

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

Heft 241

April 1988



Untersuchungen zur Biologie und zum Verhalten des
Apfelbaumglasflüglers *Synanthedon myopaeformis* (BORK.)
(Lepidoptera: Sesiidae) als Grundlage für seine
Bekämpfung mit Hilfe der Verwirrungsmethode

Von
Dr. Ruth Stüber und Dr. Erich Dickler

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

Berlin 1988

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

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

ISSN 0067-5849

ISBN 3-489-24100-2

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Stüber, Ruth:

Untersuchungen zur Biologie und zum Verhalten des
Apfelbaumglasflüglers *Synanthedon myopaeformis* (BORK.)
(Lepidoptera: Sesiidae) als Grundlage für seine Bekämpfung
mit Hilfe der Verwirrungsmethode / von Ruth Stüber u. Erich
Dickler. Hrsg. von d. Biolog. Bundesanst. für Land- u. Forst-
wirtschaft Berlin-Dahlem. – Berlin: Parey, [in Komm.] 1988
(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für
Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 241)
ISBN 3-489-24100-2

NE: Dickler, Erich.; Biologische Bundesanstalt für Land- und
Forstwirtschaft <Berlin, West; Braunschweig>:
Mitteilungen aus der . . .

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um die geänderte Fassung der
von der Ruprecht-Carls-Universität Heidelberg, Fakultät für Biologie,
genehmigten Dissertation von Ruth Stüber.

© 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.

1988 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61.
Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62.

Inhalt

1.	Einleitung	7
2.	Material und Methoden	10
2.1	Untersuchungen zur Biologie des Apfelbaumglasflüglers	10
2.1.1	Versuchstiere	10
2.1.1.1	Larvenabsammlung	10
2.1.1.2	Larvenaufzucht	10
2.1.1.3	Gewinn von Eimaterial	12
2.1.1.4	Ex-ovo-Zucht	12
2.1.2	Ermittlung von Größe und Gewicht der verschiedenen Entwicklungsstadien	13
2.1.2.1	Meß- und Wägemethode	13
2.1.2.2	Eivermessungen	13
2.1.2.3	Larvenvermessungen und -wägungen	13
2.1.2.4	Puppenvermessungen und -wägungen	14
2.1.3	Ermittlung von Dauer und Vorkommen der einzelnen Entwicklungsstadien	14
2.1.3.1	Eistadien	14
2.1.3.2	Larven- und Puppenstadium	14
2.1.3.3	Imaginalstadium	15
2.2	Untersuchungen zur Ökologie des Apfelbaumglasflüglers	16
2.2.1	Ermittlung der Larvendichte und -verteilung	16
2.2.1.1	Ortspräferenz	16
2.2.1.2	Ermittlung von Unterlagen- und Sorteneinfluß	16
2.2.2	Parasitenkomplex	18
2.2.2.1	Ermittlung der Apfelbaumglasflüglerparasiten	18
2.2.2.2	Ermittlung des Einflusses von Pflanzenschutzmaßnahmen auf Apfelbaumglasflüglerparasiten	18
2.3	Untersuchungen zur Ethologie der Imagines	19
2.3.1	Versuchsflächen	19
2.3.2	Methoden der Insektenbeobachtung	20
2.3.3	Ermittlung von Faktoren, die die Pheromonorientierung beeinflussen	21
2.3.3.1	Höhe von Pheromonfallen	21
2.3.3.2	Einfluß der Fallenfarbe	22
2.4	Bekämpfungsmaßnahmen	23
2.4.1	Bekämpfung mit chemischen Insektiziden	23
2.4.1.1	Versuchsflächen	23
2.4.1.2	Versuchsdurchführung	24
2.4.1.3	Versuchsauswertung	24
2.4.2	Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode	24
2.4.2.1	Versuchsflächen	24
2.4.2.2	Versuchsdurchführung	26
2.4.2.3	Versuchsauswertung	28

2.4.2.31	Ermittlung des Verwirrungsgrades mit Hilfe von Pheromonfallen	28
2.4.2.32	Befallskontrollen	28
2.4.2.33	Saftfallen	29
2.5	Statistische Auswertungen	31
3.	Ergebnisse	32
3.1	Untersuchungen zur Biologie des Apfelbaumglasflüglers	32
3.1.1	Ei	32
3.1.2	Larve	33
3.1.2.1	Anzahl der Larvenstadien	33
3.1.2.2	Körpergewicht und Körperlänge der Larven in den einzelnen Larvenstadien	34
3.1.2.3	Dauer der einzelnen Larvenstadien sowie der gesamten Larvalentwicklung	35
3.1.3	Puppe	37
3.1.3.1	Körperlänge und Körpergewicht der Puppen	37
3.1.3.2	Dauer des Puppenstadiums	37
3.1.4	Imago	38
3.1.4.1	Schlupfverlauf und Sexilität	38
3.1.4.2	Fruchtbarkeit und Lebensdauer der Imagines	39
3.1.5	Jahreszyklus der Entwicklungsstadien	40
3.1.5.1	Vorkommen des Eistadien im Freiland	40
3.1.5.2	Vorkommen der Larvenstadien im Freiland	40
3.1.5.3	Vorkommen des Puppenstadiums im Freiland	43
3.1.5.4	Vorkommen des Imaginalstadiums im Freiland	44
3.2	Untersuchungen zur Ökologie des Apfelbaumglasflüglers	46
3.2.1	Lebensweise und Schadwirkung der Larven	46
3.2.1.1	Befallverhalten und Fraßverhalten der Larven	46
3.2.1.2	Fraßtypus und Ausdehnung der Bohrgänge	48
3.2.1.3	Unterlagenpräferenz und Sortenpräferenz	49
3.2.2	Natürliche Gegenspieler	53
3.2.2.1	Aufschlüsselung des Parasitenkomplexes	53
3.2.2.2	Zeitliche Koinzidenz von Wirt und Parasit	55
3.2.2.3	Pilzkrankheiten	57
3.2.2.4	Einfluß von Pflanzenschutzmaßnahmen auf den Parasitenkomplex	58
3.3	Untersuchungen zur Ethologie der Imagines	60
3.3.1	Verhaltensbeobachtungen	61
3.3.1.1	Schlupf	63
3.3.1.2	Flügelentfalten und Flügelaufpumpen	63
3.3.1.3	Antennenputzen und Absetzen des Puppenharns	65
3.3.1.4	Locken	65
3.3.1.5	Kopulation	66
3.3.1.6	Eiablage	73
3.3.2	Verhaltensreaktionen in Pheromonparzellen	74

3.3.2.1	Beeinflussung der Weibchen	74
3.3.2.2	Beeinflussung der Männchen	75
3.3.3	Untersuchungen zum Flugverhalten und zum Orientierverhalten männlicher Falter	76
3.3.3.1	Einfluß der Anbringhöhe von Pheromonfallen	76
3.3.3.2	Attraktivität farbiger Pheromonfallen	77
3.4	Bekämpfungsmaßnahmen	81
3.4.1	Bekämpfung mit chemischen Insektiziden	81
3.4.2	Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode	85
3.4.2.1	Falterflug und Verwirrungsgrad	85
3.4.2.2	Befallskontrollen	86
3.4.2.3	Saftfallen	98
4.	Diskussion	104
4.1	Biologie	104
4.1.1	Stadlenzugehörigkeit	104
4.1.2	Apparenz der Stadien	106
4.1.3	Fertilität der Falter	107
4.2	Ökologie	108
4.2.1	Lebensweise der Larven	108
4.2.2	Antagonisten der Larven	110
4.2.2.1	Auftreten der Parasiten	110
4.2.2.2	Charakterisierung der Parasiten	111
4.2.2.3	Einfluß von Pflanzenschutzmaßnahmen auf die Parasitierung	111
4.3	Ethologie	112
4.3.1	Verhaltensbeobachtungen	112
4.3.2	Verhaltensreaktionen in der Verwirrparzelle	114
4.3.3	Faktoren, die die Pheromonorientierung beeinflussen	115
4.4	Bekämpfung	116
4.4.1	Bekämpfung mit chemischen Insektiziden	116
4.4.2	Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode	118
4.4.2.1	Verwirrungsgrad	118
4.4.2.2	Befallskontrolle	119
4.4.2.3	Saftfallen	121
5.	Zusammenfassung	125
6.	Summary	128
7.	Danksagung	130
8.	Literatur	131

1. Einleitung

Die Larven des Apfelbaumglasflüglers *Synanthedon myopaeformis* Borkh. leben verborgen unter der Rinde von Apfelbäumen. Hier zerstören sie durch ihre Fraßtätigkeit kambiales Gewebe und unterbrechen Leitungsbahnen.

Bis vor wenigen Jahren wurden die Larven nur gelegentlich an kranken, abgängigen Bäumen vor allem in Wundgewebe und Krebswucherungen gefunden. Auch die auffallend schön gefärbten Imagines dieser Art galten unter Hobbyentomologen als >seltenes< und beliebtes Tauschobjekt (Dickler 1986). Beides mag mit dazu beigetragen haben, den Apfelbaumglasflügler als eine bedrohte Art in die Rote Liste aufzunehmen.

Erst durch Änderung von Anbau- und Kulturmaßnahmen in modereren Apfelanlagen gelangte diese Art zur Massenvermehrung. Über die vielfältigen Ursachen, die den Befall begünstigen sowie die wirtschaftliche Bedeutung des durch Glasflüglerlarven hervorgerufenen Schadens, berichtet Dickler (1986).

Die in Apfel-Pillaranlagen praxisüblichen Insektizidspritzungen sind zur Unterdrückung des Glasflüglerbefalls nicht geeignet. Zusätzliche, gezielte Bekämpfungsmaßnahmen werden erforderlich. Nur durch tropfnasse Spritzung der Befallsstellen können die an Rindenvertiefungen abgelegten Eier und die schlüpfenden Räumchen erreicht werden.

Auf der Suche nach neuen, umweltfreundlichen Bekämpfungsverfahren wurden in jüngster Zeit biologische und biotechnische Methoden erprobt. So zeigten sich entomophage Nematoden der Art *Neoaplectana* (Steinernema) *carpocapsae* als wirksam zur biologischen Bekämpfung der Larven von *S. myopaeformis* (Ustimenko-Bakumovskaya 1979, Desö & Miller 1985).

Ein biotechnisches Bekämpfungsverfahren zur Abwehr von Schäden durch Lepidopterenlarven stellt die Paarungsunterbrechung durch Pheromoneinsatz dar (Beroza 1960). Dieses als Konfusions- oder Verwirrungsmethode bezeichnete Verfahren wurde bereits bei einer Reihe anderer Schadlepidopteren mit Erfolg eingesetzt (Jones et al 1986): z.B. bei *Choristoneura fumiferana* (Sanders 1985, Ponders et al 1986), *Eupoecilia ambiguella* (Englert 1985, Vogt 1986), *Cydia* (*Grapholita*) *molesta* (Rothschild 1975), *Grapholita funebrana* (Arn et al 1976), *Lymantria dispar* (Cameron et al 1974), *Synanthedon exitiosa* und *Synanthedon pictipes* (Gentry 1981, Yonce 1981a) und andere.

Gerade am Apfel liegen gute Kenntnisse über den erfolgreichen Pheromoneinsatz zur Bekämpfung des hier auftretenden Hauptschädlings Apfelwickler *Cydia pomonella*.

nella L. (Mac Lellan 1976, Mani et al 1984, Charmillot 1975 und 1985) sowie des Schalenwicklers *Adoxophyes orana* F.v.R. (Boness 1976, Minks et al 1976, Charmillot 1981 und 1982) vor. Der Verzicht auf den Einsatz chemischer Insektizide bei einer Bekämpfung des Apfelbaumglasflüglers wäre daher ein weiterer Beitrag zur Schonung von Nutzorganismen im Apfelanbau. Das Sexualpheromon (Z,Z)-3,13-Octadecadien-1-ol Acetat der nahe verwandten, an Pfirsich lebenden Glasflüglerart *Synanthedon exitiosa* zeigte sich in Feldversuchen auch für *S. myopaeformis* als hoch attraktiv (Voerman et al 1978).

In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob mit Hilfe der Verwirrungsmethode eine Unterdrückung der Population dieses Schädling und der durch ihn verursachten Schäden möglich ist. Notwendig hierfür waren Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und insbesondere zum Verhalten der tagaktiven Imagines dieser Art. Angaben hierüber sind in der Literatur nur spärlich zu finden.

Da die Wirkung der Pheromone darin besteht, in das Fortpflanzungsgeschehen des Zielorganismus einzugreifen, ist die genaue Kenntnis des Werbe- und Kopulationsverhaltens notwendig. In den Niederlanden lieferten erste Bekämpfungsversuche mittels Verwirrungsmethode unbefriedigende Ergebnisse (Voerman et al 1983). Die Autoren führten das Scheitern des Verfahrens bei der Bekämpfung von *S. myopaeformis* hauptsächlich darauf zurück, daß insbesondere bei hoher Schädlingdichte die Kommunikation zwischen den Geschlechtern häufiger durch visuelle als durch pheromongelenkte Orientierung erfolgen würde. Der Klärung dieser Frage sollte in der vorliegenden Untersuchung besonderes Gewicht beigemessen werden. Die Orientierung der Falter zu den Pheromonquellen (Pheromonfallen) wurde untersucht und deren Bedeutung für eine Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode diskutiert.

Experimente von Palmanasway & Seabrook (1978) und Sanders (1985, 1986) ergaben beim Einsatz der Verwirrungsmethode zur Bekämpfung von *Choristoneura fumiferana* eine Verhaltensbeeinflussung der weiblichen Falter. Es sollte daher überprüft werden, ob auch *S. myopaeformis*-- Weibchen durch die eingesetzten Pheromone beeinträchtigt werden. Ebenso erfolgte eine vergleichende Untersuchung des Verhaltens der männlichen Falter in Verwirr- und Kontrollparzelle. Der Parasitenkomplex dieser Art sowie seine Bedeutung bei der Dezimierung der Wirtspopulation in Abhängigkeit von der Wirkung praxisüblicher Pflanzenschutzmaßnahmen war eine interessante Fragestellung.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es nun, zu überprüfen, ob durch den Einsatz der Verwirrungsmethode eine Paarungsunterbrechung bei den tagaktiven Imagines von *S. myopaeformis* möglich ist. Anders als bei fruchtzerstörenden Lepidopterenarten wie Apfelwickler oder Traubenwickler ist die Erfolgsmessung bei der Bekämpfung des Apfelbaumglasflüglers wesentlich schwieriger, weshalb verschiedene Verfahren entwickelt, erprobt und verglichen wurden.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungen zur Biologie des Apfelbaumglasflüglers

2.1.1 Versuchstiere

Bisher ist es nicht gelungen, *Synanthedon myopaeformis* im Labor zu züchten. Dies dürfte vor allen Dingen darauf zurückzuführen sein, daß die Tiere in Gefangenschaft nicht kopulieren. Weibchen, die im Freiland kopuliert hatten, wurden im Labor zur Eiablage gebracht. Alle Larvenstadien konnten aus befallenen Bäumen herauspräpariert werden.

2.1.1.1 Larvenabsammlung

Die Larven leben unter der Rinde, bevorzugt an Apfelbaumstämmen und -ästen. Das Herauspräparieren der Larven aus ihren Fraßgängen erfolgte vorsichtig mittels Messer und Skalpell. Es standen zum Teil gerodete, zum Teil in Anlagen stehende Bäume zur Verfügung.

2.1.1.2 Larvenaufzucht

Die Weiterzucht der aus befallenem Material erhaltenen Larven erfolgte auf künstlichem Nährmedium. Dazu bot sich ein bei der Apfelwicklerzucht bewährtes Nährmedium an, dessen Zusammensetzung auf eine Rezeptur von Singh (1977) zurückgeht. Sie wurde von Bathon (1978) weiterentwickelt und in Dossenheim den Anforderungen der rindenbewohnenden Art *S. myopaeformis* angepaßt.

Zusammensetzung von 1 kg Nährmedium:

25g	Agar	5g	Carboxymethylcellulose
5g	Leinsamenöl	4g	Cholinchlorid
35g	Zucker	35g	Casein
30g	Weizenkeime	30g	Bierhefe
850g	Aqua dest.	dazu	10ml Inhibitor

Der Inhibitor wurde zugesetzt um Bakterien- und Pilzbefall zu verhindern. Dazu wurden 4g Sorbinsäure und 4g Methyl-4-hydroxybenzoat in 50ml Ethanol (95%ig) gelöst.

Der Agar bestimmte im wesentlichen die physikalischen Eigenschaften der Diät. Glucose und Carboxymethylcellulose stellten Phagostimulantien dar. Die Hauptnährstoffe wurden in komplexer Form als Casein, Weizenkeime, Bierhefe und Leinsamenöl zugefügt.

Herstellung des Nährmediums

In einem 2 Liter-Erlenmeyerkolben wurde zunächst der Agar in der angegebenen Wassermenge bei 95°C gelöst. Nach Abkühlung des flüssigen Agars auf 60°C erfolgte unter ständiger Mischung die Zugabe der Nährstoffe und des Inhibitors. Sofort danach ließ sich das noch warme Nährmedium in die Zuchtgefäße gießen und erstarrte.

Abwandlung des Nährmediums

Nach einigen Vorversuchen zeigte sich, daß die Larven die Diät innerhalb weniger Tage vollständig zerschrotet hatten. Ein Zusatz von 30 g Sägemehl je 1 kg Nährmedium verbesserte dessen Konsistenz. Dies erforderte jedoch eine zusätzliche Wasserzugabe von 50 ml. Die Verweildauer der Larven in den Zuchtbehältern konnte dadurch erheblich verlängert werden.

Zuchtgefäße

Als Zuchtgefäße dienten durchsichtige Plastikdöschen mit den Abmessungen 20 x 20 x 20 mm (Hersteller: Etablissements Caubère, Paris). Sie waren mit einem Deckel verschließbar. Das Nährmedium wurde ca. 5 mm hoch eingefüllt und mit Filterpapier abgedeckt. Nach Abkühlung über Nacht wurden die Döschen verschlossen und bis zu ihrer Verwendung im Kühlschrank bei +6°C aufbewahrt.

Klimaschränke für verschiedene Zuchtansätze

Die Zuchtgefäße mit den Larven wurden in flachen, geschlossenen Pappkartons aufbewahrt. Dadurch sollte vermieden werden, daß die Larven, die in ihrer natürlichen Umgebung verborgen unter der Rinde leben, ungeschützt dem Licht ausgesetzt sind. Die in Kartons zusammengefaßten Zuchtansätze wurden in Klimaschränke (Hersteller: Fa. Ehret, Emmendingen) gestellt. In diesen Kryostaten konnten Temperatur, Feuchtigkeit und Beleuchtung konstant gehalten werden.

Klimakammer

Teile der Zucht wurden in computergesteuerten Klimakammern gehalten, in denen freilandähnliche Bedingungen, d.h., sich ändernde Temperatur-, Feuchtigkeits- und Beleuchtungsverhältnisse simuliert werden konnten.

Betreuung der Zuchten

Die Larven wurden einzeln in Nährmediumsdöschen gehalten, in regelmäßigen Abständen kontrolliert und tote Larven entfernt. Während der gesamten Larvalentwicklung mußten die Tiere ein- bis zweimal auf frisches Nährmedium umgesetzt werden. Eine ungestörte Weiterentwicklung bis zur Imago war durch Überführung der Puppen in eine mit einer Torfschicht gefüllte 13 x 18 x 5 cm große Bella-Plast-Dose möglich.

2.1.1.3 Gewinnung von Eimaterial

Tiere in Kopula wurden im Freiland und im Großkäfig abgefangen. Eine Geschlechtsbestimmung der auffallend schwarz-rot gefärbten Falter ist anhand des roten Bandes auf der Dorsalseite des vierten Abdominalsegment möglich. Das Band setzt sich beim Weibchen auch auf der schwarzen Ventralseite fort, während die Ventralseite des Abdomens beim Männchen sowie dessen Labialpalpen weiß sind.

Die Eiablage erfolgte in 11 x 11 x 5 cm großen Bella-Plast-Dosen. Diese Dosen enthielten zur Ernährung der eiablegenden Weibchen einen mit Zuckerwasser getränkten Wattepfropfen. Eine Inkubation der Eier erfolgte entweder bei 26°C oder bei Zimmertemperatur (ca. 22°C). Die Ansätze wurden täglich auf Larvenschlupf kontrolliert.

2.1.1.4 Ex-ovo-Zucht

Im Gegensatz zu den im Freiland abgesammelten Larven, ließen sich die im Labor geschlüpften L1-Larven nicht auf dem beschriebenen Nährmedium züchten. Das gleiche Phänomen beobachtete Smith (1965) bei der verwandeten Art *S. exitiosa*. Er konnte *S. exitiosa* auf unreifen Apfelhälften von L1 bis zur Imago durchzüchten. Für *S. myopaeformis* wurden halbierte Äpfel der Sorte Golden Delicious verwendet. Frischgeschlüpfte Eiraupe konnten mit einem feinen Pinsel auf die halbierten Äpfel übertragen werden. Die Aufzucht erfolgte in 11 x 11 x 5 cm großen Bella-Plast-Dosen, die jeweils einen halben Apfel enthielten. Die Zucht-

ansätze wurden im Klimaschrank bei 26°C, 60% relativer Feuchte und Langtag aufbewahrt und in regelmäßigen Abständen kontrolliert. Die Apfelhälften mußten mindestens einmal erneuert werden.

2.1.2 Ermittlung von Größe und Gewicht der verschiedenen Entwicklungsstadien

Zur Charakterisierung der verschiedenen Entwicklungsstadien wurden deren Längen- und Breitenausdehnung gemessen. Für sämtliche Larvenstadien sowie für das Puppenstadium erfolgte zusätzlich die Ermittlung des Körpergewichtes.

2.1.2.1 Meß- und Wägemethode

Die Messungen wurden mit einem Zeiss-Binokular (Objektiv 10:1, Okular 25x) durchgeführt, welches mit Meßokular und Okularmikrometer ausgerüstet war. Die Wägungen der Larven und Puppen wurden mit einer Analysenwaage (Hersteller: Mettler, AE 163) durchgeführt, deren Wägebereich auf 0 mg - 999,9 mg festgelegt werden konnte.

2.1.2.2 Eivermessungen

Zur Ermittlung der Eimaße wurden die Eier zunächst mit einem feinen Pinsel von der Unterlage entfernt und auf ein Filterpapier (ø10 cm) übertragen. Längen- und Breitenmessungen erfolgte bei 16-facher Vergrößerung unter dem Binokular.

2.1.2.3 Larvenmessungen und -wägungen

Kopfkapselbreitenmessungen sind ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung der Larvenstadien (Dyar 1890).

Messung der Kopfkapselbreite

Die Larven wurden zur Minderung ihrer Bewegungsaktivität zunächst auf ein Kühlelement gesetzt. Die Messung der Kopfkapselbreite erfolgte mittels Binokular. Die einem Larvenstadium entsprechende durchschnittliche Kopfkapselbreite konnte anhand eines Häufigkeitsverteilungsdiagrammes ermittelt werden.

Ermittlung von Körperlänge und Körpergewicht

Nach Ausrichtung des Larvenkörpers mittels Präpariernadel erfolgte die Messung der Körperlänge unter dem Binokular. Anhand dieser Messungen konnte für jedes Larvenstadium die durchschnittliche Körperlänge sowie die Spannweite der Körperlängen je Stadium errechnet werden. Für die Larven der einzelnen Stadien erfolgte eine Gewichtsbestimmung. Die Wägungen dienten der Ermittlung des durchschnittlichen Körpergewichtes der einzelnen Larvenstadien.

2.1.2.4 Puppenmessungen und -wägungen

Die Messungen und Wägungen wurden getrennt für weibliche und männliche Puppen durchgeführt. Eine Geschlechtsdetermination ist anhand der unterschiedlichen Genitalpori am neunten Abdominalsegment der Puppen möglich. Mittels Binokular konnte die Körperlänge festgestellt werden. Für beide Geschlechter wurde die durchschnittliche Körperlänge errechnet.

Die Gewichtsbestimmung der Puppen erfolgte für männliche und weibliche Puppen getrennt, auch hier wurde das durchschnittliche Körpergewicht errechnet.

2.1.3 Ermittlung von Dauer und Vorkommen der einzelnen Entwicklungsstadien

2.1.3.1 Eistadium

Die Ermittlung der Entwicklungsdauer erfolgte an im Labor abgelegten Eiern (siehe 2.1.1.3) bei:

- 1.) 26°C, 60% relativer Feuchte und 16:8 Stunden (L:D), n=35
- 2.) ca. 22°C, Zimmertemperatur, n=115.

Durch tägliche Kontrolle der Ansätze konnten die Schlüpftermine ermittelt werden. Die Dauer der Embryonalentwicklung unter Freilandbedingungen wurde an 34 Eiern, die während der Eiablage im Juli 1985 und 1986 im Freiland markiert werden konnten, durch tägliche Kontrolle ermittelt.

2.1.3.2 Larvenstadien und Puppenstadium

Wie aus Vorversuchen zu erkennen war, kann die Zahl der Larvenhäutungen unter Laborbedingungen sehr unterschiedlich sein. Dies war besonders dann der Fall, wenn sehr junge Larven über längere Zeit auf künstlichem Nährmedium gehalten wurden. Die Dauer der einzelnen Stadien - mit Ausnahme des ersten - mußte da-

her an jeweils frisch abgesammelten Larven bestimmt werden. Hierzu konnte auf Larvenabsammlungen zurückgegriffen werden, die zur Ermittlung des Vorkommens der einzelnen Stadien im Freiland von Juni 1984 bis Juli 1985 (siehe unten) an insgesamt 12 Terminen durchgeführt wurden. Die Zeit, die zwischen den nächsten beiden Häutungen lag, sowie die Dauer des Puppenstadiums, konnte ermittelt werden. Lediglich die Dauer des ersten Larvenstadiums wurde an Larven bestimmt, die im Labor schlüpften.

Die Absammlungen erfolgten an neun Terminen zwischen Juni und September 1984 in der unter 2.2.2.2 B.) beschriebenen Apfelanlage in Ladenburg an 25-jährigen Bäumen der Sorte Goldparmäne. Aus jeweils fünf nicht benachbarten Bäumen wurden sämtliche Larven herauspräpariert und nach Ermittlung des Stadiums auf Nährmedium gesetzt. Die Winterabsammlungen sowie die Absammlung im Mai 1985 erfolgten an Bäumen der Sorte Cox Orange. Diese Bäume wurden im Oktober 1984 in der unter 2.2.2.2 A.) beschriebenen, starkbefallenen Apfelanlage in Edingen mit der Wurzel gerodet und vom Besitzer zur Verfügung gestellt. Während der Versuchsdauer (November - Mai) standen die in Erde eingeschlagenen Bäume auf dem Versuchsfeld des Institutes in Dossenheim.

Für die einzelnen Larvenstadien und, falls vorhanden, für das Puppenstadium erfolgte die Errechnung des prozentualen Anteils an den einzelnen Absammlungen.

2.1.3.3 Imaginalstadium

40 Bäumen der Sorte Cox Orange, die in einem begehbaren Käfig (8 x 4 x 2 m) unter freilandähnlichen Bedingungen in die Erde eingeschlagen waren, dienten 1985 der Untersuchung des Schlupfverlaufes der Imagines. Im Abstand von zwei bzw. drei Tagen wurden sämtliche leeren Puppenhüllen von den Stämmen abgesammelt. Geschlecht (siehe 2.1.2.4) und Anzahl der jeweils geschlüpften Falter, repräsentiert durch die leeren Puppenhüllen, konnte notiert werden. Zusätzlich dazu erfolgte die Untersuchung zur Sexilität sowie die Ermittlung der Lebensdauer an Faltern, die in Laboraufzuchten schlüpften. Die Tiere wurden nach der Geschlechtsdetermination in 2 Liter-Glaszylinder gesetzt, die mit Wasserwattetropfen bestückt waren.

An weiblichen Faltern, die im Labor schlüpften und in das Freiland zur Kopulation ausgesetzt waren, ließ sich im Labor durch Ermittlung der Anzahl abgelegter Eier zusätzlich die Fertilität der Falter bestimmen.

Der Falterflug im Freiland konnte durch Pheromonfallen ermittelt werden. Hierzu wurden zwei Deltafallen mit Pheromonködern, die je 1 mg des glasflüglerspezifischen, synthetischen Sexualpheromons (Z,Z)-3,13-Octadecadien-1-ol-acetat (ODDA) enthielten, am 30. Mai in einer starkbefallenen Apfelanlage installiert und bis 10. September dort belassen. Eine Kontrolle der Fallen erfolgte zweimal pro Woche. Bei Bedarf wurden die Leimböden in den Fallen ausgewechselt. Die Tagesmittelwerte der Lufttemperatur in zwei Meter Höhe während der Gesamtflugzeit wurden ermittelt und zusammen mit der Flugkurve dargestellt.

2.2 Untersuchungen zur Ökologie des Apfelbaumglasflüglers

2.2.1 Ermittlung der Larvendichte und -verteilung

Zur Ermittlung der Larvendichte wurden aus 66 Bäumen der stark befallenen Sorte Cox Orange sämtliche Larven herauspräpariert. Dies erfolgte durch vorsichtiges Freilegen der Bohrgänge. Es konnte ein Vergleich zweier Erziehungsformen - Spindelbusch und Heckenpflanzung - durchgeführt werden. Hierzu wurden 28 Bäume, die als Spindelbusch erzogen waren, und 38 in Heckenform erzogene im November 1985 gerodet.

2.2.1.1 Ortspräferenz

Das Herauspräparieren der Larven erfolgte für beide Baumsysteme getrennt nach den jeweiligen Aufenthalts- bzw. Fraßorten. Die Ausdehnung von je 20 Bohrgängen der einzelnen Aufenthaltsorte wurde bestimmt.

2.2.1.2 Ermittlung von Unterlagen- und Sorteneinfluß

Um den Einfluß der bei der Veredlung verwendeten Unterlage auf den Glasflüglerbefall bestimmen zu können, wurde an 98 Bäumen der Sorte Golden Delicious, die auf den Unterlagen:

M	4	(8 Bäume)
M	9	(25 Bäume)
M	26	(25 Bäume)
MM	106	(40 Bäume)

veredelt waren, die Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen an den Veredlungsstellen ermittelt. Sämtliche Bäume befanden sich im siebten Standjahr.

Zur Ermittlung des Sorteneinflusses auf die Anfälligkeit gegenüber *S. myopaeformis* kamen zwei Bonitierungsverfahren zur Anwendung:

A) Bestimmung des Befalls durch visuelle Kontrolle der Bäume

In einer 0,6 ha großen 18jährigen Spindelbusch-Ertragsanlage (siehe 2.2.2.2.C) waren je 100 Bäume der Sorten:

Cox Orange
Golden Delicious
Goldparmäne
James Grieve
Jonathan

auf der Unterlage M 9 veredelt. Im November 1985 wurde durch visuelle Kontrolle der Befallsstatus sämtlicher Bäume ermittelt. Hierzu wurde jeweils der gesamte Stammbereich auf Bohrmehl untersucht. Es erfolgte eine Einteilung der Bäume in die vier Kategorien:

N = nicht befallen
L = leicht befallen
M = mittelstark befallen
S = stark befallen

Durch Ermittlung des Prozentsatzes der Bäume einer Sorte, die den jeweiligen Befallskategorien angehörten, konnte eine Zuordnung zwischen Befallsgrad und Sorte getroffen werden. Traten im Stammbereich deutlich sichtbare Nectriane-krosen auf, so erfolgte ein zusätzlicher Vermerk.

B) Zählung der Bohrmehlauswurfstellen

In einer 7 ha großen 15jährigen Pillar-Ertragsanlage in Edingen waren die Sorten:

Cox Orange
Granny Smith
Golden Delicious
Goldparmäne
Jonagold
Mutsu

auf der Unterlage M 9 veredelt. Im August 1986 erfolgte durch Zählung des Bohrmehlauswurfs an der Veredlungsstelle von je 10 zufällig ausgewählten Bäumen der einzelnen Sorten eine Bonitierung des Befalles. Die im Bereich der Veredlungsstellen auftretenden Nectriane-krosen wurden zusätzlich vermerkt.

2.2.2 Parasitenkomplex

2.2.2.1 Ermittlung der Apfelbaumglasflüglerparasiten

Larvenabsammlungen zur Untersuchung des Parasitenkomplexes wurden während der Frühjahre 1985 und 1986 jeweils vor Schlupfbeginn von *S. myopaeformis* durchgeführt. Larvenabsammlungen, die im Sommer und Herbst 1984 sowie im Winter 1985 durchgeführt worden waren, konnten ebenso zur Ermittlung des Parasitenkomplexes herangezogen werden. Eine Weiterzucht der abgesammelten Larven erfolgte auf dem bereits beschriebenen künstlichen Nährmedium sowohl unter konstanten als auch unter simulierten natürlichen Bedingungen:

- a) 22°C, 60% rel. Feuchte und 16:8 Std. (L:D)
- b) 12-22°C, 60-70% rel. Feuchte und 8,5:15,5 - 13:11 Std. (L:D)

Die Kontrolle des Parasitenschlupfes fand in regelmäßigen Abständen statt.

