenschutzforschung ist es daher, Verfahren zu entwickeln, die bei erfolgreicher Bekämpfung des Schädling nicht zu einer Beeinträchtigung von Nichtziorganismen und des Naturhaushaltes führen.

Eine Möglichkeit, Schadarthropoden unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, ist der Einsatz von Nützlingen. Die Freilassung von Schlupfwespen im Unterglasgemüse- und Maisanbau wird seit mehreren Jahren erfolgreich praktiziert. Auch im Apfelanbau versucht man, seit Mitte der 50er Jahre mit Hilfe von Schlupfwespen der Gattung *Trichogramma* eine Reduktion der Fraßschäden durch Wickler zu erreichen. Diese Untersuchungen führten zu nicht befriedigenden Ergebnissen, was möglicherweise auf die Verwendung von für den Obstbau ungeeigneten *Trichogramma*-Arten zurückzuführen ist.

Neuere Arbeiten von Hassan (Hassan et al. 1988) zeigten, daß mit der wiederholten Freilassung von *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) der durch den Apfelwickler, *Cydia pomonella* (Lep., Tortricidae), und den Apfelschalwickler, *Adoxophyes orana* F. v. R. (Lep., Tortricidae), entstandene Ernteschaden um 30% bis 80% reduziert werden kann.

Eine selektive biologische Bekämpfungsmethode wie diese ist in jedem Fall ein wichtiger Schritt in Richtung eines umweltschonenden Pflanzenschutzes (PS), für den Anwender müssen dabei jedoch Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit gewährleistet sein.

Ziel dieses Projektes war es daher, einerseits unter Praxisbedingungen die Eignung dieses Verfahrens und die mögliche Integration in einen gesamtheitlich konzipierten PS zu testen sowie andererseits die kostengünstige Produktion eines leistungsfähigen *Trichogramma*-Stammes zu erreichen.

An der Bewältigung dieser Aufgaben waren drei Partner beteiligt:
die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Pflanzenschutz im Obstbau (Dossenheim),
das BBA-Institut für biologischen Pflanzenschutz (Darmstadt) und
die Firma Conrad Appel GmbH in Darmstadt.

Die Firma Appel hatte die Aufgabe, in ihrem Hause die Massenzucht der Schlupfwespe *Trichogramma dendrolimi* aufzubauen und die Produktion zu optimieren.

Das BBA-Institut in Darmstadt übernahm die wissenschaftliche Betreuung bei der Weiterentwicklung des Zuchtverfahrens. Sie überwachte außerdem im Labor die Qualität des produzierten Nützlings (Wirksamkeit/Erhaltung artspezifischer Eigenschaften) und führte Versuche zur Erfassung der Wirtspräferenz und des Suchverhaltens von *T. dendrolimi* (*Td*) im Vergleich zu anderen *Trichogramma*-Arten/Stämmen durch.

Dem BBA-Institut in Dossenheim oblag die wissenschaftliche Betreuung beim Einsatz von *Td* in verschiedenen Praxisbetrieben. Um eine Optimierung des Verfahrens zu erreichen, befaßte es sich außerdem mit Untersuchungen zum Dispersionsverhalten von *Td* in einer modernen Apfelanlage und mit der Verbesserung der bestehenden Ausbringungsmethode.

1.1.1. Biologie des Nützlings und der Zielorganismen

1.1.1.1. *Trichogramma dendrolimi*

Trichogrammen sind kleine (0,3-0,9 mm), obligate Eiparasitoide aus der Familie der Trichogrammatidae, Überfamilie Chalcidoidea. Sie sind weltweit verbreitet und gelten als hochpolyphag. Für jede der 110 bisher beschriebenen Arten (Voegelé 1986) kommen über 200 verschiedene Eitypen aus den Ordnungen Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera und Neuroptera in Betracht (Quednau 1960). Die Wirtspräferenz sowie auch die Morphologie und die Fortpflanzungsbiologie werden dabei weniger von der Art als von den jeweiligen Umweltverhältnissen bestimmt (Quednau 1960).

Die Anzahl Eier, die in ein Wirtsei abgelegt werden, ist von dessen Größe abhängig (Quednau 1960). Es werden drei Larvenstadien durchlaufen. Während des Präpuppenstadiums färbt sich das Pupetum des Chorions als Schutz vor UV-Strahlen schwarz. Die *Trichogrammen* verlassen das Wirtsei als vollentwickeltes Insekt durch ein selbstgenagtes Schlupfloch. Die adulten Tiere ernähren sich von Nektar und Honigtau (Franz & Voegelé 1976).

Td ist in China beheimatet (Hassan 1989). Sie wird dort großflächig (1 Mil. ha) im Forst gegen den Kiefernspinner *Dendrolimus punctatus* Walker (Lep., Lasiocampidae) eingesetzt. Weitere Einsatzgebiete sind Mais, Zuckerrohr und der Apfelanbau (Krieg & Franz 1989, Feng 1986). *Td* wird in China auf *Antheraea pernyi* Gaerin-Meneville (Lep., Saturniidae) gezogen. Aus einem *Antheraea*-Ei schlüpfen ca. 70 *Trichogrammen* (Krieg & Franz 1989).

1.1.1.2. *Adoxophyes orana*

A. orana (*Ao*) ist in Zentral- und Nordeuropa verbreitet (Janssen 1958). Die Larven, es werden fünf Stadien durchlaufen, sind sehr polyphag und können sich von den Blättern zahlreicher Laubgehölze und Hecken ernähren. Die Eier werden in sogenannten Eispiegeln abgelegt. *Ao* ist bivoltin, unter günstigen klimatischen Bedingungen kann eine dritte Generation auftreten. Die überwinterten Larven (L2, L3), die sich unter Knospenschuppen und in Rindenritzen einspinnen, schädigen im Frühjahr zunächst die sich öffnenden Blattknospen und befressen später die Blätter. Nach der Verpuppung schlüpfen die Falter

Mitte bis Ende Mai. Die Larven der darauf folgenden Sommergeneration ernähren sich von Blättern und Früchten, ihre Falter fliegen im Juli/August. Auch die Larven der nachfolgenden Wintergeneration fressen vor ihrem Eintritt in die Diapause an Blättern und Früchten (Dickler 1991). Der Schaden an den Früchten ist punktförmig oder flächig, der Fraß an den Blättern, der auf eine Blattseite beschränkt ist und die gegenüberliegende Epidermis stehen läßt, führt zu dem charakteristischen "Fensterblatt".

1.1.1.3. *Cydia pomonella*

Der Apfelwickler, *Cydia pomonella* (Cp), überwintert im 5. Larvenstadium in einem Kokon zwischen alten Rindenschuppen des Baumstammes und in der Bodenstreu. Die Verpuppung und der Schlupf der Falter ist temperaturabhängig und erfolgt im Mai. Die Imagines schlüpfen dann über einen Zeitraum von ca. zwei Monaten. Bei günstigen Witterungsverhältnissen nach Sonnenuntergang paaren sich die Falter und beginnen mit der Eiablage. Diese Eier werden anfänglich einzeln auf die Blätter, später auch auf die Früchte abgelegt. Die frisch geschlüpften Larven wandern zu den Früchten und legen nach einem Naschfraß den charakteristischen, spiralförmigen Bohrgang unter der Schale an. Darin bewegen sie sich zum Kerngehäuse, wo auch die Samen gefressen werden. Das 5. Larvenstadium (L5) verläßt die Frucht und sucht nach einem Versteck für die Anlage des Kokons. In Abhängigkeit von abiotischen Faktoren gehen die Larven nun in Diapause oder verpuppen sich, schlüpfen und bilden eine weitere Generation. Die L5 der letzten Generation bleiben bis zum nächsten Frühjahr in Diapause (Blago 1992).

1.2. Voraussetzungen, unter denen die Arbeit durchgeführt wurde

1.2.1. Im Laborbereich, BBA Darmstadt

Die Aufzucht der Trichogrammen für die Laboruntersuchungen erfolgte nach der von Wührer & Hassan (1993) beschriebenen Zuchtmethode auf der Getreidemotte *Sitotroga cerealella* (Oliv. (Lep., Gelechiidae) in Zuchtröhren.

1.2.2. Im Zuchtbereich, Fa. Conrad Appel

Um die Massenzuchten von *Td* für den Einsatz im Apfelanbau und *Trichogramma evanescens* für die Bekämpfung des Maiszünslers ohne Gefahren einer Vermischung der beiden Arten nebeneinander halten zu können, war es erforderlich, den Massenzuchtwirt, die Getreidemotte *S. cerealella* (*Sc*), in sicherem Abstand von den Parasiten zu züchten. Daher fand eine Verlegung dieser Zucht in ein anderes Gebäude statt, eine unkontrollierte Parasitierung war somit ausgeschlossen. 1991 fand der Aufbau der *Td*-Massenzucht mit aus dem Freiland stammenden Tieren statt. Weiterhin wurde 1991 in einem abgetrennten Raum die Zucht von *T. cacoeciae* aufgenommen, da nach Voruntersuchungen von Hassan (1993) der kombinierte Einsatz von zwei *Trichogramma*-Arten zur Bekämpfung von Apfelwickler und Apfelschalenwickler möglicherweise zu höheren Wirkungsgraden führen könnte. Die Kühllagerung der parasitierten Eier erfolgte ebenfalls in getrennten Räumen. Zur weiteren Sicherung wurden die Arbeitsabläufe so organisiert, daß täglich der Massenzuchtwirt zeitlich vor den Parasitenarten betreut wurde. Die Betreuer vermieden nach Beendigung der notwendigen Arbeiten das Betreten der Zuchträume am selben Tage.

Ab 1990 durchliefen die *Trichogramma*-Stämme einmal jährlich eine Passage durch ihre Zielwirte *Cp* und *Ao*.

Die Qualitätskontrolle wurde von der BBA Darmstadt nach den Richtlinien der IOBC-Gruppe "Quality control of man reared arthropods" durchgeführt. Kriterien hierbei waren Schlupfrate, Geschlechterverhältnis, Fekundität, Lebensdauer und Wirtsakzeptanz.

Die Zucht der Getreidemotte erfolgte in großkörnigem Weizen, der zuvor mit Wasser vermischt (Erleichterung des Einbohrens) und anschließend erhitzt wird (Abtötung

unerwünschter Organismen). Anschließend kühlt der Weizen in flachen Schalen ab, hier findet auch die Infektion des Weizens mit Eiern der Getreidemotte statt. Kurz vor dem Schlupf der Falter werden die Weizenkörner (mit den darin enthaltenen Getreidemotten-Puppen) in Zuchtkörbe (100 x 50 x 2 cm) aus Drahtgitter gefüllt und in sogenannte Schlupfkäfige geschoben. Diese bestehen aus einem Holzkäfig, der mit Sarangaze bespannt ist. Die Falter kopulieren im Käfig und fallen nach unten, wo sie in einer Plastikflasche am Ende eines Trichters gesammelt werden. Die Plastikflaschen werden täglich in Zuchttrommeln aus feinem Metallgitter entleert, in denen die Falter ihre Eier ablegen. Durch eine zeitweise Rotation der Trommeln fallen die Eier auf darunter befindliche Tablett und können so entnommen werden.

Zur Optimierung des Massenzuchtverfahrens von *Trichogramma* wurden neue Parasitierungskäfige entwickelt, die ab 1990 schrittweise in die kommerzielle Produktion eingeführt wurden. Diese etwa 90 cm langen, 24 cm breiten und 35 cm hohen, aus dem Kunststoff "Trovidur" gefertigten Käfige bestehen aus 10 Fächern. In jedem dieser Fächer können täglich bis zu 10 g frische *Sitotroga*-Eier parasitiert werden (100 g/Käfig), im Vergleich zu 22 g bei den zuvor verwendeten Käfigen. Die beiden Stirnseiten des neuen Käfigs sind aufklappbar, wodurch auf einer abgedunkelten Seite die bereits parasitierten Eier geerntet werden können, während auf der gegenüberliegenden, hellen Seite die frischen, unparasitierten Eier in den Käfig gegeben werden. Etwa ein Drittel der parasitierten Eier verbleibt im Käfig, wodurch ein ständiger Besatz mit adulten Schlupfwespen (und damit eine kontinuierliche Parasitierung) erreicht wird.

1989 und 1990 erfolgte die Produktion der *Trichogramma*-Ausbringungseinheiten noch in sehr handarbeitsintensiven Arbeitsgängen. Die parasitierten Eier wurden auf Papier aufgeklebt, dieses Papier in Streifen geschnitten, so daß auf jeden Streifen ca. 1000 parasitierte Eier entfallen. Diese Streifen wurden 1989 in Schachteln, ähnlich einer Streichholzschachtel, gelegt und mit einem Klebestreifen verschlossen. Zur Befestigung der Schachtel am Baum befand sich unter dem Klebestreifen ein Haushaltsgummi. 1990 trat an die Stelle der Schachtel ein 5,3 cm breiter Umschlag aus Karton, der über eine vorgestanzte Aussparung verfügte, die es ermöglichte, den Umschlag problemlos an den Baum zu hängen.

Im Jahr 1991 konnte die *Trichogramma*-Zucht im Zuge der neuen Parasitierungskäfige auf loses Material umgestellt werden. Zusammen mit einer Konstruktionsänderung der Umschläge konnten diese im darauffolgenden Jahr z. T. schon maschinell bestückt, geklebt und gefaltet werden.

Jede Ausbringungseinheit enthielt 3000 *Trichogrammen* in drei verschiedenen Entwicklungsstadien (1000/Alterstufe). 1989 wurden den Schachteln zusätzlich 1000 unparasitierte *Sitotroga*-Eier beigefügt, um eine vierte Altersstufe zu erzielen.

1.2.3. Im Freilandbereich, BBA Dossenheim

1.2.3.1. Versuchsflächen

In allen Anlagen befand sich in den Fahrgassen eine Grasgemischeinsaat, welche je nach Standortbedingungen vier- bis sechsmal pro Jahr gemulcht wurde. Die Behandlung der Baumstreifen erfolgte mit den im Integrierten Anbau erlaubten Herbiziden (Richtlinie für den kontrollierten Anbau von Obst und Gemüse in der Bundesrepublik 1990). In Nierstein wurde der Baumstreifen mechanisch freigehalten.

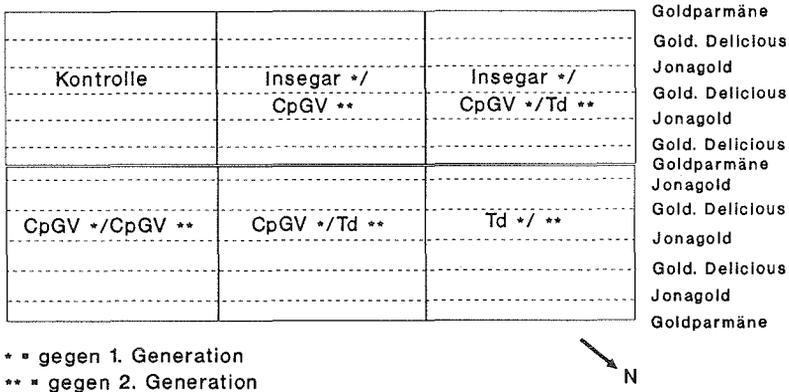
1.2.3.1.1. BBA Dossenheim

Die Versuchsfläche von 0,6 ha (F-Stück) liegt innerhalb des ca. 16 ha großen Versuchsgeländes der BBA in Dossenheim (Rheinebene, 100 m über NN), das neben Kernobst auch Stein- und Beerenobst aufweist. Die Versuchsfläche ist mit 'Jonagold', 'Golden Delicious' und 'Goldparmäne' auf M9 bepflanzt (2,5 x 4 m). Die Bäume wurden als freie Spindel gezogen. Pflanzjahr war 1982. Die Bäume waren ca. 3 m hoch und hatten einen Kronendurchmesser von 2,5 - 3 m.

Die Versuchsfläche wurde nach den Richtlinien des Integrierten Anbaus bewirtschaftet. Die Vermarktung des Obstes erfolgt im wesentlichen über den Großmarkt.

In der Anlage Dossenheim wurde der *Trichogramma*-Einsatz sowohl mit einem Pflanzenschutzmittel (PSM) gegen Schalenwickler (Insegar) als auch mit einem Apfelwicklerpräparat (Granupom, *Cydia pomonella*-Granulosevirus (CpGV)) kombiniert. Die durchgeführten PS-Maßnahmen sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Abb. 1 Versuchsfläche Dossenheim 0,6 ha



1.2.3.1.2. Nierstein

Dieser Betrieb (Strub) wurde bis 1991 alternativ nach ANOG Richtlinien (Arbeitsgemeinschaft für naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau e. V. 1991) bewirtschaftet. Die Bodenoffenhaltung in der Baumreihe erfolgt mechanisch. Das Obst wird privat vermarktet.

Die 0,3 ha große Versuchsfläche im Jahr 1989 (Abb. 2 oben) lag in einer Senke und war von weiteren Apfelanlagen umgeben. Sie wurde 1969 mit 'Boskoop' (2 x 4 m) auf A2 und M7 gepflanzt und als Spalier gezogen. Diese geschlossene Baumhecke erreichte eine Höhe von 2,5 bis 3,0 m und eine Breite von ca. 1,8 m. 1990 und 1991 führte Frost während der Blüte zu 100%igem Ernteausfall. Aus diesem Grund wurden die Versuche 1990 und 1991 in einer ca. 1 ha großen, von Weinbau umgebenen Anlage durchgeführt (Abb. 2 unten). Diese Anlage, 80 m über NN, neigt sich nach Süden und wird von einem etwa 2 m hohen mit Knöterich (*Fallopia aubertii* Holub) überwachsenen Zaun begrenzt. An der Nordseite befindet sich eine gemischte Baumhecke (*Acer sp.*, *Sambucus sp.*, *Sorbus sp.*). Die Anlage wurde 1986 mit 11 Apfelsorten auf M9 bepflanzt (1,5 x 3,5 m) und als schlanke Spindel am Draht gezogen. Die licht belaubten Baumreihen hatten eine Höhe von ca. 2 m und im unteren Baumbereich eine Breite von ca. 1,2 m. Die Versuche wurden an der Sorte 'Jonagold' durchgeführt.

Auch in dieser Anlage war der Fruchtbehang in den Jahren 1990 und 1991 durch Blütenfrost beeinträchtigt.

Der Einsatz von synthetisch-chemischen Wicklerpräparaten war in diesem Betrieb aufgrund der Bewirtschaftungsform (ANOG) nicht möglich.

1989 wurde *Trichogramma* deshalb zunächst alleine zur Wicklerbekämpfung eingesetzt

Abb. 2

Versuchsfläche Nierstein

1989,

		Boskoop
		Boskoop
Kontrolle 0,1 ha	Td */Td ** 0,1 ha	Boskoop
		Boskoop

* = gegen 1. Generation
 ** = gegen 2. Generation

→ N

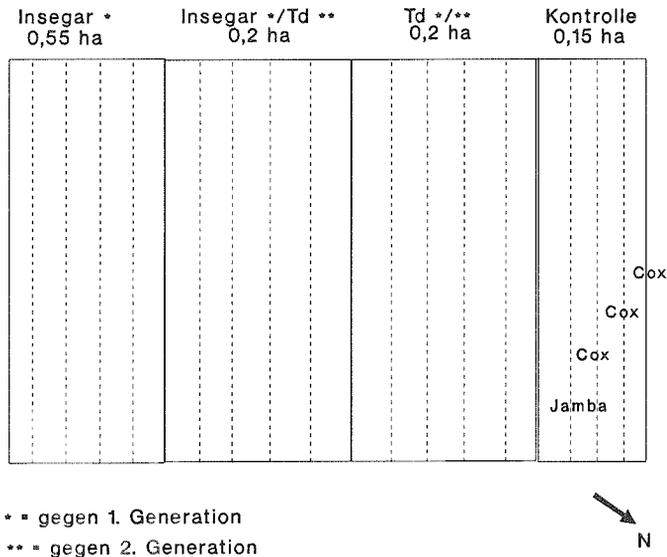
1990, 1991

CpGV	CpGV */Td ** 0,05 ha	Td */ Td ** 0,05 ha	Jonagold
			Jonagold
			Jonagold
	CpGV */CpGV ** 0,1 ha	Kontrolle 0,1 ha	Jonagold
			Jonagold

* = gegen 1. Generation
 ** = gegen 2. Generation

↗ N

Abb. 3 Versuchsfäche Bonn-Alfter 1,0 ha



und in den Jahren 1990 und 1991 mit Granupom kombiniert. Die in den Jahren 1989 bis 1991 durchgeführten PS-Maßnahmen sind in Tabelle 3 aufgeführt.

1.2.3.1.3. Bonn-Alfter

Dieser Betrieb (Mager) wird nach den Richtlinien des Integrierten Anbaus bewirtschaftet. Die Vermarktung erfolgt ausschließlich über den Großmarkt.

Die ca. 1ha große Versuchsfäche in Hanglage (Abb. 3) liegt inmitten eines Apfelanbaugebietes 130 m über NN. Jeweils im Wechsel wurden 1978 vier Reihen 'Cox Orange' (2 x 3,5 m) und eine Reihe 'Jamba' (1,5 x 3,5 m) auf M9 als Unterlage gepflanzt und als Spindel am Draht gezogen. Die dicht belaubten Baumreihen waren ca. 2,5 m hoch und 1,8 m breit.

Im Jahr 1990 und 1991 kam es im April zu Frostschäden. Der Fruchtbehang war dadurch beeinträchtigt.

Nach den Angaben der Betriebsleiter spielt der Apfelwickler auf dieser Fläche nur eine untergeordnete Rolle. Aus diesem Grund wurde bei der Kombination mit *Trichogramma* ein Schalenwicklerpräparat gewählt.

Der Pflanzenschutz wurde, wie in Tabelle 4 dargestellt, durchgeführt.

Abb. 4

Versuchsfläche Kirchheim 0,5 ha

		CpGV *	
Dimilin *		+	Kontrolle
		CpGV **	
	Dimilin */Td **		
Dimilin *		CpGV *	
+		+	Td */**
Dimilin **		Td **	

* = gegen 1. Generation
 ** = gegen 2. Generation



1.2.3.1.4. Heidelberg-Kirchheim

Die Bewirtschaftung dieser Anlage (Fiedelbecker) erfolgt nach Richtlinien des Integrierten Anbaus. Die Ware wird auf dem Großmarkt und privat vermarktet.

Die Versuchsfläche (Rheinebene, 100 m über NN) ist ca. 0,5 ha groß und von Ackerbauflächen und Kleingärten umgeben. Mehrere ca. 8 m hohe *Juglans regia*-Bäume befinden sich an der Ostseite. Die Anlage wurde 1984 mit 'Jonagold' und auf M9 bepflanzt (1,5 x 3 m). ('Idared' als Bestäuber jeder 10. Baum). Die Bäume wurden als Pillarbäume am Draht gezogen. Die Baumreihen waren gut belaubt, ca. 2,5 m hoch und ca. 1,5 m breit. In dieser Anlage tritt der Apfelwickler im Vergleich zum Schalenwickler als Hauptschädling auf. Die Wicklerbekämpfung war deshalb ganz auf diesen Schädling ausgerichtet. *Trichogramma* wurde mit Dimilin und Granupom kombiniert.

Die PS-Maßnahmen sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die Anordnung der einzelnen Parzellen gehen aus Abbildung 4 hervor.

1.3. Planung und Ablauf der Arbeiten

1.3.1. Screening-Versuche im Labor

1.3.1.1. Präferenztest

Maximal 24 Stunden nach dem Schlüpfen erfolgte die Isolierung der *Trichogramma*-Weibchen. Einige Trichogrammen wurden aus der Zuchttröhre auf ein weißes Papier entlassen und ein oben geschlossenes Röhrchen (50 mm lang, 9 mm im Durchmesser) auf die davonlaufenden Tiere gestülpt. Die Tiere laufen nach oben, dem Licht entgegen, so daß die Röhrchen aufgenommen und unter dem Binokular kontrolliert werden können. Durch sanftes Klopfen werden die Weibchen einzeln in Glassröhrchen (100 mm lang, 26 mm im Durchmesser) überführt. Jedem Weibchen standen etwa 60 Eier des Zielschädlings (*Ao* oder *Cp*) und 60 Eier des Ersatzwirtes *Sc* (als Standard) zur Verfügung. Die maximal 24h alten Eier wurden dazu auf die Ecken eines etwa 2 x 2 cm großen Papierstückes geklebt, jeweils 30 Eier des gleichen Wirtes diagonal gegenüber. In der Mitte des Papiers befand sich ein Tropfen Honig-Agar als Nahrung für das Weibchen. Die Röhrchen wurden mit feinem Leinen verschlossen und der obere Teil des Röhrchens mit schwarzer Pappe abgedunkelt.

Die Röhrchen wurden 4 Stunden lang in 30 minütigem Abstand kontrolliert und der Aufenthaltsort des Weibchens protokolliert. Man unterscheidet: Kontakt mit Zielschädlings-Eiern, *Sitotroga*-Eiern, Glas oder Papier oder Aufenthalt im Dunkelbereich. Nach ca. 7 Tagen können die schwarz verfärbten, parasitierten Eier ausgezählt werden. Man erhält somit zwei wichtige Hinweise auf die Präferenz: die Kontakte und die Parasitierung.

Bei Verwendung von *Ao*-Eiern bestand ein Versuch aus 30 Wiederholungen (3 Versuchsreihen mit je 10 Röhrchen), bei Verwendung von *Cp*-Eiern aus 10 Wiederholungen. Die Versuche fanden bei Langtagbedingungen (16h Licht), einer Temperatur von $27 \pm 1^\circ\text{C}$ und 70-80% relativer Luftfeuchte statt.