2.2.2.2 Ermittlung des Einflusses von Pflanzenschutzmaßnahmen auf Apfelbaumglasflüglerparasiten.

Zur Untersuchung des Einflusses der Pflanzenschutzmaßnahmen auf den Parasitierungsgrad wurden aus vier Apfelanlagen, die sich bezüglich der Intensität der Pflanzenschutzmaßnahmen unterschieden, Larven entnommen. Nach Parasitenschlupf im Labor erfolgte jeweils die Errechnung des Parasitierungsgrades. Hierzu boten sich zwei Möglichkeiten an:

- a) Gesamtzahl abgesamelter Larven : Gesamtzahl geschlüpfter Falter
- b) Gesamtzahl geschlüpfter Falter : Gesamtzahl geschlüpfter Parasiten

Da bei der Aufzucht im Labor eine relativ hohe Mortalität der jungen Larven beobachtet wurde, kann angenommen werden, daß der für das Freiland relevante Parasitierungsgrad zwischen den unter a) und b) errechneten Werten liegt.

Beschreibung der Anlagen

A) Anlage Edingen

Die 7 ha große, 1985 im 14. Standjahr befindliche Pillaranlage auf M 9 zählt aus obstbaulicher Sicht zu den besten des Landkreises. Sie wird sehr intensiv bewirtschaftet. Durch chemische und Handausdünnung werden nahezu ausschließlich Früchte erzeugt, die durch Qualität und Größe Spitzenpreise erzielen.

- Anzahl der Insektizidspritzungen pro Jahr: 5 - 7
- Anzahl der Akarizidspritzungen pro Jahr: 2 - 3
- Anzahl der Fungizidspritzungen pro Jahr: 14 - 15

B) Anlage Ladenburg

Die 3 ha große, 1985 im 25. Standjahr befindliche Schrägheckenanlage auf M 9 ist Teil einer Gemeinschaftsanlage, der überaltert und abgängig ist. Alle Kulturmaßnahmen sind weniger intensiv als bei A). Dies gilt insbesondere für den Pflanzenschutz.

C) Anlage E-Stück/Versuchsfeld BBA

Die 0,6 ha große, 1985 im 18. Standjahr befindliche Spindelbusch-Ertragsanlage auf M 9 diente zehn Jahre der Erprobung des Apfelwicklergranulosevirus (CpGV). Hier wurde nur gegen die Mehligte Apfelblattlaus *Dysaphis plantaginea* nach der Blüte einmal jährlich 50% der im Apfelanbau zulässigen Konzentration von METASYSTOX R^R (Oxydemeton-methyl) ausgebracht. Weitere chemische Maßnahmen gegen andere Insekten erfolgten nicht. Gegen *Cydia pomonella* L. wurde CpGV eingesetzt. Durch den Verzicht auf chemische Apfelwicklerinsektizide entfielen Maßnahmen gegen die Rote Spinne, *Panonychus ulmi* (Koch), (Stüber 1984). Fungizide wurden ortsüblich appliziert.

D) Anlage C-Stück/Versuchsfeld BBA

Die 1 ha große, 1985 im 18. Standjahr befindliche Spindelbusch-Ertragsanlage auf MM 106 ist abgängig. Sie bleibt für wissenschaftliche, biologische und populationsdynamische Studien jedoch erhalten. Auf chemischen Pflanzenschutz wird daher gänzlich verzichtet. Nur bei extrem starkem Blattlausbefall werden 50% der im Apfelanbau zulässigen Konzentration von METASYSTOX R^R (Oxydemeton-methyl) eingesetzt. Da ein gesundes Blatt für die Untersuchungen von Bedeutung war, konnte auf eine normale Fungizidbehandlung nicht verzichtet werden.

2.3 Untersuchungen zur Ethologie der Imagines

2.3.1 Versuchsflächen

Die Freilandbeobachtungen wurden während der Hauptflugzeit in den Sommern 1984, 1985 und 1986 durchgeführt. Hierzu standen die unter 2.2.2.2 beschriebenen Apfelanlagen A) - C) zur Verfügung.

Gekäfigte Bäume

Stark befallene Bäume der Sorte Cox Orange aus der Anlage Edingen (2.2.2.2 A) wurden freundlicherweise von dem Besitzer zur Verfügung gestellt. Nach Rodung und Entfernung der Hauptäste erfolgte der Einschlag der als schlanke Spindel erzeugenen Bäume in einem begehbaren Käfig auf dem Versuchsgelände des Institutes, der die Maße 8 x 4 x 2 m aufwies.

2.3.2 Methoden der Insektenbeobachtung

Da bei den Untersuchungen mehrere Fragestellungen geklärt werden sollten, kamen als Beobachtungsmethoden drei Verfahren zum Einsatz:

1) Erstellung eines Verhaltensschemas durch visuelle Beobachtung

Hierzu erfolgte während der Hauptschlupfzeit im Juni und Juli 1985 die Beobachtung schlüpfbereiter Puppen an der Stammbasis der gekäfigten Bäume sowie aller sich anschließender Verhaltenselemente der frischgeschlüpften Falter.

Die Ermittlung der Zeitpunkte, an denen die Verhaltensschritte einsetzen, sowie ihrer Dauer dienten der Erstellung eines Verhaltensschemas.

2) Filmaufzeichnungen des Werbe- und Kopulationsverhaltens

Zur Durchführung der Verhaltensbeobachtungen wurden ausschließlich virginelle Weibchen verwendet. Von März bis Mai 1985 und 1986 erfolgten in stark befallenen Apfelanlagen Larvenabsammlungen. Die Aufzucht fand auf künstlichem Nährmedium bei 22°C, 70% relativer Luftfeuchte und 16:8 Std. (L:D) statt. Bis zum Schlupf wurden die nach Geschlecht sortierten Puppen in einem Puppenkasten aufbewahrt. Es erfolgte eine Narkotisierung der frisch geschlüpften Weibchen mittels CO₂-Gas. Während der Narkose wurde auf der Ventralseite des Abdomens ein 10 - 15 cm langer Seidenfaden mit farblosem Nagellack angeklebt, um die Tiere bei den Filmaufzeichnungen im Freiland örtlich fixieren zu können.

Das nur zu bestimmten Tageszeiten stattfindende Locken der Weibchen, der dadurch ausgelöste Anflug der Männchen aus dem Freiland sowie das Kopulationsverhalten konnten so ungestört beobachtet und mit einer BEAULIEU-Super-8-Filmkamera aufgezeichnet werden. Eine Sequenzanalyse der aufgezeichneten Verhaltensbeobachtungen erfolgte mittels HKS-Projektorette. Die Verhaltenssequenzen wurden in ein Ethogramm aufgenommen. Die Zeitspannen, die für die einzelnen Verhaltenselemente benötigt worden waren, konnten durch die verlangsamte Wiedergabe der Filmaufnahmen ermittelt werden.

3) Zeitaufnahmen zur Untersuchung von Verhaltensreaktionen in Verwirrparzellen

Es sollte untersucht werden, ob in mit Pheromon behandelten Parzellen abweichende Verhaltensreaktionen ablaufen. Während der Hauptflugzeit wurden dazu zweimal pro Woche in der behandelten und der unbehandelten Parzelle an je zwei benachbarten, zufällig ausgewählten Bäumen für 60 Minuten Beobachtungen durchgeführt. Da der zu beobachtende Bereich mit einem Blick überschaubar sein mußte, erfolgte die Beobachtung der westlichen und östlichen Seite der Bäume getrennt. Das besondere Interesse richtete sich hierbei auf:

- a) Dauer des Lockvorganges ohne Ortswechsel
- b) Anteil der Männchen, die in der Nähe lockender Weibchen landeten
- c) Anteil der Männchen, die im Beobachtungsbereich kopulierten.

2.3.3 Ermittlung von Faktoren, die die Pheromonorientierung beeinflussen

2.3.3.1 Höhe von Pheromonfallen

Es sollte untersucht werden, ob die Höhe, in der Pheromonfallen angebracht sind, einen Einfluß auf die Fangkapazität der Fallen ausübten. Zur Klärung dieser Frage wurden in den Sommern 1985 und 1986 an vier Holzpfeosten jeweils sechs Delta-Pheromonfallen in den Höhen zwischen 0,40 und 2,40 m installiert. An den 2,80 m langen Holzpfeosten befanden sich sechs Bohrungen im Höhenabstand von 0,40 m. Der Befestigung der Pheromonfallen dienten je 0,70 m lange Tonkin-Stäbe, die beidseitig 0,30 m aus den Bohrungen herausragten. Die Holzpfeosten wurden in die Baumreihen ausgebracht. Durch Rückschnitt der benachbarten Bäume bzw. durch Entnahme eines Baumes sollte ein Attraktivitätsverlust verhindert werden.

An den Sammelpfeosten betrug der Abstand der Fallen 1 - 6 vom Boden 0,40 m, 0,80 m, 1,20 m, 1,60 m, 2,00 m bzw. 2,40 m. Benachbarte Fallen waren jeweils um 90° zueinander versetzt, um eine gegenseitige Beeinflussung gering zu halten. Durch entsprechende Ausrichtung der Pfeosten war gewährleistet, daß in jeder Höhe die Flugöffnung der Fallen parallel zur Reihe bzw. im rechten Winkel dazu orientiert waren. Je zwei unterschiedlich ausgerichtete Sammelpfeosten standen in der unter 2.2.2.2 beschriebenen Anlage Edingen (Kontrollparzelle) bzw. auf dem Versuchsfeld der BBA in Dossenheim. Die Standorte innerhalb der Anlagen waren mindestens 500 m voneinander entfernt. Eine Fallenkontrolle erfolgte von Anfang Juni bis Anfang September wöchentlich.

Im Sommer 1986 wurden zusätzlich in vierfacher Wiederholung Pheromonfallen an Einzelpfosten in den bereits getesteten Höhen eingesetzt. Durch diese Versuchsanstellung konnte zwar eine gegenseitige Beeinflussung der Fallen ausgeschlossen werden, doch mußten eventuelle Einflüsse der für jede Falle unterschiedlichen Umgebung in Kauf genommen werden. Als Versuchsflächen dienten zwei Quartiere (H-Stück, siehe 2.4.1.1 und C-Stück, siehe 2.2.2.2 D) des Versuchsfeldes der BBA in Dossenheim. Die Fallen wurden in jedem Quartier sowohl innerhalb der Baumreihen als auch zwischen diesen in den Fahrgassen an Holzpfosten in den sechs verschiedenen Höhen montiert. Der Abstand zwischen den einzelnen Pfosten betrug mindestens 50 m. Die Fallenkontrolle erfolgte wöchentlich. Alle Pheromonfallen waren mit 1 mg (Z,Z)-3,13-ODDA-Ködern, die von der Fa. BASF zur Verfügung gestellt wurden, bestückt.

2.3.3.2 Einfluß der Fallenfarbe

Die Imagines von *S. myopaeformis* sind auffallend schön gefärbte Tiere, mit einem weithin sichtbaren roten Ring am vierten Abdominalsegment. Es war daher naheliegend, durch den Einsatz verschiedenfarbiger Pheromonfallen zu untersuchen, ob die Farbe bzw. das Farbmuster einen Einfluß auf die Fangkapazität der Fallen ausübt. Hierzu wurden 1985 und 1986 je sechs Farben bzw. Farbmuster in dreifacher Wiederholung getestet. Der Fallenkörper der Deltafallen war mit DC-Fix-Folie der Farben rot, schwarz, gelb, grün bzw. braun überklebt. Zusätzlich dazu wurden auf drei schwarz überklebte Fallenkörper je zwei schmale rote Streifen quer zur Längsrichtung über den Fallenkörper geklebt. Bei einer Länge des Fallenkörpers von 30 cm und einer Breite der Streifen von je 0,5 cm betrug der Rotanteil der Gesamtfläche ca. 5%. Die Fallen wurden Anfang Juni in drei Quartieren einer stark befallenen Apfelanlage in Ladenburg ausgebracht. Der Abstand zwischen den einzelnen Fallen betrug dabei mindestens 50 m. Um den Einfluß der direkten Fallenumgebung möglichst gering zu halten, erfolgte bei den wöchentlichen Kontrollterminen in einem Rotationsverfahren die Veränderung des Fallenstandortes. Alle Pheromonfallen waren mit 1mg (Z,Z)- 3,13-ODDA-Ködern bestückt.

Um zu prüfen, ob durch Farbe bzw. Farbmuster allein Falter angelockt werden, kamen im Sommer 1986 während des Flughöhepunktes (10.7 - 10.8) zusätzlich sechs Deltafallen der oben erwähnten Farben bzw. Farbmuster ohne Pheromonköder in einem angrenzenden Quartier der gleichen Anlage zum Einsatz. Die Kontrolle dieser Fallen erfolgte ebenfalls wöchentlich.

2.4 Bekämpfungsmaßnahmen

2.4.1 Bekämpfung mit chemischen Insektiziden

2.4.1.1 Versuchsflächen

Die Bekämpfungsversuche wurden in zwei Quartieren des Versuchsgeländes der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Obstbau in Dossenheim durchgeführt (Abb. 1).

F-Stück

Diese Versuchsfläche hat eine Größe von 0,7 ha. Die Sorten Goldparmäne, Golden Delicious und Jonagold waren 1978 in drei- bzw. fünffacher Wiederholung auf-
gepflanzt worden. Der Pflanzabstand beträgt 4 m x 2,5 m. Die 598 Bäume sind auf Unterlage M 9 als freie Spindel erzogen.

H-Stück

Bei dieser Fläche handelt es sich um eine 1 ha große Pillaranlage. Je 390 Bäume der Sorten Jonagold und Glockenapfel wurden in vier bzw. fünf Reihen, je 360 der Sorten Cox Orange und Golden Delicious in fünf bzw. sieben Reihen 1978 auf-
gepflanzt. Der Pflanzabstand beträgt 4 m x 1,5 m. Alle Bäume sind auf der Unterlage M 9 veredelt.

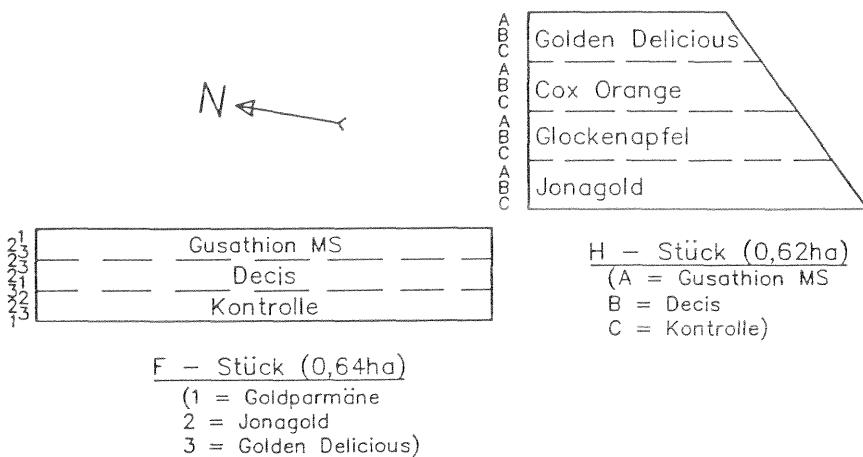


Abb. 1: Versuchsflächen F- und H-Stück des Institutes in Dossenheim.

2.4.1.2 Versuchsdurchführung

Die Glasflüglerbekämpfung mit chemischen Insektiziden wurde in den Jahren 1984 - 1986 durchgeführt. Die Applikationen erfolgten jeweils in der ersten und dritten Juliwoche. Hierbei wurden die zwei breitenwirksamen chemischen Insektizide GUSATHION MS^R (Azinphos-methyl+Demeton-S-methylsulfon) und DECIS^R (Deltamethrin) in der doppelten im Apfelanbau zugelassenen Konzentration eingesetzt. Zu diesem Zweck wurde ein Düsenbogen entwickelt, der im Abstand von 90° mit drei Düsen besetzt war. Die Veredlungsstellen und die Stämme bis in eine Höhe von 0,50 m wurden tropfnaß gespritzt.

Im Quartier F-Stück erfolgte eine Behandlung von je fünf aneinander grenzende Reihen mit GUSATHION MS^R bzw. DECIS^R. Zusätzlich dazu blieb je eine Reihe jeder Sorte als Kontrolle unbehandelt. Im Quartier H-Stück wurden je zwei Reihen der Sorten Golden Delicious, Cox Orange, Glockenapfel und Jonagold mit GUSATHION MS^R bzw. DECIS^R behandelt. Auch hier diente je eine unbehandelte Reihe jeder Sorte als Kontrolle.

2.4.1.3 Versuchsauswertung

In beiden Parzellen wurde an 55 bzw. 21 zufällig ausgewählten Bäumen der Bohrmehlauswurf an den Veredlungsstellen gezählt. Nach jeder Auswertung wurde das Bohrmehl abgebürstet. Bei der Errechnung der Befallsminderung nach Abott (1925):

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Anzahl in Unbehandelt} - \text{Anzahl in Behandelt}}{\text{Anzahl in Unbehandelt}} \times 100 \%$$

wurde die Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen der Anzahl Raupen gleichgesetzt.

2.4.2 Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode

2.4.2.1 Versuchsflächen

Die Untersuchungen wurden während der Jahre 1983-1986 in einer 7 ha großen Erwerbsapfelanlage in Edingen bei Heidelberg durchgeführt (Abb. 2). Zu Beginn dieser Untersuchungen befand sich die Anlage (Pillarerziehung am Draht), in der zwölf verschiedene Sorten auf Unterlage M 9 veredelt waren, im zwölften

Standjahr.

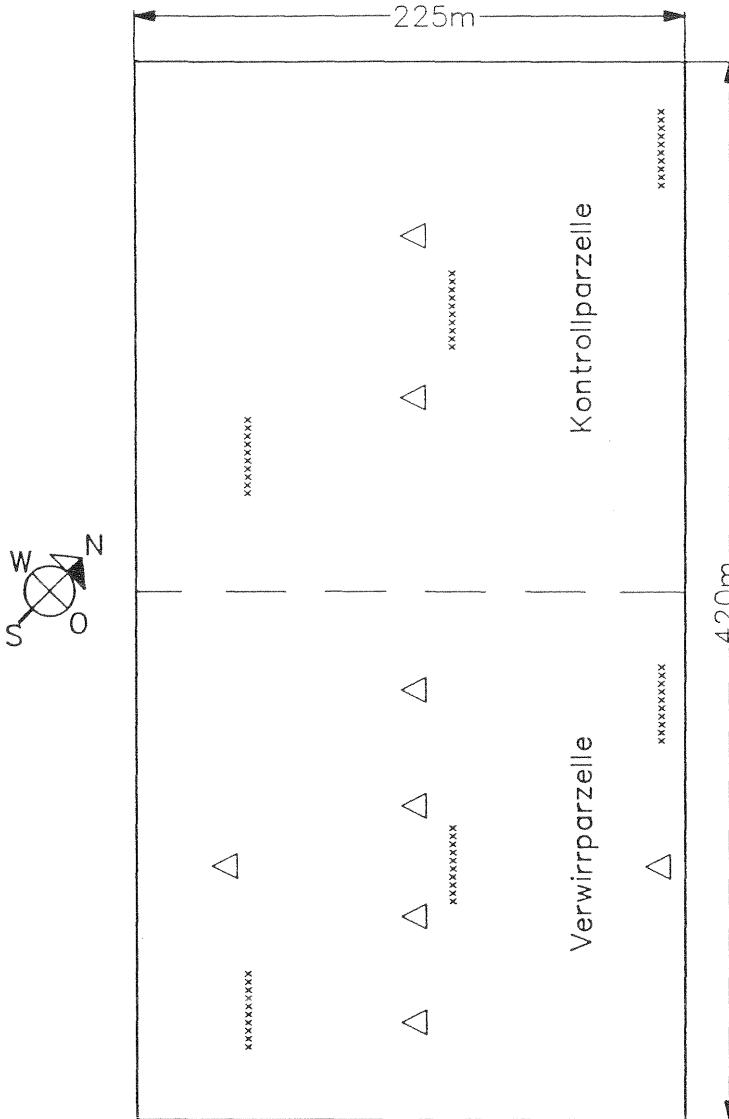


Abb. 2: Plan der Versuchsanlage Edingen, 7ha
Δ = Delta-Pheromonfallen
X = Bäume, an denen Bohrmehlstellen und Puppenhüllen gezählt wurden.

Sie wird durch einen 8 m breiten Mittelweg, der von Ost nach West verläuft, halbiert. Die insgesamt 55 Reihen, bestehend aus jeweils ca. 150 Bäumen, bein-

halteten 10 Reihen Jungbäume, die sich zu Versuchsbeginn im zweiten Standjahr befanden. Wegen des geringen Kronenvolumens blieben sie zunächst unberücksichtigt und wurden erst im vierten Versuchsjahr mit in die Untersuchungen einbezogen.

Die Baumhöhe war durch Schnittmaßnahmen auf 2,50 m begrenzt. Der Pflanzabstand variierte je nach Sorte zwischen 3,5 m x 1,2 m und 3,5 m x 1,5 m. Dies entsprach einem Baumbestand von ca. 2000 pro ha. In der intensiv bewirtschafteten Apfelanlage sind die Fahrgassen mit Gras bewachsen, ca. 0,80 m breite Baumstreifen wurden durch Herbizide freigehalten. Pflanzenschutzmittel werden mit erheblich reduzierter Wasseraufwandmenge von 400 l pro ha ausgebracht; davon jährlich etwa fünfzehnmal Fungizide, fünf- bis siebenmal Insektizide und zwei- bis dreimal Akarizide. Dieser seit Jahren durchgeführte intensive Pflanzenschutz konnte eine Massenvermehrung von *S. myopaeformis* nicht verhindern.

2.4.2.2 Versuchsdurchführung

Das zur Verwirrung eingesetzte Sexualpheromon (Z,Z)-3,13-ODDA wurde von der Fa. BASF synthetisiert. Die Formulierung erfolgte durch die Firma HERCON, USA, in Form dreischichtiger Pheromonflakes. Während die beiden äußeren Schichten die Funktion von Diffusionsbarrieren besitzen, dient die mittlere Schicht als Pheromonreservoir. Durch die Diffusionsbarrieren ist eine langsame Pheromonabgabe gewährleistet. Die 6,25 cm großen HERCON-Flakes wurden als Bandware geliefert, die in 2,5 cm Abstand perforiert war, so daß durch Abreißen einer entsprechenden Anzahl Dispenser bzw. Flakes die Menge aktiver Substanz pro Pheromonquelle nach Bedarf variiert werden konnte. Pro Dispenser waren je nach Lieferung zwischen 25 und 40 mg Pheromon enthalten.

Die Pheromonquellen wurden in der südlichen Hälfte der Anlage, der Verwirrparzelle (Abb.2), am Drahtgerüst der Bäume mit einer Heftzange befestigt (Abb.3).

Die nördliche Hälfte der Anlage diente als unbehandelte Kontrollparzelle.

Während der vier Versuchsjahre konnte der Wirkstoffgehalt in den Flakes nicht standardisiert werden. Es kamen Pheromonkonzentrationen von 32 bis 58 mg/ha und Applikation zum Einsatz. 1983 und 1984 wurden je drei Pheromonapplikationen durchgeführt. Infolge der langsamen Abgabe aktiver Substanz konnten diese Maßnahmen ab 1985 auf zwei pro Jahr reduziert werden.

Es wurden ca. 50 Quellen pro ha ausgebracht, wobei in jeder dritten Reihe an jedem zehnten Baum die Applikation einer Quelle erfolgte (Tab. 1). Zusätzlich waren im gesamten Randbereich in Abständen von ca. 3,5 m Quellen mit einem

Drittel der üblichen Dispenserladung ausgebracht worden, um einen Zuflug von Faltern auf ein Minimum zu reduzieren.

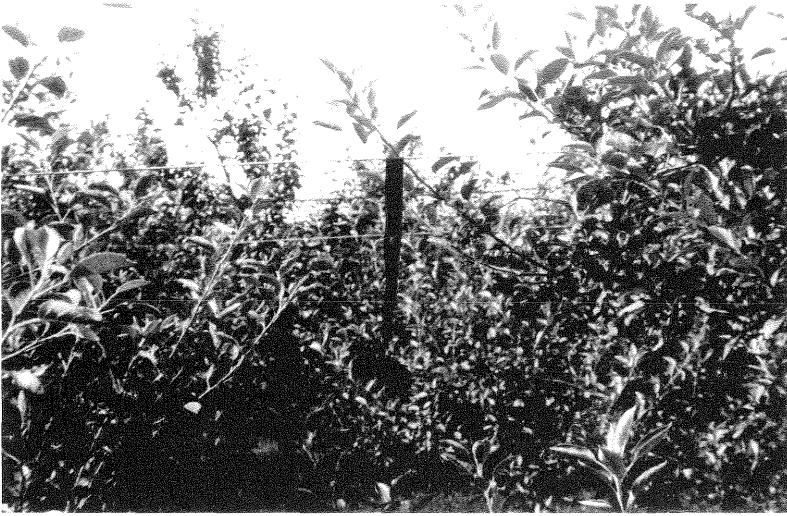


Abb. 3: Pheromondispenser am Drahtgerüst zwischen den Bäumen

Tab. 1: Angaben zur Verwirrparzelle

VERSUCHSJAHR	I 1983	I 1984	I 1985	I 1986
ANZAHL APPLIKATIONEN	I 3	I 3	I 2	I 2
GRÖSSE DER FLÄCHE (ha)	I 3,5	I 3,5	I 3	I 3,5
mg-(Z,Z)-3,13-ODDA/QUELLE	I 650	I 550	I 1000	I 1000
ANZAHL DER QUELLEN / ha	I	I 52 - 56		I
g-(Z,Z)-3,13-ODDA/ha	I 100	I 90	I 110	I 100
AUSBRINGUNGSTERMINE	I 19.MAI I 10.JULI I 08.AUG.	I 04.JUNI I 25.JULI I 10.AUG.	I 03.JUNI I 25.JULI I	I 28.MAI I 23.JULI I

2.4.2.3 Versuchsauswertung

Im Gegensatz zu zahlreichen anderen Schadinsekten, wie z. B. den fruchtschädigenden Lepidopterenlarven, ist bei den unter der Rinde lebenden Larven von *S. myopaeformis* eine Beurteilung des Erfolges der Verwirrungsmethode schwierig. Während bei den erstgenannten eine Reduktion des Fruchtbefalls mit der Reduktion der Larvenpopulation gleichzusetzen ist, besteht eine einfache Beziehung dieser Art bei den unter der Rinde lebenden Larven von *S. myopaeformis* nicht. Hier müssen eine Reihe von Bewertungskriterien herangezogen werden, die einzeln mit Mängel behaftet sind und erst in einer Gesamtbetrachtung eine objektive Beurteilung zulassen.

2.4.2.31 Ermittlung des Verwirrungsgrades mit Hilfe von Pheromonfallen

Männliche Falter sollen durch das aus einer Vielzahl von Dispensern freigesetzte Pheromon daran gehindert werden, natürliche Pheromonquellen (=arteigene Weibchen) wahrzunehmen bzw. diese zu finden und zu begatten. Da in Verwirrparzellen das Auffinden von Pheromonfallen bekanntlich in gleicherweise beeinträchtigt ist, wird dieses Verfahren häufig zur Erfolgsmessung herangezogen. In der Anlage Edingen wurden sowohl in der mit Pheromon behandelten Parzelle als auch in der unbehandelten Kontrollparzelle je zwei Pheromonfallen angebracht und regelmäßig kontrolliert. Die Errechnung des Verwirrungsgrades erfolgte nach der unter 2.4.1.3 angegebenen Formel von Abott (1925).

2.4.2.32 Befallskontrolle

Zählung der Bohrmehlauswurfstellen

Die Befallskontrolle erfolgte zu Zeiten größter Fraßaktivität im September 1983 zunächst durch einmaliges Auszählen der Bohrmehlauswurfstellen an der Veredlungsstelle von je 30 Bäumen in Verwirr- und Kontrollparzelle. Es wurden hierzu je 10 Bäume der Sorten Cox Orange, Jonagold und Golden Delicious zufällig ausgewählt. Diese Sorten waren in beiden Parzellen gleichermaßen angepflanzt. 1984 erfolgte eine Zählung an je einem Termin, im Mai, September und Oktober, während sie 1985 und 1986 an sieben Terminen zwischen Mai und Oktober durchgeführt wurden. Die Anzahl Bohrmehlauswurfstellen wurde der Anzahl Larven gleichgesetzt.

Zählung der Puppenhüllen

Zusätzlich zu den Zählungen der Bohrmehlstellen wurden 1985 und 1986 an den Veredlungsstellen der gleichen Bäume die leeren, in den Schlupföffnungen haftenden Puppenhüllen an sechs Terminen zwischen Juni und Oktober gezählt.

Quantitative Larvenpräparation

Bedingt durch die verborgene Lebensweise der Larven, ist eine direkte Messung der Pheromonwirkung nur durch das Herauspräparieren aller Larven aus ihren Fraßgängen unter der Rinde möglich. Es erfolgte daher nach dem zweiten und nach dem dritten Behandlungsjahr im Winter 1984/85 und 1985/86 die Rodung je 38 zufällig ausgewählter Bäume der stark befallenen Sorte Cox Orange in der Verwirr- und Konrollparzelle. Aus diesen Bäumen wurden, nach vorsichtigem Freilegen der Bohrgänge im Bastgewebe, alle Larven herauspräpariert. Bei der Präparation erfolgte eine Auswertung getrennt nach drei bevorzugten Befallsstellen am Stamm: Veredlungsstelle, Astverzweigungen und Unterlage. Die durch die Behandlung erzielte Befallsminderung wurde für alle drei angewandten Kontrollmethoden anhand der bereits unter 2.4.1.3 genannten Formel zur Berechnung des Wirkungsgrades ermittelt.

2.4.2.33 Saftfallen

Saftfallen sind bekanntlich für viele Sesiidae sehr attraktiv. Dies gilt auch für *S. myopaeformis*. Diese Fallen ermöglichen durch den Fang männlicher und weiblicher Falter sowohl einen Überblick über das Geschlechtsverhältnis als auch über den Begattungszustand der Weibchen in den untersuchten Flächen. Bevor das synthetische Sexualpheromon von *S. myopaeformis* zur Verfügung stand, konnte 1977 zum erstenmal der Flugverlauf von van Frankenhuyzen & Jansen (1978) mittels Saftfallen bestimmt werden. Mit einer Mischung aus 10%igem Küchensirup, 4%iger Hefe und einigen Tropfen Terpenylacetat ($C_{12}H_{26}O_2$) erzielte er gute Fangergebnisse. Ebenso wurde von anderen Autoren über den erfolgreichen Einsatz von Saftfallen zum Fang von Apfelbaumglasflüglern berichtet (Audemard & Monnet 1984, Blaser & Charmillot 1978, Ciglar & Masten 1979, Ulu et al. 1983). Als Fangflüssigkeit diente bei fast all diesen Untersuchungen Apfelsaft, der mit unterschiedlichen Anteilen Melasse und Essig versetzt war. In Anlehnung daran wurde bei den eigenen Untersuchungen als Fangflüssigkeit

80 % Apfelsaft

15 % Melasse

5 % Obstessig

verwendet. In den Jahren 1985 und 1986 wurden sowohl in der behandelten als auch in der unbehandelten Parzelle Saftfallen eingesetzt. Hierzu standen 250 ml-Bellaplast-Suppentassen zur Verfügung, die an vier zu einem Haken zusammenlaufenden Drähten befestigt waren. Zum Schutz gegen Regen diente ein als Dach verwendeter Petrischalendeckel (\varnothing 10 cm), der an diesen Drähten im Abstand von ca. 10 cm über der Tasse angebracht war.

1985 wurden in beiden Parzellen je vier Fallen gleichmäßig verteilt und in ca. 1,20 m Höhe an einem Ast befestigt. Es mußte darauf geachtet werden, daß die Fallenöffnung nicht von Laub verdeckt war. Die Fallen blieben von Mitte Juli bis Ende August in der Anlage. Im Jahr 1986 wurden, gleichmäßig verteilt in beiden Parzellen, je sechs Fallen installiert. Die Fallen blieben von Anfang Juni bis Ende August in der Anlage. Die Saftfallen wurden bei der Installation mit je 200 ml Fangflüssigkeit gefüllt und bei Bedarf an den Kontrollterminen nachgefüllt. Die Kontrolle erfolgte im Juni und August einmal pro Woche. Während des Hauptfluges im Juli wurden die Fallen zweimal pro Woche auf Fänge kontrolliert. Die Falter wurden abgesammelt, in einen mit 70%igem Alkohol gefüllten Konservierungsbehälter überführt und bis zur weiteren Untersuchung aufbewahrt.

Die Auswertung der Saftfallenfänge erfolgte durch:

- 1) Zählung der gefangenen männlichen und weiblichen Falter
- 2) Untersuchung der weiblichen Falter auf ihren Begattungszustand.

Durch Herauspräparieren der Bursa copulatrix (Abb. 4) unter dem Binokular kann der Begattungszustand der Weibchen geklärt werden. Bei begatteten Weibchen befindet sich meist eine, in seltenen Fällen zwei Spermatophoren in der Bursa. Diese ist dann dick aufgetrieben und milchig weiß, so lange die Spermatophore noch mit Spermien gefüllt ist. Wurden die Spermien bereits in das Receptaculum abgegeben, so erscheint die Bursa mehr oder weniger durchsichtig. Die Anzahl der Weibchen, die Spermatophoren enthielten, wurde durch Herauspräparieren der Bursa copulatrix ermittelt. Um die Anzahl der Spermatophoren feststellen zu können, wurde die Bursa geöffnet.



Abb. 4: Genitalapparat weiblicher *S. myopaeformis*-Falter

2.5 Statistische Auswertungen

Die statistischen Auswertung erfolgte nach Sachs (1969), Clauß (1975) und Müller & Kick (1985) mit Hilfe des STUDENT's-t-Testes und bei mehreren zu vergleichenden Varianten mittels Einwegvarianzanalyse sowie des anschließenden DUNCAN's-multiple-range-Testes. War eine Normalverteilung der zu verrechnenden Werte nicht gegeben, wurde der U-Test und bei mehreren zu vergleichenden Varianten der MANN-WHITNEY-Test durchgeführt. Der Vergleich der Mittelwerte wurde durch Errechnung der Grenzdifferenzen vorgenommen.

3. Ergebnisse

3.1 Untersuchungen zur Biologie des Apfelbaumglasflüglers

3.1.1 Ei

Die Form des Eies ist oval und bilateral leicht konvex. Das Chorion ist hell- bis mittelbraun, seine Oberfläche hexagonal strukturiert. Die Eier werden einzeln abgelegt. Die *S. myopaeformis*-Eier werden außer von van Frankenhuyzen (1978) auch von Gottwald (1981) durch Angabe von Farbe und ungefährender Größe als gelblichbraun bis hellbraun und ca. 0,3 mm x 0,5 mm groß beschrieben. Die mittlere Länge und Breite von *S. myopaeformis*-Eiern, die in Flugkäfigen in Dossenheim abgelegt wurden, sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Mittlere Länge und Breite des *S. myopaeformis*-Eies (n=38).

	I	Länge [mm]	I	Breite [mm]
X±SE	I	0,602 ± 0,003	I	0,361 ± 0,002
Spannweite	I	0,54 - 0,65	I	0,34 - 0,38

Die Entwicklungszeit des Eies bis zum Schlupf ist temperaturabhängig. 34 Eier, die bei 26°C inkubiert wurden, benötigten eine mittlere Zeitspanne von 8,2±0,2 Tagen bis zum Schlupf. Bei Zimmertemperatur (ca. 22°C) ist die Zeitspanne bis zum Schlupf etwas größer. Von 115 Eiern, die so inkubiert wurden, schlüpfte der größte Teil nach 14-15 Tagen. Die mittlere Entwicklungszeit betrug hierbei 13,5±0,3 Tage. Die im Freiland an zehn bzw. 24 markierten Eiern in zwei aufeinanderfolgenden Jahren (1985 und 1986) beobachtete Entwicklungsdauer schwankte zwischen neun und 14 Tagen. Die mittlere Entwicklungszeit betrug hierbei 11,6±0,5 Tage bzw. 12,1±0,3 Tage.

Die Eiablage im Freiland begann 1985 am 16.6., fünf Tage nachdem die ersten Falter in Pheromonfallen gefangen wurden, und erstreckte sich über ca. 70 Tage. 1986 konnten erste eiablegende Weibchen am 18.6., neun Tage nach den ersten Fängen in Pheromonfallen, beobachtet werden. Die Eiablage erstreckte sich bis in die letzte Augustdekade.

3.1.2 Larve

3.1.2.1 Anzahl der Larvenstadien

Für *S. myopaeformis* lassen sich insgesamt sieben Larvenstadien unterscheiden. Dies wurde anhand von Kopfkapselbreitenmessungen an 571 Larven ermittelt. Die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Kopfkapselbreiten ist in Abbildung 5 dargestellt.

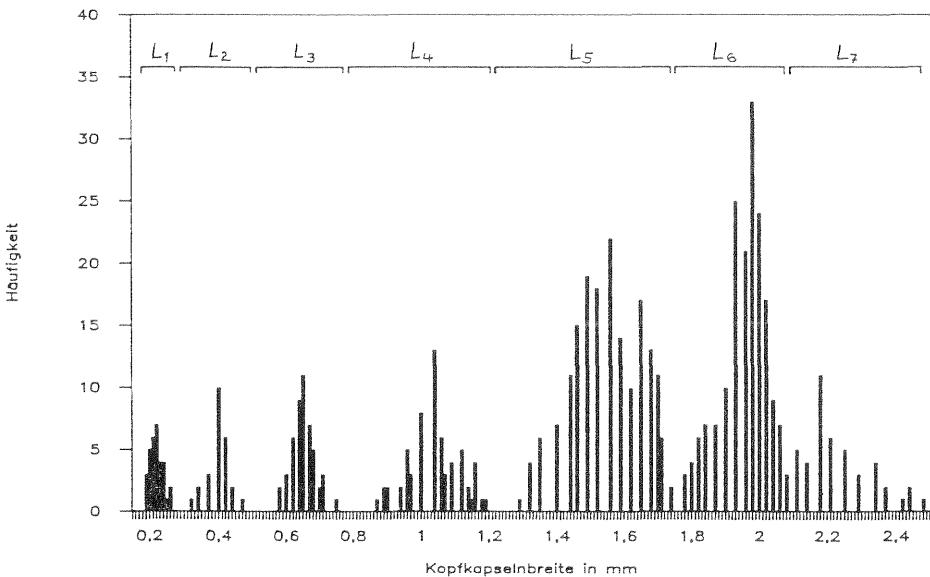


Abb. 5: Larvenstadien von *S. myopaeformis* eingeteilt nach Kopfkapselbreiten.

Außer den L₁-Larven und sieben daraus hervorgegangenen L₂-Larven stammten sämtliche Tiere aus Freilandabsammlungen. Die durchschnittlichen Kopfkapselbreiten in mm, die den einzelnen Larvenstadien entsprechen, sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Die Spannweite der Kopfkapselbreiten, die einem Stadium zuzuordnen sind, schwankt bei den verschiedenen Stadien. Mit Werten unter 0,2 mm blieb sie für die ersten drei Stadien verhältnismäßig niedrig, während unterschiedliche Umwelteinflüsse für die Erhöhung dieses Wertes mit zunehmendem Alter der Larven verantwortlich sein dürften. Die Errechnung der Wachstumsindices (WI) erfolgte nach Dyar (1890) durch Bildung des Quotienten aus Kopfkapselbreite des ent-

sprechenden Stadiums und der des vorhergehenden.

Tab. 3: Mittlere Kopfkapselbreite der sieben Larvenstadien von *S. myopaeformis*

Larven- stadium	Anzahl	mittl. Kopfkap- selbreite [mm]	SD	Spannweite [mm]	WI
1	32	0,22	0,02	0,19-0,26	-
2	25	0,40	0,03	0,32-0,47	1,8
3	49	0,65	0,03	0,58-0,75	1,6
4	63	1,04	0,07	0,87-1,19	1,6
5	182	1,56	0,11	1,29-1,74	1,5
6	173	1,96	0,07	1,78-2,06	1,3
7	47	2,22	0,10	2,08-2,48	1,1

3.1.2.2 Körpergewicht und Körperlänge der Larven in den einzelnen Larvenstadien

In der postembryonalen Entwicklung erhöhen die Larven ihr Gewicht um ein Vielfaches. Zwar findet die Gewichtszunahme, anders als die Verbreiterung der sklerotisierten Kopfkapsel, während der gesamten Fraßzeit statt, dennoch wurde eine - besonders für Freilanduntersuchungen praktische - Einteilung in Gewichtsklassen, die den einzelnen Larvenstadien entsprechen, vorgenommen. Nach Zuordnung der Larven zu den einzelnen Stadien durch Kopfkapselmessung wurde das mittlere Körpergewicht jedes Larvenstadiums ermittelt (Tab. 4).

Tab. 4: Mittleres Körpergewicht der Larven in den einzelnen Stadien.

Larven- stadium	Anzahl	mittl. Körper- gewicht [mg]	Spannweite [mg]	SD
1	32	< 0,1	-	-
2	25	0,6	0,1 - 1,0	0,2
3	49	2,0	0,9 - 2,9	0,5
4	63	4,1	2,8 - 6,0	0,8
5	182	11,3	5,9 - 19,2	3,6
6	173	28,5	18,9 - 43,5	6,8
7	47	66,1	39,4 - 100,7	13,9

Die Spannweite der Gewichte, die einem Larvenstadium zuzuordnen sind, steigt mit zunehmendem Larvenstadium an. Unterschiedliche Umwelteinflüsse und die hierdurch bedingte Variabilität, die bei rinden- und holzbewohnenden Insekten sehr viel höher ist als bei fructivoren Insekten (Kirschfruchtfliege, Apfelwickler etc.), dürften hierfür verantwortlich sein. Dies gilt auch für die parallel durchgeführten Längenmessungen (Tab. 5).

Tab. 5: Mittlere Körperlänge der Larven in den einzelnen Larvenstadien.

Larven- stadium	Anzahl	mittl. Körper- länge [mm]	Spannweite [mm]	SD
1	32	1,5	1,1 - 1,8	0,04
2	24	2,8	2,4 - 4,7	0,18
3	33	5,3	4,1 - 6,8	0,19
4	72	7,4	5,2 - 11,3	0,15
5	97	12,3	6,4 - 20,9	0,17
6	88	17,7	12,7 - 22,1	0,21
7	29	20,1	18,3 - 22,2	1,09

Bedingt durch die Einstellung der Nahrungsaufnahme sowie einer zusätzlichen Feuchtigkeitsabgabe kurz vor dem Einspinnen in den Puppenkokon, verringert sich die Körperlänge der Larven des letzten Stadiums etwas. Deshalb überschreitet die maximale Körperlänge dieses Stadiums die des vorhergehenden Stadiums nicht. Der gesamte Längenzuwachs der Larven beträgt im Durchschnitt mehr als das 13-fache der Körperlänge des ersten Stadiums, wobei der Zuwachs pro Stadium in den ersten drei Larvenstadien am größten ist.

3.1.2.3 Dauer der einzelnen Larvenstadien sowie der gesamten Larvalentwicklung

Im Freiland wird die Dauer der einzelnen Larvenstadien von einem Komplex von Faktoren beeinflusst. Die Larven können in unterschiedlichen Stadien in Winterruhe gehen. Ob es sich hierbei um eine echte Diapause handelt, konnte in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht werden.

Die Dauer der einzelnen Larvenstadien wurde daher an 121 Larven aus Sommerab-sammlungen bestimmt (Tab. 6).

Tab. 6: Mittlere Dauer der Larvenstadien (\pm Standardfehler) in Tagen (d) bei 22°C, 60% relativer Feuchte und Langtag.

<u>Larvenstadium</u>	<u>mittlere Dauer [d]</u>	<u>Anzahl</u>
1	7,2 \pm 0,2	24
2	11,7 \pm 0,7	16
3	12,1 \pm 0,5	18
4	12,3 \pm 0,4	15
5	11,9 \pm 0,8	13
6	12,1 \pm 0,6	14
7	12,4 \pm 0,4	21

Die Dauer des ersten Stadiums war mit 7,2 \pm 0,2 Tagen kürzer als die aller anderen Stadien. Während dieses Stadiums suchen die Larven geeignete Fraßstellen. Sie orientieren sich dabei unter anderem nach einer vorhandenen Lichtquelle (pers. Beob.). Für die nordamerikanische Glasflüglerart *S. pictipes* wiesen Wiener und Norris (1982) nach, daß ausschließlich frisch aus dem Ei geschlüpfte Larven photopositiv reagieren. Dieser Lichtsinn scheint als Stimulus das Suchverhalten zu initiieren. Die Stadien zwei bis sieben von *S. myopaeformis* benötigten eine durchschnittliche Zeitspanne von 11,7 bis 12,4 Tagen je Stadium zu ihrer Entwicklung, wobei die ermittelten Werte statistisch nicht verschieden sind.

Da die Larven in Abhängigkeit von ihrem Schlupftermin aus dem Ei unterschiedliche Umweltbedingungen hinsichtlich Temperatur und Tageslänge sowie Verfügbarkeit von Nahrung antreffen, schwankt die Entwicklungsdauer eines Stadiums im Freiland mit den Umweltbedingungen.

Die Entwicklungsdauer zweier Larvengruppen, die beide aus Novemberabsammlungen stammten, war für die Gruppe, die bei 22°C, 60% relativer Feuchte und Langtag gehalten wurde, im Durchschnitt 90 Tage kürzer als die der Gruppe, die bei niedrigeren Temperaturen (von 12°C bis 22°C während vier Monate ansteigend) gehalten wurde. Während gezeigt werden konnte, daß die Dauer der gesamten Larvalentwicklung stark von äußeren Faktoren abhängig ist, war hierbei eine gleichzeitige Untersuchung der Dauer der einzelnen Larvenstadien ohne Störung der Larvenentwicklung nicht möglich. Der Falterschlupf der ersten Gruppe zog sich über 60 Tage, der der zweiten dagegen über 124 Tage hin.

3.1.3 Puppe

Zwischen das letzte Larvenstadium und die Imago tritt die Puppe als Ruhestadium. Der Puppenkokon wird aus Rindenspänen und Kotresten im Larvenbohrgang gesponnen. *S. myopaeformis* besitzt eine für Lepidoptera typische Pupa obtecta (Mumienpuppe).

3.1.3.1 Körperlänge und Körpergewicht der Puppen

Bei meinen Messungen an 63 Puppen betrug die mittlere Körperlänge der Puppen $11,8 \pm 0,4$ mm. Da eine Geschlechtsdetermination während des Puppenstadiums möglich ist, wurden Körperlänge und -gewicht für beide Geschlechter (Tab. 7) getrennt bestimmt.

Tab. 7: Körperlänge und Körpergewicht (Mittelwert \pm Standardfehler) für ♀♀- und ♂♂-Puppen von *S. myopaeformis*.

	I	♀♀-Puppen (n=40)	I	♂♂-Puppen (n=23)
Körperlänge [mm]	I	$12,1 \pm 0,3$	I	$11,3 \pm 0,3$
(Spannweite)	I	(9,0 - 15,9)	I	(9,0 - 14,7)
Körpergewicht [mg]	I	$70,0 \pm 6,1$	I	$64,1 \pm 5,9$
(Spannweite)	I	(36,2 - 96,0)	I	(32,5 - 77,3)

Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, unterscheiden sich die Geschlechter sowohl hinsichtlich der Körperlänge als auch hinsichtlich des -gewichtes. Weibliche Puppen sind im Durchschnitt um 0,84 mm länger und 5,83 mg schwerer als männliche. Diese Unterschiede sind auf dem 5%- bzw. 1%-Niveau signifikant.

3.1.3.2 Dauer des Puppenstadiums

Unter Laborbedingungen war eine hohe Mortalität zu beobachten, die vor allem auf die von natürlichen Bedingungen stark abweichenden Feuchtigkeitsverhältnisse zurückzuführen war. Puppen, die sich ungestört entwickeln, ändern ihre Farbe im letzten Viertel des Puppenstadiums. Die Puppen werden schwarz mit rotem Ring am vierten Abdominalsegment, die Farbe des Falter wird durch die Puppenhülle sichtbar. Die gesamte Dauer des Puppenstadiums in Tagen, geht aus Tabelle 8 hervor.

Tab. 8: Dauer des Puppenstadiums in Tagen (d)(Mittelwert \pm Standardfehler)
für ♀♀- und ♂♂-Puppen bei 22°C und 60% relativer Feuchte.

	I	♀♀-Puppen	I	♂♂-Puppen
Dauer [d]	I	21,3 \pm 2,6	I	23,9 \pm 3,2
Anzahl	I	18	I	32

Die für weibliche und männliche Puppen ermittelten Unterschiede hinsichtlich der Dauer des Puppenstadiums waren statistisch jedoch nicht verschieden.

3.1.4 Imago

3.1.4.1 Schlupfverlauf und Sexilität

Männliche Falter schlüpften vor den weiblichen. Im Durchschnitt beträgt diese bei 1136 Faltern (Tab. 9) ermittelte Zeitspanne 7,4 Tage. Das Geschlecht der Falter ist auch an den leeren Puppenhüllen nachvollziehbar. Es konnte daher der Schlupfverlauf (Abb. 6) unter freilandähnlichen Bedingungen anhand der in den Schlupföffnungen haftenden Puppenhüllen ermittelt werden.

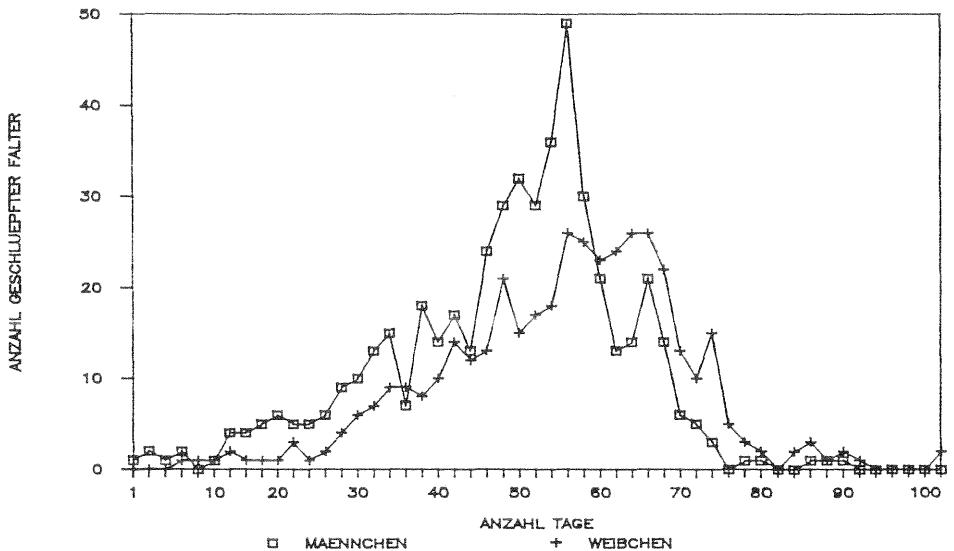


Abb. 6: Schlupfverlauf der Imagines von *S. myopaeformis*, ermittelt an gekäfigten Bäumen aus der Anlage Edingen 1985 durch Puppenhüllenabsammlung.

Das Zahlenverhältnis ♂♂:♀♀ der zu einem Zeitpunkt geschlüpften Falter ändert sich während der Gesamtimaginalphase zu Ungunsten der Männchen. Der Weibchenschlupf setzt später ein, erreicht erst nach dem der Männchen Maximalwerte (Abb.6) und dauert über diesen hinaus an. Die aus vier Absammlungen ermittelten durchschnittlichen Anteile männlicher und weiblicher Falter gehen aus Tabelle 9 hervor.

Tab. 9: Geschlechterverhältnis bei *S. myopaeformis*-Faltern.

	Anzahl ♂♂	Anzahl ♀♀	Verhältnis
Labor	46	33	58,2%:41,8% (1:0,72)
Labor	63	55	53,4%:46,6% (1:0,87)
Labor	25	19	56,8%:43,2% (1:0,76)
Käfig	489	406	54,6%:45,4% (1:0,83)
Gesamt	623	513	54,8%:45,2% (1:0,82)

Sowohl bei den im Labor als auch bei den im Käfig geschlüpften Faltern liegt der Männchenanteil mit $56,1 \pm 1,4$ bzw. 54,6% der jeweiligen Population deutlich über dem Anteil der Weibchen.

3.1.4.2 Fruchtbarkeit und Lebensdauer der Imagines

Am Tage der Kopulation konnte bereits die Eiablage beobachtet werden. Tabelle 10 zeigt neben der durchschnittliche Anzahl der pro Weibchen abgelegten und im Abdomen verbliebenen Eier auch die durchschnittliche Lebensdauer dieser unter Laborbedingungen zur Eiablage gebrachten Weibchen.

Tab.10: Anzahl abgelegter und im Abdomen verbliebener Eier pro Weibchen sowie Lebensdauer dieser Weibchen in Tagen (Mittelwert \pm Standardfehler).

	I	X \pm SE	I	Anzahl ♀♀
Abgelegte Eier	I	66,1 \pm 6,4	I	28
im Abdomen verbliebene Eier	I	179,3 \pm 5,6	I	28
Lebensdauer der eiablegenden ♀♀	I	7,4 \pm 1,3	I	10

Ca. 60% der Eier wurden bereits am ersten Tag abgelegt, während sich die Ablage der restlichen Eier über die gesamte Lebensdauer der Weibchen erstreckte. Die mittlere Lebensdauer von $7,4 \pm 1,3$ Tagen wurde an Weibchen ermittelt, die unter kontrollierten Bedingungen schlüpften (siehe 2.1.3.3) und angebunden im Freiland zur Kopulation ausgesetzt waren. Weibchen, die im Freiland schlüpften und unmittelbar nach der Kopulation aus dem Freiland entnommen wurden, lebten noch durchschnittlich $6,1 \pm 0,6$ Tage. Es ist daher anzunehmen, daß unter Freilandbedingungen die Kopulation bereits am Tag des Schlupfes stattfindet. Die mittlere Lebensdauer virgineller weiblicher Falter ($n=17$) betrug bei 22°C (Zimmertemperatur) $7,5 \pm 0,6$ Tage. Männliche Falter ($n=25$), die bei 22°C in Glaszylindern gehalten wurden, lebten im Durchschnitt $9,9 \pm 0,4$ Tage.

3.1.5 Jahreszyklus der Entwicklungsstadien

Für *Synanthedon myopaeformis* wird sowohl ein ein- als auch ein zweijähriger Entwicklungszyklus berichtet (Audemard & Bezut 1972, Dickler & Hofmann 1974). Unklarheit besteht über den zahlenmäßigen Anteil der Population, der zweimal überwintert. Anhand mehrerer Larven- und Puppenabsammlungen sowie Pheromonfallenfängen und Beobachtung eiablegender Weibchen während der Jahre 1984 - 1986 wurde für den Rhein-Neckar-Raum der Entwicklungszyklus ermittelt. Aus Abbildung 7 geht die Apparenz (Ohnesorge 1976) der einzelnen Stadien in drei aufeinanderfolgenden Jahren hervor.

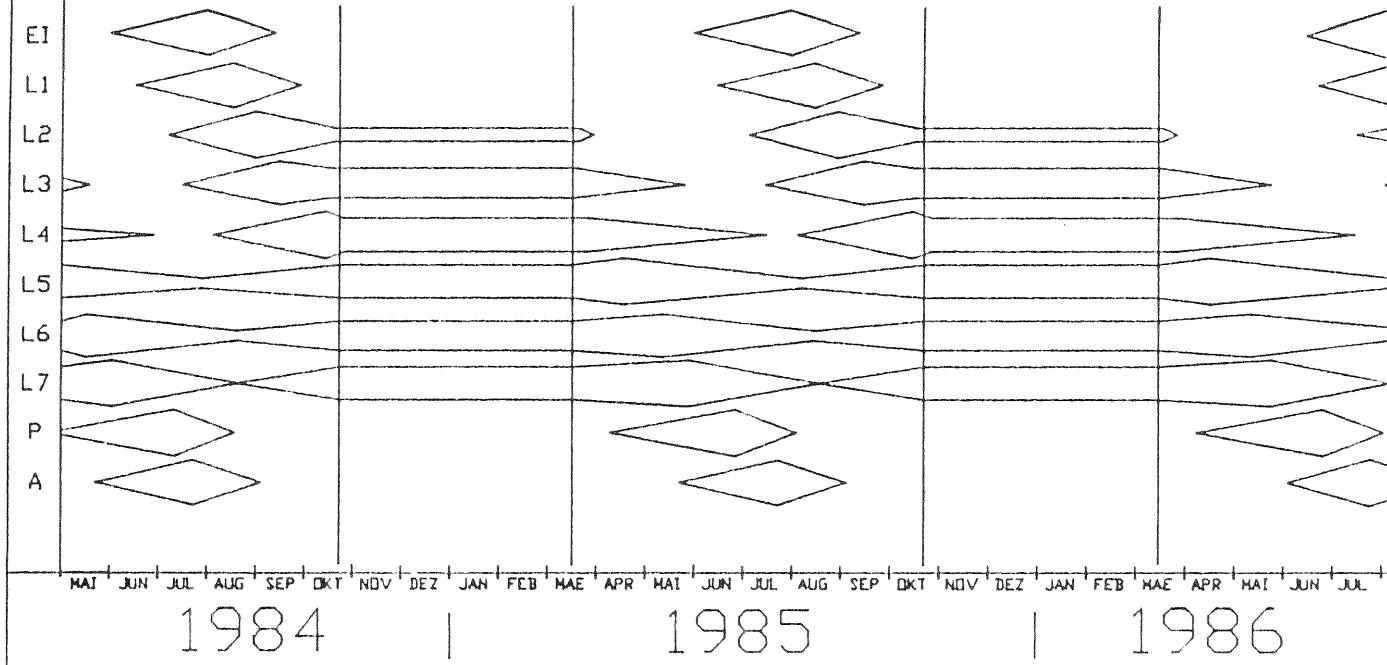
3.1.5.1 Vorkommen des Eistadiums im Freiland

Das Auffinden der Eier im Freiland ist äußerst schwierig und erfordert Erfahrung. In eigenen Untersuchungen wurden Eier in den Monaten Juni bis August gefunden, wobei die Hauptmenge kurz nach dem Flughöhepunkt der Imagines (siehe 3.1.5.4) Ende Juli/Anfang August beobachtet werden konnte.

3.1.5.2 Vorkommen der Larvenstadien im Freiland

In dem ohnehin spärlichen Schrifttum von *S. myopaeformis* liegen bisher keine quantitativen Angaben zur Phänologie der Larven vor. Im Rahmen der phänologischen Untersuchungen wurden an 12 Terminen insgesamt 1082 Larven im Freiland abgesammelt (Tab. 11).

ABB.7 APPARENZ DER STADIEN VON SYNANTHEDON MYDPAEFORMIS (MAI 1984-JULI 1986)
 GRÖSSTE BREITEN DER RAUTEN ZEIGEN DEN ZEITPUNKT AN, AN DEM DAS MAXIMUM
 DES ENTSPRECHENDEN STADIUMS VORLIEGT; DIE SPITZEN FUER DAS ERSTE BZW.
 LETZTE INDIVIDUUM, DAS IM ENTSPRECHENDEN STADIUM GEFUNDEN WURDE. (L1-L7:
 LARVEN IM STADIUM 1 BIS 7; P:PUPPEN; A:ADULTE)



Tab.11: Larvenabsammlungen an 12 Terminen während der Monate Juni 84-Mai 85; nach Entwicklungsstadien aufgeteilt (A = Anzahl Larven).

		L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	PUPPEN	GESAMT
09.06.	A	0,0	0,0	0,0	5,0	16,0	21,0	27,0	3,0	72,0
09.06.	%	0,0	0,0	0,0	6,9	22,2	29,2	37,5	4,2	0,0
29.06.	A	0,0	0,0	0,0	4,0	18,0	26,0	24,0	14,0	86,0
29.06.	%	0,0	0,0	0,0	4,6	20,9	30,2	27,9	16,4	0,0
02.07.	A	1,0	0,0	0,0	0,0	7,0	11,0	2,0	16,0	37,0
02.07.	%	2,7	0,0	0,0	0,0	18,9	29,7	5,4	43,2	0,0
06.07.	A	5,0	1,0	0,0	0,0	8,0	11,0	3,0	19,0	47,0
06.07.	%	10,6	2,1	0,0	0,0	17,1	23,4	6,4	40,4	0,0
16.07.	A	8,0	4,0	1,0	0,0	7,0	14,0	1,0	31,0	66,0
16.07.	%	12,1	6,1	1,5	0,0	10,6	21,2	1,5	47,0	0,0
26.07.	A	5,0	6,0	3,0	1,0	6,0	9,0	0,0	7,0	37,0
26.07.	%	13,5	16,2	8,1	2,7	16,2	24,3	0,0	18,9	0,0
01.08.	A	9,0	5,0	3,0	2,0	4,0	7,0	1,0	3,0	34,0
01.08.	%	26,5	14,7	8,8	5,9	11,8	20,6	2,9	8,8	0,0
15.08.	A	18,0	14,0	11,0	9,0	7,0	5,0	0,0	0,0	64,0
15.08.	%	28,1	21,9	17,2	14,1	10,9	7,8	0,0	0,0	0,0
22.09.	A	1,0	15,0	18,0	17,0	12,0	11,0	4,0	0,0	78,0
22.09.	%	1,3	19,2	23,1	21,8	15,3	14,2	5,1	0,0	0,0
11.11.	A	0,0	0,0	19,0	33,0	74,0	69,0	43,0	0,0	238,0
11.11.	%	0,0	0,0	7,9	13,9	31,1	29,0	18,1	0,0	0,0
06.02.	A	0,0	2,0	12,0	20,0	43,0	41,0	23,0	0,0	141,0
06.02.	%	0,0	1,4	8,2	14,5	30,5	29,1	16,3	0,0	0,0
20.05.	A	0,0	0,0	3,0	23,0	41,0	56,0	52,0	7,0	182,0
20.05.	%	0,0	0,0	1,6	12,8	23,0	30,7	28,3	3,6	0,0

Die bei diesen Absammlungen vorgefundenen Puppen wurden der Vollständigkeit halber mit in der Tab. 11 aufgeführt. Eine eingehende Besprechung dieses Entwicklungsstadiums erfolgt unter 3.1.5.3.

Die ersten L1-Larven wurden Anfang Juli, ca. drei Wochen nach Beginn der Eiablage, gefunden. Ihr Anteil lag Mitte August am höchsten. Bereits eine Woche nach dem Auffinden der ersten L1-Larven traten erste L2-Larven auf. Daß ausnahmsweise L2-Larven auch überwintern, zeigte der geringe Anteil (1,4%) dieses Stadiums in Februarabsammlungen. Ab Mitte Juli war bereits das dritte Larven-

stadium in den Absammlungen repräsentiert. Der Anteil L3-Larven stieg bis Ende September an. Von den insgesamt 238 Larven, die im November abgesammelt wurden, gehörten nur noch ca. 8% diesem Larvenstadium an. Letzte L3-Larven konnten im darauffolgenden Mai gefunden werden.

Auch das vierte Larvenstadium ist nicht während des gesamten Jahres nachweisbar. Erste L4-Larven der neuen Generation wurden Ende Juli gefunden. Ihr Anteil erhöhte sich dann entwicklungsgemäß bis zum September. In den Winterabsammlungen lag der Anteil dieses Stadiums bei ca. 14%. Ende Juni des darauffolgenden Jahres gehörten nur noch 4,6% der Absammlung dem vierten Stadium an. L5- und L6-Larven wurden in allen Absammlungen gefunden. In den Monaten Juni und Juli war der Anteil der L5-Larven jeweils kleiner als der der L6-Larven, während er ihn ab Mitte August bis einschließlich Februar überstieg.

Die meisten L7-Larven wurden kurz vor der Verpuppung Ende Mai/Anfang Juni gefunden. Ihr Anteil nahm bis zum September hin ab. Wenige Larven (5,1%) gehörten dann noch diesem Stadium an. Mit 1/5 der überwinterten Larven stellten sie nach den L5- und L6-Larven den drittgrößten Anteil dar. Mit Einsetzen der Vegetation in den ersten Märztagen des folgenden Jahres und Aufnahme der Fraßaktivität stieg ihr Anteil bis in den Mai auf maximale Werte (28,3%) an.

Das Vorhandensein von fast erwachsenen Larven während des gesamten Sommers bis in den September ist ein Hinweis, daß ein geringer Teil der Larven ein zweitesmal überwintert. Hierbei handelt es sich um Larven, die im vorhergehenden Jahr aus spät abgelegten Eiern geschlüpft sind. Aufgrund schlechterer Nahrungsbedingungen sowie dem temperaturabhängigen Einstellen der Fraßaktivität überwintern diese Larven noch im zweiten Stadium. Einem Teil dieser Larven sowie solchen Larven, die unter schlechten Ernährungsbedingungen leiden, gelang es in diesem Jahr nicht, sich bis zur Imago zu entwickeln. Diese Larven, überwinterten ein zweitesmal, um sich dann im darauffolgenden Jahr zur Imago zu entwickeln.

Inwieweit Beginn des Wachstums im Frühjahr und Einsetzen der physiologischen Ruhe des Baumes im Herbst Beginn und Abschluß der Fraßaktivität der Larven beeinflussen, soll weiteren Untersuchungen vorbehalten sein.

3.1.5.3 Vorkommen des Puppenstadiums im Freiland

In zwei aufeinanderfolgenden Jahren konnten die ersten Puppen jeweils in der ersten Aprildekade gefunden werden. Aus Tabelle 12 sind für den Zeitraum April - August die prozentualen Anteile des Puppenstadiums (verpuppte Tiere) an ab-

gesammelten Teilpopulationen zu entnehmen. Die in Spalte 4, Zeile 1-5, angegebenen Zahlenwerte stammen aus Auswertungen der Kontrollparzelle eines Bekämpfungsversuches des Vorjahres. Sie übersteigen die daran anschließenden Werte um ein Vielfaches.

Da diese quantitativen Larven- und Puppenpräparationen außerordentlich arbeits- und zeitintensiv sind und ein Höchstmaß an Genauigkeit erfordern, waren Untersuchungen in diesem Umfang nur zeitlich begrenzt möglich.

Tab.12: Anteil verpuppter Tiere an abgesammelten Teilpopulationen.