Tabelle 1 zeigt die *Trichogramma*-Stämme, die auf ihre Präferenz für *Cp* und *Ao* in Auswahlexperimenten mit *Sc*-Eiern getestet wurden:

Tab. 1 Verschiedene *Trichogramma*-Stämme und ihre Herkunft

Art	Stamm	Herkunft (Wirt)	Herkunft (Kultur)	Herkunft (Land)	Jahr
<i>T. cacoeciae</i>	CAC.D90O	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Pflaume	Deutschland	1990
<i>T. dendrolimi</i>	DEN.C84			China	1984
	DEN.D90O	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Apfel	Deutschland	1990
	DEN.C93F	<i>Dendrolimus punctata</i>	Forst	China	1993
<i>T. embryophagum</i>	EMB.D89Rs		Wein	Deutschland	1989
<i>T. evanescens</i>	EVA-DA				
<i>T. minutum</i>	MIN.D92O	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Apfel	Deutschland	1992
<i>T. semblidis</i>	SEM.S92			Schweiz	1992
<i>T. species</i>	SP.D91R	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Wein	Deutschland	1991
	SP.D91Ra	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Wein	Deutschland	1991
	SP.D91Rb	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Wein	Deutschland	1991
	SP.D92O	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Pflaume	Deutschland	1992
	SP.D92Oa	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Apfel	Deutschland	1992
	SP.D93O	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Pflaume	Deutschland	1993
	SP.D93Oa	<i>Sitotroga cerealella</i> (Köder)	Pflaume	Deutschland	1993
	SP.D93R	Traubenwickler	Wein	Deutschland	1993

1.3.1.2. Suchleistungstest

Ausgewählte Stämme wurden in Käfigen (Länge 50cm, Tiefe 65cm, Höhe 100cm) mit baumwollbespannten Seitenwänden und einem Dach aus Plastikfolie auf ihre Suchleistung von Wirtseiern untersucht. Der Versuch fand unter Langtagbedingungen, einer Temperatur von 27-29 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70-90% statt.

In jeden Käfig befanden sich 2 Apfelbäumchen (ca. 100 cm Höhe), mit jeweils einem *Ao*-Eigelege (auf Papierstückchen, auf die Blattunterseite geklebt, ca. 20 Eier) und einem Papierstückchen mit ca. 10 *Cp*-Eiern. Die benötigten *Trichogramma*-Weibchen wurden isoliert, indem das Zuchtröhrchen mit einer schwarzen Pappe verdunkelt wurde. Die zum Licht laufenden Tiere konnten mit der lang ausgezogenen Seite einer Pasteurpipette aufgenommen werden, wobei die Geschlechtsbestimmung erfolgte. Das Verhältnis freigelassener *Trichogramma*-Weibchen (max. 24h alt) zu Wirtseiern betrug 5:1. Die Papierstückchen mit den Eiern wurden nach zwei Tagen entfernt und im Versuchsraum in Plastikpetrischalen mit einem feuchten Watteröllchen gelagert. Den Grad der Parasitierung ergab die Anzahl schwarzgefärbter Eier.

Der Versuchsansatz wurde fünfmal wiederholt.

1.3.2. Bekämpfungsversuche im Freiland

1.3.2.1. *Trichogramma*-Einsatz

Die Freilassung der *Trichogrammen* erfolgte 1989 bis 1991 in Schachteln (5,3 x 3,5 x 1,5 cm). 1992 wurde der sogenannte Umschlag verwendet (siehe Punkt 1.2.2.).

Jede Ausbringungseinheit (Schachtel, Umschlag) enthielt 3000 *Trichogrammen* in drei verschiedenen Entwicklungsstadien. Die Tiere befanden sich jeweils zu gleichen Teilen (1000/Altersstufe) in einem Larven- oder Puppenstadium oder waren bereits soweit entwickelt, daß sie kurz vor dem Schlupf aus den *Sitotroga*-Eiern standen. 1989 wurden den Schachteln zusätzlich 1000 unparasitierte *Sc*-Eier beigefügt, um eine vierte Altersstufe zu erzielen.

Um Verluste beim Transport zu vermeiden, wurden die *Trichogrammen* für die Betriebe in Kirchheim, Nierstein und Dossenheim stets persönlich beim Produzenten in Darmstadt abgeholt und an den Bäumen in den Versuchsflächen verteilt. Der Betrieb in Bonn erhielt

die Trichogrammen auf dem Postweg. Die Verteilung dort übernahmen Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Rheinland. Im Jahr 1991 wurde auch hier dem persönlichen Transport der Vorzug gegeben.

In Abhängigkeit von der Baumdichte erfolgte die Ausbringung der Schachteln oder der Umschläge in den Anlagen Strub, Fiedelbecker und Mager an jedem zweiten Baum, in der Anlage der BBA an jedem Baum. Daraus ergibt sich auf allen Flächen eine Parasitendichte von ca. 2,7 Mio. Trichogrammen/Hektar/Freilassung.

Die Ausbringung der Trichogrammen begann mit der Eiablage der Zielorganismen. Zur Ermittlung der Schlupfrate und des Schlupfzeitpunktes der Trichogrammen wurde der Inhalt einer Schachtel oder eines Umschlages, in dreifacher Wiederholung, in ein 10 x 2 cm großes zylindrisches Rollrandgläschen gegeben. Diese Röhren, mit Baumwollgewebe abgedeckt, wurden auf der Versuchsfläche in die Mitte eines Baumes gehängt und der Inhalt alle zwei Tage in ein neues Röhren überführt. Die bereits geschlüpften Tiere verblieben in der alten Röhre. Bevor die Trichogrammen der letzten Altersstufe einer Ausbringung abstarben, fand die nächste Freilassung der Schlupfwespen statt, um so die gesamte Eiablagezeit der Zielorganismen *Ao* und *Cp* mit parasitierungsbereiten Trichogrammen abdecken zu können.

In den Jahren 1989 und 1990 wurde der *Td*-Stamm 22 (DEN.C84) verwendet, in den Jahren 1991 und 1992 kam der aus Freilandmaterial gezogene *Td*-Stamm 26 (DEN.D900) und 1992 zusätzlich *T. cacoeciae*-Stamm 39 (CAC.D.900) zum Einsatz.

1.3.2.2. Spritzungen

Die Termine der Insektizid-Behandlungen wurden unter Berücksichtigung ihrer Wirkungsweise anhand der Pheromonfallenfänge festgelegt.

Tab. 2 Spritzplan Dossenheim

1990

Datum	Td	Virus	Insektizid/ Akarizid	Fungizid
19.3.			Apollo	Delan
21.3.			Schwefel	Delan, Bayleton
12.4.			Schwefel	Delan, Bayleton
26.4.				Delan, Bayleton
4.5.			Insegar	Delan, Bayleton
15.5.	Td		Metasystox	
29.5.		CpGV1/10		Delan, Bayleton
2.6.	Td			
6.6.		CpGV1/10		
14.6.		CpGV1/10		
19.6.	Td			Delan, Bayleton, Benocarp
25.6.		CpGV		
6.7.		CpGV	ShellTorque	Delan, Bayleton, Benocarp
12.7.	Td	CpGV		
24.7.		CpGV1/10		Bayleton
30.7.	Td			
2.8.		CpGV		
20.8.	Td			
29.8.		CpGV		

1991

Datum	Td	Virus	Insektizid/ Akarizid	Fungizid
4.4.			Pirimor	Delan, Bayleton
15.4.				Delan, Bayleton
19.4.				Delan, Bayleton
8.5.				Delan, Bayleton
27.5.			Insegar	Delan, Bayleton
3.6.	Td			
13.6.		CpGV1/10		Delan, Bayleton
21.6.	Td	CpGV1/10	Pirimor	Bayleton
1.7.		CpGV1/10		Bayleton
5.7.		CpGV		
8.7.	Td			
14.7.		CpGV		
22.7.	Td			
25.7.		CpGV1/10		
1.8.		CpGV1/10		
4.8.	Td			
10.8.		CpGV		
20.8.	Td			Benocarp

1992

Datum	Td	Virus	Insektizid/ Akarizid	Fungizid
3.4.				Delan, Bayleton, Baycor
20.4.				
22.4.			Insegar	
30.4.				Delan, Bayleton, Benocarp
13.5.				Delan, Bayleton, Benocarp
18.5.			Insegar	
26.5.				Delan, Bayfidan
1.6.	Td		Pirimor	
3.6.		CpGV1/10		Delan, Benocarp
11.6.		CpGV1/10		Beno., Bayfidan
15.6.	Td			
18.6.		CpGV1/10		Beno., Bayfidan
25.6.		CpGV1/10		Beno., Bayfidan
2.7.		CpGV1/10		
7.7.	Td			
16.7.		CpGV		Delan, Benocarp Bayfidan
24.7.	Td			
3.8.		CpGV		
10.8.	Td			

Tab. 3 Spritzplan Nierstein

1989

Datum	Td	Fungizid/ Insektizid
20.3.		Kupfer, NAB
2.4.		
8.4.		NAB
15.4.		NAB
21.4.		NAB
26.4.		NAB
8.5.		NAB
13.5.		NAB
23.5.	Td	
31.5.		NAB
9.6.		NAB
11.6.	Td	
17.6.		NAB
27.6.		NAB
1.7.		Dipel
6.7.	Td	
11.7.		Dipel, NAB
23.7.		Wasserglas, NAB
28.7.	Td	
16.8.	Td	
20.8.		NAB

1990

Datum	Td	Virus	Insektizid/Akarizid/ Pflanzenstärkungsmittel
3.4.			Cu, Si, Hasorgan, Schwefel
15.3.			Cu, Si, Hasorgan, Schwefel
21.3.			Cu, Si, Hasorgan, NAB
4.4.			Hasorgan, Bentonit, Wasserglas, Seife, NAB
18.4.			Wasserglas, Seife, NAB
25.4.			Wasserglas, Seife, NAB
7.5.			Wasserglas, Seife, NAB, Spiritus
14.5.	Td		
17.5.		CpGV1/10	Wasserglas, Seife, NAB
31.5.		CpGV1/10	Wasserglas, Seife, NAB
3.6.	Td		
6.6.		CpGV1/10	NAB
13.6.			Wasserglas, Seife, NAB
19.6.	Td		
28.6.		CpGV1/10	NAB
7.7.		CpGV1/10	Wasserglas, Seife, NAB
15.7.	Td		
24.7.		CpGV	
31.7.	Td		
3.8.		CpGV	
16.8.	Td		
7.9.	Td		

1991

Datum	Td	Virus	Insektizid/Akarizid
26.5.			Seife, NAB, Hasorgan
3.6.	Td		NAB
8.6.		CpGv1/10	
19.6.		CpGV1/10	Neudosan NAB
24.6.	Td		Neudosan, NAB
6.7.		CpGV	NAB
8.7.	Td		
12.7.		CpGV	NAB, Amnisol
18.7.		CpGV1/10	
22.7.	Td		
25.7.		CpGV1/10	NAB
1.8.		CpGV1/10	
3.8.	Td		
8.8.		CpGV	NAB
3.9.	Td		

Tab. 4

Spritzplan Bonn-Alfter

1990				1991				
Datum	Td	Insektizid/ Akarizid	Fungizid	Datum	Td	Insektizid/ Akarizid	Fungizid	
19.3.		Schwefel	Omnex, Antracol	22.3.			Delan, Omnex, Solubar	
26.3.		Schwefel		9.4.		Schwefel	Omnex	
29.3.		Insegar		13.4.		Insegar	Dithane Ultra, Omnex	
4.4.				27.4.				
17.4.			Delan	10.5.			Delan	
9.5.		Insegar	Dithane Ultra	3.6.	Td		Omnex	
11.5.		Metasystox	Delan	7.6.		Hostaquick		
15.5.	Td			21.6.	Td			Bayleton; Baycor
2.6.	Td			8.7.	Td			Bayleton, Baycor
5.6.			Baycor, Bayleton	19.7.				
19.6.	Td			22.7.	Td			
12.7.	Td			4.8.	Td			
19.7.			Omnex	20.8.	Td			
30.7.	Td							
25.8.			Penconazol					

Tab. 5

Spritzplan Heidelberg-Kirchheim

1990

Datum	Td	Virus	Insektizid/ Akarizid	Fungizid
24.2.			Schwefel	Delan
11.3.				Delan
17.3.				Delan
12.4.			Pirimor	Delan, Benocarp
17.4.				Euparen, Benocarp
25.4.				Delan, Benocarp
26.4.			Amithin	
5.5.				Delan, Bayleton
14.5.	Td		Pirimor	Delan, Benocarp
19.5.		CpGV1/10	Dimilin	Delan
30.5.		CpGV1/10		Delan
2.6.	Td			
5.6.		CpGV		Delan, Benocarp
15.6.		CpGV1/10		
18.6.	Td		Dimilin	Delan, Bayleton
25.6.		CpGV		
3.7.				Delan, Benocarp, Combi Stipp
5.7.		CpGV		Bayleton, CombiStipp
12.7.	Td	CpGV		
23.7.		CpGV1/10		
30.7.	Td			
3.8.		CpGV		
20.8.	Td			Euparen, Antistipp
28.8.		CpGV		

1.3.2.3. Erfolgskontrolle

Zur Feststellung der Wirkungsgrade der verschiedenen Behandlungsmethoden wurde das Fallobst und das Ernteobst auf Apfel- und Schalenwickler-Schäden bonitiert (IOBC/WPRS 1992).

Der Wirkungsgrad (WG) wurde nach Abbott berechnet:

$$\text{WG \%} = \frac{(\text{Befall in Kontrolle} - \text{Befall in behandelter Parzelle})}{\text{Befall in Kontrolle}} \times 100$$

Die Versuche konnten nicht in jedem Versuchsjahr in allen Betrieben zufriedenstellend durchgeführt und ausgewertet werden. Gründe hierfür waren ein zu niedriger Wicklerbefall oder Nichteinhalten der Versuchsabsprachen seitens der Betriebsleiter.

1.3.3. Freilanduntersuchungen zur Optimierung des *Trichogramma*-Einsatzes

1.3.3.1. Dispersion von *T. dendrolimi*

Die Ausbreitung der Trichogrammen wurde durch das Anbieten frischer *S. cerealella*-Eier ermittelt. Die *Sc*-Eier wurden mit dem wasserlöslichen Klebstoff Planatol (Planatolwerke, 8200 Rosenheim) auf 2 x 7 cm große Kartonstreifen geklebt. Hierfür eignen sich die für die Maiszünsler-Bekämpfung bewährten weißen Kartonrähmchen sehr gut. Auf einem Eikärtchen befanden sich je nach Versuchsansatz ca. 300 - 1000 *Sitotroga*-Eier.

Die Befestigung der "Eikärtchen" an den Bäumen erfolgte mittels eines Tuckers oder einer Wäscheklammer. Alle zwei bis drei Tage wurden sie ausgewechselt und im Klimaschrank bei 23°C bebrütet. Nach vier bis fünf Tagen ist die Parasitierung der Eier durch die Schwarzfärbung zu erkennen.

Zur Ermittlung des Schlupfzeitpunktes und der Lebensdauer der Trichogrammen dienten die in Punkt 1.3.2.1. beschriebenen Schlupfkontrollröhrchen.

Die Versuche zur horizontalen und vertikalen Ausbreitung in einer Pillaranlage wurden in der ErwerbsoStanlage Schuhmann in Ladenburg an 'Elstar' (M9, Pflanzjahr 1983) und 'Jonagold' (M9, Pflanzjahr 1981) durchgeführt. Die Bäume waren im Abstand von 1,5 x 3,5 m gepflanzt. Die Höhe der dicht belaubten Baumreihen betrug ca. 2,2 m, die Breite ca. 1,5 m. Die Anlage wird nach den Richtlinien des Integrierten Anbaus bewirtschaftet. Die Bodenoffenhaltung in der Baumreihe erfolgt mechanisch.

Die Untersuchung zur Ausbreitung der Trichogrammen an einzeln stehenden Bäumen fand auf dem Versuchsgelände der BBA Dossenheim (Nordrand) statt. Die Versuchsbäume ('Golden Delicious'), auf M 26 veredelt, besaßen ein liches Laubwerk, eine Höhe und einen Kronendurchmesser von ca. 3 m. Der Pflanzenschutz wird nach den Richtlinien des Integrierten Anbaus durchgeführt.

1.3.3.1.1. Horizontale Dispersion in einer Pillaranlage

1.3.3.1.1.1. mit Wirtseiern ab Beginn des *Trichogramma*-Schlupfes

Für diesen Versuch wurden fünf dicht belaubte 'Elstar'-Reihen à 30 Bäumen ausgewählt. Am 22.8.1989 erfolgte die Ausbringung von 72000 schlupfbereiten Trichogrammen in 60 cm Höhe am Stamm des 15. Baumes der 3. Reihe (18 Schachteln à 4000 *Td*).

Ab dem Schlupfzeitpunkt der Trichogrammen (25.8.) wurde pro Baum ein Eikärtchen (1000 *Sc*-Eier/Kärtchen) in 120 cm Höhe befestigt und am 26.8., 28.8., 31.8., 3. und 5.9.1989 gewechselt.

Die Reihenummerierung erfolgte von Ost nach West, die Nummerierung der Bäume von Süd nach Nord.

1.3.3.1.1.2. mit Wirtseiern 8 Tage nach dem *Trichogramma*-Schlupf

Dieser Versuch fand an fünf dicht belaubten 'Jonagold'-Reihen à 30 Bäumen statt. Am 22.9.1991 wurden 13 Schachteln à 4000 *Td* (52000 Einzeltiere) im Zentrum des 15. Baumes der 3. Reihe befestigt. Die Trichogrammen schlüpften am 25.9.. Am 3.10. wurde jeder Versuchsbaum mit einem Ei-Kärtchen (300 *Sc*-Eier/Kärtchen) in ca. 120 cm Höhe bestückt. Dieser Vorgang wiederholte sich am 4. und 7.10.. Die Schlupfwespen lebten bis 11.10.. (Reihenummerierung siehe Pkt. 1.3.3.1.1.1.)

1.3.3.1.2. Vertikale Dispersion in einer Pillaranlage

1.3.3.1.2.1. mit Wirtseiern ab Beginn des *Trichogramma*-Schlupfes

Für diesen Versuch standen fünf dicht belaubte 'Elstar'-Bäume zur Verfügung. Am 4.9.1989 wurden im Zentrum des mittleren Baumes 60000 Trichogrammen (15 Schachteln à 4000 *Td*) ausgebracht. Die Tiere schlüpften am 10.9.1989. Ab dem Schlupfzeitpunkt wurden Eikärtchen (1000 *Sc*-Eier/Kärtchen) nach folgendem Muster in den Bäumen verteilt und am 12.9., 14.9., 16.9. und 18.9. gewechselt.

Verteilungsmuster der Eikärtchen (s.a. Ergebnisteil Pkt. 2.3.2.1.2.1.)

Stamm: Baum 1 bis 5: Kärtchen-Nr. 1 bis 8 im Abstand von 20 cm.

Laubschicht: Baum 3: Kärtchen-Nr. 9 bis 20 in der Laubschicht. Jeweils 4 Kärtchen in 50 cm, 110 cm und 170 cm Höhe, 1 Kärtchen in jeder Himmelsrichtung.

Baum 1, 2, 4, 5: Kärtchen-Nr. 9-17 in der Laubschicht. Jeweils 3 Kärtchen in 50 cm, 110 cm und 170 cm Höhe. An den Bäumen 1 und 2 in West-, Süd- und Ostrichtung, an den Bäumen 4 und 5 in Ost-, Nord- und Westrichtung.

1.3.3.1.2.2. mit Wirtseiern 8 Tage nach dem *Trichogramma*-Schlupf

Der Versuch wurde an fünf dicht belaubten 'Jonagold'-Bäumen durchgeführt. Die Freilassung von 52000 *Trichogrammen* (13 Schachteln à 4000) erfolgte am 22.9.1991 im Zentrum des mittleren Baumes. Die Tiere schlüpften am 25.9.1991. Am 3., 4. und 7.10 wurden Eikärtchen (300 *Sc*-Eier/Kärtchen) nach dem in 1.3.3.1.2.1. beschriebenen Muster in den Bäumen verteilt.

1.3.3.1.3. Dispersion in einer lichten Rundkrone

Am 6.6.1990 wurden jeweils 15000 *Trichogrammen* im Zentrum der Bäume ausgebracht. Die *Trichogrammen* befanden sich in Säckchen aus Sarangewebe. Die Maschenweite des Sarangewebes beträgt 1 x 2 mm und schützt so den Inhalt der Säckchen vor den meisten Prädatoren. Die *Trichogrammen* schlüpften am 15.6. Am 17., 18. und 19.6. wurden jeweils 40 *Sc*-Kärtchen nach folgendem Muster in den Bäumen verteilt.

Kärtchen-Nr. 1-20: am Stamm im Abstand von 10 cm, jeweils zwischen Ost- und Westseite wechselnd.

Kärtchen-Nr. 21-25: unterer äußerer Teil der Laubschicht,

Kärtchen-Nr. 26-30: unterer innerer Teil der Laubschicht,

Kärtchen-Nr. 31-35: oberer innerer Teil der Laubschicht,

Kärtchen-Nr. 36-40: oberer äußerer Teil der Laubschicht.

1.3.3.2. Untersuchungen zur Präferenz gegenüber verschiedenen Pflanzenteilen

Diese Untersuchungen fanden vom 9.8. - 13.8.1991 in der BBA-Obstanlage in Ladenburg an 16 'Golden Delicious'-Bäumen statt. Die Bäume wurden 1985 auf M9 gepflanzt und als freie Spindel gezogen. Die Anlage wird nach den Richtlinien des Integrierten Anbaus

bewirtschaftet. Die Bodenoffenhaltung in der Baumreihe erfolgt chemisch. Zur Zeit des Versuches hatten die Bäume eine Höhe und einen Kronendurchmesser von ca. 2,5 m.

Jeweils 1000 *Td* wurden in einem 10 x 2 cm hohen Rollrandglas, das mit Baumwollgewebe verschlossen war, in der Klimakammer bei 23°C und 70% RLF zum Schlupf gebracht.

Ein um die Stämme und Stützpfähle aufgepinselter Leimring (Streifen aus Insektenleim "Tanglefoot") sowie die mechanische Beseitigung des Unterwuchses verhinderte das Aufwandern von Prädatoren auf den Baum und gewährleistete so einen weitgehenden Schutz der für diesen Versuch ebenfalls notwendigen *Sitotroga*-Eier.

An jedem Baum wurden mehrere Früchte und Blätter in der Peripherie der Belaubung mit einer 1%igen Planatollösung besprüht. Auf die so angefeuchteten Flächen wurden mit einem Salzstreuer frische *Sc*-Eier gestreut. Da der Fruchtbehang durch den Blütenfrost 1991 stark dezimiert war, konnten nur ca. halb so viele Äpfel wie Blätter in den Versuch einbezogen werden. Um das Auffinden der so behandelten Pflanzenteile zu erleichtern, erhielten diese eine Markierung durch farbige 5 cm lange "Partyklammern".

Die Rollrandgläschen mit den geschlüpften Trichogrammen wurden an 13 Bäumen mit einem Gummi am Stamm befestigt und danach das Baumwollgewebe abgezogen.

Drei Kontrollbäume blieben ohne Trichogrammen.

Die Pflanzenteile mit den *Sc*-Eiern wurden nach vier Tagen aus der Anlage entfernt und nach einigen Tagen Aufenthalt im 23°C warmen Klimaschrank auf Schwarzfärbung geprüft.

1.3.3.3. Parasitierung von *A. orana*-Eigelegen im Freiland

Ein weiterer Versuch, durchgeführt in der BBA Obstanlage in Ladenburg (siehe Pkt. 1.3.3.2.) vom 24.9. - 30.9.91 sollte zeigen, wie sich *Td* gegenüber exponierten *Ao*-Eigelegen verhält.

Hierzu wurden Apfelzweige ('Golden Delicious') in die Zuchtröhren der *Ao*-Falter gestellt. Die mit ein bis sechs Eispiegeln belegten Zweige wurden dann mit einem Gummi im mittleren Bereich der Laubschicht, 50 bis 60 cm vom Stamm entfernt, an einem Ast befestigt. Um ein Austrocknen der Blätter zu verhindern, standen die Zweige von Beginn des Versuches an in einem 5 cm hohen, mit gesättigter Dextropur-Lösung gefüllten Schnappdeckelgläschen.

Der Schlupf von 1000 *Td* und deren Ausbringung sowie die Sicherung der Bäume erfolgte wie in 1.3.3.2. beschrieben.

Ein Vorversuch ergab, daß ein großer Teil der Trichogrammen ein geöffnetes aber lichtdurchflutetes Rollrandgläschen nicht verläßt. Aus diesem Grund wurden die Gläschen mit schwarzer Plastikfolie abgedunkelt.

Die Trichogrammen und die Eigelege wurden an zwölf 'Golden-Delicious'-Bäumen ausgebracht, an drei weiteren Bäumen befanden sich nur Eigelege. Die Bäume waren durch Leimringe und Entfernung des Unterwuchses (siehe Pkt. 1.3.3.2.) gesichert. Die Pflanzenteile blieben vom 24.9. bis 30.9.1991 im Freiland. Danach wurden die Eigelege im Labor auf Parasitierung untersucht.

1.3.3.4. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt der Ausbringungseinheiten

1.3.3.4.1. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt der Schachtel

Über einen Zeitraum von ca. 3 Wochen fand eine Beobachtung des *Trichogramma*-Schlupfes aus 15 Schachteln im Freiland statt. Am 1.6.1990 wurden die Schachteln an 15 'Goldparmäne'-Bäumen des F-Stücks der BBA Dossenheim (Pkt. 1.2.3.1.1.) verteilt. Die ersten Tiere schlüpfen am 6.6.1990. Die Inhalte aus fünf Schachteln wurden am 11.6. in 10 x 2 cm hohen Rollrandglasröhrchen sichergestellt. Die Glasröhrchen blieben am Baum im Freiland. Das gleiche geschah mit fünf weiteren Schachteln am 15.6. und mit weiteren fünf am 18.6.. Am 26.6. wurden alle Röhrchen eingesammelt und im Labor der "Restschlupf" seit der Sicherstellung ermittelt. Diese als "Istschlupf" bezeichnete Menge an Trichogrammen wurde mit den Inhalten dreier Schachteln verglichen, welche sich vom Versuchsbeginn an in Röhrchen im Freiland befanden. Die Inhalte dieser drei Röhrchen wurden alle zwei Tage in neue Röhrchen überführt und so die Schlupfzeitpunkte der drei Altersklassen sowie die Schlupfmenge insgesamt (= "Sollschlupf") ermittelt.

Weitere Ergebnisse ergaben 1991 die Untersuchungen der zur Bekämpfung ausgebrachten *Trichogramma*-Schachteln auf den Versuchsflächen in Nierstein und Dossenheim. Die Inhalte der Schachteln wurden jeweils zum Zeitpunkt der darauffolgenden *Td*-Ausbringung untersucht und nach den Bewertungskriterien beurteilt:

1 = unbeschädigt, 2 = 100% beschädigt, 3 = teilweise beschädigt.

1.3.3.4.2. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt des Umschlages

Wie unter 1.3.3.4.1. beschrieben, wurden auch 1992 auf den Versuchsflächen in Nierstein und Dossenheim die zur Bekämpfung ausgebrachten *Trichogramma*-Einheiten (Umschlag) auf den Verlust durch Räuber kontrolliert und nach folgenden Kriterien bewertet:

1 = unbeschädigt, 2 = 100% beschädigt, 3 = teilweise beschädigt.

1.4. Wissenschaftliche und technische Methoden, an die angeknüpft wurde

Für die Durchführung der biologischen Schädlingsbekämpfung mit Hilfe von räuberisch oder parasitisch lebenden Nutzorganismen können in Abhängigkeit von der Vermehrungs- und Ausbreitungsart zwei Strategien zur Anwendung kommen: die Einbürgerung oder Förderung (inokulative Applikation) und die Überschwemmungsmethode (inundative Applikation).

Die Einbürgerung und Förderung von *Trichogramma* in einer Apfelanlage scheitert daran, daß die Parasitoide nur wenige Möglichkeiten zur Überwinterung haben. Sie diapausieren als Präpuppe in den Eiern ihrer Wirte (Quednau 1960, Niemczyk et al. 1978). In modernen Apfelanlagen sind davon jedoch keine oder nur sehr wenig vorhanden. Die genannten Zielorganismen *Cp* und *Ao* selbst überwintern im Larvenstadium. Überwinterungsmöglichkeiten böten einige Tortricidenarten wie *Archips rosana* Linnaeus, *A. crataegana* Hübner, *Pandemis cerasana* Linnaeus, die räuberisch lebende Trapezeule *Cosmea trapezina* Linnaeus (Lep., Lymantriidae) und der Kleine Frostspanner *Operophtera brumata* Linnaeus (Lep., Geometridae). Aber auch diese Lepidopterenarten sind in Apfelanlagen kaum vorhanden bzw. nicht erwünscht. Dies erklärt, warum natürlich vorkommende Trichogrammen in einer Apfelanlage nur selten oder gar nicht zu finden sind.

Trichogramma ist ein typischer Vertreter der "Überschwemmungsmethode". Die Grundlage hierfür legte Flanders (1929) mit der Entwicklung der Massenproduktion von *T. minutum* Riley auf Eiern der Getreidemotte *Sc*.

Mit *T. minutum* wurden auch die ersten Versuche zur *Cp*-Bekämpfung in Nordamerika durchgeführt (Flanders 1955, Dolphin et al. 1972). Volkov (1954), Telenga (1956) und Kovalova (1957) arbeiteten in Rußland mit *T. evanescens* Westw. und *T. cacoeciae-pallida* Meyer. In Deutschland griff Stein (1960) das Thema auf. Er experimentierte, wie auch Voegelé et al. (1978) in Frankreich, mit der in Laubbäumen vorkommenden *T. embryophagum* Hartig.

Hassan konzentrierte sich erstmals in Deutschland auch auf die Bekämpfung des Schalenwicklers *Ao*. Bei seinen 1984 bis 1986 durchgeführten Untersuchungen stellte sich *T. dendrolimi* (*Td*), eine in China heimische und auch dort im Obstbau eingesetzte *Trichogramma*-Art, als geeignet zur Bekämpfung beider Wicklerarten, *Cp* und *Ao*, heraus (Hassan et al. 1988, Hassan 1989). Der durch diese beiden Wickler entstandene Ernteschaden konnte um 30% bis 80% reduziert werden.

2.1. Laboruntersuchungen

2.1.1. Präferenztest

Die Grafiken 5 und 6 zeigen die Ergebnisse der Präferenzversuche, die 1987, 1991, 1992 und 1994 mit den im Projektzeitraum kommerziell eingesetzten *Trichogramma*-Stämmen DEN.C84 (Stamm 22), DEN.D900 (Stamm 26) und CAC.D900 (Stamm 39) durchgeführt wurden. Bei DEN.D900 und CAC.D900 handelt es sich um Freilandfänge, die im Obstbau mit Hilfe von *Sc*-Eiern geködert werden konnten.

Der Stamm DEN.C84 zeigte 1991 einen leichten Rückgang der Präferenz gegenüber *Ao*. Er wurde in der Massenzucht 1991 durch den Freilandfang DEN.D900 ersetzt.

Die lange Generationsfolge auf dem Ersatzwirt *Sc* wirkte sich bei DEN.D900 nicht negativ auf das Parasitierungsverhalten gegenüber *Ao* und *Cp* aus. Bei beiden Tortriciden-Arten konnte ein Anstieg der Präferenz festgestellt werden. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die regelmäßigen Passagen, die mindestens zweimal pro Jahr über die Zielschädlinge durchgeführt werden, zurückzuführen.

Die Untersuchungen mit CAC.D900 ergaben Schwankungen im Präferenzverhalten gegenüber *Ao*. Während von 1991 bis 1992 eine Zunahme der Präferenz beobachtet werden konnte, nahm diese 1994 ab, die Präferenz gegenüber *Cp* dagegen stieg von 1992 bis 1994 an.

Auf eine Darstellung der beobachteten Kontakte der Weibchen mit den Wirtseiern wird verzichtet, da diese Ergebnisse sehr gut mit Präferenzen bei der Parasitierung übereinstimmen.

Die Grafiken 7 und 8 zeigen die Parasiterungsleistung und die Präferenzen gegenüber *Ao*, *Cp* und *Sc* von DEN.D900 und CAC.D900 im Vergleich zu 13 weiteren Stämmen. Es fällt auf, daß DEN.D900 über eine sehr hohe Eiablage rate verfügt. In beiden Versuchen wurden jeweils über 50 Wirtseier parasitiert, während die anderen Arten im Schnitt kaum mehr als 30 Wirtseier belegten. Die Akzeptanz der *Ao*-Eier liegt, bis auf eine Ausnahme, deutlich über der der anderen getesteten Stämme. Auch beim Versuch mit *Cp* gehörte DEN.D900 zu den *Trichogrammen*, die die meisten Eier des Zielwirts parasitieren. Ca. 50% der insgesamt von DEN.900 belegten Eier entfielen auf *Cp*.

Sehr interessant ist auch das Parasitierungsverhalten des *Td*-Stammes aus China (DEN.C93F). Seine Eiablage rate reicht zwar nicht an die von DEN.D900 heran, die sehr

Abb.5: Leistung von 3 kommerziellen *Trichogramma*-Stämmen in Abhängigkeit von der Zuchtdauer, durchschnittliche Parasitierungsleistung eines *Trichogramma*-Weibchens bei gleichzeitigem Angebot von *Adoxophyes orana*- und *Sitotroga cerealella*-Eiern, Labortest

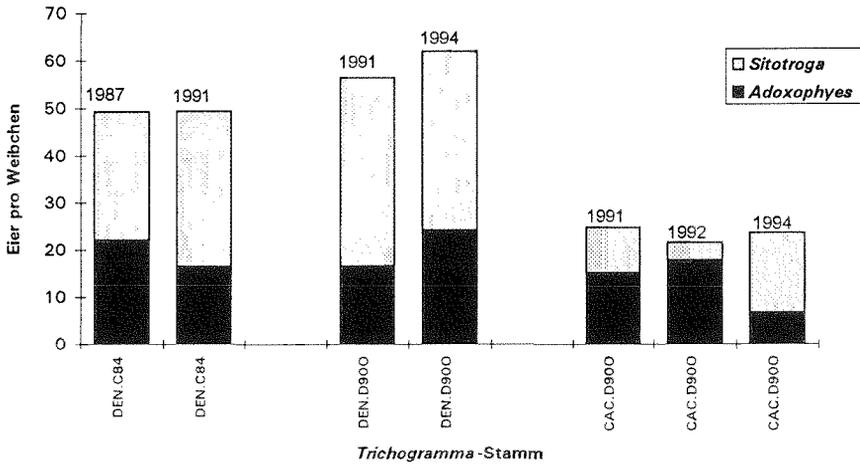


Abb. 6: Leistung von 3 kommerziellen *Trichogramma*-Stämmen in Abhängigkeit von der Zuchtdauer, durchschnittliche Parasitierungsleistung eines *Trichogramma*-Weibchens bei gleichzeitigem Angebot von *Cydia pomonella*- und *Sitotroga cerealella*-Eiern, Labortest

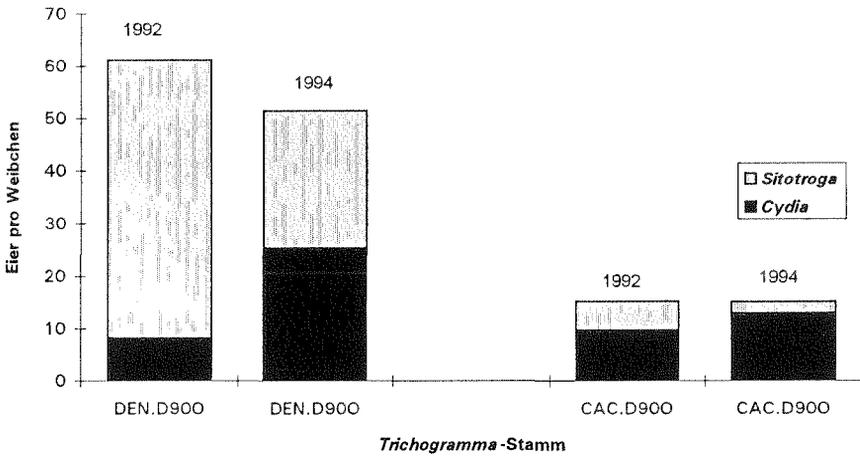


Abb. 7: Vergleich der Präferenz von 15 verschiedenen *Trichogramma*-Stämmen gegenüber *Adoxophyes orana*, durchschnittliche Parasitierungsleistung eines *Trichogramma*-Weibchens bei gleichzeitigem Angebot von *A. orana*- und *Sitotroga cerealella*-Eiern, Labortest 1994

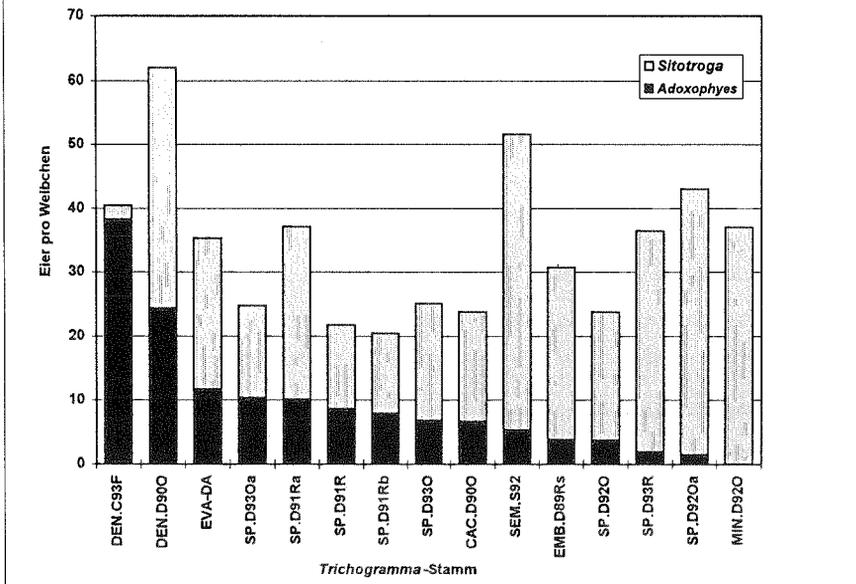
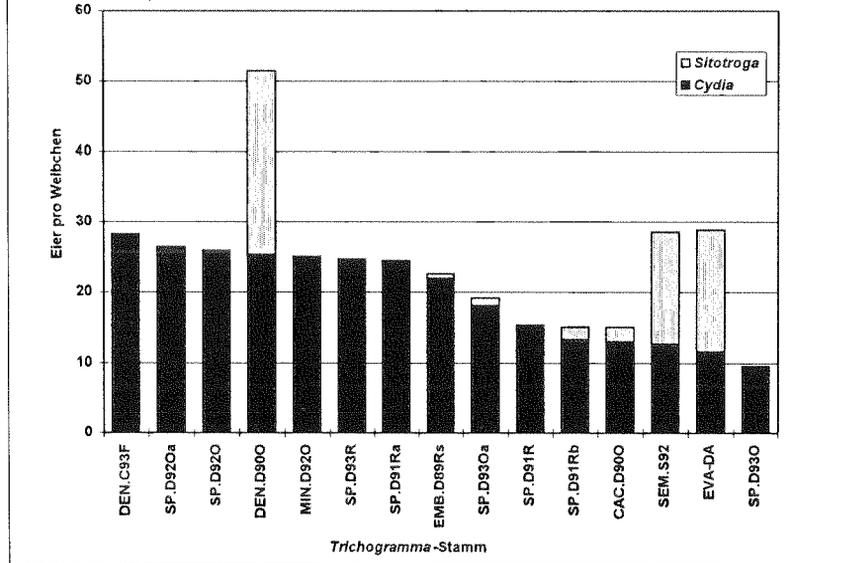


Abb. 8: Vergleich der Präferenz von 15 verschiedenen *Trichogramma*-Stämmen gegenüber *Cydia pomonella*, durchschnittliche Parasitierungsleistung eines *Trichogramma*-Weibchens bei gleichzeitigem Angebot von *C. pomonella*- und *Sitotroga cerealella*-Eiern, Labortest 1994



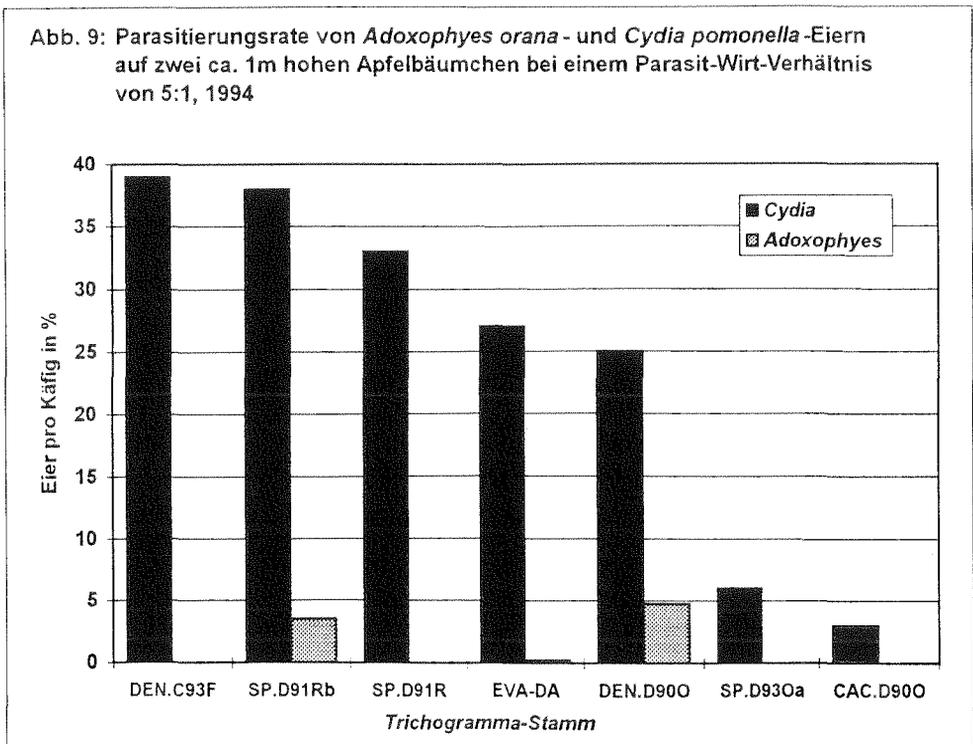
deutliche Präferenz für *Cp* und *Ao* im Vergleich zu *Sc*, sowohl in den Kontakten als auch der Parasitierung, macht ihn allen übrigen getesteten Stämmen, einschließlich der kommerziell verwendeten, überlegen.

2.1.2. Suchleistungstest

Der Suchleistungstest gibt Aufschluß darüber, in wieweit die Trichogrammen durch Ablaufen der Baumoberfläche in der Lage sind Wirtseier zu finden. Auf jedem Baum befanden sich sowohl *Cp*- als auch *Ao*-Eier.

Auch in diesen Käfigversuchen wird die Überlegenheit von DEN.C93F gegenüber den übrigen Stämmen sichtbar und bestätigt damit die Ergebnisse der Präferenzversuche. Ca. 40 % der 20 exponierten *Cp*-Eier wurden gefunden und parasitiert. CAC.D900 dagegen konnte nur knapp 5 % der vorhandenen *Cp*-Eier belegen. DEN.D900 zeigte in diesen Käfigversuchen eine mittlere Parasitierungsleistung gegenüber *Cp*, war jedoch zusammen mit dem noch nicht terminierten Stamm Sp.D91Rb der einzige Stamm, der auch *Ao*-Eigelege parasitierte.

Die Ergebnisse dieses Käfigversuchs sind in Abbildung 9 dargestellt.



2.2. Massenzucht

Es gelang der Firma C. Appel während der letzten Jahre die Produktion von *Trichogramma dendrolimi* und *Trichogramma cacoeciae* so zu optimieren, daß genügend Material für die Freilassung in Obstanlagen und im Maisanbau zur Verfügung stand. Dabei konnten sowohl die Menge als auch die Qualität der Parasiten von Jahr zu Jahr gesteigert bzw. optimiert werden.

In jedem der 10 Fächer der neu entwickelten Käfige können täglich bis zu 10 g frische *Sitotroga*-Eier parasitiert werden (100 g/Käfig), im Vergleich zu 22 g bei den zuvor verwendeten Käfigen. Neben der Erhöhung der Kapazität brachten die neu eingeführten Zuchtkäfige eine Optimierung der Parasitierung und eine Vereinfachung der Betreuung.

Neben der Weiterentwicklung der Produktion konnten in Zusammenarbeit mit den zwei Projektpartnern (BBA-Dossenheim und BBA-Darmstadt, siehe auch Pkt. 2.3.2.2.) die Ausbringungseinheit soweit verbessert werden, daß keine nennenswerten Verluste durch Prädatoren mehr möglich sind. Außerdem läßt sich der neue „Umschlag“ maschinell herstellen.

Durch die Änderung der Produktionsmethode und die Entwicklung eines weniger arbeitsaufwendigen Ausbringungssystems konnten die Kosten pro Umschlag halbiert werden. Der Kleinverbraucher (Kleingartenbereich) bezahlt pro Einheit DM 1,-, der Preis für den Erwerbsgärtner richtet sich nach der Abnahmemenge.

Da der Preis pro Einheit für dieses biologische Bekämpfungsverfahren im konventionellen Anbau noch als zu hoch empfunden wird, erfolgte der Einsatz von *Trichogramma* im Erwerbsobstbau hauptsächlich im biologisch wirtschaftenden Anbau und im Kleingartenbereich. Waren es 1990 fast ausschließlich noch Versuchspartner, die *Trichogrammen* in ihren Anlagen einsetzten, so konnte in den Folgejahren durch eine intensivere Werbung der Kundenkreis erheblich gesteigert werden.

Die Absatzmenge nahm im Projektzeitraum um das fünffache zu. 1989 produzierte die Firma Conrad Appel knapp 3000, im Jahr 1992 über 15000 Ausbringungseinheiten. 1989 entsprach dies einem Anbaubereich von 5 bis 6 ha, vier Jahre später etwa 30 ha.

Durch eine individuelle Anpassung der Ausbringungstermine an die Gegebenheiten der einzelnen Anlagen werden inzwischen zufriedenstellende Bekämpfungserfolge erzielt.

2.3. Freilanduntersuchungen

2.3.1. Bekämpfungsversuche

Es werden die Ergebnisse aus folgenden Jahren vorgestellt:

BBA-Dossenheim 1990, 1991, 1992, **Nierstein** 1989,1990,1991, **Bonn** 1990, 1991

Kircheim 1990

Dossenheim 1990

Tabelle 6 und Abbildung 10 zeigen die Auswertung der Äpfel auf Wicklerbefall sowie den Flugverlauf der Schädlinge und die Bekämpfungstermine.

Der *Td*-Einsatz begann nach dem 1. Flughöhepunkt des Apfelwicklers und wurde daraufhin im Abstand von zwei bis drei Wochen fünfmal wiederholt. In Abbildung 10 ist neben den *Td*-Einsatzterminen auch die Lebensdauer der einzelnen Altersklassen der ersten vier Ausbringungen dargestellt (längsgezogene Balken) und es ist zu erkennen, daß während der gesamten Vegetationsperiode parasitierungsbereite *Trichogrammen* in der Anlage vorhanden waren.

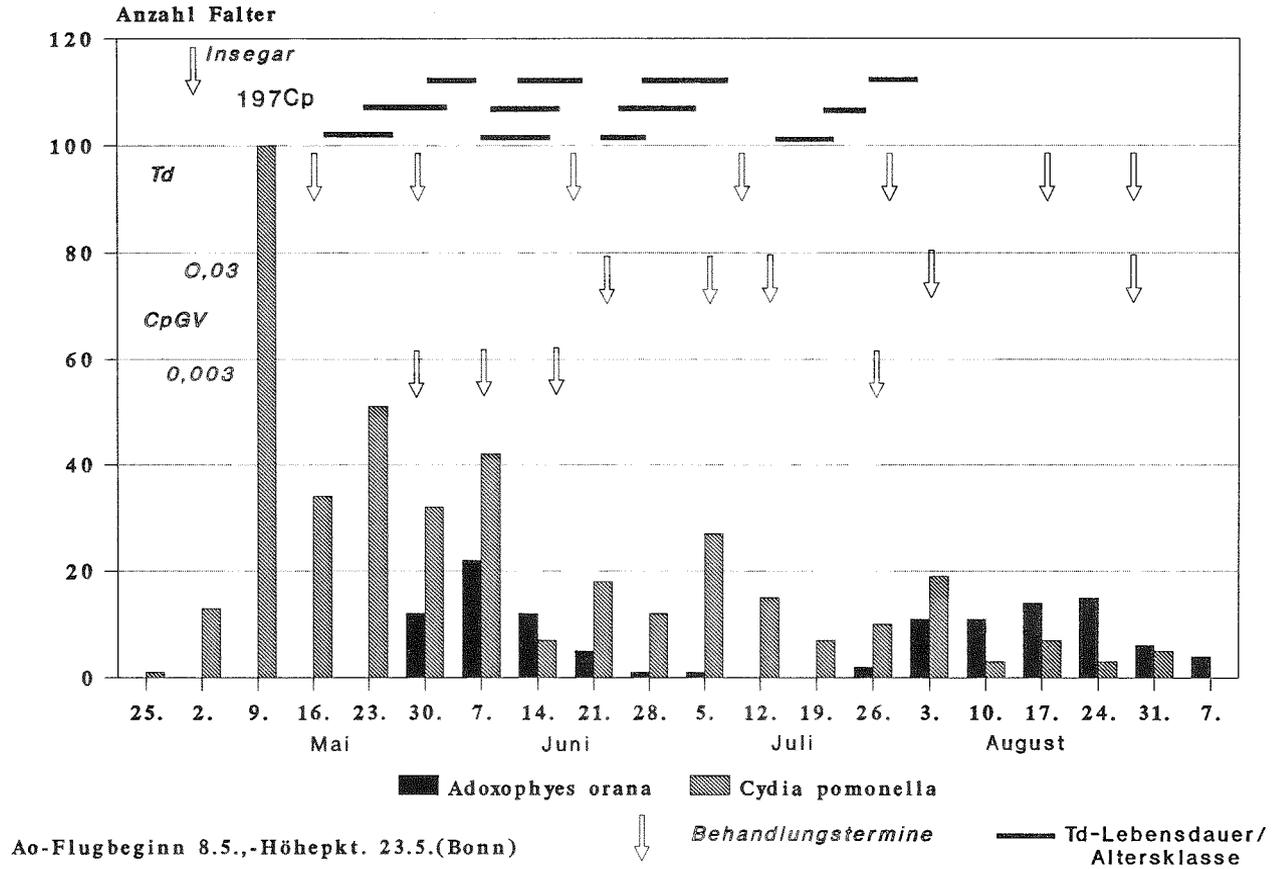
Der *Trichogramma*-Einsatz führte weder beim Apfel- noch beim Apfelschalenwickler zu einer Reduktion des Befalls. Hierfür ist sicherlich nicht die niedrige *Td*-Konzentration am Ende der Vegetationsperiode verantwortlich, da in diesem Zeitraum auch nur ein sehr schwacher Falterflug zu verzeichnen war.

Die Wirkung des **Viruspräparates** war mit 45% bei durchgehender³ Behandlung gegenüber *Cp* sehr niedrig. Es wurden vier Spritzungen mit 1/10 Konzentration und vier Spritzungen mit normaler Konzentration durchgeführt. Der schlechte Wirkungsgrad ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die erste Virusapplikation zu spät (20 Tage nach dem 1. *Cp*-Flughöhepunkt) erfolgte.