<u>Absammlungs-</u> <u>termin</u>	<u>%-Puppen</u>	<u>Anzahl</u> <u>Puppen</u>	<u>Gesamtzahl</u> <u>abges. Tiere</u>
11.-20.04.	-	-	218
21.-30.04.	3,8	6	156
01.-10.05.	2,2	9	417
11.-20.05.	3,0	35	1151
21.-31.05.	3,6	39	1099
01.-10.06.	4,2	3	72
11.-20.06.	11,5	11	96
21.-30.06.	16,3	14	86
01.-10.07.	41,7	35	84
11.-20.07.	47,0	31	66
21.-31.07.	18,9	7	37
01.-10.08.	8,8	3	34
11.-20.08.	-	-	42

Im Untersuchungszeitraum stieg der Anteil der Puppen von Ende April relativ stetig bis in die zweiten Julidekade an. Die ersten schwarzgefärbten Puppen wurden Ende der zweiten, Anfang der dritten Maidekade gefunden. Ihr Anteil in den folgenden Absammlungen war unterschiedlich, nahm jedoch in der zweiten Julidekade ebenfalls zu. In der dritten Julidekade verringerte sich der Puppenanteil auf 18,9%. Die letzten Puppen wurden Anfang August gefunden.

3.1.5.4 Vorkommen der Imagines im Freiland

Der Flugverlauf von *S. myopaeformis*, einer tagaktiven Art, läßt sich quantitativ mittels Saftfallen (van Frankenhuyzen et al 1979) und Pheromonfallen

(Voerman et al 1978) feststellen. Angaben zum Flugverlauf werden von Audemard & Monnet (1984), Baggioni & Antonin (1976), Blaser & Charmillot (1984), Dickler (1986) und Maini & Pasqualini (1980) gemacht.

Meine Flugbeobachtungen erstreckten sich auf die Standorte Dossenheim, Ladenburg und Edingen für die Jahre 1984 - 1986. Der Flugverlauf für das Jahr 1986 wird in Abbildung 8 wiedergegeben.

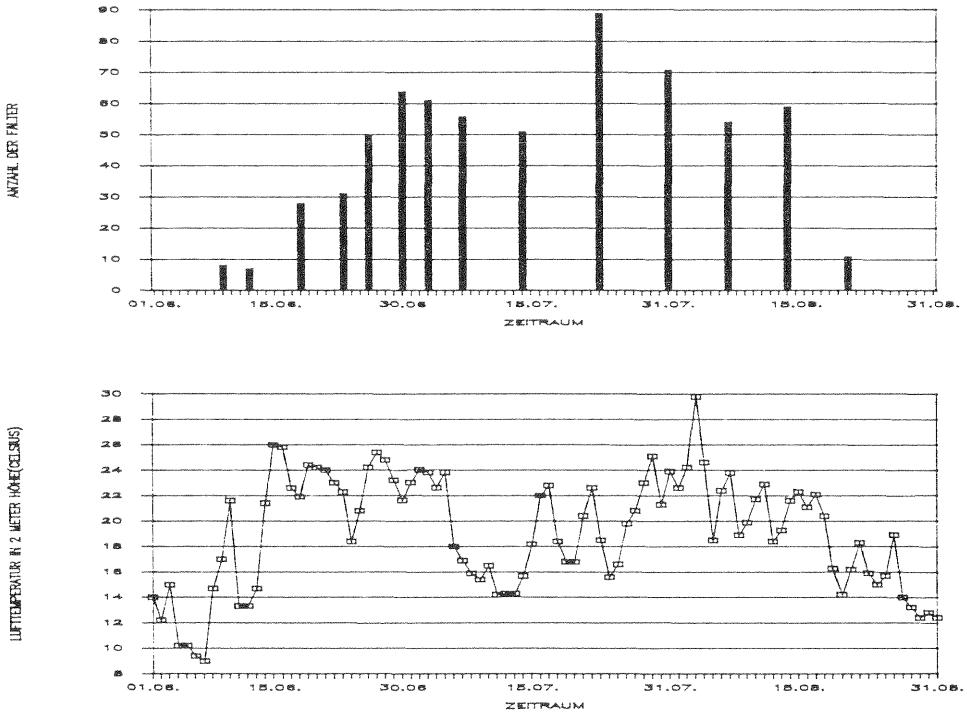


Abb. 8: Flugverlauf der Imagines von *S. myopaeformis* anhand der Pheromonfallelfängen in Edingen 1986 und Tagesmittelwerte der Temperatur (°C).

Die ersten Falter werden Anfang Juni im Freiland mittels Pheromonfallen nachgewiesen. Während der Monate Juni und Juli ist eine stetige Zunahme des Falterfluges dieser tagaktiven Art zu verzeichnen. In dieser Zeit liegen die Tagesmittelwerte der Temperatur zwischen 20°C und 26°C. Einem Flughöhepunkt in der dritten Julidekade folgt ab der zweiten Augushälfte bei sinkenden Temperaturen eine rapide Abnahme des Fluges bis Anfang September.

Da der Flugverlauf als wichtigster Parameter für die Befallsprognose gilt,

wird die Frage unter diesem Aspekt erneut im Kapitel Bekämpfung (3.4) und hier besonders beim Einsatz der Verwirrungsmethode (3.4.2) aufgegriffen.

3.2 Untersuchungen zur Ökologie des Apfelbaumglasflüglers

Untersuchungen zur wirtschaftlichen Bedeutung des Apfelbaumglasflüglers und zu dessen Besiedlungsverhalten in Apfeljunganlagen wurden 1972 am Institut in Dossenheim eingeleitet (Dickler & Hofmann 1974). Es konnte nachgewiesen werden, daß die bis dahin unbedeutende Art bevorzugt in Pillarheckensystemen auftritt. Hier werden zunächst die sich an den Unterlagen junger Bäume bildenden Adventivwurzelsätze befallen.

Die eigenen Untersuchungen führte ich in stark befallenen Anlagen durch. Die hier vorhandenen Populationsdichten boten ausgezeichnete Möglichkeiten für viele Fragestellungen. Es standen eine 14-jährige Anlage in Edingen, eine 25-jährige Anlage in Ladenburg und zwei 18-jährige Quartiere (C- und E-Stück) auf dem Versuchsfeld in Dossenheim zur Verfügung.

3.2.1 Lebensweise und Schadwirkung der Larven

Die frisch geschlüpften Larven bohren sich in das unverholzte Gewebe von Apfelbäumen ein. Hier zerstören sie durch ihre Fraßtätigkeit Leitbahnen und kambiales Gewebe. Der anfallende Kot wird nach außen abgegeben. Da jedoch nicht das Erntegut selbst geschädigt wird, existiert keine völlig enge Beziehung zwischen der Intensität des Befalls und der Größe des angerichteten Schadens. Vielmehr besteht eine enge Wechselwirkung zwischen dem Larvenbefall und dem von dem phytopathogenen Pilz *Nectria galligena* verursachten Obstbaumkrebs. Einerseits können Larveneinbohrstellen dem Pilz als Eintrittspforten dienen, andererseits wird vom Obstbaumkrebs *N. galligena* befallenes Gewebe besonders stark durch Larven besiedelt, da das vom Baum zur Abwehr des pilzlichen Erregers gebildete Kallusgewebe den Larven gute Entwicklungsbedingungen bietet.

3.2.1.1 Befallsverhalten und Fraßverhalten der Larven

Bei diesen Untersuchungen fanden neben 14-jährigen Bäumen, die als schlanke Spindel am Draht erzogen waren, 18-jährige, als freie Spindel erzogene, Bäume Verwendung. An diesen wurden Larven in vier Bereichen gefunden:

- 1.) Veredlungsstelle
- 2.) Astverzweigungen
- 3.) Unterlage
- 4.) Stamm

Aus Tabelle 13 geht der absolute und prozentuale Anteil der Larven pro Baumbereich hervor.

Tab.13: Mittlere Anzahl Larven pro Baum sowie deren prozentuale Verteilung (\pm Standardfehler) an vier verschiedenen Baumbereichen in den Apfelanlagen in Dossenheim (E-Stück) und Edingen, 1985.

Anlage	Veredlung	Astverzweigung	Unterlage	Stamm
Dossenheim	18,6 \pm 2,3a	4,8 \pm 1,2b	1,4 \pm 0,5c	2,3 \pm 1,2bc
%-Verteil.	72,3 \pm 5,1	15,1 \pm 3,4	5,7 \pm 3,3	6,9 \pm 3,1
Edingen	17,2 \pm 1,5a	2,7 \pm 1,1b	0,9 \pm 0,3c	0,2 \pm 0,1d
%-Verteil.	87,0 \pm 3,1	7,8 \pm 2,3	5,1 \pm 1,9	0,6 \pm 0,4

(Werte, die in einer Zeile mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichneten sind, unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau.)

Die mittlere Anzahl der Larven pro Baum in der Veredlungsstelle unterscheidet sich signifikant von der aller anderer Bereiche. Der Prozentsatz der hier gefundenen Larven liegt mit Werten zwischen 72% und 87% am höchsten. Aufgrund des sich im Veredlungsknoten bildenden Assimilatastes finden die Larven hier günstige Lebensbedingungen. Ob diese Stelle bereits bevorzugt mit Eiern belegt wird, läßt sich hieraus jedoch nicht schließen. Näheres dazu siehe 3.3.1.6.

Der Bereich der Astverzweigungen, der zwischen 7,8% und 15,1% der Larven enthielt, ist in Abhängigkeit vom Alter der Bäume als zweitwichtigster Fraßort der Larven anzusehen. Hier siedelt sich mit steigendem Alter der Bäume, aufgrund der durchgeführten Schnittmaßnahmen, zunehmend der phytopathogene Pilz *N. galligena* an. Frisch geschlüpften Glasflüglerlarven gelingt eine Penetration bevorzugt in das vom Baum zur Abwehr gebildete Kallusgewebe. Nectriainfektionen im Bereich der Veredlungsstelle verstärkten den Befallsdruck. Auskunft darüber gibt der für beide Anlagen jeweils höchste Wert des Standardfehlers des Mittelwertes, da die Larvenanzahl stark in Abhängigkeit von einer stattgefundenen Infektion schwankt.

Im Rindengewebe von Unterlage und Stamm wurden jeweils weit weniger Larven ge-

funden. Ca. 5% der Larven lebten bei beiden Baumsystemen in der Unterlage. Im Stammbereich, oberhalb der Veredlungsstelle, liegt der Befallsgrad ebenfalls vergleichsweise niedrig. Hier sind Larven nur in Verwundungsstellen zu finden. Zur Ortspräferenz kann daher zusammenfassend gesagt werden, daß bei den untersuchten Baumsystemen in erster Linie der Veredlungsknoten befallen war. Bäume mit Nectriakrebs waren stärker von *S. myopaeformis* befallen.

3.2.1.2 Fraßtypus und Ausdehnung der Bohrgänge

Um das Schadensausmaß besser erfassen zu können, wurden Fraßstellen flächenmäßig vermessen. Diese Arbeiten blieben auf Bereiche mit hoher Befallsdichte beschränkt. Die unter der Rinde befindlichen, gewundenen Bohrgänge sind mit Bohrmehl und Kotkrümmel gefüllt. Während der Vegetationsperiode leben die Larven in feuchtem Milieu. Aus den verletzten Zellen tritt Phloemsaft aus. Daß dies einer Nectriainfektion Vorschub leistet, wurde bereits an anderer Stelle aufgeführt.

Tab.14: Mittlere Ausdehnung der durch Glasflüglerlarven verursachten Bohrgänge (n=20) (* größte und kleinste Breite gemessen und gemittelt).

	Länge [mm]	Breite [mm]*	Tiefe [mm]
Veredlungsstelle	40,1 ± 1,1 a	3,9 ± 0,2 c	8,3 ± 0,6 d
Astverzweigungen	32,9 ± 1,2 b	3,7 ± 0,2 c	6,8 ± 0,5 d

(Werte, die in einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau.)

Bezüglich ihrer Ausdehnung wurden die längsten Fraßgänge an der Veredlungsstelle gefunden, während Breite und Tiefe in beiden Bereichen keine signifikanten Unterschiede aufwiesen.

Vor allem bei hoher Besiedlungsdichte können nicht immer die Fraßstellen einzelnen Larven mit Sicherheit zugeordnet werden. Die zwischen Veredlungsstelle und Astverzweigungen ermittelten Längenunterschiede der Bohrgänge könnten darauf zurückzuführen sein, daß die Bastschicht im Bereich der Veredlungsstelle dicker ist und die Larven daher hier bessere Fraßbedingungen finden.

3.2.1.3 Unterlagenpräferenz und Sortenpräferenz

Zur Frage der Sortenpräferenz führte erstmals Dickler (1977) Untersuchungen durch. Er konnte hier deutliche Befallsunterschiede nachweisen. Am stärksten war die Sorte Mutsu befallen. Ciglar (1979) stellte Befallspräferenz für die Sorte Steiman fest. Als weniger stark befallen erwiesen sich die Sorte Golden Delicious, Red Delicious, Champagne, Idared und Jonathan. In Untersuchungen an zwölf weiteren Sorten erkannte Gottwald (1981) die Sorten Clivia und Breuhahn als bevorzugt befallen.

Untersuchungen zur Unterlagenpräferenz lagen bisher nicht vor. Da das Glasflüglerproblem erst mit der Einführung schwachwachsender Unterlagen Bedeutung erlangte, war es naheliegend, das Problem der Unterlagenpräferenz einer quantitativen Untersuchung zu unterziehen.

In den mir zur Verfügung stehenden Ertragsflächen konnten:

- 1.) vier verschiedene Unterlagen mit jeweils der gleichen Edelsorte Golden Delicious (Tab.15)
- 2.) acht verschiedene Edelsorten auf der gleichen Unterlage (Tab.16 und 17) bezüglich der Glasflüglerbesiedelung vergleichend untersucht werden. Der Prozentsatz befallener Bäume der Sorte Golden Delicious auf vier verschiedenen Unterlagen geht aus der Tabelle 15 hervor.

Tab.15: Befallsstatus der Sorte Golden Delicious auf vier verschiedenen Unterlagen, Dossenheim 1985.

<u>Unterlage</u>	<u>I</u>	<u>Anzahl Bäume</u>	<u>I</u>	<u>% befallen</u>
M 4	I	8	I	--
M 9	I	25	I	20,0
M 26	I	25	I	4,0
MM 106	I	40	I	2,5

Zum Zeitpunkt der Untersuchung befand sich die auf dem Versuchsfeld in Dossenheim liegende Anlage im siebten Standjahr. Die Bäume, als freie Spindel erzogen, wiesen einen insgesamt niedrigen Glasflüglerbefall auf, wie für diese Erziehungsform allgemein beobachtet werden konnte.

Diese Auswertung zeigte, daß die Unterlage M 9 vergleichsweise stark befallen war. An der mittelstarkwachsenden Unterlage M 4, von der nur acht Bäume zur Verfügung standen, konnte überhaupt keine Fraßtätigkeit festgestellt werden.

Diese Ergebnisse bestätigen bisherige Vermutungen, daß das Glasflüglerproblem eng mit der Unterlage M 9 verknüpft ist. In einem langfristigen Versuch sollte dieser Frage nachgegangen werden.

In der Anlage E-Stück (Erziehungsform: freie Spindel), waren sechs verschiedene Sorten jeweils auf der Unterlage M 9 veredelt. Aus Tabelle 16 geht der Prozentsatz der befallenen Bäume hervor.

Tab.16: Befallsstatus sechs verschiedener Edelsorten auf der Unterlage M 9, 18. Standjahr, Dossenheim 1985.

<u>Sorte</u>	<u>I</u>	<u>Anzahl Bäume</u>	<u>I</u>	<u>% befallen</u>
Cox Orange	I	90	I	92,2
Golden Delicious	I	99	I	71,7
James Grieve	I	97	I	57,7
Goldparmäne	I	98	I	43,9
Jonathan	I	98	I	39,8

Bei der Sorte Cox Orange kann von fast 100%igem Befall ausgegangen werden. Fünf der sieben nicht befallenen Bäume waren nachgepflanzte Jungbäume. Der Befallsgrad war insgesamt sehr unterschiedlich, so daß eine Abstufung nach folgendem Schema durchgeführt wurde:

- 1) Leichter Befall: 1 - 4 Bohrmehlauswurfstellen.
Hauptsächlich im Bereich der Veredlungsstelle.
- 2) Mittelstarker Befall: 5 und mehr Bohrmehlauswurfstellen.
Hauptsächlich im Bereich der Veredlungsstelle.
- 3) Starker Befall: Definierte Bohrmehlauswurfstellen können nicht mehr erkannt werden.
Befall auch im ganzen Stammbereich.

In Abbildung 9 ist der Prozentsatz der Bäume, die nicht befallen waren bzw. den Befallsstufen 1) - 3) angehörten, dargestellt.

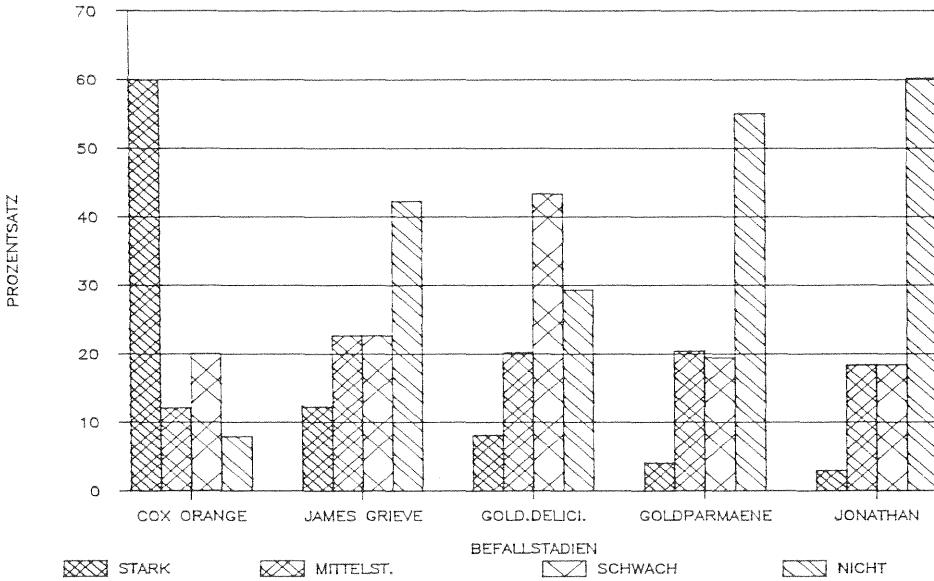


Abb. 9: Larvenbefall in der 18-jährigen Spindelbuschanlage E-Stück, Dossenheim

Die Sorte Cox unterschied sich mit 60% stark befallener Bäume signifikant von allen anderen Sorten. Betrachtet man die in Abbildung 10 dargestellte Verteilung dieser Bäume in der Anlage, so wird die Befallspräferenz besonders deutlich. Stark befallene Bäume der anderen Sorten waren hauptsächlich in der Nähe der Sorte Cox Orange zu finden. Nur in wenigen Fällen standen Bäume starken Befalls isoliert. Bei der Befallsbonitierung fiel auf, daß sämtliche stark befallenen Bäume Nectrianekrosen aufwiesen.

Während in der Anlage Dossenheim, die als freie Spindel erzogen war, noch zahlreiche Bäume gefunden wurden, die keine Befallssymptome zeigten, muß die Pillaranlage in Edingen (14-jährig), als schlanke Spindel am Draht erzogen, als total befallen gelten. Der Befall, der sich hauptsächlich auf die Veredlungsstelle konzentrierte, wurde hier durch Zählung der Bohrmehlauswurfstellen ermittelt. Das Ergebnis ist in der Tabelle 17 wiedergegeben.

JONATHAN	N N N M N N M L N N L N N M N N L M N M N N N N M	JONATHAN
GOLDPÄRMÄNE	N N N N N L N M N M N N N N N N L L N N N L N	GOLDPÄRMÄNE
COX ORANGE	L X M S M X S S S L L S M S S M S S X S L L M M L	COX ORANGE
GOLDEN DEL.	L N N L N M N S L L L L S M M M S N N N N L N N X	GOLDEN DEL.
JAMES GRIEVE	M N M L N N S M S N M L N L N S L N L N N N N L S	JAMES GRIEVE
JONATHAN	S N M N S S N L M M N M M N N N N N L N N N N N	JONATHAN
GOLDPÄRMÄNE	N M N M X N M M L S N S S X L M N N N N N N N N	GOLDPÄRMÄNE
COX ORANGE	N M S X X S S X S S M S S S S S S S S L M S L N	COX ORANGE
GOLDEN DEL.	L L N L S M M L S L L M M M N S N M N L M N L N N	GOLDEN DEL.
JAMES GRIEVE	N L L N M S N L M M N S M M M M M N M S X N L S N	JAMES GRIEVE
JONATHAN	N L L N N N L L L M M N M N M N N N N N N N N N	JONATHAN
GOLDPÄRMÄNE	N L N L N N N L N M L L L L M N M L M L M N M N N	GOLDPÄRMÄNE
COX ORANGE	M M S S M S S M S L S S S X S S S S S S S S S S	COX ORANGE
GOLDEN DEL.	N N L M L M L N N M N L L L M M L M S L S M L N L	GOLDEN DEL.
JAMES GRIEVE	L N S N L M L N N L N M M L L L M M N L L L S L N	JAMES GRIEVE
JONATHAN	X N N N L N N N L N N L L L N N N N N M N M S M L	JONATHAN
GOLDPÄRMÄNE	N N N N N M L M M S L M M N N N L M L N N N N N N	GOLDPÄRMÄNE
COX ORANGE	M M S M S L S S M S X S S M N N S N N M N S S L S	COX ORANGE
GOLDEN DEL.	M L L L M L L L L M L L L L L L N M L L M L M	GOLDEN DEL.
JAMES GRIEVE	N N N N N M N N N L N N M S N N N M N M S N N N	JAMES GRIEVE

X = FEHLT

N = NICHT BEFALLEN

L = LEICHT BEFALLEN

M = MITTELSTARK BEFALLEN

S = STARK BEFALLEN

Abb.10: Verteilung der verschieden stark befallenen Bäume im E-Stück.

Tab.17: Mittlere Anzahl Bohrmehlauswurfstellen pro Baum (\pm Standardfehler) an fünf verschiedenen Apfelsorten (n=10), auf Unterlage M 9, Edingen 1986.

<u>Sorten</u>	<u>I Bohrmehlstellen</u>
Cox Orange	I 7,1 \pm 0,7 a
Jonagold	I 4,0 \pm 0,5 b
Golden Delicious	I 3,3 \pm 0,7 b
Mutsu	I 2,9 \pm 0,6 b
Granny Smith	I 2,4 \pm 0,3 b

(Mittelwerte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau.)

Auch hier war die Sorte Cox am stärksten befallen. Ein enger Zusammenhang zwischen *N. galligena*- und *S. myopaeformis*-Befall zeigte sich auch bei diesem Erziehungssystem. Im Rahmen dieser Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß der Befall von der verwendeten Unterlage (M 9), der Edelsorte (Cox Orange) und dem Erziehungssystem (schlanke Spindel am Draht) abhängig ist.

3.2.2 Natürliche Gegenspieler

In dem vorausgehenden Kapitel 3.2.1 wurde nachgewiesen, daß *S. myopaeformis* zu einem ernstzunehmenden Schädling in modernen Apfelanlagen geworden ist (siehe auch Dickler 1986). Da die in Pillaranlagen üblichen insektiziden Maßnahmen Glasflüglerbefall nicht verhindern können, war es naheliegend, den Antagonistenkomplex des Schädling in Anlagen zu untersuchen, die sich hinsichtlich der Intensität der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen unterschieden. Zunächst sollte in einer Analyse das Artenspektrum der *S. myopaeformis*-Antagonisten erfaßt werden.

3.2.2.1 Aufschlüsselung des Parasitenkomplexes

Um den Parasitenkomplex des Apfelbaumglasflüglers möglichst vollständig zu erfassen, wurden während des ganzen Jahres in verschiedenen Anlagen Larven abgesammelt und die Parasiten gezogen. Sie sind, getrennt nach Absammlungsterminen, in der Tabelle 18 zusammengestellt.

Tab.18: Zusammenfassende Betrachtung der von verschiedenen Standorten aus Glasflüglerlarven und -puppen gezogenen Parasiten.

<u>Absammlung</u>	<u>Parasitenfamilie</u>	<u>Parasitenart</u>
Frühjahr	Ichneumonidae*	Liotryphon crassisetus
		Gelis longicauda
		Gelis sp.
	Braconidae*	Macrocentrus marginator
		Apanteles laevigatus
		Apanteles sp.
		Bracon sp.
	Tachinidae**	Leskia aurea
Sommer	Ichneumonidae	Pimpla turionella
	Tachinidae	Leskia aurea
Herbst	Ichneumonidae	Liotryphon crassisetus
	Braconidae	Macrocentrus marginator
		Apanteles laevigatus
Winter	Ichneumonidae	Liotryphon crassisetus
		Scambus sp.
	Tachinidae	Leskia aurea

Die im Vergleich zum Wicklerparasitenkomplex (Dickler 1986) beobachtete relative Artenarmut mit zehn Parasitenarten beim Apfelbaumglasflügler, dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die Larven und Puppen unter der Rinde leben und hauptsächlich von Spezialisten erreicht werden können. Reine Eiparasiten wie *Trichogramma sp.* (Hassan 1984) wurden bei dieser Untersuchung nicht miterfaßt. Von den nachgewiesenen Arten des Parasitenkomplexes gehören neun der Ordnung der Hymenoptera an, und zwar fünf Ichneumonidae und vier Braconidae. Als einziger Vertreter der Ordnung Diptera konnte die Tachinidae *Leskia aurea* Fallén gefunden werden.

An erster Stelle in der Dominanz rangierte *Leskia aurea* mit 47%, gefolgt von *Liotryphon crassisetus* Thomson mit 25%, beiden schlossen sich im Häufigkeits-

 * Herrn Dr. Haesselbarth, Universität München, sei für die Determination der Ichneumonidae und Braconidae gedankt.

** Herrn Dr. Herting, Staatl. Museum für Naturkunde, Stuttgart, sei für die Determination der Tachinidae gedankt.

spektrum die Braconidae *Macrocentrus marginator* Nees (14,7%), *Apanteles laevigatus* Nees und *Apanteles sp.* (zusammen 5,9%) an. Die Ichneumonidae *Gelis sp.* (1,5%) trat sowohl als Primär- als auch als Hyperparasit von *Apanteles sp.* auf. Alle anderen festgestellten Arten wurden nur vereinzelt gefunden. *Pimpla turionella* als polyphager Puppenparasit (Aubert 1959) findet problemlos die nahe unter der Oberfläche liegenden Glasflüglerpuppen. *P. turionella* wird in der O.I.L.B.-Arbeitsgruppe als Testorganismus zur Prüfung von Pflanzenschutzmittelnebenwirkungen herangezogen. Die Eignung als Testtier liegt hierbei gerade in der Polyphagie begründet (Bogenschütz 1984). Wichtige Schädlinge, wie Apfelwickler (Glenn et al 1984) und Kiefernknospenwickler (Bogenschütz 1984) werden von dieser Ichneumonidae parasitiert.

3.2.2.2 Zeitliche Koinzidenz von Wirt und Parasit

Sowohl bei ausgesprochen polyphagen Arten, wie z. B. *Pimpla turionella*, als auch bei sehr eng an einen Wirt gebundenen Parasiten liegt im allgemeinen eine strenge Spezialisierung auf ein bestimmtes Entwicklungsstadium des Wirtes vor (Ohnesorge 1976).

Zur Klärung der Frage, welches Wirtsstadium die unter 3.2.2.1 aufgeführten Parasiten belegen, wurden in stark befallenen Apfelanlagen Larven und Puppen von *S. myopaeformis* abgesammelt. Das Ei (-stadium) konnte aufgrund der geringen Größe und der dadurch bedingten Schwierigkeiten beim Auffinden im Freiland nicht in die Untersuchungen mit einbezogen werden. In Tabelle 19 erfolgt eine Einteilung der Parasiten anhand ihrer Biologie sowie den bei der Absammlung ermittelten Daten in Larven- bzw. Puppenparasiten.

Frischgeschlüpfte *S. myopaeformis*-Räupchen nehmen die von *Leskia aurea* an der Rinde abgelegten Eier mit der Nahrung auf, oder werden von deren L1-Larven aktiv aufgesucht. Tachinierte *S. myopaeformis*-Larven wurden ab dem zweiten Larvenstadium, im Herbst, besonders häufig jedoch als L6- und L7-Larven bei allen Absammlungsterminen gefunden. Die Tachinidae entwickelt sich endoparasitisch.

Tab.19: Einteilung der *S. myopaeformis*-Parasiten nach den von ihnen belegten Entwicklungsstadien des Wirtes (A) und nach der Lebensweise der Parasiten (B).

Parasiten	A	B
<u>Tachinidae</u>		
<i>Leskia aurea</i>	Larvenparasit	endoparasitisch
<u>Ichneumonidae</u>		
<i>Liotryphon</i> - <i>crassisetus</i> -sp.	Larven-/Puppen- parasit	ektoparasitisch
<i>Gelis</i> - <i>longicauda</i>	Larvenparasit	endoparasitisch
<i>Pimpla</i> - <i>turionella</i>	Puppenparasit	endoparasitisch
<i>Scambus</i> -sp.	Larven-/Puppen- parasit	ektoparasitisch
<u>Braconidae</u>		
<i>Apanteles</i> - <i>laevigatus</i>	Larvenparasit	endoparasitisch
<i>Bracon</i> -sp.	Larvenparasit	ektoparasitisch
<i>Macrocentrus</i> - <i>marginator</i>	Ei-/Larven- parasit	endoparasitisch

Die von der Ichneumonidae *Liotryphon crassisetus* belegten Larven hatten im Herbst bereits das dritte Stadium erreicht. Bei Winter- und Frühjahrsabsammlungen wurden meist parasitierte L5-Larven gefunden. Dieser Ektoparasit legt seine Eier während des Sommers an junge Wirtslarven. Die Weibchen dieser Art sind durch den langen Ovipositor gut angepaßt, die unter der Rinde lebenden Wirtslarven zu erreichen (Laidlow 1933). Ebenfalls im fünften Larvenstadium (Frühjahr) wurde je eine von der Ichneumonidae *Gelis longicauda* sowie von *Scambus sp.* parasitierte Larve gefunden. Die Weibchen von *Pimpla turionella* haben eine Lebensdauer von bis zu vier Monaten. Während dieser Zeit legen sie ca. 250 Eier, ausschließlich in Nymphen und Puppen ab (Aubert 1959). Lediglich in Sommerabsammlungen wurden von *P. turionella* parasitierte *S. myopaeformis*-Puppen gefunden.

Larven des Apfelbaumglasflüglers, die von Braconidae parasitiert waren, erreichten unabhängig vom Absammlungstermin mindestens das vierte Stadium. Bei *Apanteles laevigatus* und *Bracon sp.* handelt es sich um Larvenparasiten. *Macrocentrus marginator* kann bereits das Ei belegen, eine Weiterentwicklung zur Larve wird hierdurch jedoch nicht gestört.

Während für ein Individuum nur zwei alternative Möglichkeiten - Koinzidenz und Inzidenz - bestehen, gibt es für eine Population alle Übergänge zwischen totaler Koinzidenz über partielle Koinzidenz bis zur totalen Inzidenz. Eine Art wie *S. myopaeformis*, deren Entwicklungsdauer sehr ausgedehnt ist und in Abhängigkeit von verschiedenen Umweltfaktoren schwankt, müsste daher als Wirt für eine größere Anzahl verschiedener Parasitenarten in Frage kommen. Die verborgene Lebensweise der Wirtslarven engt jedoch das Artenspektrum deutlich ein.

3.2.2.3 Pilzkrankheiten

Bei der Ermittlung natürlicher Gegenspieler wurden auch die von pilzlichen Erregern befallenen Larven miterfaßt. Da nicht alle von Pilzen befallenen Larven auch von einem Pilz getötet worden waren, zeigt Tabelle 20 nur die Erreger, die als entomophag bekannt sind.

Tab.20: Entomophage, aus toten *S. myopaeformis*-Larven isolierte Pilze*
(Absammlung Edingen 1986 als Grundlage).

<u>Unterabteilung</u>	<u>Gattung bzw. Art</u>
Deuteromycotina	Hirsutella sp.
Deuteromycotina	Beauveria bassiana
Deuteromycotina	Metarhizium anisopliae
Deuteromycotina	Verticillium sp.
Ascomycotina	Cordyceps sp.

Von insgesamt 3372 Larven waren 63 verpilzt. Hierbei handelte es sich nahezu ausschließlich um sekundäre Verpilzungen durch Saprophyten bzw. Wund- und Schwächepathogene der Gattungen *Penicillium* oder *Fusarium*. In nur 13% aller Fälle konnte ein Bezug zu einer entomophagen Art hergestellt werden.

* Herrn Dr. Zimmermann, BBA Darmstadt, sei für die Determination gedankt.

Von den fünf aus *S. myopaeformis*-Larven isolierten Pilzarten (Tab.20) war *Hirsutella sp.* die am häufigsten vertretene. Sie wurde in *S. myopaeformis*-Larven verschiedener Herkunft gefunden. Insgesamt scheinen die pilzlichen Antagonisten von untergeordneter regulatorischer Bedeutung zu sein.