Auch das chemische Insektizid **Insegar** führte nur zu einer *Ao*-Befallsminderung von 38%. Da jedoch der Befallsdruck nicht sehr hoch war (3,9% in der Kontrolle), reichte diese Wirkung aus. Insegar wurde nach der Blüte am 4. Mai eingesetzt. Die Schalenwicklerlarven befanden sich zu diesem Zeitpunkt jeweils zu einem Drittel im L3, L4 und L5 Stadium. Vor der Blüte hatten sie gerade das L3 Stadium erreicht. Ein Einfluß von Insegar auf den Apfelwicklerbefall war nicht festzustellen.

Abb. 10

Pheromonfallenfänge und durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen, Dossenheim 1990



Tab. 6

Ernteauswertung Dossenheim 1990

Versuchsansatz	geerntete Äpfel Fallobst	Cp-Befall			Ao-Befall	
		einfach	gestoppt	gesamt		
Kontrolle	1094	92	6	98	41	
	143	85	-	85	7	
	1237 100%	177	6	183 14,8%	48 3,9%	
Td (1. + 2. Gen.)	1205	104	8	112	74	
	169	89	-	89	5	
	1374 100%	193	8	211 15,49%	79 5,7%	
CpGV (1. Gen.)	807	43	9	52	35	
	60	23	-	23	2	
	867 100%	66	9	75 8,7%	35 4,3%	
CpGV (1. + 2. Gen.)	967	43	19	62	48	
	102	26	-	26	4	
	1069 100%	69	19	88 8,3%	52 4,9%	
Insegar + CpGV (1. Gen.)	716	30	12	42	16	
	41	20	-	20	2	
	757 100%	50	12	62 8,2%	18 2,4%	
Insegar CpGV (1. Gen.)	1334	20	4	24	31	
	61	18	-	18	2	
	1395 100%	38	4	42 3,0%	33 2,4%	

Ernteauswertung an jeweils 10 'Jonagold'-Bäumen.

Abgestoppter Befall wurde am Fallobst nicht ausgewertet.

Wirkungsgrad gegenüber Cp

Trichogramma	0%
CpGV + Trichogramma	41%
CpGV	45%
Insegar + CpGV	45%
Insegar + CpGV + Trichogramma	80%

Wirkungsgrad gegenüber Ao

Trichogramma	0%
CpGV + Trichogramma	0%
Insegar + CpGV	38%
Insegar + CpGV + Trichogramma	38%

In den Kombinationsparzellen *CpGV* + *Td* und **Insegar** + *Td* konnte *Trichogramma* den Befall von *Cp* und *Ao* nicht zusätzlich mindern (Tab. 6). Der *Trichogramma*-Einsatz gegen die 2. Wickler-Generation begann am 12.7., ab diesem Zeitpunkt wurden in den Kombinationsparzellen keine Virusspritzungen mehr durchgeführt (Abb. 10).

Vergleicht man die drei Parzellen *CpGV* + *Td*, *CpGV* (1. Generation) und *CpGV* (1. + 2. Generation), so ist zu erkennen, daß bei Nichtbehandlung der 2. Generation der Schaden nicht höher ist als beim Einsatz von *Td* oder Virus. Er liegt zwischen 8,2% und 8,7%. Die 2. *Cp*-Generation hat demnach keinen zusätzlichen Schaden verursacht, wofür auch die niedrigen Pheromonfallenfänge im August sprechen, oder der *Trichogramma*- wie der Viruseinsatz blieb ohne Wirkung. Gleiche Aspekte gelten auch für die auf die *Ao*-Bekämpfung ausgerichtete **Insegar**- und **Insegar** + *Td*-Parzelle. Sowohl in der **Insegar**- als auch in der Kombinationsparzelle entstand ein Schaden von 2,4%.

Welchen Einfluß die Dichte des Fruchtbehangs auf den Apfelwicklerschaden hat, zeigt der Vergleich der Parzellen **Insegar** + *CpGV* und **Insegar**, *CpGV* + *Td*. Bei einem ca. 50% niedrigerem Behang in der **Insegar** + *CpGV*-Parzelle, ist der Schaden in der **Insegar**, *CpGV* + *Td*-Parzelle um über 100% erhöht. Eine Wirkung von *Td* ist auch hier auszuschließen, da bei etwa gleichem Behang in der *Td*- und der Kontroll-Parzelle keine Befallsminderung erzielt werden konnte.

Dossenheim 1991

Das Jahr 1991 war durch starken Blütenfrost gekennzeichnet. Am stärksten wirkte sich dies auf die Sorte 'Jonagold' aus, während die Nachblüte der Sorte 'Golden Delicious' die Durchführung des Versuches noch zuließ. Da der Fruchtbehang der 'Golden Delicious'-Bäume jedoch sehr schwach war und z. T. sehr variierte, wurden für die Ernteausswertung ganze Parzellen (außer den Randbäumen) herangezogen (Tab. 7).

1991 konnte eine bessere Wirkung des *Trichogramma*-Einsatzes ermittelt werden als im Vorjahr. Betrachtet man die durch *Cp* entstandenen Ernteschäden, so ergibt sich in der *Td*-Parzelle ein WG von 26%. Unter Berücksichtigung des Fruchtbehanges, der in der *Td*-Parzelle mehr als doppelt so hoch war wie in der Kontrollparzelle, ist jedoch fraglich, ob die Befallsminderung nur auf den *Td*-Einsatz zurückzuführen ist.

Tab. 7

Ernteauswertung Dossenheim 1991

Versuchsansatz (Anzahl Bäume)	geerntete Äpfel		Cp-Befall			Ao-Befall	
	Fallobst		einfach	gestoppt	gesamt		
Kontrolle (36)	753		102	1	103		34
	329		305	-	305		8
	1082	100%	407	1	408	37,7	42 3,9%
Td (1. + 2. Gen.) (24)	1871		221	0	221		112
	551		454	-	454		11
	2422	100%	675	0	675	27,9	123 5,1%
CpGV (1. Gen.) Td (2. Gen.) (24)	2218		145	3	148		140
	131		57	-	57		5
	2249	100%	202	3	205	9,1	145 6,4%
CpGV (1. + 2. Gen.) (24)	2330		86	17	103		189
	107		63	-	63		5
	2437	100%	149	17	166	6,8	194 8,0%
Insegar + CpGV (1. Gen.) (36)	2308		87	3	90		97
	114		77	-	77		3
	2442	100%	164	3	167	6,9	100 4,1%
Insegar CpGV (1. Gen.) Td (2. Gen.) (36)	4900		230	9	239		297
	392		217	-	217		8
	5392	100%	447	9	456	8,6	305 5,8%

Ernteauswertung an ganzen 'Golden Delicious'-Parzellen.

Abgestoppter Befall am Fallobst wurde nicht ausgewertet.

Wirkungsgrad gegenüber Cp

Trichogramma	26%
CpGV + Trichogramma	76%
CpGV	82%
Insegar + CpGV	82%
Insegar + CpGV + Trichogramma	77%

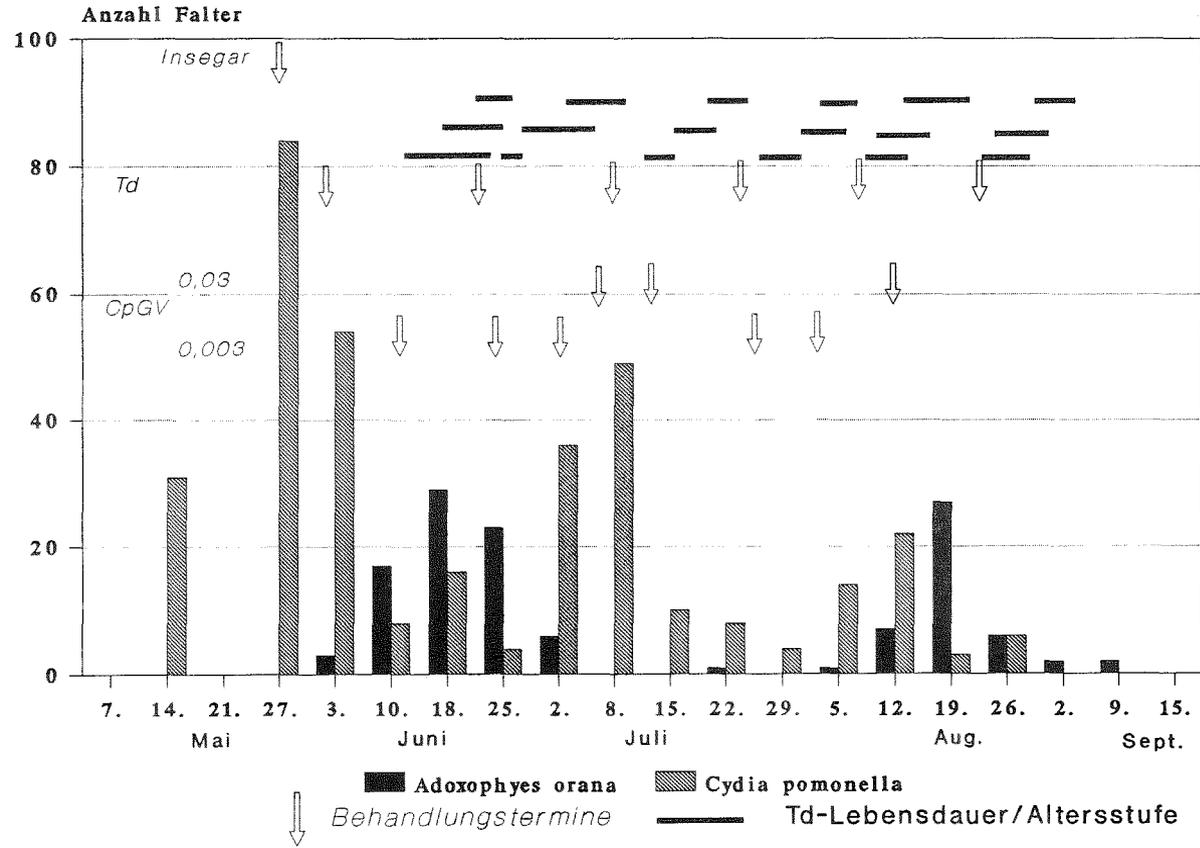
Wirkungsgrad gegenüber Ao

Bezugsgröße= Befall in der CpGV-Parzelle)

Trichogramma	36%
CpGV + Td	20%
Insegar + CpGV	48%
Insegar + CpGV + Trichogramma	27%

Abb. 11

Pheromonfallenfänge und durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen, Dossenheim 1991



Die *Trichogramma*-Qualität entsprach bei allen Ausbringungen den Angaben des Herstellers. Die Lebensdauer der Trichogrammen aufeinanderfolgender Ausbringungen gingen fast nahtlos ineinander über (Abb. 11).

Im Gegensatz zum Apfelwickler tritt der Schalenwickler, bedingt durch sein Eiablageverhalten, mehr kolonienartig auf. Dies hat zur Folge, daß auch die Schäden am Apfel nicht gleichmäßig über die Parzellen verteilt sind. Deutlich wird dies beim Vergleich der **Kontroll-** und der **CpGV**-Parzelle, die sich in Bezug auf den Schalenwickler-Befall nicht unterscheiden sollten. Der Befall in der Kontrollparzelle (3,9%) ist trotz des deutlich geringeren Fruchtbehanges nur etwa halb so hoch wie in der **CpGV**-Parzelle (8,0%).

Um den Wirkungsgrad der Behandlungsmaßnahmen gegenüber *Ao* zu ermitteln, wurde der Befall in der **CpGV**-Parzelle als Bezugspunkt gewählt.

Hierbei ergibt sich bei durchgehendem *Td*-Einsatz (6 Freilassungen) ein WG von 36%.

Die schlechte Wirkung von **Insegar** in diesem Jahr (WG zwischen 27% und 48%) ist auf den sehr späten Spritztermin (27.5.) zurückzuführen. Die meisten *Ao*-Wickler befanden sich zum Applikationszeitpunkt bereits im Puppenstadium. Wie aus Abbildung 11 zu entnehmen ist, begann der Falterflug Anfang Juni. Erst Ende Mai war jedoch abzusehen, ob die bei 'Golden Delicious' aufgetretene Nachblüte eine Versuchsdurchführung erlaubte. Die **Insegar**-Applikation hatte keine Auswirkungen auf den **Cp**-Befall.

Die Wirkung des **Granulosevirus** ist, in Anbetracht des sehr hohen **Cp**-Befallsdrucks im Jahr 1991 (37,7% in der Kontrolle), als sehr gut zu bezeichnen. Es konnte ein Wirkungsgrad von 82% erreicht werden. Ab dem 13.6. wurde fünfmal mit 1/10 und dreimal mit normaler Konzentration behandelt. Auch hier ist, wie beim *Td*-Einsatz zu berücksichtigen, daß der Fruchtbehang in der Kontrollparzelle wesentlich geringer war.

Ungeklärt bleibt, warum in der **Insegar, CpGV + Td**-Parzelle trotz starkem Behang, sowohl der **Cp**- als auch der *Ao*-Befall größer war als in der angrenzenden **Insegar + CpGV**-Parzelle.

Die **Kombinations**-Parzellen führten in Bezug auf den Apfelwicklerschaden zu keiner Wirkungssteigerung. Bei Betrachtung des *Ao*-Befalls ist jedoch zu erkennen, daß bei durchgehender *Td*-Behandlung der WG mit 36% deutlich höher ist als in der **CpGV + Td**-Parzelle mit 20%. Hier wurde die 1. *Ao*-Generation vernachlässigt und erst bei der 2. Generation ab dem 22.7. mit der Bekämpfung begonnen.

Abbildung 11 zeigt, daß auch noch nach den Virusspritzungen Trichogrammen ausgebracht wurden. Da die Parasitoide frisch abgelegte Eier bevorzugen (Castaneda Samayoa 1990), ist es wichtig, daß sie vor oder mit der Eiablage ihrer Wirte ausgebracht werden. Das Virus hingegen ist gegen die schlüpfende Eilarve gerichtet. Mitte August war noch nicht abzusehen, ob die Eiablage des Apfelwicklers abgeschlossen war oder nicht. Des weiteren war bei *Ao* Mitte August noch einmal ein Flughöhepunkt zu verzeichnen.

1992

1992 wurden bei allen durchgeführten Behandlungen die besten Ergebnisse erzielt. Die Ergebnisse der Apfelauswertung sind in Tabelle 8 dargestellt.

Die vor und nach der Blüte vorgenommenen **Insegar**-Spritzungen führten zu einer *Ao*-Befallsreduktion von 61%, was einem Ernteschaden von 1,8% entsprach.

Mit fünf 1/10 *CpGV*-Spritzungen gegen die 1. *Cp*-Generation und zwei normal konzentrierten Virusspritzungen gegen die 2. *Cp*-Generation (Abb. 12) wurde ein WG von 87% erzielt.

Der *Trichogramma*-Einsatz senkte den *Ao*-Befall um 41%, den *Cp*-Befall um 48%. Die Qualität der ausgebrachten Parasitoide war von den insgesamt fünf Ausbringungen bei der 3. Freilassung gemindert. Hier schlüpfen nur ca. 1/3 der zu erwartenden 3000 Trichogrammen. Diese Ausbringung fiel jedoch genau in einen Zeitraum mit schwachem Falterflug und damit geringer Eiablage (Abb. 12). Es ist somit nicht von einer negativen Auswirkung der geringen *Td*-Konzentration zu diesem Zeitpunkt auszugehen.

Alle Bekämpfungs-Kombinationen führten in diesem Jahr zu besseren oder gleich guten Ergebnissen wie die Anwendung von nur einer Behandlungsmethode. Der Einsatz von Virus und *Trichogramma*, an Stelle von zwei normal konzentrierten Virusspritzungen gegen die 2. *Cp*-Generation, ergab, wie bei durchgehender Virusapplikation, eine 87%ige Befallsreduktion. 1992 konnte auch ein Einfluß von **Insegar** auf den *Cp*-Befall festgestellt werden. **Insegar** senkte zusammen mit der **Virus**-Behandlung der 1. *Cp*-Generation den Befall um 91%. Durch den *Trichogramma*-Einsatz ließ sich der WG um weitere 6% steigern. Der Einsatz von *Trichogramma* gegen die 2. *Ao*-Generation erhöhte die **Insegar**-Wirkung um 11%.

Tab. 8

Ernteausswertung Dossenheim 1992

Versuchsansatz	geerntete Äpfel Fallobst	Cp-Befall			Ao-Befall	
		einfach	gestoppt	gesamt		
Kontrolle	1508	54	12	66		96
	543	239	0	239		0
	2051 100%	293	12	305 15,1%		96 4,6%
Td (1. + 2. Gen.)	1734	32	7	39		55
	284	120	0	120		0
	2018 100%	152	7	159 7,9%		55 2,7%
CpGV (1. Gen.)	1786	8	8	16		44
Td (2. Gen.)	108	21	0	21		0
	1894 100%	29	8	37 2,0%		44 2,3%
CpGV	1476	11	10	21		28
(1. + 2. Gen.)	39	9	0	9		0
	1476 100%	20	10	30 2,0%		28 1,9%
Insegar +	1776	4	4	8		33
CpGV (1. Gen.)	78	16	0	16		0
	1854 100%	20	4	24 1,3%		33 1,8%
Insegar	1934	2	7	9		27
CpGV (1. Gen.)	49	7	0	7		0
Td (2. Gen.)						
	1983 100%	9	7	16 0,8%		27 1,3%

Ernteausswertung an jeweils 10 'Jonagold'-Bäumen

Wirkungsgrad gegenüber Cp

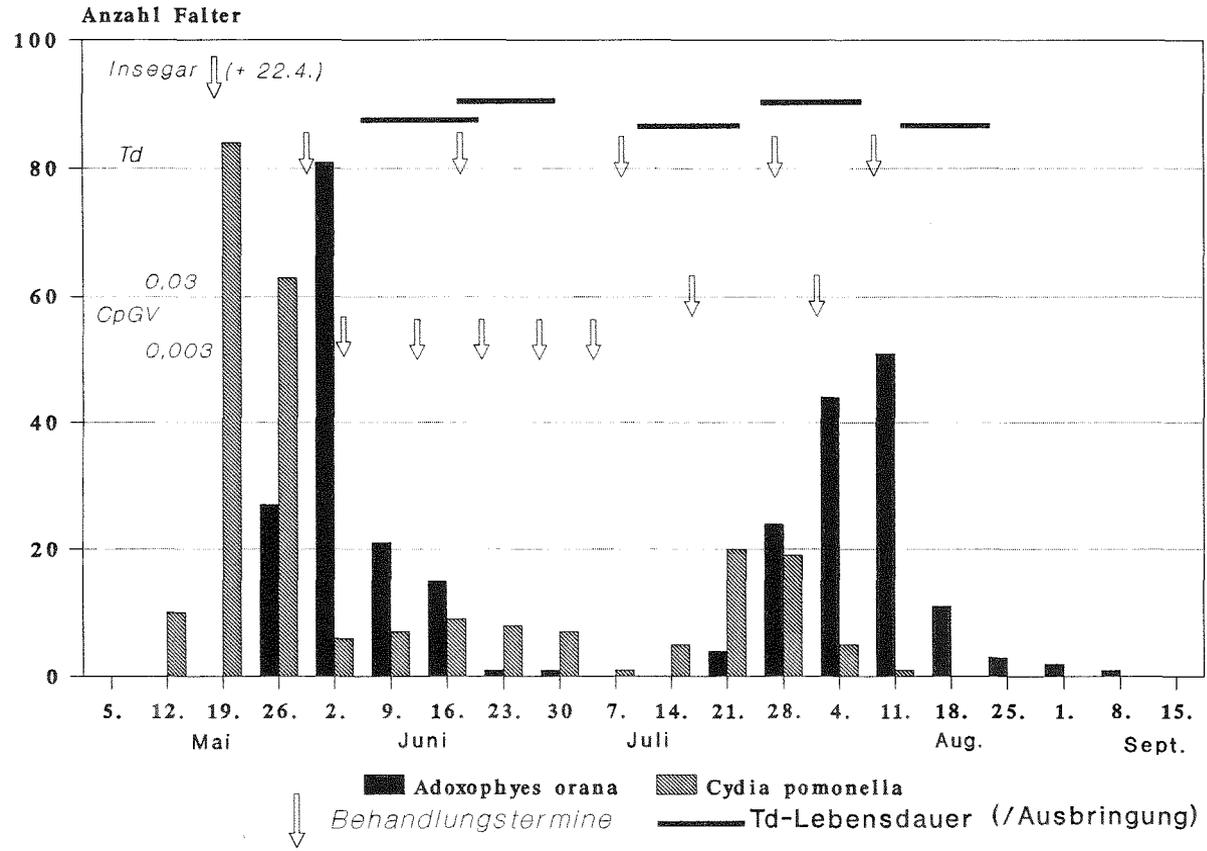
<i>Trichogramma</i>	48%
CpGV + <i>Trichogramma</i>	87%
CpGV	87%
Insegar + CpGV	91%
Insegar + CpGV + <i>Trichogramma</i>	97%

Wirkungsgrad gegenüber Ao

<i>Trichogramma</i>	41%
CpGV + <i>Trichogramma</i>	50%
Insegar + CpGV	61%
Insegar + CpGV + <i>Trichogramma</i>	72%

Abb. 12

Pheromonfallenfänge und durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen, Dossenheim 1992



Nierstein 1989, 1990, 1991

Die Pheromonfallenfänge von *Ao* und *Cp* entsprachen in den Untersuchungsjahren etwa dem Flugverlauf der Falter in Dossenheim. Die *Trichogramma*-Ausbringungen 1990 und 1991 erfolgten an den selben Tagen. Die *Td*-Ausbringungstermine 1989 und die Virusspritzungen, die vom Betriebsleiter selbst durchgeführt wurden, sind den in Tabelle 3 aufgeführten Spritzplänen zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Versuche aus den Jahren 1989, 1990 und 1991 lassen sich wie folgt zusammenfassen (Tab. 9, 10 und 11).

Eine Befallsminderung durch den Einsatz von *Td* gegenüber dem Apfelschalenwickler konnte weder im Jahr 1989 noch 1990 festgestellt werden. Im Jahr 1991 war eine Beurteilung aufgrund des geringen Befalls (2,7%) in der Kontrolle nicht möglich.

Bei der Bekämpfung des Apfelwicklers verbesserten sich die Ergebnisse von Jahr zu Jahr. Im Jahr 1989 betrug der WG 26% bei einem Ernteschaden von 25,9% in der Kontrolle, 1990 wurde der 28,4%ige Befall in der Kontrolle um 37% gemindert und 1991 lag der WG bei einem 21,4%igen *Cp*-Befall bei 39%.

Die Bekämpfung des Apfelwicklers mit **Granulosevirus** führte 1990 zu einer 64%igen und 1991 zu einer 72%igen Befallsminderung.

Der Einsatz von *Td* in Kombination mit *CpGV* brachte in beiden Jahren keine oder nur eine geringfügige Verbesserung.

Tab. 9 Ernteauswertung Nierstein 1989

Versuchsansatz	geerntete Äpfel Fallobst	<i>Cp</i> -Befall	<i>Ao</i> -Befall
Kontrolle	810	139	70
	491	198	51
	1301 100%	337 25,9%	131 10,1%
<i>Trichogramma</i> (1. + 2. Gen.)	947	115	65
	399	142	59
	1346 100%	257 19,1%	124 9,2%

Ernteauswertung an jeweils 6 'Boskoop'-Bäumen.

Wirkungsgrad	<i>Trichogramma</i> gegenüber <i>Cp</i>	26%
	<i>Trichogramma</i> gegenüber <i>Ao</i>	0%

Tab. 10 Ernteauswertung Nierstein 1990

Versuchsansatz	geerntete Äpfel Fallobst	<i>Cp</i> -Befall		<i>Ao</i> -Befall	
Kontrolle	971	142		83	
	266	209		4	
	1237 100%	351	28,4%	87	7,0%
<i>Trichogramma</i> (1. + 2. Gen.)	973	76		85	
	240	140		13	
	1213 100%	216	17,8%	98	8,1%
<i>Cp</i> GV (1. Gen.) <i>Td</i> (2. Gen.)	1165	57		106	
	144	44		5	
	1299 100%	101	7,8%	111	8,5%
<i>Cp</i> GV (1. + 2. Gen.)	1458	109		119	
	175	60		9	
	1633 100%	169	10,3%	128	7,8%

Ernteauswertung an jeweils 20 'Jonagold'-Bäumen

Wirkungsgrade gegenüber *Cp*

<i>Trichogramma</i>	37%
<i>Cp</i> GV + <i>Trichogramma</i>	73%
<i>Cp</i> GV	64%

Wirkungsgrade gegenüber *Ao*

<i>Trichogramma</i>	0%
---------------------	----

Tab. 11

Ernteausswertung Nierstein 1991

Versuchsansatz	geerntete Äpfel		Cp-Befall			Ao-Befall	
	Fallobst		einfach	gestoppt	gesamt		
Kontrolle	2732		125	1	126	95	
	1159		708	-	708	10	
	3891	100%	833	1	834	21,4	105 2,7%
Td (1.+ 2. Gen.)	2916		72	4	76	119	
	780		418	-	418	17	
	3690	100%	490	4	494	13,3	136 3,7%
CpGV (1. Gen.)	3967		38	6	44	86	
Td (2. Gen.)	567		214	-	214	2	
	4534	100%	252	6	258	5,7	88 1,9%
CpGV	3237		54	16	70	111	
(1.+ 2. Gen.)	461		149	-	150	4	
	3698	100%	204	16	220	5,9	115 3,1%

Ernteausswertung an ganzen 'Jonagold'-Parzellen. Abgestoppter Befall an Fallobst nicht ausgewertet.

Wirkungsgrad gegenüber Cp.

<i>Trichogramma</i>	39%
<i>CpGV</i> + <i>Trichogramma</i>	73%
<i>CpGV</i>	72%

Wirkungsgrad gegenüber Ao kann aufgrund des geringen Befalls nicht ermittelt werden.

Bonn 1990, 1991

Die Flugverläufe der Falter sowie die Ausbringungstermine der Trichogrammen entsprachen denen in Dossenheim. Die eingesetzten PSM sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Wie Tabelle 12 zeigt, entstand im Jahr 1990 in der **Kontroll**-Parzelle ein durch Schalenwicklerfraß verursachter Ernteschaden von 4,3%. Eine Reduktion durch den *Td*-Einsatz konnte nicht erzielt werden. Der Befall war hier sogar um 0,9% höher. Wie bereits ausgeführt wurde, ist dies auf die natürlichen Schwankungen bei der Populationsentwicklung innerhalb einer Anlage zurückzuführen.

Auch der *Cp*-Befall wurde durch den *Td*-Einsatz nicht vermindert.

Im Versuchsjahr 1991 (Tabelle 13) war der Schalenwicklerbefall in dieser Anlage sehr gering. Der Betriebsleiter führte aus diesem Grund die Insegar-Nachblütespritzung nicht durch.

Der durch Schalenwicklerfraß hervorgerufene Ernteschaden von 1,9% in der Kontrolle ist zu gering, um Aussagen über die Bekämpfungserfolge der durchgeführten Maßnahmen machen zu können.

Der *Cp*-Befall konnte durch die **Td**-Freilassung um 29% reduziert werden. Die geringe Anzahl Äpfel in der Kontrollparzelle ist hier nicht auf einen geringeren Behang zurückzuführen, sondern darauf, daß in dieser Parzelle nur 30 statt 60 Bäume ausgewertet wurden.

Betrachtet man die Auswirkungen von **Insegar**, so ist festzustellen, daß durch die zweimalige Insegar-Applikation der Schalenwicklerbefall 1990 um 51% reduziert wurde. Die Freilassung der *Td* gegen die 2. *Ao*-Generation führte zu keiner weiteren Steigerung des WG.

Auffällig ist in beiden Jahren die gute Wirkung von Insegar gegenüber dem Apfelwickler (WG 80%). Auch gegenüber diesem Schädling blieb der *Td*-Einsatz in der 2. Generation ohne Wirkung.

Tab. 12 Ernteausswertung Bonn 1990

Versuchsansatz	geerntete Äpfel Fallobst	<i>Cp</i> -Befall	<i>Ao</i> -Befall
Kontrolle	1173	91	52
	437	71	18
	1610 100%	162 10,1%	70 4,3%
<i>Td</i> (1. + 2. Gen.)	1063	78	70
	337	50	3
	1400 100%	128 9,1%	73 5,2%
Insegar + <i>Td</i> (2. Gen.)	1258	26	28
	157	3	2
	1415 100%	29 2,0%	38 2,1%
Insegar	1636	21	40
	372	18	3
	2058 100%	39 1,9%	43 2,1%

Ernteausswertung an 10 'Jonagold'-Bäumen

Wirkungsgrad gegenüber *Cp*

<i>Trichogramma</i>	1%
Insegar + <i>Trichogramma</i>	80%
Insegar	81%

Wirkungsgrad gegenüber *Ao*

(Bezugsgröße = Befall in der *Cp*GV-Parzelle)

<i>Trichogramma</i>	0%
Insegar + <i>Trichogramma</i>	51%
Insegar	51%

Tab. 13

Ernteausswertung Bonn 1991

Versuchsansatz	geerntete Äpfel Fallobst	<i>Cp</i> -Befall	<i>Ao</i> -Befall
Kontrolle	462	80	9
	111	26	2
	573 100%	106 18,5%	11 1,9%
<i>Td</i> (1. + 2. Gen.)	987	86	30
	363	89	5
	1350 100%	176 13,0%	35 2,6%
Insegar + <i>Td</i> (2. Gen.)	850	9	11
	235	6	1
	1085 100%	15 1,4%	12 1,1%
Insegar	1118	4	19
	153	0	0
	1271 100%	4 0,3%	19 1,5%

Ernteausswertung an jeweils 60 Bäumen/Parzelle, in der Kontrolle 30 Bäume 1/2 Reihe

Wirkungsgrad gegenüber *Cp*

<i>Trichogramma</i>	29%
Insegar + <i>Td</i>	92%
Insegar	98%

Wirkungsgrad gegenüber *Ao* kann aufgrund des geringen Befalls nicht ermittelt werden

Kirchheim 1990

In dieser Anlage kam der Insektenwachstumsregulator Dimilin zum Einsatz. Versehentlich wurde vom Betriebsleiter auch ein Teil der Kontrolle mit diesem Chitinsynthesehemmer behandelt. Als Bezugsgröße für die Ermittlung der WG wurde daher der Befall in der *Trichogramma*-Parzelle herangezogen. In dieser Parzelle betrug der *Cp*-Schaden 25,5% und der *Ao*-Schaden 5,5%.

Der Flugverlauf der Wickler, die Bekämpfungsmaßnahmen und -zeitpunkte sind in Abbildung 13 dargestellt. Die Ergebnisse der Fallobst- und Ernteausswertung zeigt Tabelle 14.

Bereits eine einmalige **Dimilin**-Applikation zum Flughöhepunkt der 1. *Cp*-Generation reduzierte den Apfelwicklerschaden um 93%. Die zweite Dimilin-Spritzung konnte diesen WG nur noch um 2% erhöhen.

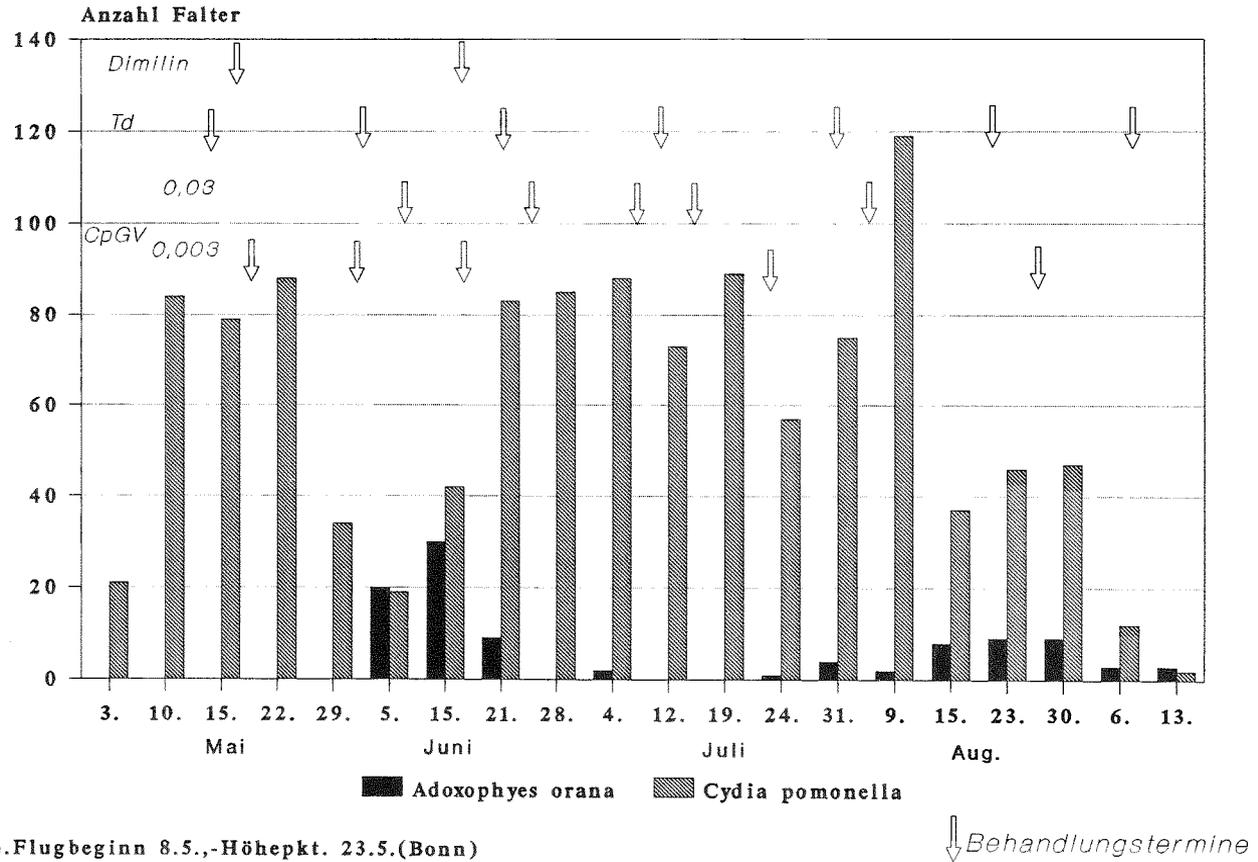
Der WG in der **Dimilin + Td**-Parzelle liegt mit 89% etwas niedriger. Dies kann darauf zurückgeführt werden, daß sich diese Parzelle näher an den sich nördlich angrenzenden, stärker befallenen Kontroll- und *Trichogramma*-Parzellen befand (siehe Abb. 4). Im Vergleich zu den erstgenannten Dimilin-Varianten war hier auch fast ein Viertel weniger Fruchtbehang vorhanden. Dies läßt auf einen stärkeren Befallsdruck in dieser Parzelle schließen.

Eine über 60%ige Herabsetzung des Schalenwicklerbefalls durch **Dimilin** ist ebenfalls zu verzeichnen.

Der Erfolg des gegen beide *Cp*-Generationen gerichteten **Virus**-Einsatzes kann sich mit dem WG des chemischen Insektizides messen. Auch hier wurde eine 93%ige Schadensreduktion erzielt. Beim Einsatz von *CpGV* gegen die 1. und *Td* gegen die 2. *Cp*-Generation ließ die Wirkung deutlich um 27% nach. Die Bekämpfung der 2. *Cp*-Generation begann in der 1. Juliwoche. In der *CpGV*-Variante wurde, beginnend mit dem 19.5., zehnmal gegen Apfelwickler behandelt. Jeweils fünfmal mit 1/10 und normaler Konzentration. Bei der **Kombination** mit *Trichogramma* kamen an Stelle der letzten vier Virusbehandlungen vier *Trichogramma*-Freilassungen zum Einsatz.

Abb. 13

Pheromonfallenfänge und durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen, Kirchheim 1990



Tab. 14

Ernteauswertung Kirchheim 1990

Versuchsansatz	geerntete Äpfel/ Fallobst	<i>Cp</i> -Befall	<i>Ao</i> -Befall
Kontrolle	1250	110	58
	353	103	4
	1603 100%	213 13,3%	62 3,9%
<i>Td</i> (1. + 2. Gen.)	902	151	63
	331	163	5
	1233 100%	314 25,5%	68 5,5%
Dimilin (1. Gen.) + <i>Td</i> (2. Gen.)	1307	12	35
	278	32	3
	1585 100%	45 2,8%	38 2,4%
Dimilin 1x	1450	17	26
	513	16	11
	1963 100%	33 1,7%	37 1,9%
Dimilin 2x	1367	11	31
	651	18	4
	2018 100%	29 1,4%	35 1,7%
<i>CpGV</i> (1. Gen.) <i>Td</i> (2. Gen.)	1171	75	61
	241	47	1
	1412 100%	122 8,6%	62 4,4%
<i>CpGV</i> (1 + 2. Gen.)	1545	15	59
	227	18	3
	1772 100%	33 1,9%	62 3,5%

Ernteauswertung an jeweils 15 'Jonagold'-Bäumen

Wirkungsgrad gegenüber *Cp*

Dimilin + <i>Td</i>	89%
Dimilin 1x	93%
Dimilin 2x	95%
<i>CpGV</i> + <i>Td</i>	66%
<i>CpGV</i>	93%

Wirkungsgrad gegenüber *Ao*

Dimilin + <i>Td</i>	56%
Dimilin 1x	65%
Dimilin 2x	69%
<i>CpGV</i> + <i>Td</i>	20%

mit dem Befall in der *Trichogramma*-Parzelle als Bezugspunkt, da die Kontrollparzelle z.T. mit Dimilin behandelt wurde.

2.3.2. Untersuchungen zur Optimierung des *Trichogramma*-Einsatzes

2.3.2.1. Dispersion von *Td* in einer Pillaranlage

2.3.2.1.1. Horizontale Dispersion

2.3.2.1.1.1. mit Wirtseiern ab Beginn des *Trichogramma*-Schlupfes

Der Versuch begann mit der Ausbringung von 72000 schlupfbereiten *Td* im Zentrum einer Pillaranlage. Die Ermittlung ihrer Dispersion erfolgte anhand von Eikärtchen, die, über die Versuchsfläche verteilt, den *Trichogrammen* zur Parasitierung angeboten wurden.

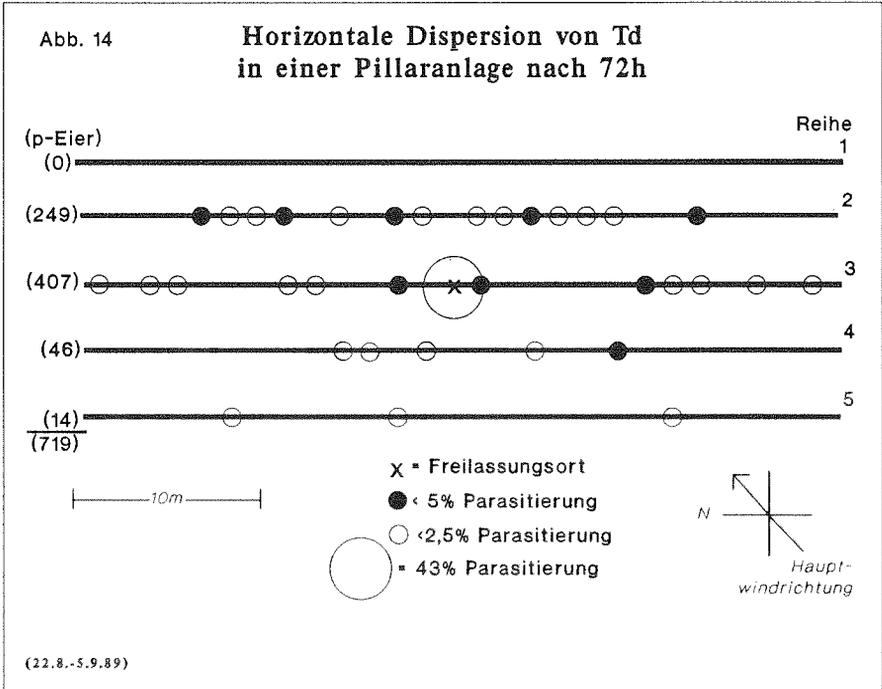
24 Stunden nach dem Schlupf (26.8.) hatten sich die Tiere innerhalb der Ausbringungsreihe (Reihe 3) bis zu 18 m nach Norden und 2,5 m nach Süden vom Ausgangsort entfernt. Von den in diesem Zeitraum insgesamt 674 parasitierten Eiern (Tab. 15) befanden sich 86% am Freilassungsbaum. Der Wind kam mit durchschnittlich 182° aus Süden.

Abbildung 14 zeigt die Dispersion der *Trichogrammen* nach 72 Stunden (28.8.). Zu diesem Zeitpunkt konnte die größte Ausbreitung der *Trichogrammen* beobachtet werden. In der sich östlich vom Ausbringungsort angrenzenden Reihe 2 parasitierten sie 249 Eier, 46 parasitierte Eier (p-Eier) wurden in der westlichen Reihe 4 und 14 p-Eier in der 7 m westlich entfernten Reihe 5 gefunden. Die Parasitierung erstreckte sich in Reihe 3 nun auch bis 19,5 m südlich des Ausgangsortes. Am Ausbringungsbaum selbst betrug sie 43% der insgesamt 719 bestifteten Eier. Die Hauptausbreitung lag, wie auch nach 24 Stunden, in Windrichtung. Mit Geschwindigkeiten zwischen 1,6 und 3,2 m/s kam der Wind am 27.8. aus südwestlicher (230°), am 28.8. aus westlicher Richtung (276°).

In den folgenden drei Auswertungszeiträumen (28. - 31.8., 31.8. - 2.9., 2. - 5.9.) verringerte sich sowohl die Anzahl parasitierter Eier, als auch die Ausdehnung vom Ausbringungsort. Im letzten Auswertungszeitraum war die *Td*-Dichte nur noch am Ausbringungsort so groß, daß sich eine Parasitierung feststellen ließ. Dort wurden 52 Eier und am 10. Baum der dritten Reihe noch ein p-Ei gefunden.

Die Gesamtzahl der im Versuchszeitraum vom 22.8. - 5.9. parasitierten *Sc*-Eier betrug 2001, davon entfielen 60% auf die am Ausbringungsort angebotenen Wirtseier. An den übrigen Bäumen überschritt der Parasitierungsanteil selten einen Wert von 2,5%. Die Parasitierung in der östlich gelegenen Reihe 2 erreichte höhere Werte, als die in den entgegen der Windrichtung gelegenen Reihen 4 und 5. In Reihe 1 wurde kein Ei, in Reihe 2 322 Eier, in Reihe 3 1585 Eier, in Reihe 4 71 Eier und in Reihe 5 20 Eier parasitiert.

Einen Überblick über die im Versuchszeitraum parasitierten Eier gibt Tabelle 15.



**Tab. 15 Anzahl parasitierter Eier im Dispersionsversuch
vom 22.8. - 5.9.1989**

Reihe	1	2	3	4	5	Summe
25.-26.8.	-	-	674	-	-	674
26.-28.8.	-	249	407	46	17	719
28.8.-31.8.	-	37	261	8	-	306
31.8.-2.9.	-	39	190	14	6	249
2.-5.9.	-	-	53	-	-	53
Summe	-	325	1585	68	23	2001

2.3.2.1.1.2. mit Wirtseiern acht Tage nach dem *Trichogramma*-Schlupf

Auch dieser Versuch zeigt die horizontale Dispersion von *Td* in einer Pillaranlage (Abb. 15, Tab. 16). Im Unterschied zu Versuch 2.3.2.1.1.1. standen den Tieren erst acht Tage nach dem Schlupf (am 3.10.1991) Eikärtchen zur Parasitierung zu Verfügung. Innerhalb dieser Zeitspanne hatten sie Gelegenheit, sich unbeeinflusst in der Anlage auszubreiten. In Abbildung 16 und Tabelle 22 ist die Parasitierung im gesamten Auswertungszeitraum (3. - 11.10.) dargestellt.

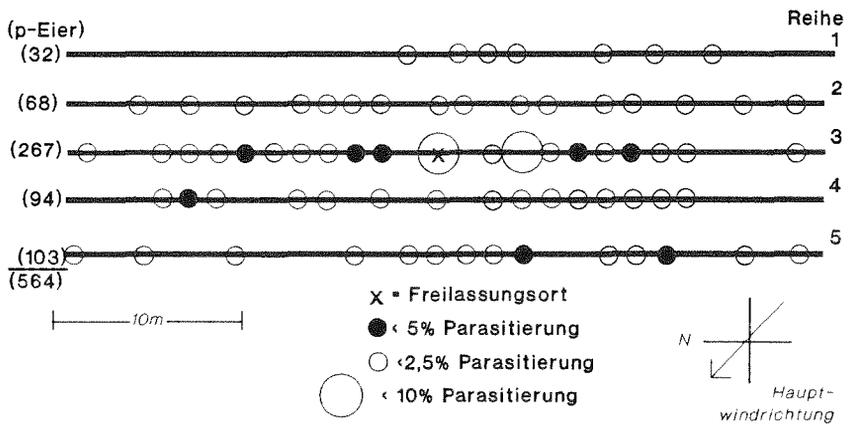
Wie im zuvor beschriebenen Versuch, fanden sich die ersten p-Eier (3. - 4.10.) in der Nähe des Ausbringungsortes, 17 p-Eier am Ausbringungsbaum, zwei p-Eier 9 m nördlich und drei p-Eier 12 m südlich der Ausbringungsstelle. Neun p-Eier wurden an dem der Ausbringungsstelle gegenüberliegenden Baum in der sich westlich angrenzenden Reihe 4 gefunden.

Im 2. Auswertungszeitraum (4. - 7.10.) kam es in allen fünf untersuchten Reihen zu einer Parasitierung, die am stärksten in Reihe 3 ausgeprägt war. Die Ausbreitung in Nord- und in Südrichtung betrug jeweils 19,5 m. Im letzten Auswertungszeitraum (7. - 11.10.) läßt sich wiederum nur am Freilassungsort das Vorhandensein der *Trichogrammen* feststellen.

Während des Versuches herrschte weitgehend Windstille. Es traten einige Böen auf, die z. T. 2 m/s erreichten und aus sehr unterschiedlichen Richtungen kamen, wobei jedoch der Wind aus Südosten überwog. Dies spiegelt sich auch in der Dispersion der *Trichogrammen* wieder. Sie deckten die fünf Auswertungsreihen gleichmäßiger ab als im Versuch 2.3.2.1.1.1.. Die Parasitierung in den Westreihen erreichte dabei deutlich höhere Werte als die in den Ostreihen. In der Nähe des Ausbringungsortes zeigten sich die höchsten Parasitierungsraten, sie gehen jedoch über 10% der insgesamt 564 parasitierten Eier nicht hinaus.

Die Anzahl parasitierter Eier fällt bei dieser Untersuchung deutlich niedriger aus als im Versuch 1989. Zu beachten ist, daß 20000 *Trichogrammen* weniger zum Einsatz kamen und die niedrigeren Temperaturen im Oktober, im Vergleich zu August, sicherlich die Aktivität der *Trichogrammen* minderten. Möglich ist auch, daß zu Beginn der Auswertung, acht Tage nach dem Schlupf, der Höhepunkt der Parasitierungsaktivität bereits überschritten war.

Abb. 15 **Horiz. Dispersion von Td in einer Pillaranlage**
(ohne Sc-Eier nach dem Schlupf)



(20.9.-11.10.91)

Tab. 16 **Anzahl parasitierter Eier im Dispersionsversuch**
vom 22.9. - 11.10.1991

Reihe	1	2	3	4	5	Summe
3.-4.10.	-	-	22	9	-	31
4.-7.10.	32	68	225	85	103	506
7.-11.10.	-	-	20	-	-	20
Summe	32	68	267	94	103	564

2.3.2.1.2. Vertikale Dispersion

2.3.2.1.2.1. mit Wirtseiern ab Beginn des *Trichogramma*-Schlupfes

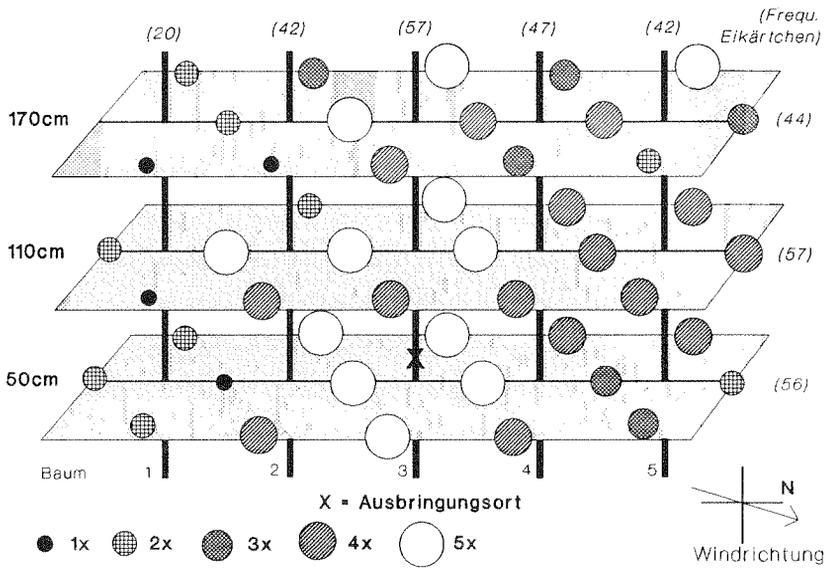
Die Ergebnisse dieser Untersuchung zum vertikalen Dispersionsverhalten von *Td* sind in Abbildung 16 dargestellt.

Der obere Teil dieser Grafik verdeutlicht, wie häufig die Trichogrammen während eines zehntägigen Versuchszeitraumes Eikärtchen in der Laubschicht von fünf Pillarbäumen aufsuchten. Die Laubschicht gliederte sich in drei Auswertungsebenen. Fünfmal erfolgte ein Auswechseln der Eikärtchen, woraus sich eine maximale Frequentierung pro Eikärtchen von "5" ergibt. Am Ausbringungsbaum konnte dies auf allen drei Ebenen erreicht werden, wogegen an den Nachbarbäumen die Frequentierungsintensität nachließ. Vom Ausbringungsbaum in Windrichtung war eine stärkere Frequentierung zu verzeichnen als entgegen der Windrichtung. Der Wind kam mit einer Geschwindigkeit von 1,7 bis 2,7 m/s aus südlicher Richtung (160° - 192°). Von Süd nach Nord wurden an den fünf Bäumen die Kärtchen 20 mal, 42 mal, 57 mal, 47 mal und 42 mal aufgesucht und parasitiert. (Die Kärtchen zwischen den Bäumen sind dabei doppelt berücksichtigt, d.h. sie zählen für beide Bäume).