3.2.2.4 Einfluß von Pflanzenschutzmaßnahmen auf den Parasitenkomplex

Gerade in sehr intensiv geführten Apfelanlagen gewinnt *S. myopaeformis* als Schädling zunehmend an Bedeutung. Es wurde der Einfluß praxisüblicher Pflanzenschutzmaßnahmen auf dessen Parasiten in unterschiedlich intensiv behandelten Anlagen untersucht. Der Parasitierungsgrad (PG) der abgesammelten Larven ist der Tabelle 21 zu entnehmen.

Tab.21: Parasitierungsgrad (PG) des Apfelbaumglasflüglers (*S.m.*) in unterschiedlich intensiv behandelten Apfelanlagen.

		I 1984		I 1985		I 1986	
		I ANZAHL	PG(%)	I ANZAHL	PG(%)	I ANZAHL	PG(%)
ANLAGE EDINGEN	I S.m.-LARVEN	I		I 970	0,6	I 3372	0,6
	I S.m.-FALTER	I		I 207	2,9	I 905	2,1
	I GESCHL.PARA.	I		I 6	0,0	I 19	0,0
	I	I		I		I	
ANLAGE DOSSENHEIM (E-STÜCK)	I S.m.-LARVEN	I		I 137	1,5	I 103	3,9
	I S.m.-FALTER	I		I 46	4,4	I 43	9,3
	I GESCHL.PARA.	I		I 2	0,0	I 4	0,0
	I	I		I		I	
ANLAGE LADENBURG	I S.m.-LARVEN	I 164	2,4	I 58	3,5	I	
	I S.m.-FALTER	I 77	5,5	I 26	7,7	I	
	I GESCHL.PARA.	I 4	0,0	I 2	0,0	I	
	I	I		I		I	
ANLAGE DOSSENHEIM (C-STÜCK)	I S.m.-LARVEN	I 123	4,1	I 93	4,3	I	
	I S.m.-FALTER	I 31	16,1	I 23	17,4	I	
	I GESCHL.PARA.	I 5	0,0	I 4	0,0	I	
	I	I		I		I	

(GESCHL.PARA. = GESCHLÜPFTE PARASITEN)

Die intensiv mit Pflanzenschutzmittel behandelte Anlage Edingen kann als vom Apfelbaumglasflügler total befallen bezeichnet werden.

Larvenabsammlung 1985

Aus den 970 Glasflüglerlarven, die während der Monate Februar bis April aus 70 gerodeten Bäumen der Anlage Edingen präpariert wurden, schlüpfen unter Laborbedingungen sechs Parasiten. Der errechnete Parasitierungsgrad von 0,6%, bezogen auf die Gesamtzahl abgesammelter Larven, gab eine untere Schranke an. Bezieht man jedoch mit ein, daß nur 207 Larven das Imaginalstadium erreichten, so liegt der PG bei 2,9%.

Larvenabsammlung 1986

Aus 75 gerodeten Bäumen konnten während der Monate März bis Mai insgesamt 3372 Larven abgesammelt werden. Unter Laborbedingungen schlüpfen neben 905 Faltern 19 Parasiten. Durch die unter Laborbedingungen beobachtete, erhöhte Larvenmortalität konnte sich ein Fehler bei der Errechnung des Parasitierungsgrades ergeben. Zum Ausgleich dessen wurden die beiden Bezugsgrößen: Gesamtzahl abgesammelter Larven sowie Gesamtzahl geschlüpfter Falter herangezogen. Der Parasitierungsgrad der untersuchten Larven lag somit zwischen 0,6% und 2,1%.

Die Anlage Edingen war von den untersuchten Anlagen die am intensivsten behandelte. Sie wurde durch sechs bis acht Insektizidspritzungen jährlich schädlingsfrei gehalten. Der Einsatz breitenwirksamer Präparate bewirkt eine permanente Negativbeeinflussung der Parasitenpopulationen (Bogenschütz 1984).

Die PG's der Jahre 1985 und 1986 unterschieden sich in der Anlage E-Stück/Dossenheim deutlich, da die Bäume im Herbst 1985 gerodet und daher bereits während des Jahres 1985 keinerlei Pflanzenschutzmaßnahmen mehr durchgeführt wurden. Parasitische Insekten konnten ungestört in die Anlage einwandern bzw. sich hier entwickeln. Der 1986 mehr als doppelt so hohe PG im Vergleich zu 1985 zeigte dies. Die Anlage E-Stück wurde jedoch über mehrere Jahre, für andere Versuche (siehe 2.2.2.2 C) bis zu viermal im Jahr mit dem breitenwirksamen Insektizid GUSATHION MS behandelt. Der Behandlungseinfluß auf die Parasitenfauna spiegelt sich in dem für 1985 ebenfalls sehr niedrigen PG von 1,5% (bzw. 4,4%) wider. Jedoch wurde hier, im Rahmen der oben erwähnten Versuche eine Parzellierung durchgeführt, die einen Teil der 0,6 ha großen Anlage unbehandelt ließ bzw. die Anwendung ökosystemschonender Apfelwicklerinsektizide erlaubte. Aufgrund dieser Maßnahmen könnte der um das 2,5-fach höhere PG im Vergleich zur Anlage Edingen erklärt werden.

Bei der Anlage Ladenburg handelt es sich um eine Anlage im 25. Standjahr, die auch aufgrund ihres Alters und der Erziehungsform als Schräghecke sehr stark

von Glasflüglerlarven befallen war. Anders als bei der moderneren Heckenform, schlanke Spindel am Draht, bei der sich der Befall sehr lange auf den Bereich der Veredlungsstelle konzentriert, war hier der gesamte Stammbereich sowie die zu Leitästen erzogene Stammgabelung sehr stark befallen. Parasitischen Insekten gelang es in höherem Maße geeignete Wirte zu finden, so daß trotz mehrerer Insektizidspritzungen sich ein gewisses Parasitenpotential aufbauen konnte.

Die ca. 1 ha große Anlage C-Stück/Dossenheim wurde während der letzten vier Jahre weithin ohne Pflanzenschutzmaßnahmen gehalten. Durch die Baumform "freie Spindel" unterschied sich diese Anlage ebenso wie die Anlage E-Stück von der sehr intensiv gepflegten Heckenform der Anlage Edingen. Im C-Stück lag der Parasitierungsgrad um das 7,2-fache höher als der in der Anlage Edingen und um das 2,9 fache höher als der in der Anlage E-Stück.

Um jedoch die Einflußnahme des Faktors Witterung bei diesen Betrachtungen weitgehend ausschließen zu können, wurden vergleichende Untersuchungen zu einem Zeitpunkt in den unterschiedlich behandelten Anlagen durchgeführt. Wie aus diesen Untersuchungen (in Spalte 4, Tabelle 21 dargestellt) hervorgeht, beeinflussen sowohl Anbauform als auch Pflanzenschutzmaßnahmen die Parasitierungsleistung der für den Apfelbaumglasflügler nachgewiesenen Parasiten in hohem Maße. Die Erziehungsform "schlanke Spindel am Draht" konnte in den vorangehenden Kapiteln als stark anfällig gegen Apfelbaumglasflügler ermittelt werden. Der in diesen modernen Heckensystemen durchgeführte Pflanzenschutzmitteleinsatz vermindert Anzahl und Leistung parasitischer Insekten erheblich. Bei gleicher Erziehungsform änderte sich der Parasitierungsgrad in Abhängigkeit von der Intensität der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen. Dies zeigte sich in der Anlage E-Stück /Dossenheim in den Jahren 1985 und 1986. Die Parasitierungswerte stiegen auf mehr als das Doppelte der Vorjahreswerte an, nachdem keine Pflanzenschutzmaßnahmen mehr durchgeführt wurden. Die über mehrere Jahre nicht mehr behandelte Anlage C-Stück (gleiche Erziehungsform) wies in zwei aufeinanderfolgenden Jahren den im Vergleich höchsten PG auf.

3.3 Untersuchungen zur Ethologie der Imagines

Die Larven des Apfelbaumglasflüglers sind aufgrund ihrer Lebensweise (3.2.1) durch chemische Pflanzenschutzmittel mit praxisüblicher Ausbringungstechnik kaum erreichbar. Um bei einer Bekämpfung dennoch erfolgreich zu sein, müssen andere Geräte sowie andere Techniken - Handpistole mit Spezialgestänge, Punktbehandlung des Stammgrundes mit hohem Wasseraufwand - eingesetzt werden. Die-

ses Verfahren (3.4.1) kann nur in jungen Anlagen wirkungsvoll sein. Ist der Befall bereits in den Bereich der Astverzweigungen fortgeschritten, sind Bekämpfungserfolge nur noch schwer zu verzeichnen (Dickler 1986).

Ein anderes Bekämpfungsverfahren stellt die Verwirrungsmethode (3.4.2) dar. In Voruntersuchungen (Dickler 1984) waren nicht zufriedenstellende Ergebnisse erzielt worden. Die Verwirrungsmethode basiert auf Verhaltensbeeinflussungen der Imagines (Beroza 1960). Es wurden Untersuchungen zur Ethologie der Falter durchgeführt. Im Rahmen von Freiland-, Labor- und Käfigbeobachtungen sollte das gesamte Verhaltensrepertoire, insbesondere das Werbe- und Kopulationsverhalten analysiert werden.

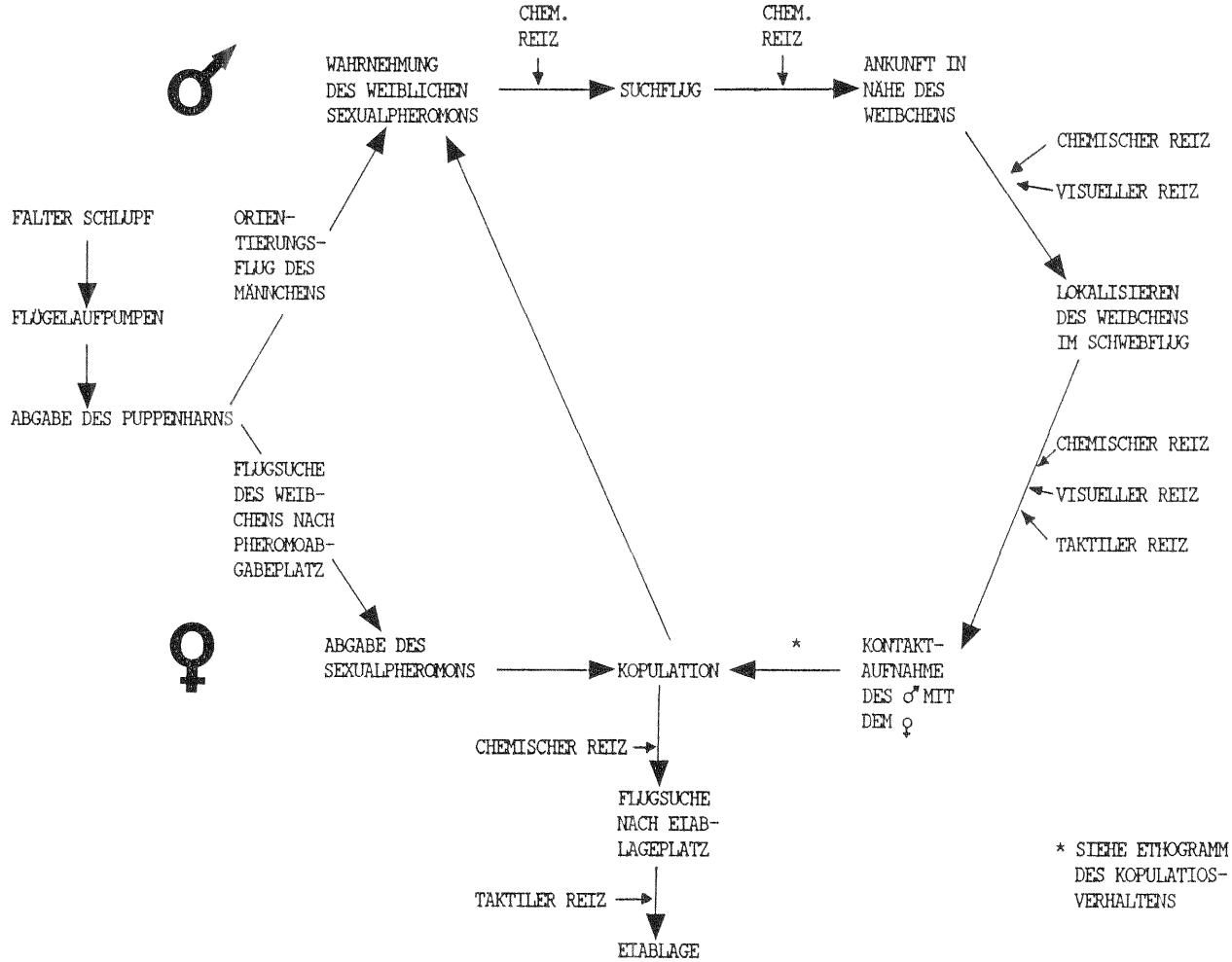
3.3.1 Verhaltensbeobachtungen

Da Verhaltensbeobachtungen für *S. myopaeformis* bisher nicht vorlagen, habe ich diese im Sommer 1985 und 1986 durchgeführt. Die Untersuchungen erforderten einen hohen Zeitaufwand und konnten nur bei optimaler Witterung durchgeführt werden. Die Sequenzen waren in ihrem vollen Umfang nur bei wenigen Einzeltieren zu beobachten. Trotz tagelanger Beobachtungsphasen blieb die Anzahl der Tiere, die eine Berichterstattung erlauben, auf 16 begrenzt. Lediglich Lockvorgang und Kopulation waren vergleichsweise häufiger zu beobachten. In 18 (21) Fällen konnten vollständige Zeitaufnahmen durchgeführt werden (Tab.22). Unter diesen Einschränkungen sind die hierbei erzielten Ergebnisse zu sehen.

Tab.22: Sequenz der Verhaltensschritte weiblicher Apfelbaumglasflüglerfalter; beobachtet in Edingen bei Heidelberg, Sommer 1985 und 86: Zeitpunkt und Zeitdauer (Mittelwert \pm Standardfehler); n= Anzahl beob. Falter.

VERHALTENSSCHRITT	I	TAGESZEIT	I	ZEITDAUER DES VORGANGS	I	ZEITSPANNE	I
	I		I		I	(BEGINNEND V. SCHLUFF)	I
	I	(STD: min \pm SE) (n)	I	(in min \pm SE)	I	(in min \pm SE)	I
-----	I	-----	I	-----	I	-----	I
1. SCHLUFF	I	9:42 \pm 10 (16)	I	4,5 \pm 0,4 (16)	I	-----	I
2. FLÜGELENTFALTUNG UND --- AUFFUMPEN	I	9:51 \pm 23 (13)	I	19,0 \pm 3,0 (12)	I	4,5 \pm 0,4 (12)	I
3. ANTENNENPUTZEN UND AB- SETZEN DES PUPPENHARNIS	I	10:33 \pm 3 (7)	I	41,0 \pm 13,0 (7)	I	24,0 \pm 10,0 (10)	I
4. LOCKEN (PHEROMONABGABE)	I	11:45 \pm 24 (21)	I	35,0 \pm 8,0 (9)	I	65,0 \pm 12,0 (5)	I
5. KOPULATION BEGINN ENDE	I	12:26 \pm 37 (18)	I	84,0 \pm 2,0 (16)	I	101,0 \pm 7,0 (5)	I
	I	13:52 \pm 28 (18)	I		I	185,0 \pm 4,0 (3)	I
6. EIABLAGE	I	14:18 \pm 36 (7)	I	22,0 \pm 7,0 (5)	I	207,0 \pm 8,0 (2)	I
-----	I	-----	I	-----	I	-----	I

Abb. 11: Verhaltensschema der Apfelbaumglasflügler-Imagines.



* SIEHE ETHOGRAMM DES KOPULATIONSVERHALTENS

Regen, starker Wind, Bewölkung sowie große Hitze und völlige Windstille können diesen Ablauf zeitlich verändern oder ganz beenden. Nicht alle Verhaltensschritte erfolgen dann am Tag des Schlupfes. Die ersten drei Verhaltensschritte wurden an beiden Geschlechtern beobachtet. Da sich die männlichen Falter jedoch bald nach dem Absetzen des Puppenharns auf Suchflug begeben, war es nur möglich, die gesamte Verhaltenssequenz weiblicher Falter durch Zeitaufnahmen zu charakterisieren. Das Verhaltensrepertoire beider Geschlechter ist schematisch in Abbildung 11 dargestellt.

3.3.1.1 Schlupf

Bei idealen Witterungsbedingungen konnte an 14 Beobachtungstagen während der Monate Juni und Juli 1985 und 1986 der Schlupfvorgang von insgesamt 16 Faltern verfolgt werden. Durch rhythmische Kontraktion gelingt es dem schlupfbereiten Falter, nachdem die Puppe den Kokon durchbrochen hat und bis zu $\frac{2}{3}$ ihrer Länge aus der Schlupföffnung herausragt, die Puppenhülle im Bereich der Flügel-/Antennenscheide zu sprengen. Die Falter schlüpfen kopfwärts aus der Hülle. Antennen und Pro-, Meso- und Metathorakalextremitäten wurden frei. War die Puppenhülle jedoch nicht mit ihrem am Kremaster befindlichen Dornenkranz in der Schlupföffnung arretiert, gelang es oft nicht sofort, sie vollständig zu verlassen. Die Flügel waren dann bereits trocken bevor sie entfaltet und aufgepumpt werden konnten. Das Tier blieb flugunfähig.

3.3.1.2 Flügelentfalten und Flügelaufpumpen

Nach dem Schlupf suchte sich der Falter einen erhöhten Punkt in seiner Umgebung aus, um seine Flügel zu entfalten und aufzupumpen. Hier verharnte er für ca. 10 min. Während dieser Phase waren alle beobachteten Falter sehr stör anfällig. Waren die Flügel vollständig geglättet, wurden sie parallel über dem Thorax positioniert. Während dieser Zeit bewegte der Falter seine Antennen leicht auf und ab (Abb.12). Nach weiteren 5 - 10 min wurden die Flügel niedergeschlagen und parallel auf den Thorax gelegt (Abb.13). Anschließend erfolgte noch ein mehrmaliges Auf- und Niederschlagen der Flügel. Luft sowie ein Teil der im Verdauungssystem befindlichen Exkretionsprodukte werden in die Flügeladern gepumpt (Forster und Wohlfahrt 1977). Der Falter war dann wieder inaktiv.

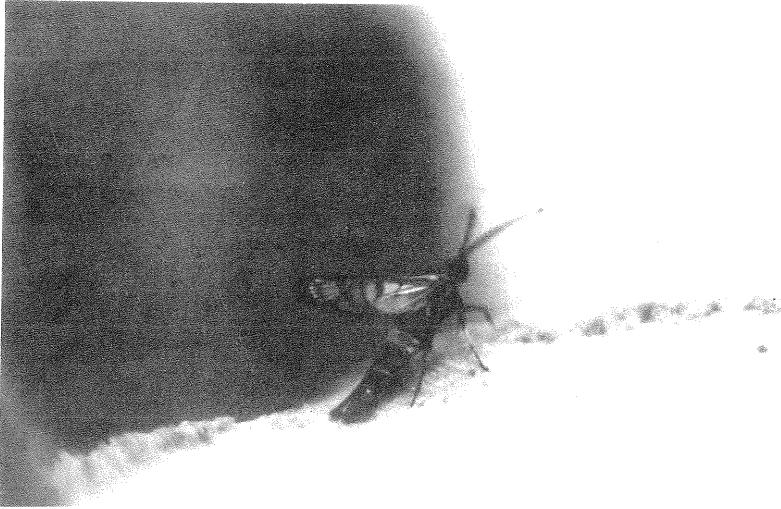


Abb.12: Falter beim Flügelaufpumpen; Flügel parallel zum Thorax.

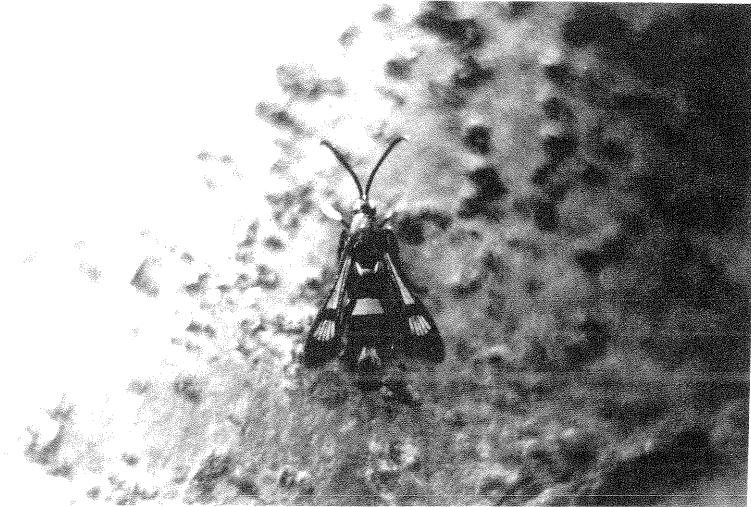


Abb.13: Falter beim Flügelaufpumpen; Flügel auf dem Thorax.

3.3.1.3 Antennenputzen und Absetzen des Puppenharns

Nachdem die Flügel aufgepumpt waren, verharrten die Falter (n=7) für weitere 25 - 30 min. Es schloß sich ein intensives Antennenputzen an, indem sie mehrmals abwechselnd mit den Epiphysen der Vorderbeine über die Antennen fuhren. Im Anschluß daran wurden beide Antennen abwechselnd auf- und niederbewegt. Die Abgabe des Puppenharns, einem Tropfen orangefarbener Flüssigkeit, die aus Exkretionsprodukten der Stoffwechselvorgänge im Puppenstadium besteht (Forster und Wohlfahrt 1977), erfolgte ca. 40 min nach dem Schlupf. Männliche Falter flogen anschließend auf und landeten in der Krone eines nahen Baumes, wo sie abwechselnd mit Abdomen und Antennen die Blattoberfläche antippten. Mehrere Male wurden noch typische Putzbewegungen durchgeführt. Weibchen verharrten dagegen meist noch einige Minuten weiter im Stammbereich und fuhren hier fort, die Antennen zu bewegen und zu putzen, bevor sie dann ebenfalls in den Kronenbereich eines benachbarten Baumes flogen.

3.3.1.4 Locken

Ca. 1 bis 1 1/2 Stunden nach dem Schlupf (Tab.22) und kurzen Orientierungsflügen begannen die Weibchen auf einem Blatt sitzend, mit der Pheromonabgabe. Das Abdomen war hierbei ab dem fünften Segment leicht nach oben gebogen, der Ovipositor völlig ausgestreckt und in parallele Position zum Thorax gebracht (Abb.14). Das Weibchen führte in dieser Lock- oder Rufposition ab und zu kreisförmige Bewegungen mit dem Ovipositor aus.

Das sonst völlig ruhig sitzende Weibchen bewegte die Antennen abwechselnd auf und ab. Die Flügel waren in einem 30°-Winkel zum Körper positioniert. Weibchen in Lockposition zeigten sich nur wenig stör anfällig. Sie verharrten auch meist bewegungslos, wenn Männchen Kopulationsversuche durchführten. Die mittlere Dauer des Lockvorganges betrug 35 ± 8 min (n=9). Flogen Weibchen bei mißlungenen Kopulationsversuchen auf oder wurden sie nach längerer Zeit des Lockens nicht von Männchen angefliegen, so suchten sie sich fliegend neue "Plätze". Hier angekommen, tippten sie in den meisten Fällen abwechselnd mit den Antennen und dem gespreizten Afterbüschel auf die Blattoberfläche. Sie nahmen dann wieder Lockposition ein. Dieses unstetige Verhalten wurde besonders häufig in Parzellen, die mit synthetischem Pheromon behandelt waren, beobachtet.

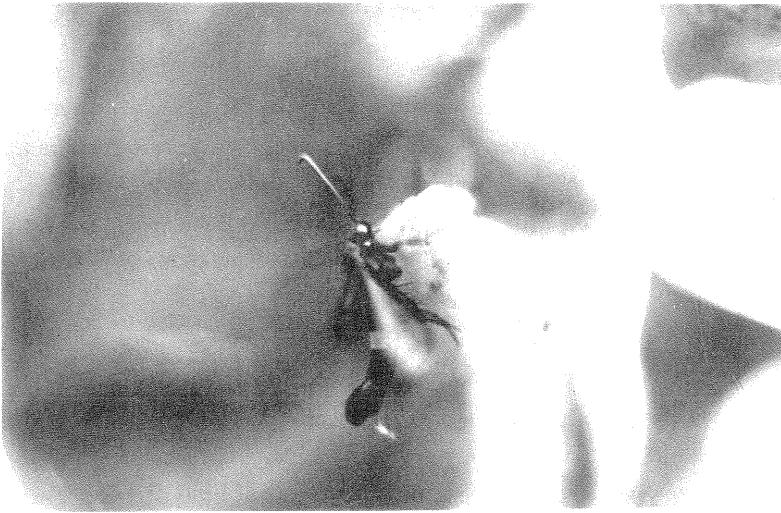


Abb.14: Weibchen in Lockposition.

3.3.1.5 Kopulation

Im Gegensatz zum Locken der Weibchen sind Partnerfindung und Kopulation nur in einem engen Temperaturbereich und unter optimalen Wind- und Sonnenscheinbedingungen zu beobachten. Der Männchenflug erfolgte gegen den Wind und unterbleibt bei völliger Windstille. Für meine Beobachtungszeiten wurden die Windgeschwindigkeiten der nahegelegenen Meßstation Heidelberg/Neuenheim (Entfernung ca. 5km) des Deutschen Wetterdienstes Mannheim herangezogen. Von den drei Meßpunkten pro Tag 7:30 Uhr, 15:30 Uhr und 22:30 Uhr kam nur der Wert 15:30 Uhr in Frage. Dieser Zeitpunkt liegt jedoch etwas außerhalb der Flugzeit und muß daher unter diesem Vorbehalt gesehen werden. Da innerhalb der Apfelanlage nicht immer identische Windbedingungen vorlagen, sind auch die Angaben zur Windstärke unter Vorbehalt zu sehen. Bei dort gemessenen Windgeschwindigkeiten von 0,3-1,5 m/s flogen die Männchen direkt auf das lockende Weibchen zu. Höhere Windgeschwindigkeiten ($> 1,6$ m/s) veranlaßten das angelockte Männchen, weite Schleifen zu fliegen, häufiger zurückzuweichen und erneut anzufliegen. An Tagen, an denen während der Hauptflugzeit (11:00 bis 15:00 MESZ) der Imagines die Windgeschwindigkeit bei der Meßstation Werte oberhalb 3,3 m/s annahm, konnte kein Flug beobachtet werden (Abb.15).

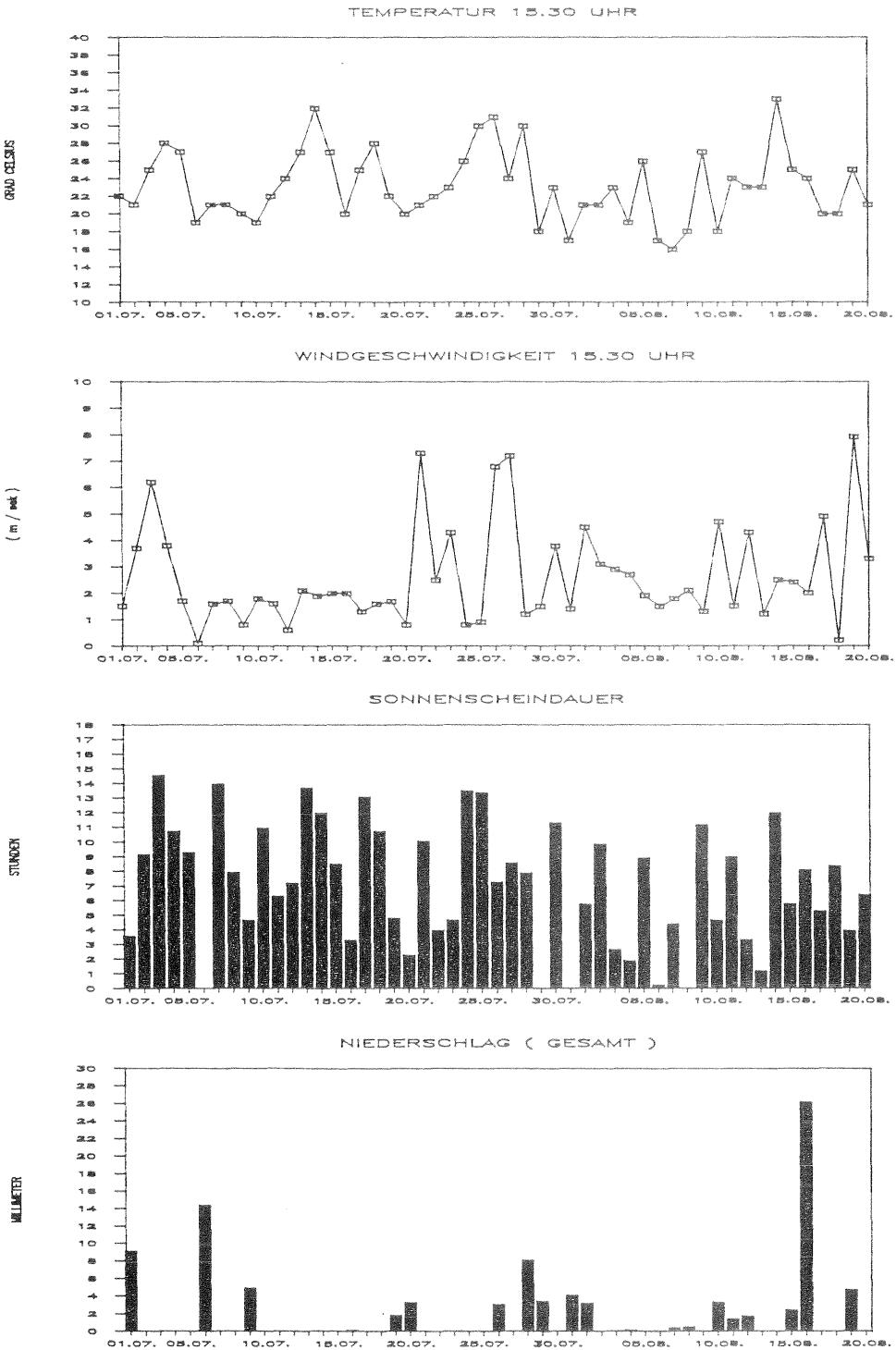


Abb.15: Witterungsbedingungen während der Monate Juli und August 1985.

Tage, an denen Kopulationen beobachtet werden konnten, sind in Tabelle 23 anhand ihrer Witterungsdaten charakterisiert.

Tab.23: Wetterdaten während der Beobachtungszeit im Juli und August 1985, gemessen von der nahegelegenen Meßstation Heidelberg-Neuenheim des Deutschen Wetterdienstes. Beobachtungstage mit erfolgreichen Kopulationen.

BEOBACHT- UNGSTAGE	TEMPERATUR		WINDSTÄRKE		BEWÖLKUNG		SONNENSCHIN	
	TAGESMITTEL- WERT (°C)	I WERT UHR(°C)	TAGESMITTEL- WERT (m/s)	I WERT UHR(m/s)	TAGESMITTEL- WERT (Hi/e)	I WERT UHR(Hi/e)	DAUER (STD)	I
09.07.85	16,4	20,4	1,5-1,6	0,3-1,5(NE)	6,3	4	4,7	
11.07.85	18,2	22,0	0,3-1,5	1,6-3,3(NE)	3,7	4	6,3	
12.07.85	19,5	23,6	0,3-1,5	0,3-1,5(S)	3,7	6	7,2	
17.07.85	21,8	25,1	0,5-1,6	0,3-1,5(S)	1,0	2	13,1	
18.07.85	23,6	28,4	1,3-1,8	1,6-3,3(SW)	2,7	4	10,8	
05.08.85	21,8	26,4	1,3-1,8	1,6-3,3(SW)	4,0	6	8,9	
09.08.85	22,3	26,6	0,5-1,6	0,3-1,5(W)	3,0	1	11,2	
14.08.85	26,4	33,0	0,5-1,6	1,6-3,3(S)	0,0	0	12,0	
15.08.85	21,0	24,7	0,3-1,5	1,6-3,3(NW)	4,0	4	5,8	

1986 durchgeführte Verhaltensstudien bestätigten die im Vorjahr gemachten Beobachtungen hinsichtlich der Witterungsabhängigkeit des Kopulationsverhaltens. Ca. 25 - 30 min. nach Beginn der Pheromonabgabe näherten sich die ersten männlichen Falter dem pheromonabgebenden Weibchen. Das Männchen verharnte 5 - 10 cm vor dem lockenden Weibchen schwebend auf der Stelle und flog erneut an. Dabei nahm es eine horizontale Position ein und streckte die Antennen nach vorne. Das sich anschließende Verhalten lief in Bruchteilen von Sekunden ab. Anhand von Einzelbildanalysen konnte nachgewiesen werden, daß dem roten Abdominalring des Weibchens eine bedeutende Rolle beim Werbe- und Kopulationsverhalten zukommt. Wie in Abbildung 17 schematisch dargestellt, versuchte das Männchen (fliegend) den roten Ring am vierten Abdominalsegment des Weibchens mit seinen Extremitäten anzustoßen, um dabei gleichzeitig mit nach vorne gekrümmtem Abdomen und geöffneten Valven den ausgestreckten Ovipositor des

lockenden Weibchens zu umklammern. Trafen die Extremitäten nicht auf den als Orientierungsmarke dienenden Ring des Weibchens, so gelang ein Genitalkontakt nicht. Das Männchen versuchte dann durch Zurückweichen und erneutes Anfliegen abermals den Ovipositor zu umklammern und zu kopulieren. Das Weibchen verblieb meist währenddessen bewegungslos sitzen. Erst wenn ein erfolgreicher Genitalkontakt hergestellt werden konnte, drehte sich das Männchen blitzartig im Flug um 180° und landete vom Weibchen abgewandt in "Kopula" (Abb.16).