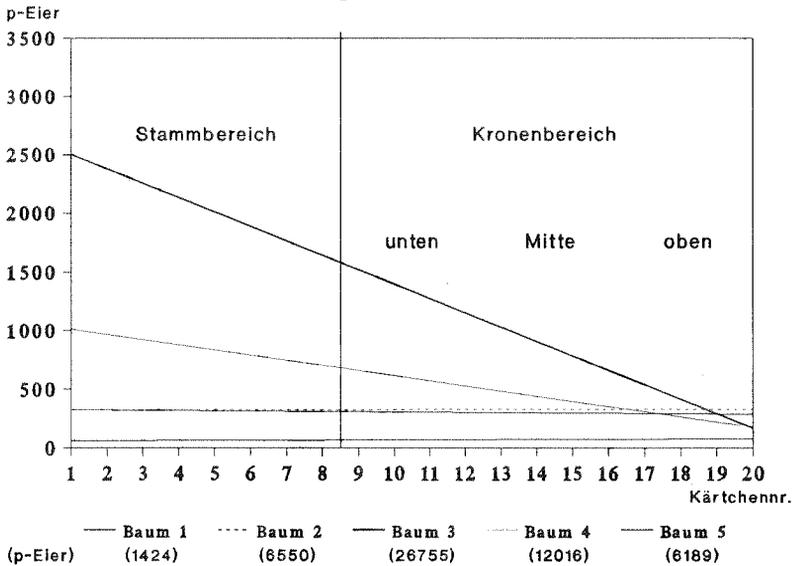
Die Verteilung der Trichogrammen auf den einzelnen Ebenen nahm nach oben hin etwas ab, kann aber insgesamt als gleichmäßig bezeichnet werden. Auf der unteren Ebene wiesen die Eikärtchen insgesamt eine Frequentierung von 56, auf der mittleren von 57 und auf der oberen Ebene von 44 auf.

Im unteren Bereich der Abbildung 16 ist in Trendgeraden die Anzahl der p-Eier an den einzelnen Bäumen dargestellt. Neben den drei Ebenen im Kronenbereich findet hier auch die Parasitierung am Stamm Berücksichtigung. An jedem Stamm befanden sich acht Eikärtchen, im Kronenbereich jeweils 12 (die Kärtchen zwischen den Bäumen wurden wieder doppelt gezählt). Am Ausbringungsbaum konnte mit insgesamt 26755 Eiern die höchste Parasitierung ermittelt werden. Sie nahm sowohl am Stamm als auch im Kronenbereich von unten nach oben ab. Dieses Verteilungsmuster kommt auch an dem Nachbarbaum in Windrichtung zum Tragen. Hier konnte die zweitgrößte Anzahl parasitierter Eier festgestellt werden (12016). Je weiter sich die Trichogrammen vom Ausbringungsort entfernten, desto gleichmäßiger verteilten sie sich am Stamm und in der Laubschicht. Die Anzahl parasitierter Eier nahm mit zunehmender Distanz vom Ausbringungsort ab.

Abb. 16 Vertikale Dispersion in der Laubschicht
(Frequenzierung der Eikärtchen durch Td)



Vertikale Dispersion von Td im Baum



(5.-18.9.89)

2.3.2.1.2.2. mit Wirtseiern acht Tage nach dem *Trichogramma*-Schlupf

Auch dieser Versuch zeigt die vertikale Dispersion von *Td* innerhalb von fünf Pillarbäumen (Abb. 17). Sie konnten sich allerdings acht Tage unbeeinflusst durch exponierte Wirtseier in der Laubschicht und im Stammbereich ausbreiten. Die maximale Frequentierung pro Eikärtchen betrug bei diesem Versuch "3".

Die Ergebnisse stimmen mit denen des Versuchs 2.3.2.1.2.1. überein. Die höchsten Frequentierungen konnten am Ausbringungsbaum sowohl in der Laubschicht als auch am Stamm festgestellt werden. Innerhalb der drei Ebenen nahm sie sowohl nach oben als auch nach unten ab. In der unteren Laubschicht wurden die Kärtchen achtmal aufgefunden, in der mittleren zehnmal und in der oberen sechsmal.

Die Frequentierung erreichte im Kronenbereich des Nachbarbaumes in Windrichtung einen höheren Wert (9) als entgegen der Windrichtung (4). (Die Eikärtchen zwischen den Bäumen beziehen sich wieder auf beide Bäume).

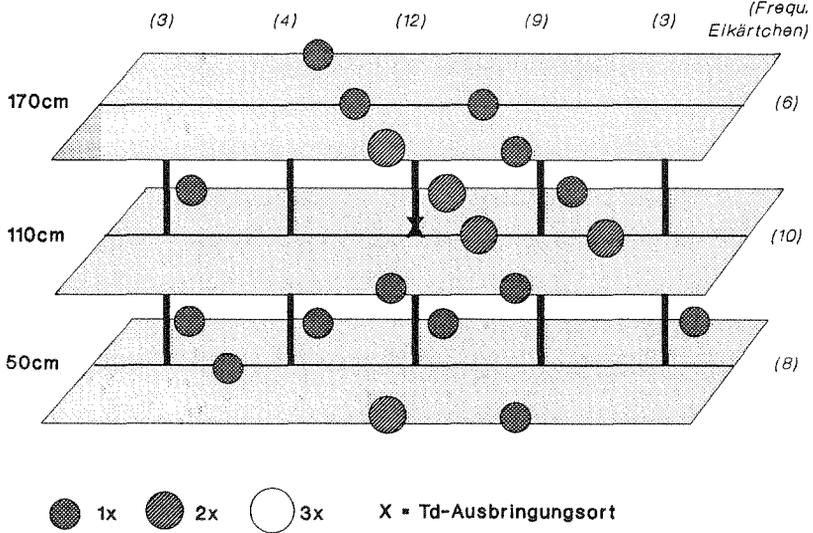
Gleiches gilt auch für den Stammbereich. Am Ausbringungsbaum wiesen 17 Eikärtchen, am nördlich angrenzenden Baum 10 Eikärtchen eine Parasitierung auf. Die Eikärtchen des südlichen Nachbarbaumes zeigten keine Schwarzfärbung.

Allein im Stammbereich des Ausbringungsbaumes konnte die maximale Frequentierung von "3" erreicht werden. Die Frequentierung betrug insgesamt am Ausbringungsbaum 17, am Nachbarbaum in Windrichtung 19.

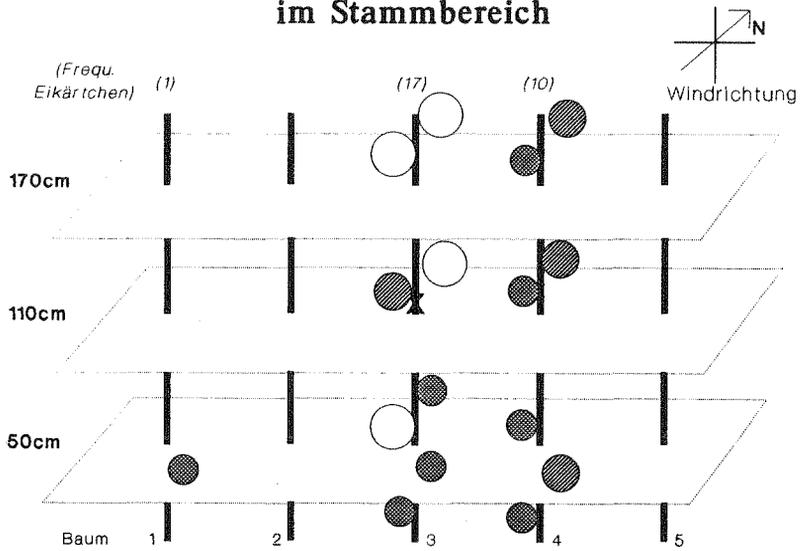
Abb. 17

Frequentierung der Eikärtchen in der Laubschicht

(ohne Sc-Eier nach dem Schlupf)

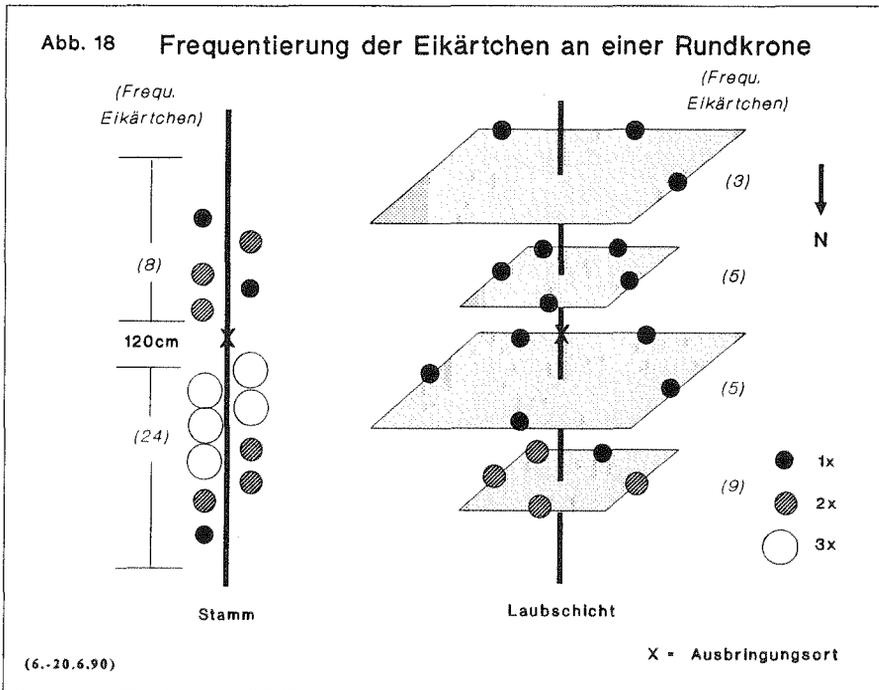


im Stammbereich



(22.9.-11.10.91)

2.3.2.1.3. Dispersion in einer Rundkrone



In Abbildung 18 ist die durchschnittliche Frequentierung der Eikärtchen an sechs schwach belaubten 'Golden Delicious'-Bäumen dargestellt. Dreimal erfolgte ein Auswechseln des Ködermaterials. Dies entspricht einer maximalen Frequentierung von "3".

Ganz anders als in den Dispersionsversuchen in der Pillaranlage (Abb. 16 und 17) konzentrierte sich die Verteilung der *Td* mehr auf den unteren Kronen- und Stammbereich. Am Stamm konnte bis 60 cm unterhalb der Ausbringungsstelle eine Frequentierung von "3" ermittelt werden, und noch am untersten Eikärtchen erfolgte eine Parasitierung. Oberhalb des Ausbringungsortes war die Parasitierung deutlich geringer und trat nach 60 cm nicht mehr auf. Gleiches ist in der Laubschicht zu beobachten. Hier wurden Eikärtchen auf der untersten Ebene neunmal, auf den zwei mittleren Ebenen jeweils fünfmal und auf der obersten Ebene dreimal frequentiert.

2.3.2.1.4. Untersuchungen zur Präferenz gegenüber verschiedenen Pflanzenteilen

An 13 'Golden Delicious'-Bäumen fand eine Untersuchung zur Präferenz der Trichogrammen gegenüber auf Früchten, Blattunter- und Blattoberseiten exponierten *Sc*-Eiern statt. Drei Bäume dienten als Kontrolle, um zu überprüfen, ob sich bereits Schlupfwespen in der Anlage befanden und um auszuschließen, daß es bei der Versuchsvorbereitung zu Verunreinigungen des Wirtsmaterials durch *Td* gekommen war. Die *Sc*-Eier der drei Kontrollbäume zeigten nach dem Versuch keine Parasitierung.

Tab. 17 Parasitierung von *Sc*-Eiern auf verschiedenen Pflanzenteilen

Baum	Anzahl der Pflanzenteile					
	Früchte		Blattunterseite		Blattoberseite	
	behandelt	parasitiert	behandelt	parasitiert	behandelt	parasitiert
1	1	1	10	8	10	8
2	-	-	10	7	10	6
3	2	1	5	1	7	1
4	1	1	10	6	10	6
5	-	-	9	6	8	4
6	10	7	10	1	10	1
7	1	1	8	5	10	6
8	-	-	10	5	10	6
9	8	1	8	6	10	5
10	8	-	10	9	10	10
11	9	7	8	6	10	9
12	9	9	10	8	10	9
13	7	7	10	10	9	5
Summe	56	35 (62,5%)	118	78 (66%)	124	76 (61%)

Tabelle 17 ist zu entnehmen, wieviel Pflanzenteile pro Baum ausgewertet wurden und auf wievielen eine Parasitierung stattfand.

Von den insgesamt 298 mit *Sc*-Eiern bestückten Pflanzenteilen wurden 189 (63%) aufgesucht und parasitiert. Auf 62,5% der Früchte, 66% der Blattunterseiten und 61% der Blattoberseiten erfolgte eine Parasitierung. Dies läßt darauf schließen, daß sich *Td* auf allen untersuchten Teilen, mit einer Tendenz zu den mehr verdeckten Orten, wie der Blattunterseite, in gleichem Maße aufhielt.

2.3.2.1.5. Parasitierung von *A. orana*-Eigelegen im Freiland

An 12 'Golden Delicious'-Bäumen wurden max. 24h alte *Ao*-Eigelege exponiert und jeweils 1000 bereits geschlüpfte Trichogrammen im Zentrum der Bäume ausgebracht. Auf drei Kontrollbäumen befanden sich nur Eigelege. Diese Gelege zeigten nach Beendigung des Versuches keine Schwarzfärbung.

Die Parasitierung der Versuchsgelege ist in Tabelle 18 dargestellt.

Bei sieben der insgesamt 27 untersuchten Eigelegen konnte keine Parasitierung festgestellt werden. Mit den Gelegen 12, 23 und 26 (fast 100%iger Parasitierung) kam es bei sieben Gelegen zu einer vollständigen, bei fünf Gelegen zu einer über 50%igen und bei acht Gelegen zu einer Parasitierung unter 50%.

Nicht alle unparasitierten *Ao*-Eier waren noch in der Lage zu schlüpfen, z.B. bei den Gelegen 5, 10 und 19. Dies ist darauf zurückzuführen, daß adulte Trichogrammen 'host-feeding' betreiben. Sie öffnen die Eier ihrer Wirte, um Nahrung aufzunehmen. Diese Eier trocknen dann aus.

In Tabelle 18 sind die Versuchsbäume nach der Anzahl der Eigelege pro Baum aufgeführt. Es ist zu erkennen, daß mit der Anzahl der Eigelege pro Baum die Parasitierungsrate steigt.

Bei nur einem Gelege pro Baum (Baum A bis F) wurden drei nicht gefunden, eines unwesentlich und zwei ca. 50%ig parasitiert.

Auf den Bäumen G und H waren jeweils zwei Gelege exponiert. Bei einem erfolgte keine, bei zweien eine unwesentliche und bei einem weiteren eine über 50%ige Parasitierung.

Drei Gelege auf einem Blatt befanden sich auf Baum I. Bei allen kam es zu einer Parasitierung, eine unter 50%, zwei über 50%.

Auf die Bäume J und K entfielen jeweils vier Eigelege. Hier fanden erstmals vollständige Parasitierungen statt, aber genauso häufig keine wie sehr schwache Belegungen.

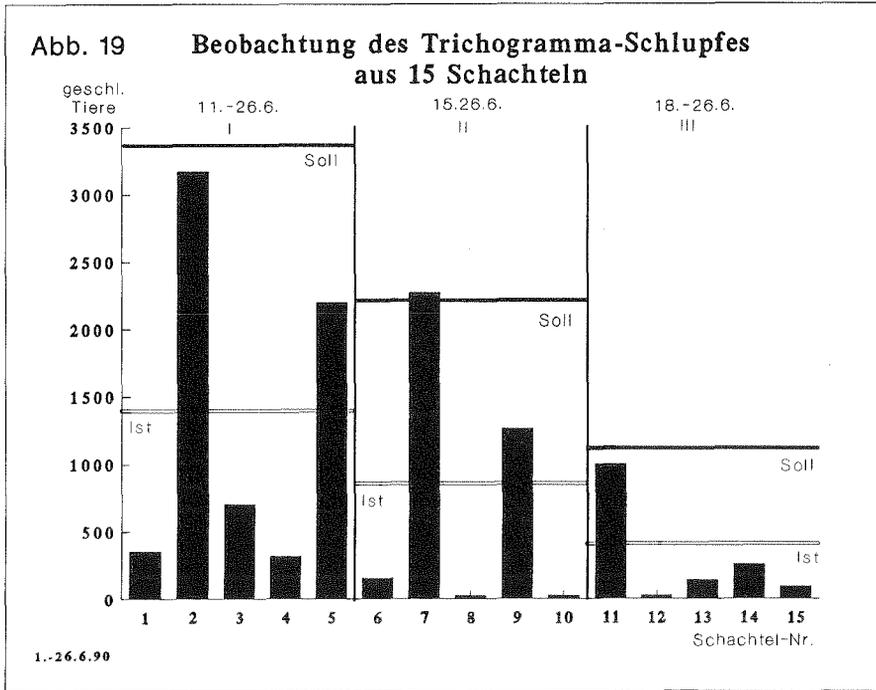
Noch bessere Parasitierungsverhältnisse liegen bei Baum L mit sechs Eigelegen vor. Drei Gelege wurden fast vollständig, zwei schwach und eines nicht parasitiert.

Tab. 18

Parasitierung von *A.orana*-Eigelegen im Freiland

Baum	Gelege	Parasitierung	Bemerkung
A	1	keine	
B	2	keine	
C	3	keine	
D	4	9 von 63 Eiern parasitiert	noch 51 <i>Ao</i> geschlüpft
E	5	26 von 54 Eiern parasitiert	7 <i>Ao</i> geschlüpft
F	6	33 von 61 Eiern parasitiert	28 <i>Ao</i> geschlüpft
G	7	keine	
	8	30 von 42 Eiern parasitiert	noch 10 <i>Ao</i> geschlüpft
H	9	9 von 68 Eiern parasitiert	55 <i>Ao</i> geschlüpft
	10	5 von 77 Eiern parasitiert	56 <i>Ao</i> geschlüpft
I	11	13 von 80 Eiern parasitiert	Gelege verpilzt (11, 12 + 13 auf einem Blatt)
	12	35 von 39 Eiern parasitiert	
	13	30 von 42 Eiern parasitiert	
J	14	6 von 55 Eiern parasitiert	45 <i>Ao</i> geschlüpft (14 + 15 auf einem Blatt)
	15	11 von 98 Eiern parasitiert	
	16	vollständig	
	17	vollständig	
K	18	keine	17 <i>Ao</i> geschlüpft
	19	14 von 47 Eiern parasitiert	
	20	42 von 79 Eiern parasitiert	
	21	keine	
L	22	vollständig	(22 + 23 auf einem Blatt)
	23	28 von 30 Eiern parasitiert	1 <i>Ao</i> geschlüpft
	24	keine	(24 + 25 auf einem Blatt)
	25	4 von 20 Eiern parasitiert	14 <i>Ao</i> geschlüpft
	26	16 von 20 Eiern parasitiert	1 <i>Ao</i> geschlüpft
	27	vollständig	(26 + 27 auf einem Blatt)

2.3.2.2. Untersuchung verschiedener Ausbringungsmethoden



Während der Untersuchungen zur Bekämpfung der Apfel- und Schalenwickler mit *Td* konnte immer wieder beobachtet werden, daß sich Ameisen (*Lasius niger* L. (Hym., Formicidae)), Ohrwürmer (*F. auricularia*), Chrysopiden und andere Prädatoren in den Ausbringungseinheiten befanden oder deren Inhalte fehlten. Aus diesem Grund fanden Untersuchungen zur Eignung verschiedener Ausbringungsverfahren statt.

2.3.2.2.1. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt einer Schachtel

In diesem Versuch, der sich in drei Beobachtungszeiträume (I, II, III) gliedert, wurde im Freiland die *Td*-Schlupfrate aus 15 Schachteln mit der Schlupfrate des gleichen *Td*-Materials verglichen, daß sich in für Prädatoren unzugänglichen Röhrchen befand. Die ersten Trichogrammen verließen ihre Wirte bereits am 6.6.90. Aufgrund der kühlen Witterung kam es erst am 11.6. zum Hauptschlupf der Tiere. Ab diesem Zeitpunkt begann die Ermittlung des Ist- und Sollschlupfes. Die Ergebnisse sind in Abbildung 19 aufgeführt.

Im Beobachtungszeitraum I (11.-26.6.) betrug der durchschnittliche Sollschlupf 3313 Trichogrammen. Diese Zahl wurde mit 3220 Tieren annähernd bei Schachtel-Nr. 2 erreicht. Die Schlupfrate aus Schachtel-Nr. 5 betrug 2210, aus den restlichen drei Ausbringungseinheiten schlüpften weit unter 1000 Tiere. Der durchschnittliche Istschlupf lag bei 1380. Auch im Beobachtungszeitraum II (15.-26.6.) konnte nur bei einer Schachtel der zu erwartende Sollschlupf von ca. 2150 festgestellt werden. Schachtel-Nr. 9 überschritt den durchschnittlichen Istschlupf von 751 um ca. 60%, die Schlupfraten der Schachteln 6, 8 und 10 lagen deutlich darunter. Ähnliches gilt für den Beobachtungszeitraum III (18.-26.6.). Hier befanden sich die Ausbringungseinheiten sieben bzw. drei Tage länger ungeschützt im Freiland als in den Beobachtungszeiträumen I und II. Der Inhalt einer Schachtel erreichte annähernd den Sollschlupf von 1057 Tieren, bei den übrigen Schachteln lag die Schlupfrate unter dem durchschnittlichen Istschlupf von 380.

Ein weiterer Versuch zum Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt der Schachtel fand auf den Versuchsflächen Nierstein und Dossenheim statt. Die Schachteln wurden jeweils zum Zeitpunkt der darauffolgenden *Td*-Ausbringung geöffnet und auf den noch vorhandenen Inhalt untersucht.

Im Gegensatz zu dem zuvor beschriebenen Versuchsansatz stand hier nicht die Ermittlung der Schlupfrate, sondern die noch vorhandene Menge an parasitierten (natürlich schon geschlüpften) *Sc*-Eiern im Mittelpunkt. Ursache für das Fehlen der *Sc*-Eier sind Ameisen, welche die Beute in ihre unterirdisch gelegenen Nester tragen oder Prädatoren mit kauenden Mundwerkzeugen, welche die eiweißreiche Nahrung wegfressen. Prädatoren mit saugenden Mundwerkzeugen bleiben hier unberücksichtigt. Da die Schachteln meistens voll oder leer waren, wurde auf eine weitere Differenzierung des noch vorhandenen Inhaltes verzichtet. Die Ergebnisse sind der Tabelle 19 zu entnehmen.

Tab. 19 **Untersuchung zum Inhalt der Schachtel 1991**

Ausbringung/ Bonitierung	Anlage Nierstein			Anlage Dossenheim				
	Anzahl Schachteln	1*	2*	3*	Anzahl Schachteln	1*	2*	3*
8.7./22.7.	40	27	3	10	68	19	33	16
22.7./5.8.	43	26	9	8	63	19	41	3
5.8./20.8.	43	20	10	13	58	5	46	7
20.8./2.9.	41	34	3	4	68	51	7	10
Summe	167	107	25	35	257	94	127	36
		64%	15%	21%		37%	49%	14%

* 1 = unbeschädigt, 2 = 100% beschädigt, 3 = teilweise beschädigt

Auf der integriert bewirtschafteten Versuchsfläche der BBA Dossenheim fehlte der Inhalt aus 49% der insgesamt 257 untersuchten Schachteln. 37% der Schachteln enthielten noch das vollständige *Sc*-Material, bei 14% war es nur noch teilweise vorhanden.

Im biologisch geführten Betrieb in Nierstein lag der Anteil der unbeschädigten Schachteln bei 64%, 15% waren leer und 21% zum Teil beschädigt.

Zu beachten ist, daß der Anteil voller Schachteln zum Ende der Vegetationsperiode hin zunimmt. Dies läßt auf eine Abnahme der Räuberaktivität schließen.

2.3.2.2.2. Einfluß von Prädatoren auf den Inhalt des Umschlages

Ab 1992 kam bei den Bekämpfungsversuchen der unter Punkt 1.2.2. beschriebene Umschlag zum Einsatz. Auch in diesem Jahr erfolgte jeweils zum Zeitpunkt der darauffolgenden *Td*-Ausbringung eine Prüfung des Inhaltes auf Verluste. Die Auswirkungen der oben beschriebenen Prädatoren in den Anlagen Nierstein und Dossenheim zeigt Tabelle 20. Die Anlage Nierstein wurde 1992 nach den Richtlinien des Integrierten Anbaus bewirtschaftet.

Tab. 20 **Untersuchung zum Inhalt des Umschlages 1992**

Ausbringung/ Bonitierung	Anlage Nierstein				Anlage Dossenheim			
	Anzahl Schachteln	1*	2*	3*	Anzahl Schachteln	1*	2*	3*
2.6./17.6.	42	-	35	7	65	-	50	15
17.6./7.7.	42	-	30	12	75	-	57	18
7.7./24.7.	45	2	25	18	66	-	66	-
24.7./10.8.	36	2	16	18	68	2	66	-
Summe	165	4 2%	106 64%	55 33%	274	2 1%	239 87%	33 12%

* 1 = unbeschädigt, 2 = 100% beschädigt, 3 = teilweise beschädigt

Es ist festzustellen, daß auch der Umschlag keinen ausreichenden Schutz gegenüber Prädatoren bietet. In beiden Anlagen wiesen die meisten Umschläge an den Kontrolltagen 100%ige Verluste auf. Nur 1 bis 2% der insgesamt untersuchten Ausbringungseinheiten blieben unbeschädigt.

3. Diskussion

Trichogrammen werden weltweit gegen Schädlinge in den unterschiedlichsten Kulturen eingesetzt. Einige Anwendungsgebiete sind in Tabelle 21 aufgeführt.

Großflächige *Trichogramma*-Freilassungen finden hauptsächlich in den Ländern statt, in denen bislang die technische Ausrüstung für einen effizienten PS und finanzielle Mittel fehlen, andererseits aber genügend und kostengünstige Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, um arbeitsintensive Maßnahmen durchführen zu können. Tabelle 21 zeigt dies deutlich an den Beispielen China, ehemalige UDSSR und Kolumbien. Gassert (1981) berichtet von einem *Trichogramma*-Einsatz auf einer Fläche von 300 ha einer Tomatenpflanzung in Kolumbien. Der finanzielle Aufwand für zwei *Trichogramma*-Freilassungen, intensive PS-Beratung mit eingerechnet, entsprach den Kosten einer PSM-Applikation. 15 Spritzungen wurden mit dem gleichen Bekämpfungserfolg durch nur fünf *Trichogramma*-Freilassungen ersetzt, wodurch sich der Reingewinn der Bauern noch erhöhte.

Genau umgekehrte Verhältnisse liegen in den Industrieländern vor. Gute technische Ausrüstung, wie Temperatur- und Feuchtigkeitsmesser, Beratungsservice der PS-Ämter, ausgereifte Applikationstechniken und Prognosemodelle für Schaderreger ermöglichen einen gezielten und damit einen kosten- und arbeitssparenden Einsatz von PSM sowie die Produktion von günstigen qualitativ hochwertigen Produkten.

Über die Fähigkeit der Trichogrammen zur Schadensdezimierung liegen in den Ländern mit großflächigem Einsatz meist nur unzureichende Angaben vor. Die Effektivität wird häufig anhand der Anzahl parasitierter Wirtseier ermittelt. Z. B. berichten Feng et al. (1989) über eine *Td*-Einsatz in chinesischen Obstanlagen zur Kontrolle von *Ao*. Es wurde hierbei ein Parasitierungsgrad von 87,2% bis 92,4% erreicht. Bei den Untersuchungen von Wang (1992) sind 95% bis 98% der Früchte nicht durch *Cydia molesta* Busk (Lep., Tortricidae) befallen. Es ist aber nicht bekannt, welchem WG dies entspricht. Auch über den gleichzeitig durchgeführten PS gibt es nur wenig Informationen. Es ist daher kaum möglich, die Leistung der Trichogrammen gegenüber der Wirkung chemischer Präparate abzugrenzen. Dickler (1990) berichtet über den Apfelanbau in China. Auf den meisten Flächen ist der Einsatz von *Trichogramma* aufgrund von Arsenspritzungen, die gegen andere Schaderreger gerichtet sind, nicht möglich. Es ist aber gerade der Wirkungsgrad im Zusammenhang mit dem tatsächlichen Befall, der beim Einsatz von Nützlingen interessant ist. Die Effektivität der in den Industrieländern immer häufiger eingesetzten selektiven und biologischen Mittel wird an der Wirksamkeit eines breitwirksamen Präparates gemessen.

Tab. 21 Kommerzieller Trichogramma-Einsatz in einigen Ländern

Land	Fläche (1000 ha)	Kultur	Zielschädling	T-Art	
Bulgarien	18,000	Mais	<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>T. maidis</i>	*
	8,100	Zuckerrohr	<i>Mamestra</i>	<i>T. maidis</i>	*
	4,000	Stein-, Kernobst	<i>brassicae</i> <i>Cydia sp.</i>	<i>T. dendrolimi</i>	*
China	184,000	Zuckerrohr	<i>Diatraea sp.</i>	<i>T. sp.</i>	**
	1350,500	Mais	<i>Ostrinia furnacalis</i>	<i>T. dendrolimi</i>	*
	500,160	Waldbau	u. a. <i>Dendrolimus punctatus</i>	<i>T. dendrolimi</i>	**
	500,020	Reis	versch. <i>Tortriciden</i>	<i>T. japonicum</i>	**
Deutschland	5,100	Mais	<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>T. evanescens</i>	*
	0,010	Apfel	<i>Adoxophyes orana</i> <i>Cydia pomonella</i>	<i>T. dendrolimi</i> / <i>T. cacoeciae</i>	*
Frankreich	10,120	Mais	<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>T. brassicae</i>	*
Indien	13,350	Zuckerrohr	<i>Chilo spp.</i>	<i>T. chilonis</i>	*
		Apfel	<i>Cydia pomonella</i>	<i>T. achaeae</i>	**
Kolumbien	120,000	Baumwolle	u. a. <i>Heliothes</i>	<i>T. pretiosum</i>	*
	70,000	Zuckerrohr	<i>Diatraea sp.</i>	<i>T. pretiosum</i>	*
	20,000	Hirse	<i>Diatraea sp.</i>	<i>T. pretiosum</i>	*
Österreich	0,280	Mais	<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>T. maidis</i>	**
Philippinen	200,000	Zuckerrohr	<i>Chilo spp.</i>	u. a. <i>T. chilonis</i>	**
USA	350,000	Baumwolle	<i>Heliothis</i>	<i>T. pretiosum</i>	**
ehem. UDSSR	17000,000	Mais	<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>T. evanescens</i>	***
Schweiz	4,000	Mais	<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>T. evanescens</i>	*
Südafrika	2,500	Citrus	<i>Cryptophlebia leucotreta</i>	<i>Trichogrammatoidea cryptophlebia</i>	*

* Hassan 1992, ** Hassan 1988, *** Felkl 1991

Die im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen machen genau diesen Konflikt deutlich.

Für die Insektizid-Einsätze gegen Apfel- und Apfelschalenwickler fallen im Integrierten PS zwei bis drei PS-Maßnahmen an. Die Kosten hierfür betragen 200 - 300 DM/ha. Der WG ist bei richtiger Anwendung in der Regel so hoch, daß die Schadensschwelle nicht überschritten wird. Tabelle 14 zeigt dies deutlich. Mit einer einmaligen Dimilin-Spritzung konnte der durch *Cp* verursachte Schaden von mindestens 25,5% auf 1,7% reduziert werden. Dies entspricht einem WG von 93%. Die gleiche Schadensminderung wurde auch mit dem Viruspräparat Granupom erreicht (Tab. 14). Es sind hier zwar in der Regel mehr Spritzungen notwendig, werden diese jedoch zusammen mit anderen PS-Maßnahmen, z.B. Fungizid-Behandlungen, durchgeführt, erhöht dies nicht wesentlich die Betriebskosten (siehe auch Tab. 2 und 5, Pkt. 1.3.2.2.).

Der Kostenaufwand bei *Trichogramma*-Einsatz beträgt bei sechs Ausbringungen und einem angenommenen Preis von 0,5 DM/Ausbringungseinheit ca. 2400 DM/ha. Beratung und Arbeitsaufwand bei der Ausbringung sind dabei noch nicht mit berücksichtigt. Die Wirkungsgrade lagen bei den hier durchgeführten Untersuchungen weit unter denen der Vergleichsinsektizide. Bei *Ao* konnten nur in zwei Jahren in der Anlage Dossenheim Reduktionen von 36% und 41% ermittelt werden, in den übrigen Anlagen und Jahren lag der WG bei 0%. Die Reduktion beim Apfelwickler erstreckt sich über eine Spanne von 0%, 1%, 26%, 26%, 29%, 37%, 39% und 48%.

Es wäre allerdings sehr voreilig, ein biologisches Verfahren zu verwerfen, das in anderen Kulturen wie dem Maisanbau einen immer größeren Marktanteil erhält (Albert & Meinert 1991), bevor nicht die Ursache für die mangelnde Wirkung des im Labor so leistungsstarken *T. dendrolimi*-Stammes (Abb. 1 bis 4) geklärt ist.

Auffallend ist nämlich, daß sich der WG von Jahr zu Jahr erhöhte. Am Standort Dossenheim erhöhte er sich bei *Cp* von 0% auf 48%, bei *Ao* von 0% auf 41%, in Nierstein bei *Cp* von 26% auf 39% (Tab. 6 bis 11). Dies ist auf folgende Punkte zurückzuführen:

I.) 1989 wurden den Ausbringungseinheiten jeweils 1000 frische *Sc*-Eier zusätzlich beigelegt, damit die ersten Trichogrammen, die schlüpfen, diese Eier bestiften und sich eine 4. Altersstufe entwickeln kann (Pkt. 1.2.2.). Dies erwies sich nicht nur als überflüssig, sondern hatte vermutlich sogar negative Auswirkungen. Ein Vergleich der Schlupfrate aus Schachteln mit und ohne frischen *Sc*-Eiern ergab die gleiche Anzahl Trichogrammen. Die frischen *Sc*-Eier hatten sich bereits soweit entwickelt, daß sie von den geschlüpften *Td* nicht mehr als Wirt

angenommen wurden. Nach Frosse et al. (1992) ist die Flugaktivität von *T. minutum* in Anwesenheit von Wirtseiern sehr stark herabgesetzt. Dies läßt vermuten, daß ein Großteil der Trichogrammen die Schachteln nicht verließen, sondern die unparasitierten *Sc*-Eier nach einem geeigneten Parasitierungsstadium abliefern (siehe auch Pkt. 2.3.3.1.1.1.). Diese Ergebnisse fanden Berücksichtigung in der Produktion, und ab 1990 wurde auf die Zugabe unparasitierter *Sc*-Eier verzichtet.

II.) In Massenzuchten entomophager Insekten und Milben kann es leicht zu einer Veränderung des genetischen Materials kommen. Die Tiere entwickeln sich in einer auf die höchste Reproduktionsrate ausgerichteten Umgebung. Der leicht zu züchtende Ersatzwirt liegt in großen Mengen immer frisch vor. Es herrschen konstante Temperatur-, Feuchtigkeits- und Lichtbedingungen. Der natürliche Selektionsdruck entfällt und Individuen mit geringerer Effektivität, z.B. veränderten Such- und Laufaktivitäten können sich etablieren. Hassan & Guo (1991) beobachteten z. B. eine Verringerung der Präferenz von *T. evanescens* gegenüber dem Zielschädling *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep. Pyralidae). Damit die Nützlinge auch an ihrem eigentlichen Einsatzort konstante Leistungen bringen, ist eine Qualitätsüberwachung dringend erforderlich. Bigler (1989) beschreibt für eine *Trichogramma*-Massenzucht u.a. folgende Kriterien:

- 1.) Wechselnde klimatische Bedingungen, da die Parasitoide im Freiland innerhalb von 24 h Temperaturen zwischen 10°C bis 35°C ausgesetzt sein können,
- 2.) die Entwicklung von nur sechs Generationen auf dem Ersatzwirt, da sich die Präferenz der Tiere gegenüber ihrem Hauptwirt zurückbilden kann,
- 3.) Förderung der Tiere mit hoher Suchaktivität. Hierbei müssen die Trichogrammen in einem Insektarium oder im Freiland Eigelege, die sich auf einem Blatt befinden, suchen und als Wirt erkennen.

In vorliegenden Untersuchungen wurde diesen Kriterien insofern Rechnung getragen, als ab 1990 die Trichogrammen zweimal jährlich eine *Cp*- und *Ao*-Passage durchliefen und 1991 der Aufbau der Massenzucht mit dem aus dem Freiland stammenden Stamm DEN.D900 stattfand.

Durch die neu entwickelten Käfigversuche (Pkt. 1.3.1.2.), bei denen die Suchleistung der Trichogrammen unter freilandähnlichen Bedingungen getestet wird, ist es möglich, die "Passagentechnik" über den Zielwirt noch zu verbessern. Daher sind weitere Erhöhungen des WG bei der Tortriciden-Bekämpfung mit *Trichogramma* zu erwarten. Das gleiche gilt für den Standardflugtest, der sich gerade in der Erprobungsphase befindet. Das Ausbreitungsverhalten der Trichogrammen wird hier im Gewächshaus beobachtet, in dem Wirtspflanzen in ca. 2 m

Entfernung von der *Trichogramma*-Freilassungsstelle mit Eiern des Zielschädlings versehen und diese nach einer Expositionsdauer von zwei Tagen auf Parasitierung untersucht werden. Dieses Verfahren dient neben der Überprüfung der Flugfähigkeit auch zur Produktion von parasitierten Wirtseiern durch flugfähige Weibchen. Ein Testverfahren zur Untersuchung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Parasitierung durch verschiedene *Trichogramma*-Stämme befindet sich in der Entwicklung. Ziel ist es, Stämme mit hoher Toleranz gegenüber extremen Temperaturen und relativen Luftfeuchten zu selektionieren.

Auch die Weiterentwicklung des Ausbringungsverfahrens trägt mit Sicherheit ganz entscheidend zur Verbesserung des Bekämpfungserfolges bei. Wie die Untersuchungen zum Einfluß von Prädatoren auf die Inhalte der Schachtel und des Umschlages zeigen, sind die bis 1993 eingesetzten Ausbringungseinheiten für die Wicklerbekämpfung im Obstbau nicht geeignet. Aus der detaillierten Beobachtung des *Trichogramma*-Schlupfes (Abb. 19, Pkt. 2.3.2.2.1.) geht hervor, daß nur jeweils die Hälfte der Trichogrammen einer Altersstufe aus einer Schachtel schlüpfen. Die Ergebnisse der Inhaltsprüfung bei Schachtel und Umschlag nach ca. 14 Tagen im Freiland (Tab. 19 und 20, Pkt. 2.3.2.2.) schwanken in Abhängigkeit von der Anlage und des Versuchsjahres. Es ist jedoch auch hier festzustellen, daß eine weit geringere Zahl Trichogrammen die Ausbringungseinheiten verließen als vorgesehen. Dies ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, daß möglicherweise bereits die vorgesehene *Trichogramma*-Menge zu gering war (Pkt. 2.3.2.1.5.).

Bereits Schütte & Franz (1961) erkannten, daß die Ausbringung von auf Pappstreifen aufgeklebten Parasitoidenmaterial, wie es in einjährigen Kulturen, z. B. im Mais üblich ist, in dem komplexen System "Apfelanbau" mit zu großen Verlusten verbunden ist.

Auch Remund & Bigler (1986) wiesen darauf hin, daß die *Trichogramma*-Freilassung zur Traubenwicklerbekämpfung im Weinbau nur mit Räuberschutz erfolgen sollte, Remund & Boller (1991) verglichen die Ergebnisse der Traubenwicklerbekämpfung mit verschiedenen *Trichogramma*-Arten über einen Zeitraum von vier Jahren und konnten eine deutliche Erhöhung des WG mit zunehmend verbessertem Räuberschutz feststellen. Wetzel & Dickler (in Vorbereitung) untersuchten verschiedene Ausbringungsmethoden im Apfelanbau und auch hier ergaben sich mit prädatorensicheren Verfahren signifikant höhere Parasitierungsraten.

Auf diesen Erkenntnissen aufbauend entwickelte die Firma Conrad Appel einen neuen Umschlag, der 1995 erstmals in den Verkauf gelangte.

Für die Festlegung der Anzahl und Dimensionierung der Ausbringungseinheiten ist die genaue Kenntnis über das Dispersionsverhalten und den Aktionsradius von *Td* von großer Bedeutung. Trichogrammen erkunden ihre Umgebung im Laufen, welches durch kurze Flugsprünge unterbrochen wird. Bei diesen Flugsprüngen kann es zu Windverfrachtungen kommen (Franz & Voegelé 1976). Die Untersuchungen zur vertikalen und horizontalen Dispersion demonstrieren dies deutlich. In den Versuchen zur Verteilung der Trichogrammen innerhalb von fünf Pillarbäumen fand stets eine häufigere Frequentierung der Eikärtchen an den Nachbarbäumen in Windrichtung statt (Abb. 17 und 18). Die Untersuchungen zur Ausbreitung der Trichogrammen in einer Apfelanlage ergaben eine stärkere Parasitierung des angebotenen Wirtsmaterials in den Baumreihen, die vom Ausbringungsort in der Hauptwindrichtung lagen (Abb. 14 und 15). Zu diesem Ergebnis kommen auch Yu et al. (1984), die ähnliche Untersuchungen mit *T. minutum* und *Cp*-Eiern an einzeln stehenden Apfelbäumen durchführten. Stein (1961) berichtet über dieses Verhalten bei *T. embryophagum*. Die Parasitierung erfolgte hier doppelt so häufig an der Lee wie an der Luvseite der Bäume. Es ist demnach eine recht große, wenn auch passive Ausbreitung der Trichogrammen möglich, deren Distanz sich mit zunehmender Windgeschwindigkeit erhöhen können. Voegelé et al. (1978) konnten in einer Apfelanlage 30 m von der Ausbringungsstelle entfernt durch *T. cacoeciae-pallida* parasitierte *Cp*-Eier beobachten. Gleiches berichten Feng et al. (1989), die 24 Stunden nach der *Td*-Freilassung in 30 m Entfernung parasitierte *AO*-Eier finden konnten.

Die in den Versuchen 2.3.2.1.1.1. und 2.3.2.1.1.2. ermittelten Parasitierungswerte in der Ausbringungsreihe (Abb. 14 und 15) deuten darauf hin, daß *Td* auch große Strecken aktiv zurücklegen kann. In beiden Untersuchungen parasitierten einzelne Trichogrammen Eikärtchen, die sich in ca. 20 m Entfernung vom Freilassungsort, sowohl in als auch entgegen der Windrichtung befanden. Castaneda Samayoa (1990) untersuchte die Ausbreitung von *Td* im Weinbau. Er stellte eine aktive, nicht durch den Wind beeinflusste, Ausbreitung von 4,5 m in der Rebzeile fest.

Versuch 2.3.2.1.1.2 verdeutlicht auch die Standorttreue von *Td*. Die Tiere konnten hier nach dem Schlupf ungehindert ihrem Suchinstinkt folgen, und dennoch erfolgte die höchste und zeitlich längste Parasitierung am Ausbringungsort. Jeweils die ersten und die letzten *p*-Eier wurden am Freilassungsbaum gefunden.

Der hohe Parasitierungsanteil am Ausbringungsbaum beim Anbieten frischer *Sc*-Eier gleich nach dem Schlupf (Pkt. 2.3.1.1.1. und 2.3.2.1.2.1.) bestätigt die bereits angesprochene herabgesetzte Suchaktivität bei Vorhandensein von Wirtseiern.

Auch die Versuche zur vertikalen Ausbreitung unterstreichen die Standorttreue von *Td*. In Versuch 2.3.2.1.2.1. finden sich die meisten p-Eier am Stamm des Ausbringungsbaumes (Abb. 16), in Versuch 2.3.2.1.2.2. kommt es nur am Stamm des Freilassungsbaumes zu einer maximalen Frequentierung der Eikärtchen (Abb. 17).

Die Verteilung der Trichogrammen in der Laubschicht kann insgesamt als gleichmäßig bezeichnet werden, mit einer Tendenz zum mittleren und unteren Bereich. Dies steht den Ergebnissen von Castaneda Samayoa (1990) entgegen, dessen Untersuchungen zur Dispersion von *Td* in Rebanlagen ergaben, daß *Td* sich deutlich häufiger in der oberen Laubschicht aufhält. Dieser Widerspruch ist möglicherweise auf die unterschiedlich strukturierten Laubwände der Kulturen Wein und Apfel zurückzuführen. Wie aus Versuch 2.3.2.1.3. an Bäumen mit lichter Belaubung hervorgeht, bevorzugt *Td* dichtbelaubte, abgedunkelte Orte (Abb. 18). Diese sind in einer Pillaranlage eher im mittleren und unteren Kronenbereich zu finden. Die Ergebnisse von Hassan (1993), der in einer mit *Td* behandelten Pillaranlage einen höheren *Cp*-Befall an den Äpfeln im unteren Baumbereich feststellte, können aufgrund vorliegender Untersuchungen nicht auf eine ungleiche Verteilung der Trichogrammen im Baum zurückzuführen sein. Die Präferenz von *Td* für die mehr versteckten Bereiche bestätigt auch ihr Verhalten, häufiger Blattunter- wie Blattoberseiten aufzusuchen (Tab. 17).

Aufgrund der ermittelten Standorttreue sollte die *Td*-Ausbringung in einer Apfelanlage in kleinen dicht beieinanderliegenden Einheiten erfolgen, die im Zentrum der Bäume befestigt werden. Für die Freilassung von *Td* in einer Pillaranlage bedeutet dies, daß jeder zweite Baum bestückt werden sollte.

Einer erfolgreichen Parasitierung im Freiland müssen Schritte wie Wirtshabitat- und Wirtsfindung vorausgehen. Daher können Tiere, die im Labor geeignet erscheinen, also hohe Parasitierungsraten aufweisen, für Freilanduntersuchungen völlig untauglich sein. Diese Frage ist in vorliegendem Fall besonders von Bedeutung, da *Td* in Nadelwäldern heimisch ist und geeignete Wirte wie z.B. der Kiefernspinner, *Dendrolimus pini* L. (Lep., Lasiocampidae), seine Eier an der Rinde ablegt. Dieses Eiablageverhalten gilt auch für die Tortriciden im Apfelanbau, die *Td* zur Überwinterung nutzen könnte (Pkt. 1.4.). Es wurde deshalb untersucht, ob das Suchverhalten der *Td* in einem Laubbaum mit den Eiablageplätzen der Tortriciden *Cp* und *Ao* in einer Apfelanlage korreliert.

Der Apfelschalenwickler *Ao* bevorzugt zur Eiablage das Zentrum eines Baumes in einer Höhe zwischen 1 bis 2 m. Die Anwesenheit von Früchten ist nicht erforderlich. Blattunterseite und -oberseite werden in gleichem Maße belegt. Eingehende Untersuchungen von Blago (1992)

ergaben, daß der Apfelwickler ca. 70% der Eier auf Blätter und 30% auf Früchte ablegt. Die Eier sind sowohl im Zentrum des Baumes als auch in der Peripherie zu finden.

Die durchgeführten Untersuchungen zur Präferenz von *Td* gegenüber verschiedenen Pflanzenteilen und zur Parasitierung von *Ao*-Eigelegen machen deutlich, daß *Td* in der Lage ist, *Cp*- und *Ao*-Wirtseier auf allen Pflanzenteilen und -bereichen zu parasitieren. Sie finden sowohl die in der Peripherie abgelegten Einzeleier auf Früchten und Blättern, als auch die Eigelege im Zentrum des Baumes. Auch Einzeleier im Zentrum werden als Wirt erkannt. Dies bestätigen die im Versuch 2.3.2.1.5. nicht mit aufgeführten *Ao*-Einzeleier, die immer belegt wurden.

Da die Anzahl der Eier in einem *Ao*-Gelege sehr unterschiedlich sein kann, sie reicht von Einzeleiern bis über 100, sowie unter Berücksichtigung der Tatsache, daß ein *Td*-Weibchen im Durchschnitt ca. 40 bis 50 Eier legt (Hassan 1989, Hassan 1993), stellt sich die Frage, in welchem Umfang eine Parasitierung der Eigelege im Freiland erfolgt. Aus den Ergebnissen des Versuches 2.3.2.1.5. geht hervor, daß 74% der auf den Blättern exponierten Gelege gefunden, jedoch nur 25% vollständig parasitiert wurden. Zählt man die fünf über 50% parasitierten Gelege zu den vollständig belegten hinzu, in der Annahme, daß ein Großteil der Eier durch "host feeding" abstirbt, dann stehen 12 vollständig parasitierte Eigelege 15 nicht oder schwach parasitierten Gelegen gegenüber. Die Chance einer ausreichenden Parasitierung liegt demnach unter 50%. Dieses Ergebnis ist unter zwei Gesichtspunkten zu betrachten. Einerseits könnte die schwache *Ao*-Parasitierung darauf zurückzuführen sein, daß die Versuchsbedingungen nicht den natürlichen Gegebenheiten entsprachen. Zu nennen ist hier das mit einem Gummiband befestigte Glasröhrchen, in dem sich Zuckerwasser zur Versorgung der Pflanzenteile befand. Beide Hindernisse (Gummiband und Flüssigkeit) mußten von den Trichogrammen gegebenenfalls überwunden werden.

Andererseits fällt auf, daß die Wirtsfindung mit der Anzahl exponierter Eigelege auf einem Blatt oder Zweig steigt. Ursache hierfür könnte die von diesen, mit mehreren Gelegen versehenen Pflanzenteilen ausgehende starke Signalwirkung durch Kairomone sein. Den Flügelschuppen der Wirte, die sich stets auf den Gelegen befinden, kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu (Schade 1990). Der olfaktorische Sinn spielt bei der Wirtssuche der Trichogrammen die wichtigste Rolle (Jong & Pak 1984). Unter Freilandbedingungen stellen Mehrfachbelegungen auf einem Blatt jedoch die Ausnahme dar.

Der bei der Parasitierung der *Ao*-Eigelege erreichte WG von ca. 50% könnte demnach sowohl negativen als auch positiven Einflüssen unterlegen haben.

Der Versuch 2.3.2.1.5. macht folgendes deutlich:

Td ist in der Lage *Ao*-Eigelege im Freiland erfolgreich zu parasitieren. Dies widerspricht den Ergebnissen der Käfigversuche (Abb. 9), bei denen *Ao*-Eigelege kaum belegt wurden. Grund hierfür könnte das Fehlen der Wirtsflügelchuppen auf den Blättern als "Wegweiser" und das Aufkleben der Gelege auf Papierstückchen sein. Im Freilandversuch dagegen legten die *Ao*-Falter die Gelege direkt auf die Apfelblätter ab.

Die bisher bei den Bekämpfungsversuchen verwendete *Td*-Menge (1000/Altersklasse/Ausbringungseinheit) ist keineswegs zu hoch. Selbst eine Verdoppelung des Parasitoidenmaterials hätte lediglich zur Folge, daß jeder Baum in einer Pillaranlage mit einer Ausbringungseinheit bestückt würde. Die zu geringe Dichte von 1000 *Td*/Baum, bestätigt auch Versuch 2.3.2.1.4., in dem nur 61 bis 66% der maximal 30 mit *Sc*-Eiern bestückten Pflanzenteile pro Baum frequentiert wurden. Die Erfahrungen mit ausreichend großen *Trichogramma*-Mengen in anderen Kulturen können leider nicht auf den Apfelanbau übertragen werden, da es sich um vollkommen andere Oberflächen und Volumina handelt, die von den *Trichogrammen* abgelaufen werden müssen. Zum Vergleich, im Maisanbau werden in der Regel 100000 *Trichogrammen*/Ausbringung/ha verwendet, im Apfelanbau in Deutschland bisher 2,7 Mio. *Trichogrammen*/Freilassung/ha. In China kommen im Obstanbau ca. 8 Mrd. *Trichogrammen*/ha zum Einsatz (Feng et al. 1989).