Abb.16: Kopula von *S. myopaeformis*.

Ein leichtes Pulsieren des weiblichen Abdomens war zu beobachten. Zunächst schien das kopulierende Paar auseinanderstreben zu wollen, verharrte dann aber für einen Zeitraum von bis zu 90 min völlig inaktiv. In dieser Zeit kam es zur Übertragung einer Spermatophore. In Abbildung 17 ist das gesamte Werbe- und Kopulationsverhalten in Form eines Ethogrammes dargestellt. Die Pfeile geben die Abfolge der Verhaltenselemente an; die angegebenen Zahlen stehen für die Häufigkeit der durchgeführten Verhaltenselemente. Von insgesamt 96 beobachteten und aufgezeichneten Verhaltenssequenzen waren 24 erfolgreich. Lediglich 18 der erfolgreichen Kopulationen wurden beim ersten Anflug erreicht (Tab.24). In diesen Fällen schmolz die gesamte Verhaltenssequenz zu einem "Verhaltensschritt" zusammen.

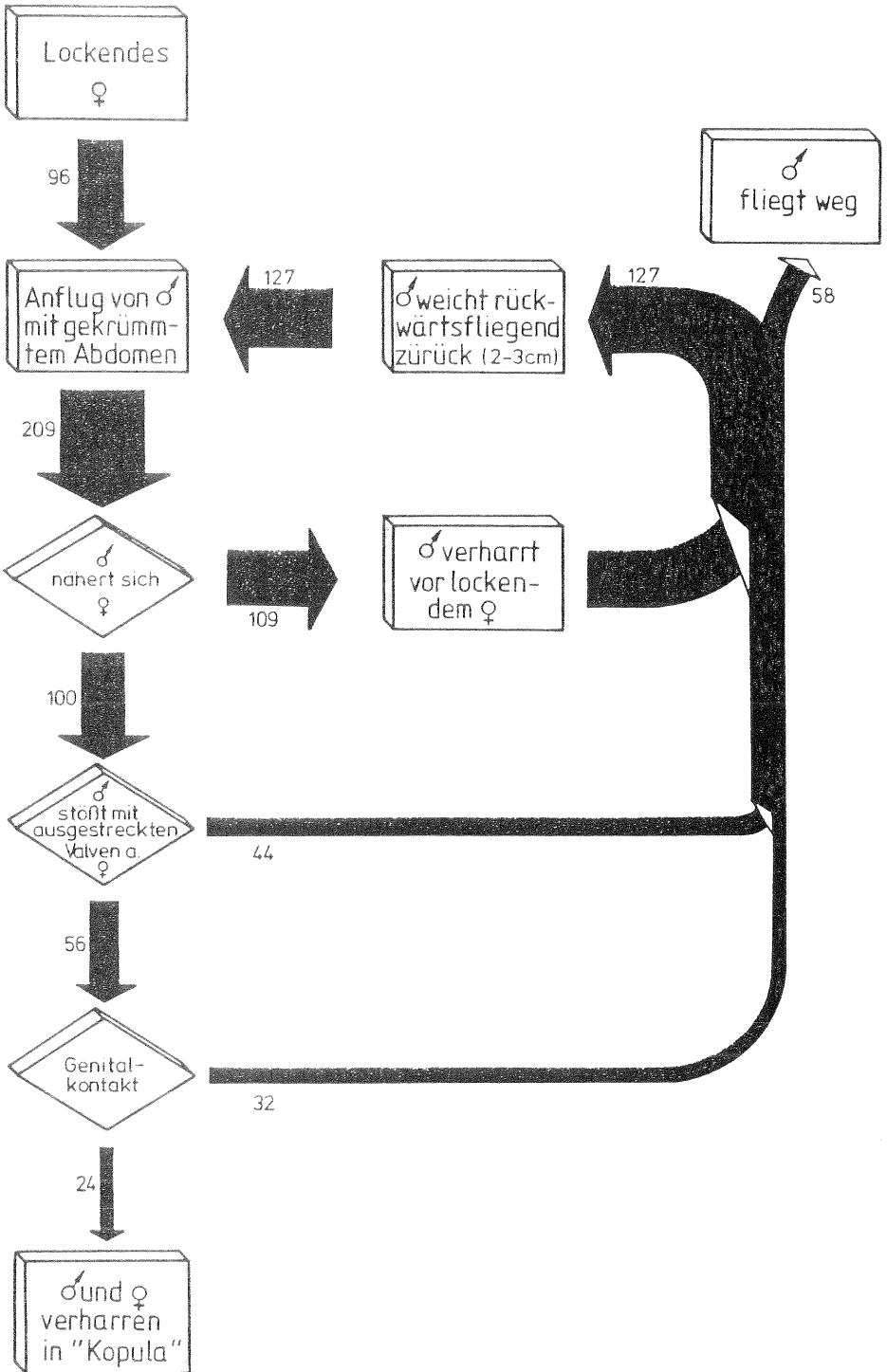
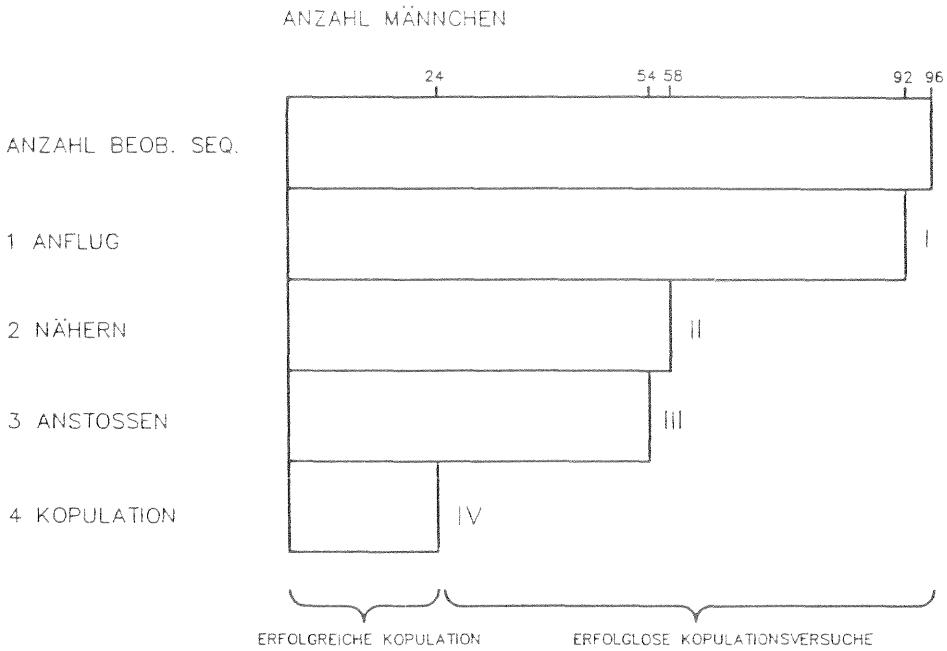


Abb.17: Ethogramm des Werbe- und Kopulationsverhaltens von *S. myopaeformis*.



- I. GESCHEITERT BEIM ANFLUG 4,2 %
- II. GESCHEITERT BEIM NÄHERN 35,4 %
- III. GESCHEITERT BEIM ANSTOSSEN 4,2 %
- IV. GESCHEITERT BEI KOPULATION 31,3 %

Abb.18: Übersicht über 96 analysierte Sequenzen des Kopulationsverhaltens, aufgeteilt nach bereits durchgeführten Verhaltensschritten.

Nur in sechs Fällen gelang es, noch nach einem mehr oder weniger langen Anflugmanöver zu kopulieren. Aus Tabelle 24 geht die mittlere Dauer des gesamten Kopulationsverhaltens hervor. Da sich die Dauer bis zur Vollendung der angestrebten Kopulation mit der Zahl der Anflugversuche drastisch erhöhte, sank die Wahrscheinlichkeit der Erfolgsaussichten bereits beim zweiten Versuch auf ein Neuntel ab.

Tab.24: Mittlere Dauer (in min) des gesamten Kopulationsverhaltens (\pm Standardfehler) von der Lokalisation des Weibchens bis zur Kopulation.

	I	X \pm SE	I	n
Kopulation beim 1. Anflug	I	1,16 \pm 0,06	I	18
Kopulation beim 2. Anflug	I	3,33 \pm 0,61	I	2
Kopulation beim 3. Anflug	I	6,18 \pm 0,32	I	2
Kopulation nach Wiederholung mehrerer Verhaltenselemente	I	6,68 \pm 1,00	I	2

Der Falter gab das angestrebte Verhalten dann schnell auf, wenn es im ersten Versuch nicht gelang, es herbeizuführen. Weiteren zwölf Männchen gelang das Anstoßen des Weibchens sofort, sie verfehlten jedoch den Bereich des "roten Ringes" am Abdomen und damit gleichzeitig den Ovipositor des Weibchens. 13 Männchen konnten das lockende Weibchen erst nach mehrmaligem Zurückweichen anstoßen, verfehlten dann jedoch den Ovipositor. Die restlichen Männchen führten bis zu vier Anflugversuche durch, ohne das Weibchen zu erreichen (Tab. 25). Die durch Einzelbildanalysen erhaltenen Informationen bestätigen die Bedeutung des roten Abdominalringes als visuelle Orientierungsmarke beim Werbe- und Kopulationsverhalten der *S. myopaeformis*- Männchen.

Tab.25: Mittlere Dauer (in min) (\pm Standardfehler) der erfolglos verlaufenden Versuche sich dem lockenden Weibchen zu nähern.

	X \pm SE	n	X \pm SE (summiert)
	[s]		[s]
1. Anflugversuch	1,55 \pm 0,29	12	-
2. Anflugversuch	1,99 \pm 0,22	13	3,54 \pm 0,51
3. Anflugversuch	1,95 \pm 0,18	21	5,49 \pm 0,61
4. Anflugversuch	2,31 \pm 0,11	36	7,80 \pm 0,57

Die Dauer der einzelnen Anflugversuche war statistisch nicht verschieden. Versuchten mehrere Männchen mit demselben Weibchen zu kopulieren, erhöhte sich für das einzelne Tier die Wahrscheinlichkeit des Scheiterns. Die gemachten Beobachtungen liefen so schnell ab, daß sie nur an festgebundenen Weibchen durchgeführt werden konnten. In wieweit dies das Verhalten beeinflusst, konnte nicht untersucht werden.

3.3.1.6 Eiablage

Bei der Eiablage war das Abdomen ebenso wie beim Locken nach oben gebogen. Der Ovipositor war ausgestreckt (Abb.19) und führte völlig unruhig kreisende Bewegungen aus. Das Weibchen flog hierzu an die Stammbasis oder in den Bereich der Astverzweigungen der Bäume. Dabei bevorzugte es Bäume in der näheren Umgebung des Kopulationsortes. In Einzelfällen suchte das Weibchen am Schlupfbaum nach Eiablageplätzen. Es konnte beobachtet werden, daß einzelne Weibchen während des Suchfluges Nahrung in Form von Tautropfen auf Blättern bzw. Honigtau von Blattläusen aufnahmen.

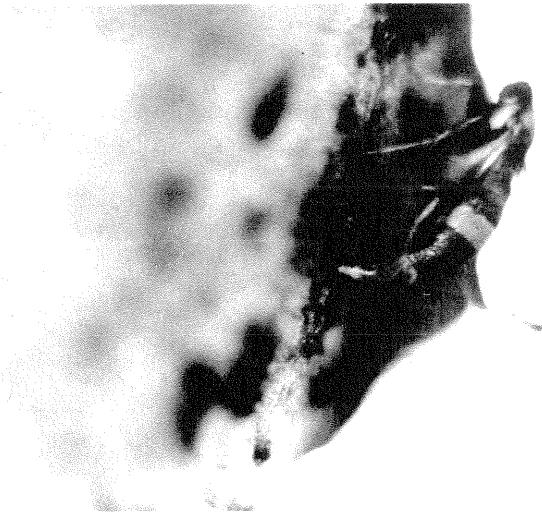


Abb.19: Weibchen bei der Eiablage.

Die Sinneshaare am Ovipositor nehmen Informationen über die Substratoberfläche auf. An Blättern wurde nie Eiablage beobachtet. Sie erfolgte einzeln an Rindenschuppen, in Rindenrissen und an Kallusgewebe. Das Weibchen wanderte nach Ablage eines Eies jeweils einige Zentimeter, um weitere Eier abzulegen, oder suchte fliegend nach neuen Ablageplätzen. Der Hauptanteil der Eier wurde bereits am Tage der Kopulation abgelegt, die Eiablage erfolgte aber über die gesamte Lebensdauer.

3.3.2 Verhaltensreaktionen in Pheromonparzellen

Das Verhalten der Falter wurde durch die Diffusion synthetischer Pheromone, welche im Rahmen der Verwirrungsversuche (3.4.2) in der Anlage Edingen ausgebracht waren, beeinflußt.

3.3.2.1 Beeinflussung der Weibchen

Bei ersten visuellen Beobachtungen in der Verwirrparzelle war auffällig, daß Weibchen einzelne Lockvorgänge häufiger unterbrachen als in der Kontrollparzelle. Sie wechselten bis zu fünfmal den Platz. Dabei wurden neue Plätze an demselben oder einem benachbarten Baum angefliegen, wo der Lockvorgang fortgesetzt wurde. In beiden Parzellen wurden daher Zeitaufnahmen durchgeführt. Diese Ergebnisse sind der Tabelle 26 zu entnehmen.

Tab.26: Durchschnittliche Dauer (in min) (\pm Standardfehler) der Lockphasen ohne Ortswechsel in Verwirr- und Kontrollparzelle.

<u>1985</u>	<u>I</u>	<u>X\pmSE [min]</u>	<u>I</u>	<u>n</u>
Verwirrparzelle	I	6,1 \pm 0,4	I	24
Kontrollparzelle	I	32,0 \pm 7,0	I	31
	<u>I</u>		<u>I</u>	
<u>1986</u>	<u>I</u>		<u>I</u>	
Verwirrparzelle	I	6,8 \pm 0,7	I	37
Kontrollparzelle	I	37,6 \pm 9,0	I	52

Die Dauer der Lockphasen ohne Ortswechsel war bei Weibchen in der Pheromonparzelle signifikant kürzer als bei solchen in der nichtbehandelten Parzelle, auch bewegten die Weibchen in der Verwirrparzelle häufiger die Antennen auf und ab als Weibchen in der unbehandelten Kontrollparzelle.

Neuere Untersuchungen von Sanders (1986) an *Choristoneura fumiferana* lassen darauf schließen, daß Falterweibchen das eigene Pheromon wahrnehmen können, da sie in Verwirrparzellen gesteigerte Flugaktivität zeigten. Diesem Phänomen wird eine zusätzliche Wirkungssteigerung bei einer Bekämpfung durch Pheromoneinsatz zugeschrieben, da flugaktive Weibchen seltener kopulieren können.

3.3.2.2 Beeinflussung der Männchen

Männliche Falter zeigten in der Verwirrparzelle Unterschiede in ihrer Verhaltensweise in der Nähe lockender Weibchen. Sie landeten hier in 10 - 20 cm Abstand vom lockenden Weibchen. Diese Beobachtungen erfolgten an nicht angebundenen Weibchen der Wildpopulation. Die Männchen saßen zunächst bewegungslos. In Einzelfällen wurde die Distanz zum lockenden Weibchen durch Auffliegen oder Krabbeln um wenige Zentimeter verkürzt. Kopulationen konnten jedoch in keinem Fall beobachtet werden, in dem das Männchen in der Nähe eines lockenden Weibchens landete (Tab.27). Untersuchungen dieser Verhaltensweisen lagen für *S. myopaeformis* in der Literatur bisher noch nicht vor.

Tab.27: Verhaltensbeeinflussung der Männchen in der Verwirrparzelle.

	I ANZAHL I BEOB. ♂♂	I DAVON LANDETEN I IN NÄHE LOCK. ♀♀	I ANZAHL DER I BEOBACHTETEN I KOPULATIONEN
1985	I	I	I
VERWIRRPARZELLE	I 54	I 28	I 2
KONTROLLPARZELLE	I 57	I 0	I 34
1986	I	I	I
VERWIRRPARZELLE	I 62	I 29	I 4
KONTROLLPARZELLE	I 55	I 7	I 31

1985 wurde eine Kopulation im Grasbereich zwischen den Baumreihen sowie im normalen Baumbereich beobachtet. Die Anzahl der Kopulationen, die während gleicher Zeiten beobachtet wurden, war in der Verwirrparzelle auch im Jahr 1986 mit vier beobachteten Kopulationen signifikant niedriger als in der nicht behandelten Parzelle. Beobachtungen, daß Männchen in der Nähe lockender Weibchen landeten und völlig inaktiv blieben, wurden in der nichtbehandelten Parzelle in beiden Jahren nicht gemacht.

In der Verwirrparzelle wurden die Beobachtungen sowohl in unmittelbarer Nähe von Pheromondispensern als auch an weiter entfernten Bäumen durchgeführt. Hier konnten in wiederholtem Falle männliche Falter beobachtet werden, die Pheromonstreifen umflogen. Die Männchen führten jedoch in keinem Fall an den synthetischen Quellen Kopulationsversuche durch. Ein Männchen konnte beobachtet werden, wie es zwischen Pheromonstreifen und lockendem Weibchen (Distanz 20 cm) hin und her und dann wieder weg flog. Auch Männchen, die hier landeten,

waren nicht in der Lage, das lockende Weibchen zu orten.

Zusammen mit der Verminderung der Fähigkeit männlicher Falter ihre weiblichen Partner orten zu können, schien die bei den lockenden Weibchen beobachtete Verhaltensbeeinflussung, einzelne Lockvorgänge durch häufigen Ortswechsel zu unterbrechen, den durch die Pheromonbehandlung angestrebten Effekt der Paarungsunterbrechung noch zu erhöhen.

3.3.3 Untersuchungen zum Flugverhalten und zum Orientierungsverhalten männlicher Falter

Parallel zu den Verhaltensbeobachtungen sollte geklärt werden, ob Flug- und Orientierungsverhalten männlicher Falter von der Anbringungshöhe synthetischer Pheromonquellen bzw. der Färbung von Pheromonfallen beeinflusst wurden.

3.3.3.1 Einfluß der Anbringungshöhe von Pheromonfallen

In Untersuchungen zur Verwirrung des Apfelwicklers *Cydia pomonella* L. wiesen Mani et al. (1978) nach, daß sowohl Pheromon- als auch Weibchenfallen an 4 m hohen Bäumen in 3,5 m Höhe signifikant mehr Männchen fingen als solche in 1,5 und 2,5 m bzw. 1,7 m Höhe. Die Autoren schlossen daraus, daß eine gute "Pheromonbedeckung" auch in den oberen Baumbereichen für eine erfolgreiche Verwirrung der Apfelwicklermännchen notwendig ist.

Es war daher naheliegend, auch für *S. myopaeformis* zu untersuchen, ob die Höhe der Pheromonquellen im Gelände einen Einfluß auf deren Wahrnehmbarkeit durch die Faltermännchen ausübt. Dies war insbesondere deshalb von Interesse, weil bei Verhaltensbeobachtungen festgestellt werden konnte, daß sich weibliche Falter während der Pheromonabgabe hauptsächlich im mittleren Kronenbereich aufhielten. Aus Vorversuchen war lediglich bekannt, daß lockende Weibchen und Pheromonfallen etwa zur gleichen Zeit angefliegen werden. Die Anzahl der Falter in Pheromonfallen, die in 0,4 m bis 2,4 m an Sammelpfosten angebracht waren, sind der Tabelle 28 zu entnehmen.

Tab.28: Anzahl Falter pro Falle in verschieden hohen Pheromonfallen.

	I 0,4 m	I 0,8 m	I 1,2 m	I 1,6 m	I 2,0 m	I 2,4 m
1985	I 51bef	I 199ae	I 344a	I 289a	I 73cef	I 2df
1986	I 20be	I 272aef	I 695a	I 569a	I 260cef	I 88df

(Werte, die in einer Zeile mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterschieden sich signifikant auf dem 5%-Niveau.)

Die meisten Falter flogen in beiden Jahren in die 1,2 m hoch angebrachten Fallen. Diese Fangzahlen unterschieden sich jedoch nur signifikant von denen in 0,4 m, 2,0 m und 2,4 m Höhe. Parallel durchgeführte Fangversuche, bei denen Pheromonfallen in verschiedenen Höhen an Einzelpfosten befestigt waren, zeigten gleiche Tendenz hinsichtlich der bevorzugten Flughöhe. Die Fangergebnisse, die mit verschieden hoch angebrachten Pheromonfallen an Sammel- und Einzelpfosten in den Jahren 1985 und 1986 bzw. 1986 erzielt wurden, sind in Abbildung 20 dargestellt.

Eine gegenseitige Beeinflussung der Fallen benachbarter Höhen an Sammelpfosten könnte dafür verantwortlich sein, daß sich hier die maximalen Fangzahlen, die in 1,2 m Höhe erzielt wurden, nicht signifikant von den in 1,6 m bzw. 0,8 m Höhe gefangenen Falter unterschieden. Maximale Fangzahlen in 1,2 m hoch angebrachten Fallen an Einzel- und Sammelpfosten, die sich 1986 signifikant von den in 0,8 m und 1,6 m erzielten Werten unterschieden, bestätigen, daß ein Einfluß der Fallenhöhe auf das Flugverhalten männlicher Falter besteht. Die gewonnenen Daten stimmten mit dem beobachteten Flugverhalten der Männchen hinsichtlich der Flughöhe überein.

3.3.3.2 Attraktivität farbiger Pheromonfallen

Da es sich bei den Imagines von *S. myopaeformis* um tagaktive, auffallend schwarz-rot gefärbte Tiere handelt, sollte untersucht werden, ob der rote Abdominalring des Weibchens einen visuellen Reiz auf das, durch Pheromone angelockte Männchen ausübt. Zur Klärung dieser Fragestellung wurden zunächst unterschiedlich gefärbte, mit Ködern beladene Pheromonfallen eingesetzt. Sowohl 1985 als auch 1986 fiel der hohe Anteil gefangener Falter in schwarz-rot gefärbten Fallen auf. Diese Fangergebnisse unterschieden sich signifikant von den Fangzahlen aller anderer Fallen (Abb.21).

Grüngefärbten Pheromonfallen wurden weniger häufig befliegen als gelbe und braune Fallen. Im Flugverlauf konnte eine wechselnde "Attraktivität" der gelben und braunen Pheromonfallen beobachtet werden. In beiden Jahren lag jedoch auch der Anteil dieser Farben deutlich niedriger als der der schwarz-roten Fallen. Diese Unterschiede waren signifikant.

Fallen der obenerwähnten Farben, die ohne Pheromonköder während des Flughöhepunktes (10.7-10.8) im Sommer 1986 angeboten wurden, waren dagegen nicht fängig. In insgesamt sechs Fallen konnte kein einziger Falter gefangen werden. Auch das bei beköderten Fallen attraktiv wirkende Streifenmuster wirkte hier nicht attraktiv.

Somit konnte gezeigt werden, daß sich die Falter zur Anlockung im Fernbereich der Pheromone bedienen. Erst im Nahbereich wirkt die visuelle Komponente.

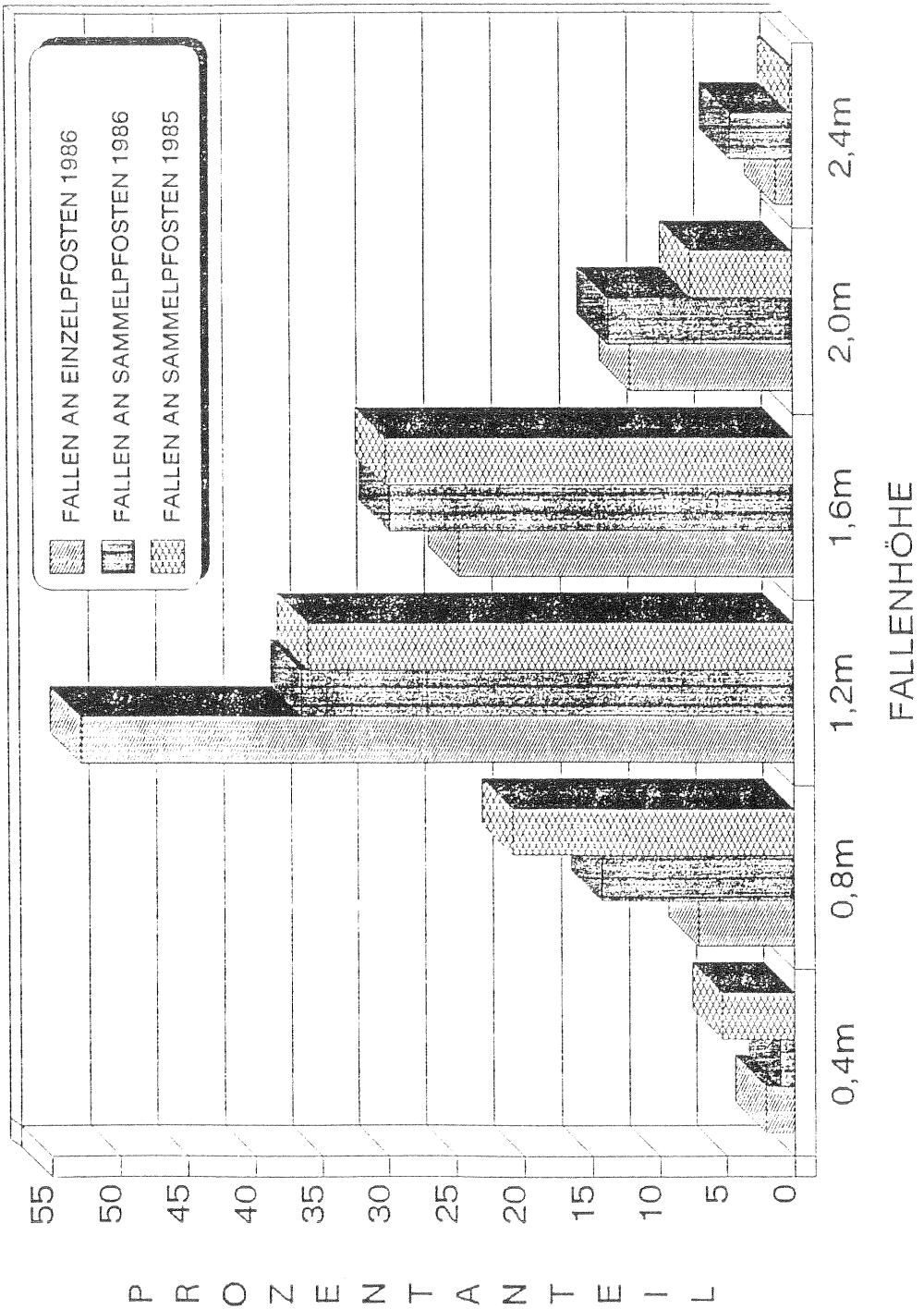


Abb.20: Einfluß der Fallenhöhe auf den Falterfang.

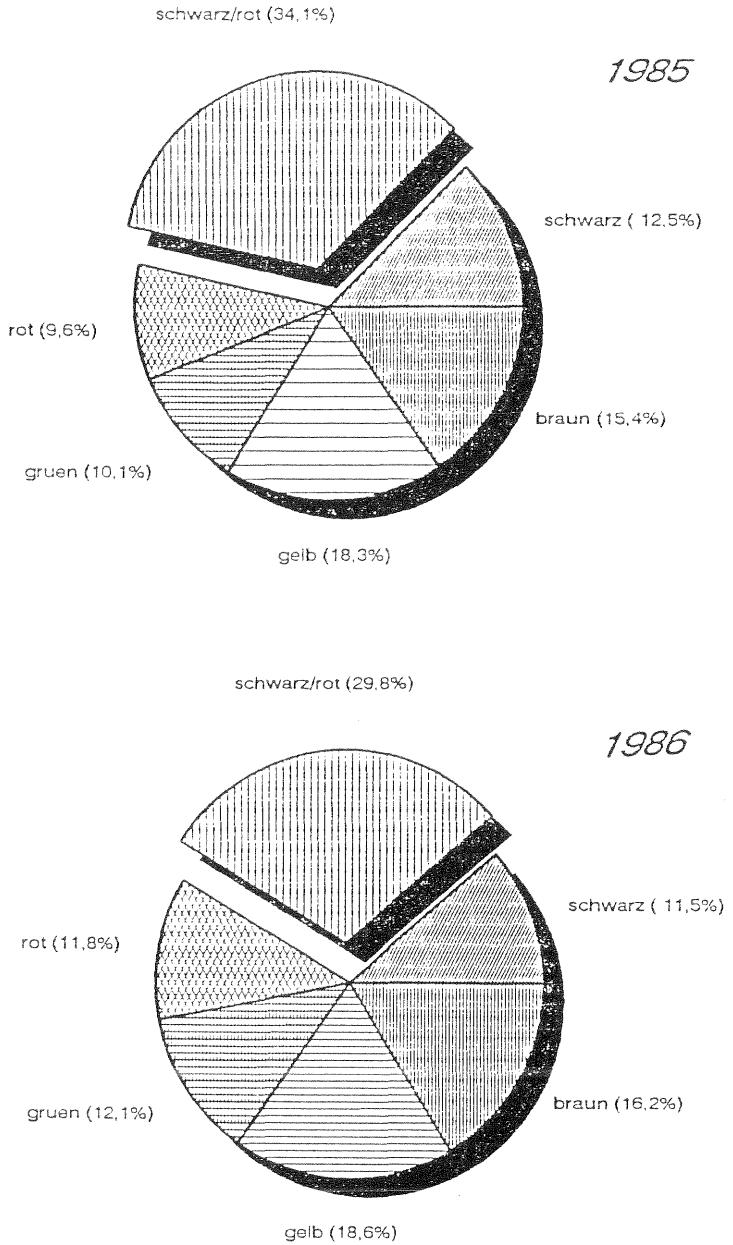


Abb.21: Prozentualer Anteil gefangener Falter pro Fallenfarbe; Ladenburg 1985 und 1986.

3.4 Bekämpfungsmaßnahmen

Da die Larven des Apfelbaumglasflüglers verborgen unter der Rinde von Apfelbäumen leben, wo sie durch ihre Fraßtätigkeit kambiales Gewebe und Leitbahnen zerstören, gestaltet sich eine Bekämpfung dieses Schädlings äußerst schwierig. Die praxisüblichen Insektizidbehandlungen in modernen Apfelanlagen sind zur Unterdrückung des Glasflüglerbefalls nicht geeignet, so daß zusätzliche Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich werden. Zahlreiche Berichte über unterschiedliche Bekämpfungserfolge liegen in der Literatur vor (Ciglar & Masten 1977, Gottwald 1981, Voerman et al 1983, Audemard & Monnet 1984, Blaser & Charmillot 1984). Es wurden daher Untersuchungen zur Bekämpfung mit chemischen Insektiziden sowie mit Hilfe der Verwirrungsmethode in den Jahren 1984-1986 bzw. 1983-1986 am Institut in Dossenheim durchgeführt.

3.4.1 Bekämpfung mit chemischen Insektiziden

Die beiden chemischen Insektizide Gusathion MS und Decis wurden in je zwei Apfelquartieren, H-Stück und F-Stück, auf dem Versuchsfeld in Dossenheim mit einer eigens für diesen Versuch entwickelten Spritzgabel nur an Unterlage und im Stammbereich der Bäume als Punktbehandlung ausgebracht.

Die erste Befallskontrolle erfolgte in beiden Versuchsflächen 11 Monate nach der ersten Behandlung, im Mai 1985. Dieser Termin wurde gewählt, um sicherzugehen, daß es sich bei dem auf der Rindenoberfläche sichtbaren Bohrmehl um frisches, d.h., von lebenden Larven abgegebenes, handelt. Die weiteren Bonituren wurden jeweils im Frühjahr nach den Behandlungen durchgeführt.

H-Stück

Die durchschnittliche Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen an der Veredlungsstelle pro Baum ist für diese moderne Heckenpflanzung in den Tabellen 29 - 31 zusammengestellt.

Bonitur nach dem ersten Behandlungsjahr

Die Werte der pro Baum ermittelten Bohrmehlauswurfstellen in den Kontrollparzellen der einzelnen Sorten zeigten zunächst die bereits erwähnten sortenspezifischen Unterschiede im Befallsverhalten des Schädlings (Dickler 1977).

Tab.29: Bewertung der 1984 durchgeführten Bekämpfung: Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen (Mittelwert \pm Standardfehler) pro Veredlungsstelle.