Die hier aufgeführten Punkte zur Optimierung des *Trichogramma*-Einsatzes im Obstbau sollten in jeder Hinsicht wahrgenommen bzw. weiter verfolgt werden, denn im Vergleich zu *Trichogramma* besitzen die hier verwendeten und in die Praxis eingeführten Insektizide deutliche Nachteile.

I.) Die in kurzen Zeitintervallen wiederholte Anwendung chemischer PSM kann **Resistenzen** bei den zu bekämpfenden Schädlingen hervorrufen. Beispielsweise traten bei dem Entwicklungshemmer Apollo, ein Akarizid mit dem Wirkstoff Clofentezin, an einigen Standorten in Deutschland durch unsachgemäße und häufige Spritzungen Unwirksamkeiten auf, bevor das Präparat noch eine Zulassung erhalten hatte (Dickler 1990). Erste Meldungen über Resistenzen gegenüber Dimilin liegen aus Südtirol vor (Moffit et al. 1988, Oberhofer 1989). In diesem Obstanbaugebiet wird der Chitinsynthesehemmer nicht nur gegen *Cp*, sondern zusätzlich zur Bekämpfung von Blattsaugern (*Psyllidae*) und Miniermotten (*Lyanetiidae*, *Gracilariidae*) eingesetzt. In den USA ist Dimilin nicht zugelassen.

Resistenzen von Wicklern gegenüber Eiparasitoiden sind nach heutigem Kenntnisstand auszuschließen.

II.) Ein weiterer Nachteil chemischer PSM ist die **Nebenwirkung** auf Nützlinge. Dies trifft auch auf die hier verwendeten Insektenwachstumsregulatoren zu. Reede et al. (1984) beobachteten eine verminderte Schlupfrate der parasitischen Hymenopteren *C. florus* und *A. ater* bei mit Fenoxycarb behandelten *Ao*-Larven. Vogt (1992) berichtet ausführlich über die Nebenwirkungen von Dimilin und Insegar auf Larven sowie Imagines der Florfliege *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae) in Labor- und Freilandversuchen. Rumpf (1990) untersuchte im Freiland die Auswirkung von Insegar auf Coccinelliden-Larven und stellte eine 100%ige Mortalität fest. Auch die Entwicklung von Anthocoriden wird durch Insegar negativ beeinflusst (Hassan et al. 1991).

Die Wirkung von Insegar und Dimilin, die im Integrierten PS unter den verfügbaren Insektiziden die ökologisch verträglichsten Eigenschaften besitzen, ist gegenüber juvenilen Stadien grundsätzlich breitenwirksam (Hassan et al. 1983, Vogt 1992). Zugute kommt den beiden Präparaten, daß während der Bekämpfung der 1. *Cp*- und *Ao*-Generation kaum Nützlinge im sensitiven Stadium vorhanden sind. Viele der "klassischen" Nützlinge (Chrysopiden, Coccinelliden, Syrphiden, Cecidomyiden) überwintern als Puppe oder Imago und kommen in der Regel erst Anfang Juni zur Eiablage. Betroffen sind jedoch die Insekten, die ihre Eier im Mai ablegen, wie *Forficula auricularia* L. (Dermaptera). Zum Nahrungsspektrum des Gemeinen Ohrwurmes gehört z. B. die Blutlaus *E. lanigerum*, und eine Vernichtung ihres natürlichen Feindes kann zu einer Übervermehrung des Schädlings führen (Ravensberg 1981).

Obwohl Trichogrammen ein sehr weites Wirtsspektrum besitzen, umfaßt dieses in erster Linie Lepidopteren, wobei den Noctuiden häufig der Vorzug gegeben wird. Pintureau & Keita (1990), die während einer Vegetationsperiode in zwei Biotopen Einzeleier und Eigelege verschiedenster Herkunft auf Parasitierung untersuchten, bestätigen dies. Allerdings fanden sie auf Maispflanzen auch einige Chrysopiden-Eier die von *T. evanescens* parasitiert waren.

III.) Dem hochspezifischen Viruspräparat scheint *Trichogramma* unterlegen zu sein. Granupom zeichnet sich durch gute WG und **Selektivität** aus. Es ist absolut nützlingschonend und ungefährlich für den Anwender. Rückstände des Präparates auf dem Erntegut sind unbedenklich, es bestehen keine Wartezeiten und der Kostenaufwand entspricht dem eines chemischen Präparates. Doch auch gegenüber diesem biologischen Insektizid hat *Trichogramma* entscheidende Vorteile. Während beim Virus-Einsatz aufgrund der Selektivität des Insektenpathogens andere Tortriciden unbeeinflusst bleiben, ist *Trichogramma* in der Lage, den gesamten Wicklerkomplex abzudecken.

Die PS-Beratung, die bei der Verwendung von *CpGV* Voraussetzung für einen guten Bekämpfungserfolg ist, muß beim *Trichogramma*-Einsatz nicht mit der gleichen Intensität durchgeführt werden. In erster Linie ist darauf zu achten, daß der gesamte Eiablagezeitraum der Zielorganismen mit parasitierensbereiten *Trichogrammen* abgedeckt ist. Die Freilassungstermine der Parasitoide bestimmen dabei im wesentlichen die Hersteller durch die Lieferzeitpunkte.

Die im Projektzeitraum erzielten Ergebnisse beim Einsatz von *Trichogramma* zur Bekämpfung von Apfel- und Apfelschalenwickler im Obstbau zeigen, daß dieses Verfahren bisher noch nicht ausgereift ist, um Einzug in eine breite Praxis zu finden. Es gelang jedoch, während der Untersuchungen, dieses Verfahren zu verbessern bzw. Schwachstellen aufzuzeigen, so daß eine kontinuierliche Zunahme der Schadensreduktion erzielt werden konnte. Weitere Maßnahmen, wie die neuen Ausbringungseinheiten, die umfangreichen Selektionstests und die Kenntnisse über das Ausbreitungs- und Suchverhalten von *Td* im Freiland, die eine gute Portionierung der Ausbringungseinheiten ermöglichen, werden die WG weiter erhöhen. Neueste Untersuchungen von Hassan & Rost (1993) ergaben bereits Schadensminimierungen von fast 80%.

Der Kundenkreis der Firma Conrad Appel, der das Voranschreiten der *Trichogramma*-Forschung unterstützt, setzt sich bisher hauptsächlich aus Abnehmern aus dem Kleingartenbereich und dem Alternativen Anbau zusammen. Dies ist sicher darauf zurückzuführen, daß in diesen Kreisen der Preis des *Trichogramma*-Einsatzes nicht als zu hoch empfunden wird. Weiterhin bestehen hier hohe Schadensschwellen und niedrigere Ansprüche an die Fruchtqualität. Bei genauerer Betrachtung halten sich die Kosten für den Endverbraucher wirklich in Grenzen. Bei einem finanziellen Aufwand zwischen 2000 und 3000 DM/ha (in Abhängigkeit von der ausgebrachten *Trichogramma*-Menge und dem Einzelpreis) und einem mittleren Ertrag von 30000kg/ha entfallen auf 1 kg Äpfel 7 bis 17 Pfennige. Dies ist ein Preis, der den meisten Verbrauchern für einen umweltschonenden Pflanzenschutz nicht zu hoch ist.

4. Zusammenfassung

Ziel dieses vom BML geförderten Projektes war es, unter Praxisbedingungen die Eignung von *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) zur Wicklerbekämpfung im Obstbau zu prüfen und durch begleitende Forschung die kostengünstige Produktion eines leistungsfähigen *Trichogramma*-Stammes zu erreichen.

Die Federführung des Vorhabens lag bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Pflanzenschutz im Obstbau (Dossenheim). Weiterhin waren das BBA-Institut für biologischen Pflanzenschutz und die Firma Appel GmbH in Darmstadt an dem Projekt beteiligt.

Durch die Optimierung der Massenzucht, der Entwicklung neuer Qualitätskontrolltests und der Verwendung eines leistungsfähigeren *Trichogramma*-Stammes konnte eine kontinuierliche Steigerung der Wirkungsgrade erzielt werden. In umfangreichen Freilanduntersuchungen, die im Rahmen einer Dissertation durchgeführt wurden, konnte die Ausbringungsmethode verbessert und die Kenntnisse über das Dispersionsverhalten der Tiere im Freiland sowie über die notwendige *Trichogramma*-Ausbringungsmenge vertieft werden. In der mehrjährigen Kultur Apfel ist der Schutz der Ausbringungseinheiten vor Prädatoren unerlässlich. *T. dendrolimi* zeichnet sich durch eine ausgeprägte Ortstreue aus. Bei Untersuchungen in einer Pillaranlage zeigten sich die höchsten Parasitierungswerte am oder in unmittelbarer Nähe des Freilassungsbaumes. Nur wenige *Trichogrammen* erreichten innerhalb der Baumreihe Wirtseier, welche sich ca. 20m vom Ausbringungsort entfernt befanden. Eine geringe passive (windbedingte) Ausbreitung konnte bis über zwei Baumreihen hinweg beobachtet werden. Die Tiere verteilen sich relativ gleichmäßig im Kronenbereich der Bäume, wobei dichtbelaubte Zonen bevorzugt werden. Studien zur Wirtshabitat- und Wirtsfindung ergaben, daß sie in der Lage sind, die Eiablageorte der Zielschädlinge zu finden und die Wirtseier erfolgreich zu parasitieren. Die bisher verwendete *Trichogramma*-Menge von 2,7 Mil. Tieren/Ausbringung/ha reicht für eine erfolgreiche Bekämpfung jedoch nicht aus.

Bei den 1989 bis 1992 auf vier Versuchsflächen durchgeführten Bekämpfungsversuchen waren die Ergebnisse für den Erwerbsanbau, der nach Integrierten Richtlinien arbeitet, nicht ausreichend. Gegenüber *Adoxophyes orana* F. v. R. (Lep., Tortricidae) konnte nur in zwei Jahren in der Anlage Dossenheim eine Reduktion des Schadens von 36% und 41% ermittelt werden, in den übrigen Anlagen und Jahren lag der Wirkungsgrad bei 0%. Die Reduktion des durch *Cydia pomonella* L. (Lep., Tortricidae) verursachten Schadens erstreckte sich über eine Spanne von 5% bis 48%. Die Verkaufszahlen der Fa. Appel sind jedoch in diesen Jahren deutlich angestiegen, wobei die Abnehmer hauptsächlich im Kleingartenbereich und im Alternativen Anbau zu finden sind. Hauptgrund hierfür ist, daß hier hohe Schadensschwellen toleriert und die Ansprüche an die Fruchtqualität niedriger sind. Vor allem aber wird bei höheren Verkaufspreisen im Alternativen Anbau der *Trichogramma*-Einsatz als nicht zu teuer empfunden. Die Kosten betragen für die Wicklerbekämpfung derzeit 7 bis 17 Pfennige/kg Äpfel.

Investigations into the use of *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) to control tortricides in apple orchards

Summary

The aim of this project, which was supported by the Bundesministerium für Landwirtschaft und Forsten, was to test under field conditions the suitability of *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) to control tortricides in orchards, and to develop a less expensive means for producing an efficient *Trichogramma*-strain.

The investigations were conducted under the direction of the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), Institute of Plant Protection in Fruit Crops. Further the BBA-Institute of Biological Plant Protection and the producer firm Appel GmbH in Darmstadt also participated in this project.

A continual increase in the effect of the parasitoids could be achieved by optimizing the mass rearing, developing new quality control tests and by using more efficient *Trichogramma*-strains. During extensive field investigations the releasing method was improved and the knowledge of the dispersal behaviour of the wasps and the amount of insects needed in the field was deepened. With a perennial crop like the apple, it is absolutely essential to protect the releasing units against predators. The dispersal radius of *T. dendrolimi* is very low. In trials carried out on hedge rows on wire (slender spindle), the highest rates of parasitization were found directly on or very close to the tree with the releasing unit. Only a few wasps could reach host eggs at a distance of more than 20m from the releasing point. A low passive dispersion, caused by wind, could be observed over two rows of tree. *T. dendrolimi* was dispersed regularly over the canopy of the trees, with parts that had close foliage being preferred. Investigations into the locations of the host habitats and host eggs showed that *T. dendrolimi* is able to find the eggs of the target insects and can parasitize them successfully. The trials also demonstrated that the amount of wasps (2,7 Mio. wasps/releasing/ha) used till now is not enough to achieve a sufficient reduction in fruit damage.

The field trials to control tortricides were carried out from 1989 to 1992 in four orchards that worked according to Integrated Production Guidelines. During these four years the results prove unsatisfactory for the professional growers. The fruit damage caused by *Adoxophyes orana* F. v. R. (Lep., Tortricidae) could only be reduced for just two years in one single orchard, by 36% and 41% respectively. No effects were achieved during the other two years,

or in any of the other orchards. The damage caused by *Cydia pomonella* L. (Lep., Tortricidae) could be reduced by up to 48%. The selling dates of the producer firm Appel GmbH increased during the years of investigation, whereby the customers were mainly allotment owners or professional growers who employ alternative/biological methods. The main reason for this is that they tolerate high damage levels, their demands regarding fruit quality is lower, and not least because they do not consider the price for using *Trichogramma* to control tortricides - which costs between 7 and 17 Pfennig/kg apples - to be too high.

5. Literaturverzeichnis

Albert, R., Meinert, G., 1991. Entwicklung der biologischen Schädlingsbekämpfung in Baden-Württemberg seit 1987. *Gesunde Pflanze*, 43, 4, 107-113.

Arbeitsgemeinschaft für naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau e.V., 1991. Erzeugerrichtlinie für biologisch landwirtschaftliche Produkte. Hrsg. Arbeitsgemeinschaft für naturnahen Obst-, Gemüse- und Feldfruchtanbau e.V., Bonn.

Bigler, F., 1989. Quality assessment and control in entomophages insects used for biological control. *J. Appl. Entomol.* 108, 390-400.

Blago, N., 1992. Euro-Bugoff, ein Prognosemodell für die biologische und integrierte Bekämpfung des Apfelwicklers *Cydia pomonella* L. in Europa. Dissertation, Universität Gießen.

Castaneda Samayoa, O.R., 1990. Untersuchungen zur Parasitierung der Traubenwickler durch Eiparasitoide der Gattung *Trichogramma*. Dissertation, Universität Hohenheim.

Dickler, E., 1990. Persönliche Mitteilung. Biol. Bundesanst., Institut für Pflanzenschutz im Obstbau, Dossenheim.

Dickler, E., 1991 Tortricid Pests of Pome and Stone Fruits, Eurasian Species. *World Crop Pests*, Vol. 5, Ed. Geest, van der, L.P.S., Evenhuis, H.H., 435-452. ISBN 0-444-88000-3.

Dolphin, R.E., Cleveland, M.L., Mouzin, T.E., Morrison, R.K., 1972. Releases of *Trichogramma minutum* and *T. cacoeciae* in an apple orchard and the effects on populations of codling moths. *Environ. Entomol.*, 1, 481-484.

Felkl, G., 1991. Im Blickpunkt *Trichogramma*. Bericht über das "3rd international symposium of *Trichogramma* and other egg parasitoids". *Gesunde Pflanze*, 43, 3, 97-99.

Feng, J.G., 1986. Studies on the biological control of insect pest in fruit tree and oak tree with *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hym., Trichogrammatidae) and other egg parasites. *Coloq. l'INRA*, 43, 461-467.

Feng, J.G., Zhang, Y., Tao, X., Wang, Y.S., Xu, Z.G., 1989. Release of *Trichogramma dendrolimi* (Hym.: Trichogrammatidae) to control *Adoxophyes orana* (Lep.: Tortricidae) in apple orchards. Chinese J. Biol. Control, 5, 2, 56-59.

Flanders, S.E., 1929. Mass production of *Trichogramma minutum* Riley and observations on the natural and artificial parasitism on the codling moth egg. Trans. 4th Int. Congr. Entomol., 2, 100-130.

Flanders, S.E., 1955. Principles and practice of biological control. Manuskript, 94 S. Zitiert aus Stein 1960.

Franz, J.M., Voegelé, J., 1976. Die *Trichogrammen* in Obstanlagen. Nützlinge in Apfelanlagen, Hrsg. IOBC/WPRS, 201-210.

Frosse, E., Smith, S.M., Bouchier, R.S., 1992. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*. Effects of ambient temperature, mates, food, and host eggs. Entomol. Exp. Appl., 62, 147-154.

Gassert, A., 1981. Der Einsatz von Schlupfwespen der Gattung *Trichogramma* im Rahmen der biologischen Schädlingsbekämpfung. Diplomarbeit, Gesamthochschule Kassel.

Hassan, S.A., (Ed.), 1988. *Trichogramma* News 4, 4-8. IOBC/WPRS Working Group "Trichogramma and other egg parasites".

Hassan, S.A., 1989. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* and *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae). Entomophaga, 34, 1, 19-27.

Hassan, S.A., (Ed.), 1992 a. *Trichogramma* News 6, 13-15. IOBC/WPRS. Working Group "Trichogramma and other egg parasites".

Hassan, S.A., 1993. Massenzucht und Anwendung von *Trichogramma*: 13. Optimierung des Einsatzes zur Bekämpfung des Apfelwicklers *Cydia pomonella* L. und des Schalenwicklers *Adoxophyes orana* F. v. R.. Gesunde Pflanze, 8, 296-300.

Hassan, S.A., Bigler, F., Bogenschütz, H., Brown, J.U., Firth, S.I., Huang, P., Ledieu, M.S., Naton, E., Oomen, P.A., Overmeer, W.P.J., Riekmann, W., Samsøe-Petersen, L., Viggiani, G., van Zon, A.Q., 1983. Results of the 2th joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". J. Appl. Entomol., 95, 151-158.

Hassan, S.A., Kohler, E., Rost, W.M., 1988. Mass production and utilization of *Trichogramma*: 10. control of the codling moth *Cydia pomonella* and summer fruit tortrix *Adoxophyes orana* (Lep.: Tortricidae). Entomophaga, 33(4), 413-420.

Hassan, S.A., Bigler, F., Bogenschütz, H., Boller, E., Brun, J., Calis, J.N.M., Chiverton, P., Coremans-Pelsener, J., Duso, C., Lewis, G.B., Mansour, F., Moreth, L., Oomen, P.A., Overmeer, W.P.J., Polgar, L., Riekmann, W., Samsøe-Petersen, L., Stäubli, A., Sterk, G., Tavares, K., Tuset, J.J., Vaggiani, G., 1991. Results of the 5th joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Entomophaga, 36, 1, 55-67.

Hassan, S.A., Guo, M.F., 1991. Selection of effective strains of egg-parasite of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the european cornborer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep., Pyralidae). J. Appl. Entomol. 111, 335-341.

Hassan, S.A., Rost, W.M., 1993. Massenzucht und Anwendung von *Trichogramma*: 13. Optimierung des Einsatzes zur Bekämpfung des Apfelwicklers *Cydia pomonella* L. und des Apfelschalenwicklers *Adoxophyes orana* F.v.R.. Gesunde Pflanzen, 45, 8, 296-300.

Janssen, M., 1958. Über Biologie, Massenwechsel und Bekämpfung von *Adoxophyes orana* Fischer von Roeslerstamm (Lepidoptera, Tortricidae). Beiträge zur Entomologie, 8, 3/4, 291-324.

Jong, de, D.J., Pak, G.A., 1984. Factors determining differential host egg recognition of two host species by different *Trichogramma* sp.. Med. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 49, 815-825.

Kovalova, M.E., 1957. The effectiveness of *Trichogramma* in the control of the codling moth. Zool. Z., 36, 225-229 (russisch). Zitiert aus Rev. Appl. Entomol., 1959, 47, 146.

Krieg, A., Franz, J.M., 1989. Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung. Paul Parey Verlag. ISBN 3-489-62326-6.

Moffit, H.R., Westigard, P.H., Mautey, K.D., Baun, van de, H.E., 1988. Resistance to diflubenzuron in the codling moth (Lep., Tortricidae). J. Econ. Entomol., 81, 6, 1511-1515.

Niemczyk, L., Olszak, R., Popinska, A., 1978. The role of parasites in limiting overwintered eggs of vapour *Orgyia antiqua* L. in apple orchards. Bulletin Entomol. Pologne, 48, 665-675.

Oberhofer, H., 1989. Literaturübersicht zu verschiedenen Pflanzenschutzmitteln. Obstbau und Weinbau, 5, 146-147.

Pintureau, B., Keita, F.B., 1990. Étude des hyménoptères parasitoïdes oophages dans deux biotypes de la région Lyonnaise. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.), 26, 2, 231-248.

Quednau, W., 1960. Über die Identität der *Trichogramma*-Arten und einige ihrer Ökotypen (Hym., Chal., Trichogrammatidae). Mitt. Biol. Bundesanst., 100, 11-49.

Ravensberg, W.J., 1981. The natural enemies of the woolly apple aphid *Eriosoma lanigerum* Hausm. (Homoptera: Aphididae), and their susceptibility to diflubenzuron. Meded. Fac. Landbouww. Gent, 46,2, 437-441.

Remund, U., Bigler, F., 1986. Parasitierungsversuche mit *Trichogramma dendrolimi* Matsumura und *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé (Hymenoptera, Trichogrammatidae) beim Einbindigen Traubenwickler *Eupoecilia ambiguella* (Lepidoptera, Tortricidae). J. Appl. Entomol., 102, 169-178.

Remund, U., Boller, E., 1991. Möglichkeiten und Grenzen von Eiparasiten zur Traubenwicklerbekämpfung. Schweiz. Z. Obst und Weinbau. 127, 535-540.

Richtlinie für den kontrollierten Anbau von Obst und Gemüse in der Bundesrepublik Deutschland, Fachgruppe Obstbau im Bundesausschuß für Obst und Gemüse, Bonn, Juni, 1990.

Rumpf, S., 1990. Wirkung des Juvenoids Fenoxycarb auf die Larven des Nutzinsektes *Chrysoperla carnea* Steph.. Diplomarbeit, Universität Heidelberg.

Schade, M., 1990. Untersuchungen zur Förderung des einheimischen Eiparasitoiden *Trichogramma semblidis* (Auriv.) (Hym., Trichogrammatidae) als natürlicher Feind beider Traubenwicklerarten im Ahrtal. Dissertation, Universität Bonn.

Schütte, F., Franz, J.M., 1961. Untersuchungen zur Apfelwicklerbekämpfung *Carpocapsa pomonella* (L.) mit Hilfe von *Trichogramma embryophagum* Htg. Entomophaga, 4, 237-247.

Stein, W., 1960. Versuche zur biologischen Bekämpfung des Apfelwicklers *Carpocapsa pomonella* (L.) durch Eiparasiten der Gattung *Trichogramma*. Entomophaga, V, 3, 237-259.

Stein, W., 1961. Die Verteilung des Eiparasiten *Trichogramma embryophagum cacoeciae* (Htg.) in den Baumkronen nach einer Massenfreilassung zur Bekämpfung des Apfelwicklers. Z. Pflanzenkr. Pflanzensch., 68, 502-508.

Telenga, N.A., 1956. *Trichogramma evanescens* Wetsw. and *Trichogramma pallida* Meyer (Hym., Trichogrammatidae) and their employment for destroying pest insects in the U.S.S.R.. Rev. Ent. U.S.S.R., 35, 599-610 (russisch). Zitiert aus Stein 1960.

Voegelé, J., Martouret, D., Goujet, R., 1978. Preliminary experiments using *Trichogramma* sp. against codling moth in apple orchards, in the parisian region. Mitt. Biol. Bundesanst., 180, 88-90

Voegelé, J., 1986. Reflection upon the last ten years of research concerning *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae). *Trichogramma* and other egg parasites. Colloq. l'INRA, 43, 17-19.

Vogt, H., 1992. Untersuchungen zu Nebenwirkungen von Insektiziden und Akariziden auf *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, 57/2 b.

Volkov, V.F., 1954. Zur Frage über Effektivitätsbeurteilung der *Trichogramma*-Arten *Trichogramma evanescens* Westw. und *Trichogramma pallida* Meyer in Gärten zur Bekämpfung des Apfelwicklers und anderer Wickler. Biol. Meth. Schdlbek., Nauen. Trudy Entomol. Fitp., 5, 5-23 (russisch). Zitiert aus Stein 1960.

Wang, C., 1992. Techniques of propagating and releasing *Trichogramma dendrolimi*. Int. Entomol. Tagung, China 9/92, 323.

Wührer, B.G., Hassan, S.A., 1993. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep., Plutellidae). J. Appl. Entomol., 116, 80-89.

Yu, D.S.K., Laing, J.E., Hagley, E.A.C., 1984. Dispersal of *Trichogramma minutum* after inundativ release. Environ. Entomol., 13, 2, 371-474.

6. Abkürzungsverzeichnis

ANOG	Arbeitsgemeinschaft für naturnahen Obst-, Gemüse und Feldfruchtanbau e.V. 1991
<i>Ao</i>	<i>Adoxophyes orana</i>
A2	Apfelunterlage
BBA	Biologische Bundesanstalt
BML	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
<i>Cp</i>	<i>Cydia pomonella</i>
GV	Granulosevirus
L	Larvenstadium
M7	Apfelunterlage
M9	Apfelunterlage
M26	Apfelunterlage
n-Eier	angebotene <i>Sc</i> -Eier
NN	Normalnull
p-Eier	parasitierte <i>Sc</i> -Eier
PS	Pflanzenschutz
PSM	Pflanzenschutzmittel
RLF	relative Luftfeuchte
<i>Sc</i>	<i>Sitotroga cerealella</i>
<i>Td</i>	<i>Trichogramma dendrolimi</i>
WG	Wirkungsgrad