BEHANDLUNG 84	I	SORTE	I	SORTE	I	SORTE	I	SORTE	I
	I	COX ORANGE	I	G.DELICIOUS	I	GLOCKENAPFEL	I	JONAGOLD	I
GUSATHION MS	I	0,4 \pm 0,2a	I	0,8 \pm 0,8a	I	0,6 \pm 0,4a	I	1,3 \pm 0,4a	I
DECIS	I	0,2 \pm 0,2a	I	0,2 \pm 0,2a	I	0	I	0,4 \pm 0,2b	I
KONTROLLE	I	1,7 \pm 0,4a	I	1,7 \pm 0,5a	I	0,8 \pm 0,2b	I	2,7 \pm 0,7c	I

Die Decisbehandlung führte nur bei den Sorten Glockenapfel und Jonagold zu signifikant niedrigeren Besiedlungsdichten.

Bonitur nach dem zweiten Behandlungsjahr

Der Befall stieg in der Kontrolle auf durchschnittlich 2,6 Bohrmehlstellen pro Baum an. Die mit Decis behandelten Bäume zeigten auch nach dem zweiten Behandlungsjahr niedrigere Befallswerte als die mit Gusathion behandelten. Die Larvendichte lag ca. 20 % niedriger als nach Gusathionbehandlung.

Tab.30: Bewertung der 1985 durchgeführten Bekämpfung: Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen (Mittelwert \pm Standardfehler) pro Veredlungsstelle.

BEHANDLUNG 85	I	SORTE	I	SORTE	I	SORTE	I	SORTE	I
	I	COX ORANGE	I	G.DELICIOUS	I	GLOCKENAPFEL	I	JONAGOLD	I
GUSATHION MS	I	0,2 \pm 0,2a	I	1,4 \pm 0,4a	I	1,2 \pm 0,6a	I	1,5 \pm 0,8a	I
DECIS	I	0	I	1,2 \pm 0,7a	I	0,6 \pm 0,3a	I	1,2 \pm 0,6a	I
KONTROLLE	I	2,4 \pm 1,5b	I	3,6 \pm 1,7b	I	1,6 \pm 0,6a	I	2,9 \pm 1,0a	I

(Werte in Tab. 29 und 30, die in einer Spalte mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau.)

Während sich die Unterschiede zwischen den beiden Behandlungen statistisch nicht absichern ließen, lagen doch die Befallswerte der unbehandelten Bäume insgesamt signifikant höher als die der behandelten.

Bonitur nach dem dritten Behandlungsjahr

Bereits nach den ersten beiden Jahren zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen unbehandelten und mit Decis behandelten Bäumen. Diese Tendenz setzte sich auch im dritten Jahr fort.

Tab.31: Bewertung der 1986 durchgeführten Bekämpfung: Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen (Mittelwert ± Standardfehler) pro Veredlungsstelle.

BEHANDLUNG 86	I	SORTE	I	SORTE	I	SORTE	I	SORTE	I
	I	COX ORANGE	I	G.DELICIOUS	I	GLOCKENAPFEL	I	JONAGOLD	I
GUSATHION MS	I		I		I		I		I
	I	0,1 ± 0,1	I	-	I	0	I	0,1 ± 0,1	I
	I		I		I		I		I
DECIS	I		I		I		I		I
	I	0	I	-	I	0	I	0	I
	I		I		I		I		I
KONTROLLE	I		I		I		I		I
	I	0,6 ± 0,3	I	-	I	0,6 ± 0,3	I	0,6 ± 0,4	I
	I		I		I		I		I

Insgesamt ließen sich nur die mit Decis erzielten Unterschiede zu den unbehandelten Bäumen statistisch absichern ($P < 0,05$). Die gesamte, jetzt neunjährige Anlage wies jedoch einen relativ niedrigen Glasflüglerbefall auf. In der unbehandelten Parzelle sank die Besiedlungsdichte im Vergleich zu den Vorjahren auf Werte um $0,6 \pm 0,5$ Bohrmehlstellen pro Baum. Die Sorte Golden Delicious stand für diese Versuche nicht mehr zur Verfügung, da sie gerodet worden war. Wenn auch die Bewertungsmethode mit Fehlern belastet ist, so war es doch für diese Untersuchungen die einzige, die herangezogen werden konnte (Diskussion).

F - Stück

Die durchschnittliche Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen an der Veredlungsstelle pro Baum ist der Tabelle 32 zu entnehmen.

Tab.32: Bewertung der von 1984-1986 durchgeführten Bekämpfung: Anzahl Bohrmehlstellen (Mittelwert \pm Standardfehler) pro Veredlungsstelle.

	I NACH DEM 1. I BEHANDLUNGSJAHR	I NACH DEM 2. I BEHANDLUNGSJAHR	I NACH DEM 3. I BEHANDLUNGSJAHR	I
GUSATHION MS	I I 0,1 \pm 0,1 a I	I I 0,1 \pm 0,1 a I	I I 0,4 \pm 0,1 a I	I I I
DECIS	I I 0 I	I I 0,1 \pm 0,1 a I	I I 0,2 \pm 0,1 a I	I I I
KONTROLLE	I I 0,4 \pm 0,4 a I	I I 1,3 \pm 1,0 a I	I I 2,0 \pm 0,3 b I	I I I

(Werte, die in einer Zeile mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau.)

Ebenso wie bei der bereits beschriebenen Versuchsfläche H-Stück handelte es sich hier um eine bei Versuchsbeginn sechsjährige Anlage, die jedoch als freie Spindel erzogen war. In den ersten beiden Versuchsjahren konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen >Behandelt< und >Unbehandelt< erzielt werden, während sich die Befallswerte nach dem dritten Behandlungsjahr statistisch unterschieden. Insgesamt konnte durch die Decisbehandlung ein 90 %ige, durch die Gusathionbehandlung eine 80 %ige Reduktion der Besiedlungsdichte erzielt werden.

Anders als bei der oben erwähnten Versuchsfläche (H-Stück) waren hier die einzelnen Sorten nicht in Blöcken aufgepflanzt. Verschiedene Sorten konnten zu gleichbehandelten Parzellen zusammengefaßt und die Kontrollparzelle an den Rand der Versuchsfläche gelegt werden, so daß eine Beeinflussung durch die eingesetzten Präparate ausgeschlossen war. Dies zeigte sich insbesondere in der dort stetig zunehmenden Besiedlungsdichte. Zwar wurde auch in den behandelten Parzellen eine leichte Zunahme beobachtet, doch lagen hier die Befallswerte 1986 bei 10% (Decis) bzw. 20% (Gusathion) der unbehandelten Kontrolle.

3.4.2 Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode

Die Untersuchungen zur Verwirrung des Apfelbaumglasflüglers wurden 1983 am Institut in Dossenheim eingeleitet (Dickler 1984). Die hierbei erzielten Ergebnisse sind in dieses Kapitel mit einbezogen worden. Nach Aufnahme der eigenen Untersuchungen erfolgte eine Beurteilung der Wirkungsweise der Verwirrungsmethode durch den gleichzeitigen Einsatz folgender Nachweisverfahren:

1. Erfassung des Falterfluges mit Pheromonfallen
zur Errechnung des Verwirrungsgrades
2. Ermittlung der Befallsminderung durch
 - a) Zählung der Bohrmehlauswurfstellen
 - b) Zählung der leeren Puppenhüllen
 - c) quantitative Larvenpräparation
3. Erfassung des Falterfluges mit Saftfallen
zur Ermittlung des Begattungszustandes der Weibchen
sowie der Populationsverhältnisse in Verwirr- und
Kontrollparzelle

3.4.2.1 Falterflug und Verwirrungsgrad

Der Flugverlauf der Falter wurde anhand von Pheromonfallenfängen in der unbehandelten Kontrollparzelle verfolgt. Zusammen mit den in der Verwirrparzelle erzielten Fängen, ließ sich hieraus der Verwirrungsgrad errechnen. Die Fangzahlen pro Falle in beiden Parzelle sowie die Verwirrungsgrade, die von 1983 - 1986 erzielt wurden, sind der Tabelle 33 zu entnehmen.

Tab.33: Mittlere Anzahl Falter pro Pheromonfalle sowie Verwirrungsgrade während der Jahre 1983 - 1986.

JAHR	FALTER PRO PHEROMONFALLE				I VERWIRRUNGSGRAD (%)
	I KONTROLLPARZELLE	I VERWIRRPARZELLE	I	I	
1983	I 363	I 2,5	I	I 99,3	
1984	I 653	I 5	I	I 99,2	
1985	I 645	I 0	I	I 100,0	
1986	I 637	I 4	I	I 99,4	

Die anhand von Pheromonfallenfängen nachgewiesenen Verwirrungsgrade lagen in allen vier Jahren mit Werten über 99% sehr hoch. Dies ist nicht überraschend und wurde bei nahezu allen Zielorganismen gefunden, die mittels Verwirrungsmethode bekämpft wurden, ohne daß die Werte eine Aussage über die Wirkung der Bekämpfungsmethode erlaubten (Charmillot 1975, Voerman et al 1983, Vogt 1986).

3.4.2.2 Befallskontrollen

Da aufgrund der Lebensweise der Larven eine Befallskontrolle, insbesondere an der lebenden Wirtspflanze, mit großen Schwierigkeiten behaftet ist, sollte durch den gleichzeitigen Einsatz dreier verschiedener Methoden ein möglichst genaues Bild gezeichnet werden.

Zählung der Bohrmehlauswurfstellen

Ergebnisse 1983

Die Befallskontrolle durch Auszählen der Bohrmehlauswurfstellen wurde erstmals im Oktober 1983, nach dem ersten Behandlungsjahr, durchgeführt (Tab. 34).

Tab.34: Durchschnittliche Anzahl Bohrmehlauswurfstellen pro Veredlungsstelle und Baum 1983.

	I	Cox Orange	I	Jonagold	I	Golden Delicious
Verwirr- parzelle	I	1,8	I	3,9	I	4,3
Kontroll- parzelle	I	6,6	I	5,7	I	5,8

Bereits nach einjährigem Einsatz der Verwirrungsmethode wurde eine durchschnittliche Reduktion der Bohrmehlauswurfstellen in der pheromonbehandelten Parzelle von 44,7% erzielt. Die Reduktion war sortenabhängig verschieden und bei der stark befallenen Sorte Cox Orange mit 72,7% am höchsten. Die Anzahl der Bohrmehlauswurfstellen zeigte sich bei den anderen beiden Sorten um 31,5% bzw. 25,6% reduziert.

Ergebnisse 1984

Das Auszählen der Bohrmehlauswurfstellen wurde vor und nach der zweiten Pheromonanwendung, im Mai, September und Oktober 1984, durchgeführt (Tab. 35).

Tab.35: Anzahl Bohrmehlauswurfstellen pro Veredlungsstelle und Baum 1984.

	I Cox Orange	I Jonagold	I Golden Delicious
Verwirr- parzelle	I 3,7	I 7,7	I 4,7
Kontroll- parzelle	I 10,6	I 10,1	I 4,2

Während bei der am schwächsten befallenen Sorte Golden Delicious nach dem zweiten Behandlungsjahr keine Unterschiede festgestellt werden konnten, wurde bei den stärker befallenen Sorten Jonagold und Cox Orange eine Befallsminde-
rung von 23,8 bzw. 65,1% erzielt.

Ergebnisse 1985

Die Befallskontrolle durch Auszählen der Bohrmehlauswurfstellen wurde in die-
sem Jahr erstmals an sieben Terminen während der gesamten Vegetationsperiode
durchgeführt (Abb. 22).

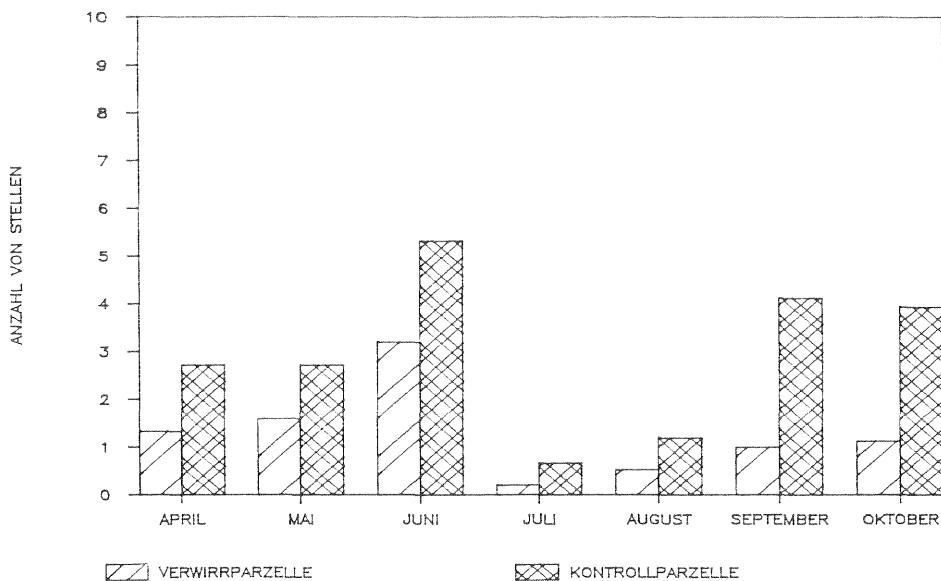


Abb.22: Bohrmehlauswurfstellen pro Veredlungsstelle und Baum während der
Vegetationsperiode 1985 in Kontroll- und Verwirrparzelle.

Die Befallsunterschiede zwischen behandelter und unbehandelter Parzelle im Verlauf der Vegetationsperiode 1985 sind statistisch signifikant. Die von April bis Juni steigende Anzahl Bohrmehlstellen in beiden Parzellen zeigt deutlich den Verlauf der Fraßaktivität der Larven. Zum Juli hin geht aufgrund von Verpuppung und Schlupf die Dichte zurück. Der erneute Anstieg ab August bis zum Ende der Vegetationsperiode wird durch den Teil der Population, der zweimal überwintert sowie durch die neue Generation verursacht. Insbesondere wird deutlich, daß die Reduktion der Bohrmehlauswurfstellen im September und Oktober, mit 73,7% im Mittel, über den Werten liegt, die von April bis August (53,9%) erreicht wurden. Durch wiederholten Einsatz der Verwirrungsmethode wird die befallsmindernde Wirkung des Verfahrens erhöht. Die Beurteilung der Verwirrungsmethode wurde auch nach Sorten getrennt vorgenommen. Die einzelnen Befallswerte sind je Sorte für das gesamte Jahr der Tabelle 36 zu entnehmen.

Tab.36: Anzahl Bohrmehlauswurfstellen (Mittelwert \pm Standardfehler) pro Veredlungsstelle und Baum 1985.

	I	Cox Orange	I	Jonagold	I	Golden Delicious
Verwirr- parzelle	I	0,9 \pm 0,3 a	I	1,5 \pm 0,5 a	I	1,4 \pm 0,4 a
Kontroll- parzelle	I	3,2 \pm 0,7 b	I	3,3 \pm 0,7 b	I	2,3 \pm 0,5 a

(Werte, die in einer Spalte mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau)

Bei näherer Betrachtung der Befallswerte wurde deutlich, daß an den stark befallenen Sorten Cox und Jonagold die Unterschiede hochsignifikant waren.

Ergebnisse 1986

Das Auszählen der Bohrmehlauswurfstellen wurde wiederum an sieben Terminen während der gesamten Vegetationsperiode durchgeführt (Abb. 23).

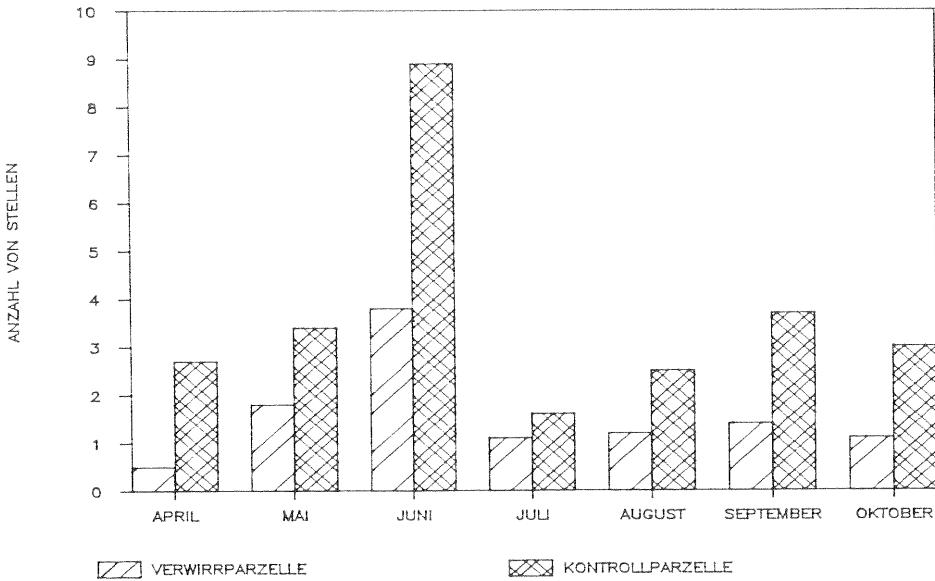


Abb.23: Bohrmehlauswurfstellen pro Veredlungsstelle und Baum während der Vegetationsperiode 1986 in Kontroll- und Verwirrparzelle.

Im Verlauf der Vegetationsperiode waren die Befallsunterschiede zwischen >Behandelt< und >Unbehandelt< statistisch gesichert. Der Anstieg der durchschnittlichen Larvenanzahl wurde besonders im Juni mit 8,9 Larven pro Baum in der unbehandelten Kontrollparzelle (5,4 im Vorjahr) deutlich. Zusammenfassend ist im Vergleich zum Vorjahr ein genereller Befallsanstieg zu erkennen. Die Befallswerte der einzelnen Sorten sind in Tabelle 37 zusammengestellt.

Tab.37: Anzahl Bohrmehlauswurfstellen (Mittelwert ± Standardfehler) pro Veredlungsstelle und Baum 1986, nach Sorten aufgliedert.

	I Cox Orange	I Jonagold	I Golden Delicious
Verwirr- parzelle	I 1,2 ± 0,2 a	I 2,1 ± 0,7 a	I 2,6 ± 0,5 a
Kontroll- parzelle	I 7,1 ± 3,1 b	I 7,4 ± 2,8 b	I 3,6 ± 0,7 a

(Werte, die in einer Spalte mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau)

Bei den Sorten Cox Orange und Jonagold waren auch in diesem Jahr die Befallsunterschiede statistisch gesichert, nicht jedoch bei der schwach befallenen Sorte Golden Delicious. Der Gesamtbefall in Kontroll- und Verwirrparzelle ist für die Jahre 1985 und 1986 in Abbildung 24 dargestellt.

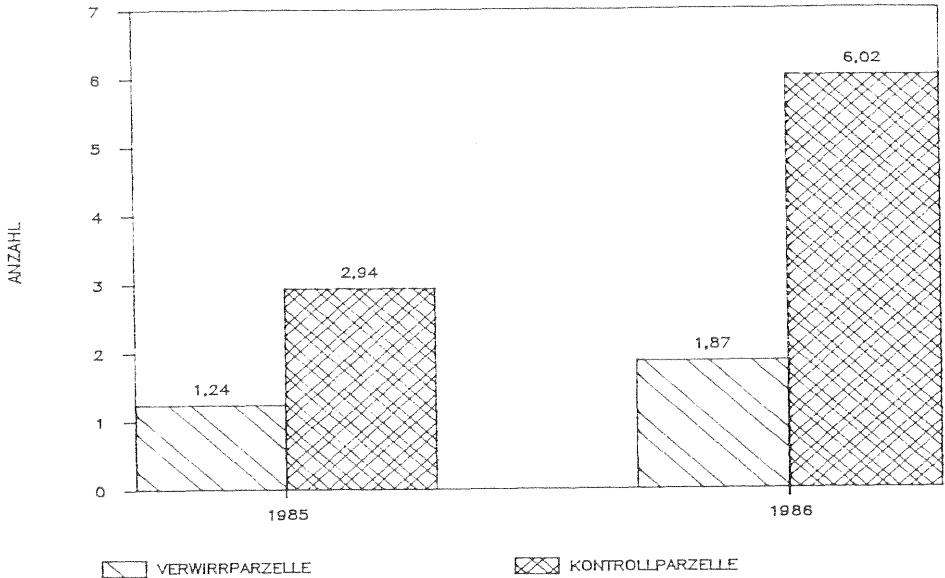


Abb.24: Befallsminderung 1985 und 1986 in Verwirr- und Kontrollparzelle; ermittelt durch Zählung der Bohrmehlauswurfstellen.

Während sich die Befallswerte in der unbehandelten Kontrollparzelle im Vergleich zum Vorjahr mehr als verdoppelt hatten, stiegen sie in der behandelten Parzelle nur mit dem Faktor 1,5 an. Mögliche Gründe für das Ansteigen der Durchschnittswerte werden an anderer Stelle (Quantitative Larvenpräparation) erläutert. 1986 lag die durch Auszählung der Bohrmehlstellen nachgewiesene Befallsminderung mit 68,7% über der 1985 erzielten (57,8%).

Zählung der Puppenhüllen

Ergebnisse 1985

Das Auszählen der in den Schlupföffnungen haftenden Puppenhüllen wurde an sechs Terminen während der Vegetationsperiode durchgeführt. Die ermittelten Ergebnisse sind in der Abbildung 25 für alle Sorten zusammenfassend dargestellt.

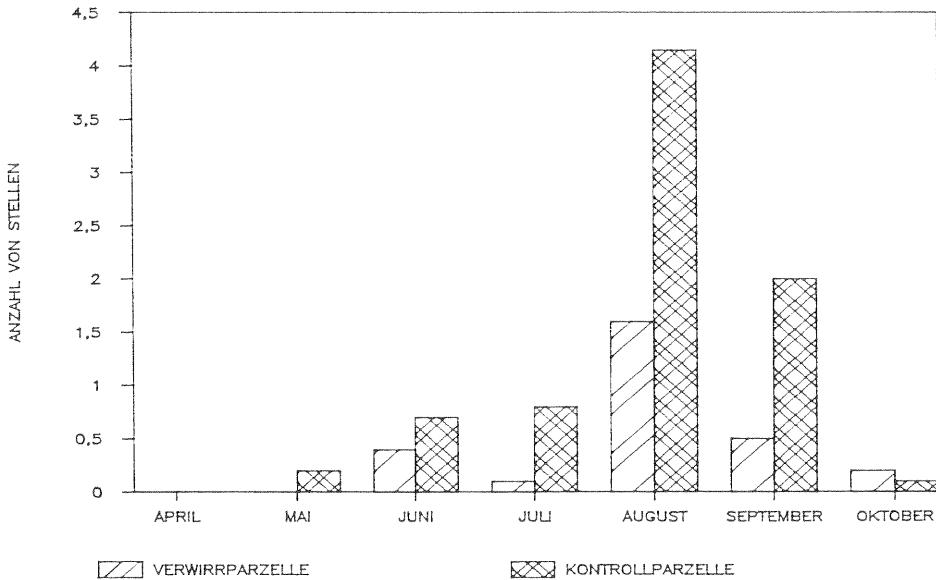


Abb.25: Anzahl Puppenhüllen pro Veredlungsstelle und Baum während der Vegetationsperiode 1985 in Kontroll- und Verwirrparzelle.

Während die Befallsunterschiede in den Monaten Juli bis September, dem Zeitraum, in dem der Hauptschlupf stattfand, statistisch gesichert waren, ließen sich die im Juni vorgefundenen Unterschiede nicht sichern. Mit dieser Methode wurde insgesamt eine Befallsminderung durch die Verwirrung von 66,8% gefunden. Die Befallswerte der einzelnen Sorten sind der Tabelle 38 zu entnehmen.

Tab.38: Anzahl Puppenhüllen (Mittelwert \pm Standardfehler) pro Veredlungsstelle und Baum 1985, nach Sorten aufgliedert.

	I Cox Orange	I Jonagold	I Golden Delicious
Verwirr- parzelle	I 0,2 \pm 0,1 a	I 0,5 \pm 0,3 a	I 0,7 \pm 0,4 a
Kontroll- parzelle	I 2,0 \pm 1,2 b	I 1,1 \pm 0,4 b	I 1,2 \pm 0,4 a

(Werte, die in einer Spalte mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant auf dem 5%-Niveau)

Während die Sorten Jonagold und Cox Orange bei der Zählung der Bohrmehlstellen als annähernd gleich stark befallen erkannt wurden, unterschieden sich die bei der Puppenhüllenzählung erzielten Reduktionswerte mit 54,5% bzw. 90,0% sehr.

Ergebnisse 1986

Die Befallskontrolle durch Auszählen der leeren Puppenhüllen wurde in diesem Jahr an insgesamt sechs Terminen während der Vegetationsperiode zwischen Mai und Oktober durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Befallskontrolle sind für alle Sorten zusammenfassend in der Abbildung 26 dargestellt.

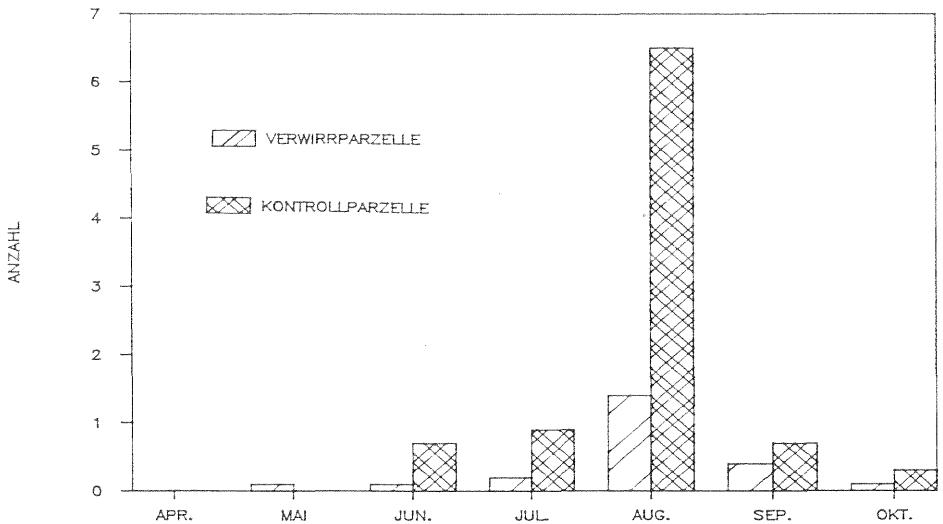


Abb.26: Anzahl Puppenhüllen pro Veredlungsstelle und Baum während der Vegetationsperiode 1986 in Kontroll- und Verwirrparzelle.

Im Monat Mai war noch kein nennenswerter Schlupf zu verzeichnen. Die während der Monate Juni bis August ermittelten Befallsunterschiede zwischen behandelter und unbehandelter Parzelle ließen sich im Unterschied zu den September- und Oktober-Werten statistisch sichern. In diesem Jahr lag die erzielte Befallsreduktion mit Werten von 70,3% etwas über der vorjährigen. Die Befalls- werte der einzelnen Sorten sind in Tabelle 39 zusammengestellt.

Tab.39: Anzahl Puppenhüllen (Mittelwert ± Standardfehler) pro Veredlungsstelle und Baum 1986.

	I Cox Orange	I Jonagold	I Golden Delicious
Verwirr- parzelle I	0,2 ± 0,1 a	0,6 ± 0,4 a	0,5 ± 0,3 a
Kontroll- parzelle I	2,9 ± 2,2 b	1,7 ± 1,3 a	0,3 ± 0,2 a

(Werte, die in einer Spalte mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich auf dem 5%-Niveau)

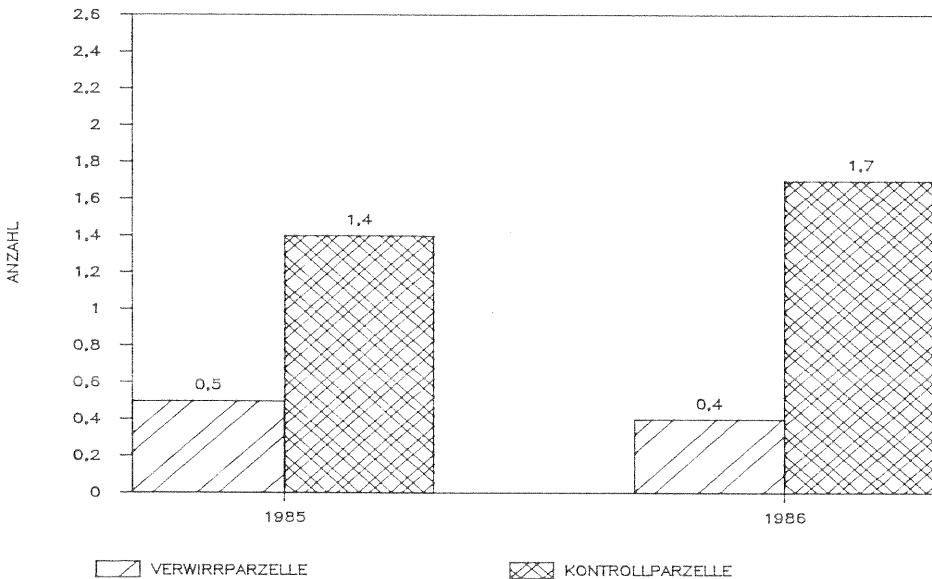


Abb.27: Befallsreduktion 1985 und 1986 in Kontroll- und Verwirrparzelle; ermittelt durch Puppenhüllenzählung.

In diesem Jahr waren die Unterschiede zwischen >Behandelt< und >Unbehandelt< nur bei der Sorte Cox Orange statistisch signifikant. Hier wurde eine Befalls- minderung von 95,2% erzielt. Die Sorten Jonagold und Golden Delicious ließen keine behandlungsbedingten Unterschiede erkennen.

Betrachtet man die Befallswerte beider Jahre (Abb. 27), so wird der Anstieg in der unbehandelten Parzelle noch deutlicher. In der behandelten Parzelle ist dagegen 1986 ein leichter Befallsrückgang zu verzeichnen. Ohne Berücksichti- gung der Sorte Golden Delicious lag in diesem Jahr die Befallsminderung mit 76,0% über dem Vorjahreswert von 66,8%. Dies ist insbesondere auf die hohen Reduktionswerte bei der stark befallenen Sorte Cox Orange zurückzuführen.

Quantitative Larvenpräparation

Ergebnisse 1985

Das Herauspräparieren aller Larven aus 38 zufällig ausgewählten Bäumen der Verwirr- sowie der unbehandelten Kontrollparzelle wurde erstmals nach dem zweiten Behandlungsjahr, im Februar 1985, durchgeführt. Es war dadurch gewähr- leistet, daß sämtliche vor der Behandlung vorhandenen Larven bereits als Imago geschlüpft waren. Die Anzahl der Larven ist, getrennt nach ihren Fraßorten, für Kontroll- und Verwirrparzelle in Abbildung 28 dargestellt.

In den 38 Bäumen aus der Kontrollparzelle wurden insgesamt 883 Larven, in de- nen aus der Verwirrparzelle 158 gefunden. Die Larven hielten sich in drei be- vorzugten Bereichen des Stammes auf (siehe auch 3.2.1.1):

- 1.) der Veredlungsstelle
- 2.) den Astverzweigungen
- 3.) der Unterlage

Die mittlere Anzahl der Larven pro Aufenthaltsort und Baum für Kontroll- und Verwirrparzelle ist der Tabelle 40 zu entnehmen.

Tab.40: Befallskontrolle im Februar 1985, nach dem zweiten Behandlungsjahr:
Anzahl Larven pro Baum (Mittelwert ± Standardfehler).

	I	I	I	I	I	I
	X ± SE	VEREDLUNGSST.	ASTVERZW.	UNTERLAGE	GESAMT	
	%					
VERWIRR- PARZELLE	4,2 ± 0,7	2,1 ± 0,5	1,8 ± 0,5	0,2 ± 0,1	4,2 ± 0,7	100
		51,3	43,0	5,7		
KONTROLL- PARZELLE	23,3 ± 2,2	18,3 ± 1,6	2,9 ± 0,9	2,0 ± 0,7	23,3 ± 2,2	100
		78,9	12,6	8,5		
REDUKTION	82,1	88,4	38,8	88,0	82,1	

In beiden Parzellen wurde die höchste Besiedlungsdichte im Bereich der Veredlungsstelle gefunden. Hier konnte durch den zweijährigen Einsatz der Verwirrungsmethode eine 88,4%ige Reduktion erzielt werden. Die Unterlage war stets schwächer befallen als die Veredlungsstelle. Die Unterschiede zwischen der mittleren Anzahl Larven pro Baum in Verwirr- und Kontrollparzelle waren nur in den Bereichen Unterlage und Veredlungsstelle hoch signifikant (Tab.40).

Ergebnisse 1986

Die Kontrolle der Larvendichte nach dem dritten Behandlungsjahr erfolgte im Februar/März wiederum an je 38 gerodeten Bäumen beider Parzellen (Abb. 29). In diesem Jahr lag die Anzahl der Larven in den Kontrollbäumen mit 2575 weit über der des Vorjahres (883). In Bäumen aus der Verwirrparzelle konnten 532 Larven gefunden werden (Tab. 41).

Tab.41: Befallskontrolle im Februar/März 1986, nach dem dritten Behandlungsjahr: Anzahl Larven pro Baum (Mittelwert \pm Standardfehler).

	I	I	I	I	I
	VEREDLUNGSST.	ASTVERZW.	UNTERLAGE	GESAMT	
VERWIRR- PARZELLE	X \pm SE I 8,5 \pm 1,5 I 53,6	I 6,4 \pm 1,0 I 40,3	I 1,0 \pm 0,3 I 6,4	I 15,9 \pm 2,1 I 100	
KONTROLL- PARZELLE	X \pm SE I 39,2 \pm 4,4 I 55,5	I 23,1 \pm 4,4 I 32,7	I 8,3 \pm 0,6 I 11,3	I 70,6 \pm 7,2 I 100	
REDUKTION	% I 78,3	I 72,3	I 88,0	I 78,1	

Die höchste Besiedlungsdichte wurde wieder im Bereich der Veredlungsstelle gefunden, gefolgt von den Bereichen Astverzweigungen und Unterlage. Vergleicht man die prozentualen Anteile je Befallsherd, so erkennt man hierbei eine annähernd gleiche Verteilung der Larven in Verwirr- und Kontrollparzelle. Wie aus Abbildung 30 hervorgeht, war die 1986 ermittelte Befallsminderung von 78,1% (gesamt) mit der im Jahr 1985 (82,1%) erzielten vergleichbar, während die Durchschnittswerte der Larven pro Baum in beiden Parzellen um mehr als den Faktor 3 anstiegen.

Mögliche Erklärungen für das Ansteigen der Durchschnittswerte sind:

- 1.) günstige Witterung im Jahr 1985
- 2.) hoher Befallsdruck in der 16jährigen Anlage
- 3.) zunehmende Nectriainfektionen im Astverzweigungsbereich.

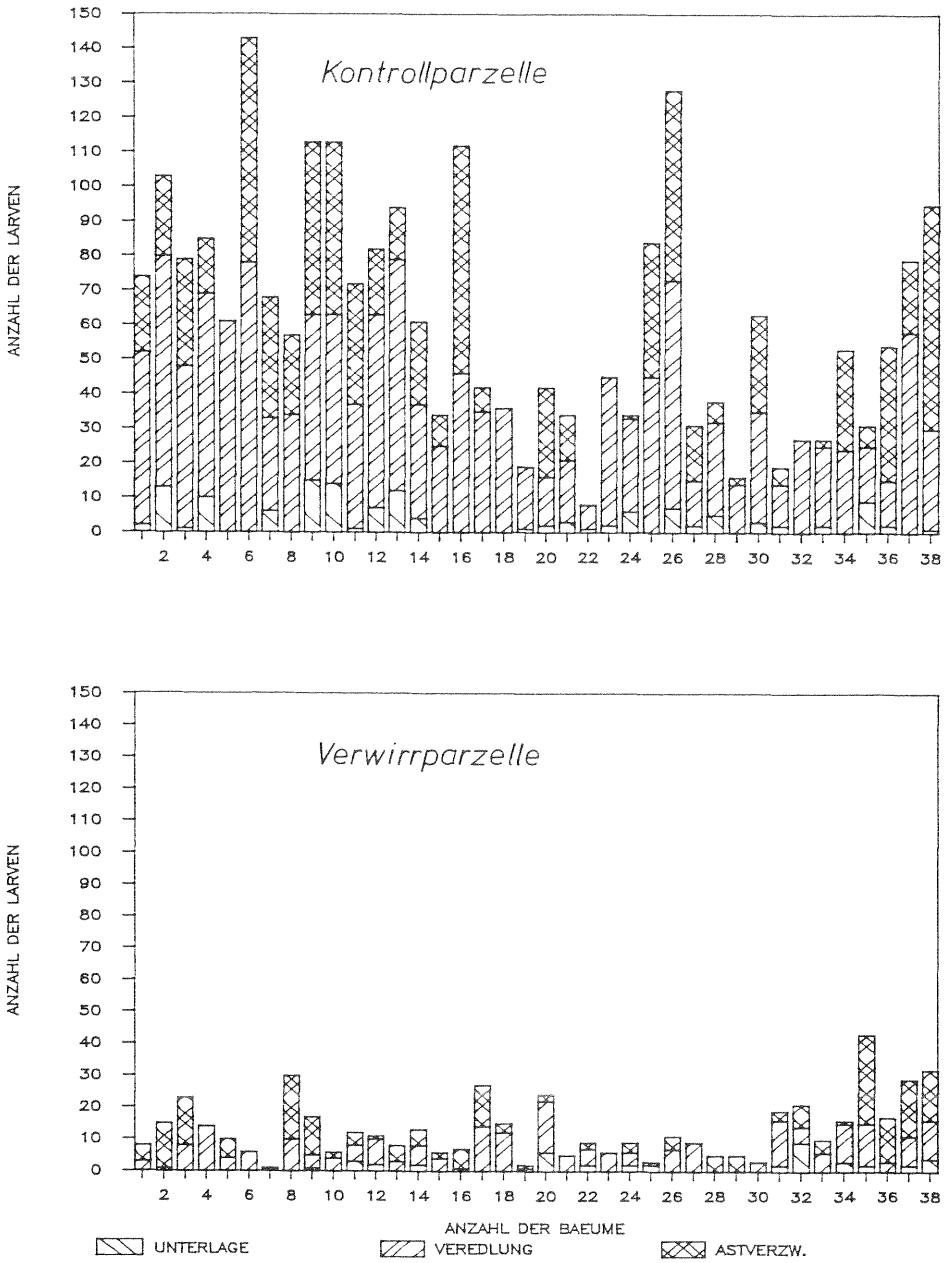


Abb.29: Anzahl Larven in Bäumen aus Kontroll- und Verwirrparzelle nach dem dritten Behandlungsjahr, aufgeteilt nach Fraßorten; ermittelt durch quantitative Larvenpräparation, Februar/März 1986.

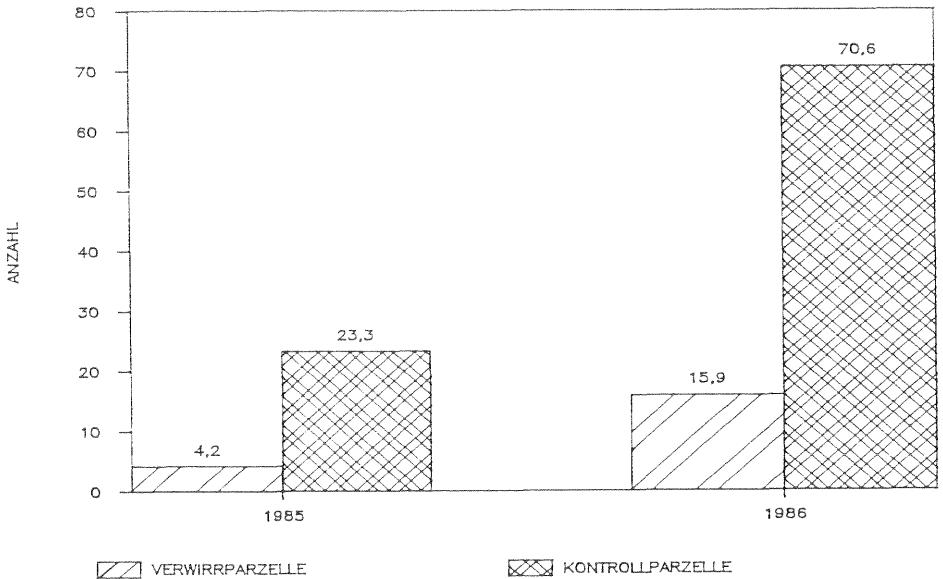


Abb.30: Befallsminderung 1985 und 1986 in Verwirr- und Kontrollparzelle; ermittelt durch quantitative Larvenpräparation.

3.4.2.3 Saftfallen

Saftfallenfänge 1985

Die Untersuchungen 1985 haben sich auf den Flughöhepunkt beschränkt. In der behandelten Parzelle wurden deutlich weniger Falter gefangen als in der unbehandelten Kontrollparzelle. Die Gesamtfänge in der Verwirrparzelle waren um 46,3% reduziert; der Männchenanteil um 42,7%, der Weibchenanteil um 50,8%. In Abbildung 31 sind für 1985 die Fangergebnisse pro Falle graphisch dargestellt. In der Verwirrparzelle war der Weibchenanteil (52,3%) gegenüber dem Männchenanteil (47,7%) leicht erhöht, in der Kontrollparzelle war es umgekehrt. Diese geringen Unterschiede lassen keine gesicherten Aussagen über einen möglichen Einfluß der Verwirrungsmethode zu (Sexilität, Schwertfeger 1968). Der Anteil unbegatteter Weibchen, der nur für das letzte Drittel der Flugaktivitätsphase ermittelt wurde, war jedoch in der Verwirrparzelle mit 45,0% signifikant höher als in der Kontrollparzelle (4,7%).

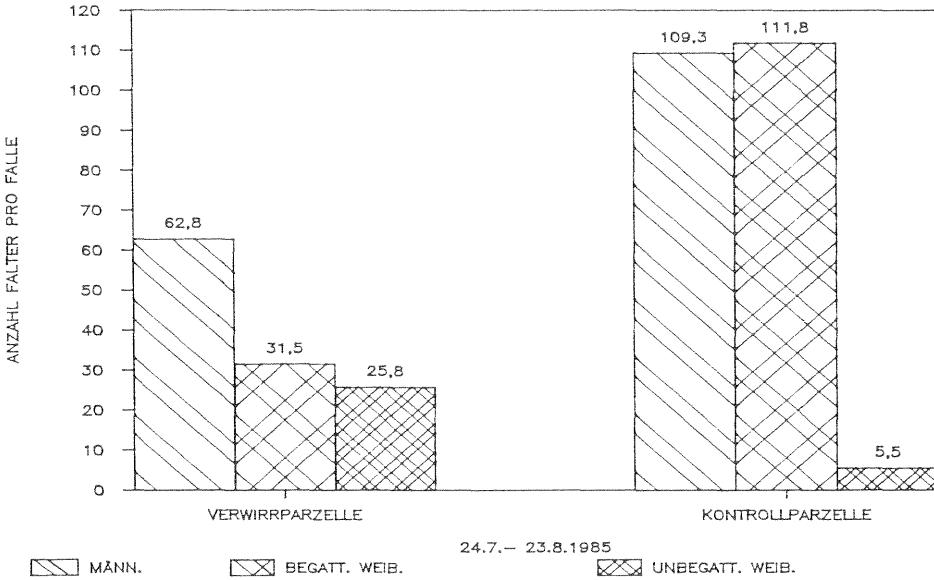


Abb.31: Saftfallenfänge 1985: Anzahl Falter pro Falle in Verwirr- und Kontrollparzelle.

Saftfallenfänge 1986

Im Gegensatz zum Vorjahr konnten zur genaueren Beurteilung der Kopulationsunterdrückung während der gesamten Flugzeit Saftfallenfänge durchgeführt werden. In der Verwirrparzelle (3133) wurden im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (4496) signifikant weniger Falter gefangen. Die Gesamtfänge waren um 30,8% reduziert. Wie aus Abbildung 32 ersichtlich, war der Männchenanteil in der Verwirrparzelle um 53,7% reduziert, während der der Weibchen um 11,3% erhöht war.

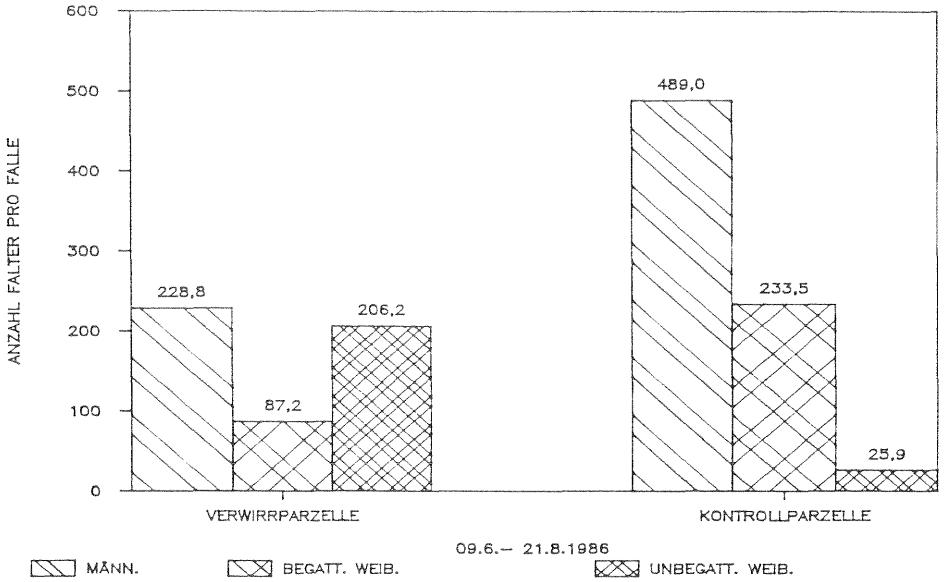


Abb.32: Saftfallenfänge 1986: Anzahl Falter pro Falle in Verwirr- und Kontrollparzelle.

Der prozentuale Anteil unbegatteter Weibchen in Verwirr- und Kontrollparzelle ist für beide Jahre in Abbildung 33 dargestellt.

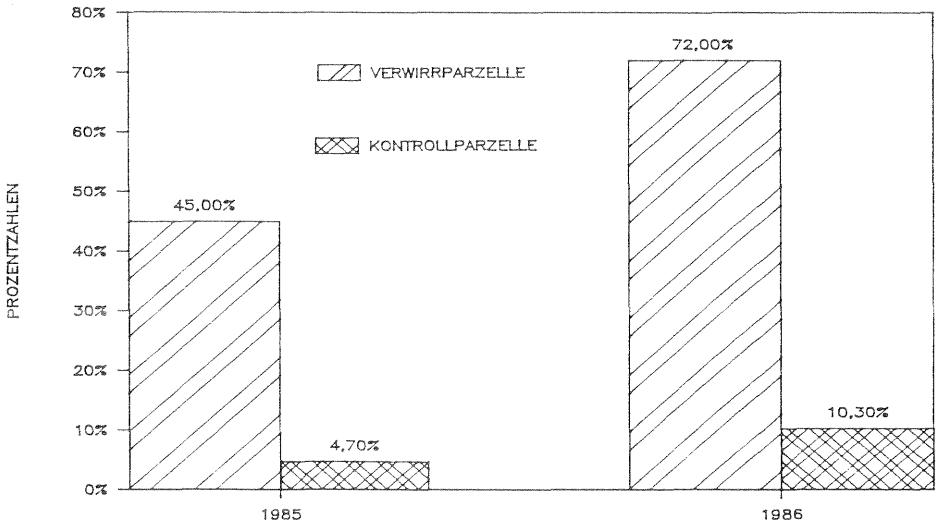


Abb.33: Anteil unbegatteter Weibchen in Saftfallenfängen der Verwirr- und Kontrollparzelle, 1985 und 1986.

1986 war ein deutlicher Anstieg des Anteils unbegatteter Weibchen von 45% (1985) auf 72% zu verzeichnen. Auch in der Kontrollparzelle wurde eine Zunahme festgestellt. Die Unterschiede hinsichtlich der nachgewiesenen Paarungsunterdrückung in den beiden Jahren lassen sich nicht durch die verschiedenen Zeiträume der Probenahmen erklären, denn auch bei der Betrachtung des gleichen Zeitraumes blieb dieser Anstieg erhalten. So lagen die Werte mit 73,4% unbegatteter Weibchen in der Verwirrparzelle und 8,7% in der Kontrollparzelle doch deutlich höher als im Vorjahr. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, daß insgesamt ein Populationsanstieg beobachtet werden konnte.

Anteil unbegatteter Weibchen im Beobachtungszeitraum 1985

Der Anteil unbegatteter Weibchen änderte sich im Verlauf der Flugperiode (Abb.34). In der Verwirrparzelle verlief die Kurve unbegatteter Weibchen mit der der Weibchengesamtfänge während des gesamten Beobachtungszeitraumes mehr oder weniger parallel. Zum Ende der Flugzeit gingen die beiden Kurven, bedingt durch die geringer werdenden Fangzahlen, ineinander über. Im Gegensatz dazu verliefen in der unbehandelten Kontrolle beide Kurven zu keinem Zeitpunkt parallel. Interessant hierbei ist, daß auch bei maximalen Fangzahlen, wie dies am 8.8.85 der Fall war, der Anteil unbegatteter Weibchen nur geringfügig zunahm.

Anteil unbegatteter Weibchen während der Flugaktivitätsphase 1986

In diesem Jahr wurde der Anteil unbegatteter Weibchen während der gesamten Flugzeit ermittelt. In Abbildung 35 sind für den Zeitraum vom 9.6.- 21.8.86 die Anteile männlicher und weiblicher Falter sowie unbegatteter weiblicher Falter graphisch dargestellt. Die Kurve der unbegatteten Weibchen verlief zwischen Ende Juni und Anfang August in der Verwirrparzelle nahezu parallel mit der der Weibchengesamtfänge. Zu Beginn und am Ende der Flugzeit wurden jeweils nur geringe Fänge erzielt, so daß der Abstand beider Kurven zueinander abnahm, während der relative Anteil unbegatteter Weibchen noch zunahm. Der Anteil unbegatteter Weibchen war hingegen in der Kontrollparzelle während der gesamten Flugzeit sehr niedrig. Zu keinem Zeitpunkt verliefen hier beide Kurven auch nur annähernd parallel. Auch während des Flughöhepunktes konnte nur ein sehr geringes Ansteigen der Kurve beobachtet werden. Dies zeigte deutlich, daß in unbehandelten Flächen der Prozentsatz unbegatteter Weibchen auf einem sehr niedrigen Niveau, relativ unabhängig von der Populationsdichte bleibt.

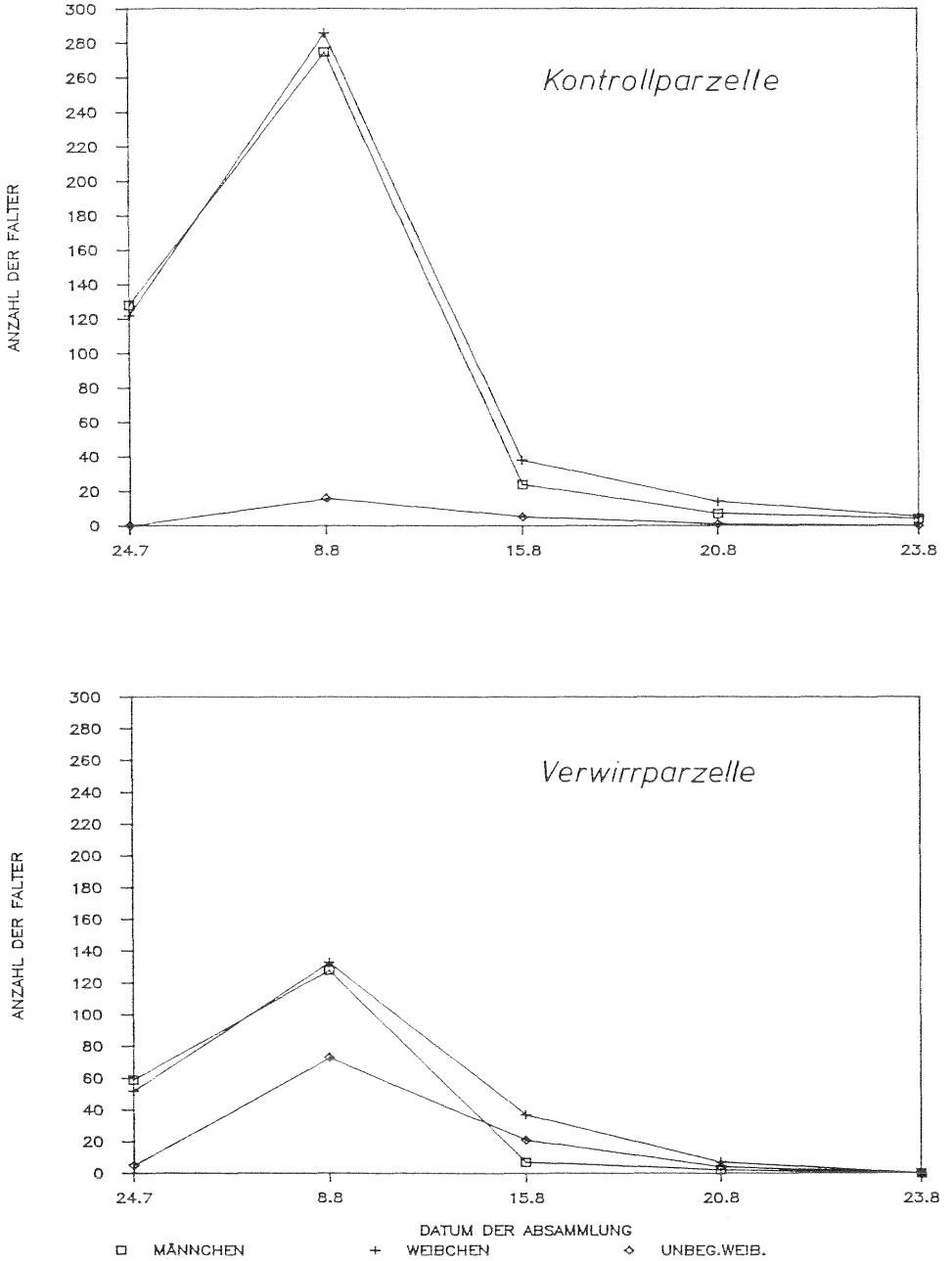


Abb.34: Anteil unbegatteter Weibchen im Beobachtungszeitraum 24.7. - 23.8.1985

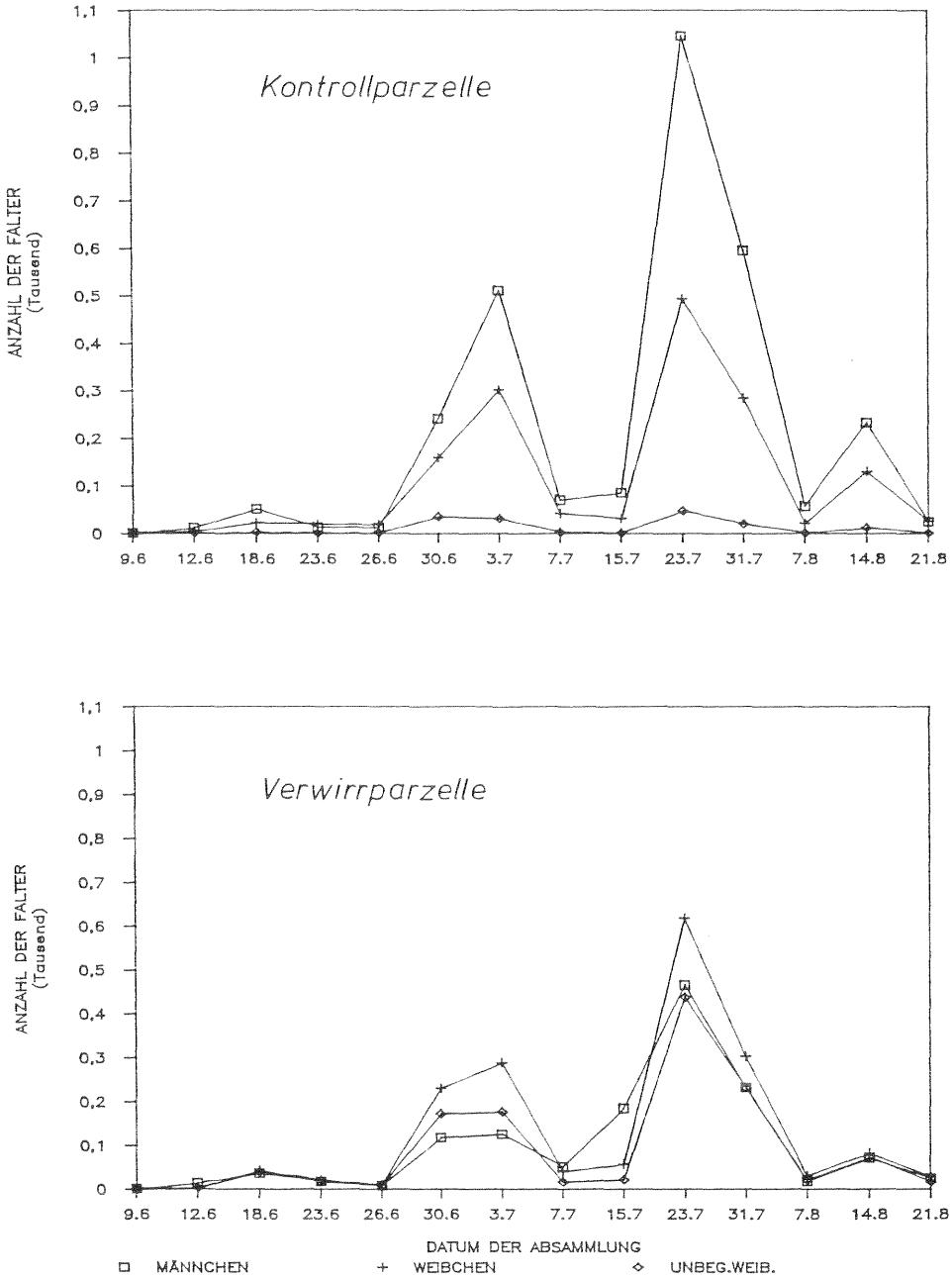


Abb.35: Anteil unbegatteter Weibchen während der Flugaktivitätsphase 1986.

4. Diskussion

Ziel der vorliegenden Dissertation war es, in Freilanduntersuchungen die Eignung der Verwirrungsmethode zur Bekämpfung des im Apfelanbau an Bedeutung gewinnenden Schädling *Synanthedon myopaeformis* zu erproben und geeignete Überprüfungsverfahren zu entwickeln. An der bis dahin wenig erforschten Art wurden zunächst Untersuchungen zur Biologie und Ökologie durchgeführt. Weiterhin stand die Beobachtung des Verhaltens der Imagines im Vordergrund. Ein Schwerpunkt lag hierbei auf der genauen Analyse des Werbe- und Kopulationsverhaltens, da beim Einsatz der Verwirrungsmethode zur Bekämpfung in dieses pheromongesteuerte Verhalten eingegriffen wird.

4.1 Biologie

4.1.1 Stadienzugehörigkeit

Zur Biologie des Apfelbaumglasflüglers liegen wenige Angaben vor. Dies ist darauf zurückzuführen, daß zum einen sich die Larven der direkten Beobachtung entziehen und zum anderen diese Art bis vor kurzem von geringer wirtschaftlicher Bedeutung war. In der vorliegenden Dissertation wurde daher versucht, dieses Gebiet zu durchleuchten. Wie viele holz- und rindenbewohnende Insektenarten hat auch *S. myopaeformis* eine lange Entwicklungsdauer. Mittels Kopfkapselmessungen konnten insgesamt sieben Larvenstadien festgestellt werden, in Übereinstimmung mit Angaben zu naheverwandten Sesienarten, wie *S. pictipes* (Cleveland et al 1968), *S. exitiosa* (Smith 1965) und *S. rhododendri* (Ayers 1966). Die Angabe über die Zahl der Larvenstadien für *S. tipuliformis* schwankt zwischen fünf (Yakimova 1968) und sieben (Brock et al 1964). Die anhand von Kopfkapselmessungen durchgeführten Zuordnungen erhalten ihre Aussagekraft erst durch Vermessung einer großen Anzahl von Larven, da besonders bei älteren Larven die Spannweite der Kopfkapselbreiten, die einem Stadium zugeordnet werden können, zunimmt. Hier kommt es häufig zu Überlappungen (Smith 1965), insbesondere wenn es sich um Larven aus unterschiedlichen natürlichen Habitaten handelt. Ebenso wie die Kopfkapselbreiten variieren auch die daraus berechneten Wachstumsindizes (Shaffer & Rock 1983).

Die von Dyar (1890) postulierte Konstanz der Wachstumsindices aufeinanderfolgender Larvenstadien berücksichtigt nicht die zwischen den Arten (Cole 1980)

sowie innerhalb einer Art (Beck 1950) bedingten Schwankungen. Eine Abnahme der Wachstumsindices nach der ersten Häutung konnten Gaines et al. (1935) und Bliss et al. (1954) beobachten. In eigenen Untersuchungen wurde für *S. myopaeformis* ein umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen den Wachstumsindices der aufeinanderfolgenden Larvenstadien und der Anzahl der Stadien ermittelt. Ähnliche Beobachtungen machten Gaines & Campell (1935), Gupy (1969), Goettel & Philogène (1979) und Archer et al (1980) an anderen Insektenarten. Bedingt durch die lange Eiablagezeit von 80 - 90 Tagen, sind bereits die frischgeschlüpften Eilarven von *S. myopaeformis* den sich ändernden Umweltbedingungen (insbesondere Tageslänge und Temperatur) zu unterschiedlichen Zeiten während des Individualalters ausgesetzt. Aus ex-ovo-Zuchten geschlüpfte Tiere durchliefen bei 22°C und Langtagbedingungen die Larvalentwicklung in weniger als 270 Tagen, während solche, die natürlichen Bedingungen ausgesetzt waren, bis zu diesem Zeitpunkt erst ein mittleres Larvenstadium erreicht hatten.

Neben dem direkten Einfluß abnehmender Tageslängen und Temperaturen wirkte sich auch das zum Vegetationsabschluß hin verschlechternde Nahrungsangebot negativ auf das Larvalwachstum aus. Durch die kumulierende Wirkung dieser Einzeleinflüsse waren die Kopfkapselbreiten der Stadien fünf bis sieben nicht mehr so deutlich voneinander verschieden, wie dies bei den jüngeren Stadien der Fall war. Es wurde daher versucht, weitere Parameter in die Beurteilung des Entwicklungsverlaufes einzubeziehen. Die Informationen konnten durch umfangreiche Wägungen und Messungen der Larven in den einzelnen Stadien erhalten werden.

Sowohl für das Gewicht als auch für die Körperlänge gelten die bei der Kopfkapselbreitenmessung erwähnten Einschränkungen. Eine Stadienzuordnung einzelner Individuen war weder alleine nach der Methode der Kopfkapselbreitenmessung (Caltagirone et al. 1983) noch alleine durch Ermittlung von Gewicht oder Körperlänge eindeutig möglich. Eine Klassifizierung mehrerer Individuen verschiedenen Alters, die zu einem Zeitpunkt im Freiland abgesammelt wurden, ließ sich hingegen mit zunehmender Individuenzahl hinreichend gut durchführen. Die anhand von Gewichts- oder Längenermittlung durchgeführte Klassifizierungen konnten nur als eine grobe Einteilungsmöglichkeit verstanden werden. So ließen sich unterschiedliche Zuchtansätze, die auf Freilandabsammlungen basierten, durch Gewichtsermittlung auf eine für das Larvenmaterial schonende Weise klassifizieren. Eine Einteilung in Larvenstadien nach festgelegten, einmal ermittelten Maßen erfaßt eine Population, die eine natürliche Variationsbreite bezüglich der Individualmaße aufweist, nur annähernd.

4.1.2 Apparenz der Stadien

Mit Hilfe der genannten Messungen an Tieren aus Freilandabsammlungen konnte die Stadienzugehörigkeit der Larven ermittelt werden. Von besonderem Interesse für Prognose und Entwicklung von Bekämpfungsverfahren war die Apparenz bzw. das zeitliche Auftreten bestimmter Stadien. Zu anderen Sesienarten lagen hierüber bereits Angaben vor, insbesondere zu *S. exitiosa*.

Nach Smith (1965) benötigte diese Art 30 - 40 Tage, um das sechste Larvenstadium zu erreichen. Dann wurde eine Entwicklungsverzögerung der juvenilen Phase durchlaufen. Nach Beendigung dieser Phase war nach weiteren 30 Tagen die Larvalentwicklung abgeschlossen. Ob es sich hierbei um eine echte Diapause handelte und welche Faktoren diese induzierten, gab der Autor nicht an.

S. pictipes-Larven durchliefen bei 26°C, 60 % relativer Feuchte und Dauerlicht die gesamte postembryonale Entwicklung in durchschnittlich 50,6 Tagen (Cleveland 1967). In eigenen Untersuchungen an *S. myopaeformis* zeigte sich ein ähnlicher Entwicklungsverlauf, wie er von Smith (1965) für *S. exitiosa* berichtet wurde. In Zuchten, ausgehend von im Labor abgelegten Eiern, wurde auch für *S. myopaeformis* nach Erreichen des sechsten Larvenstadiums ein drei bis vier Monate dauernder Entwicklungsstillstand beobachtet. Da aus Zuchten, die auf Larvenabsammlungen im September basierten, die ersten Falter schon im November schlüpfen, deutete dies bei *S. myopaeformis* eher auf eine Quieszenz als auf eine echte Diapause hin. Die Klärung dieser Frage war nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Diese Thematik sollte vielmehr im Rahmen physiologischer Untersuchungen erneut aufgegriffen werden.

Für mehrere Glasflüglerarten wurde von Engelhardt (1946) ein zweijähriger Entwicklungszyklus angenommen. Smith (1965) fand ausgewachsene Larven von *S. exitiosa* in Herbstabsammlungen und schloß daraus auf einen zweijährigen Entwicklungszyklus. Ebenso benötigte ein Teil der an Rhododendron lebenden Art *S. rhododendri* zwei Jahre zur vollständigen Entwicklung (Neal 1984). Zur Entwicklungsdauer von *S. myopaeformis* lagen eine Reihe von Angaben vor, die jedoch selten auf exakten Untersuchungen basierten. Dies galt auch für die russische Literatur, für die stellvertretend die Arbeiten von Baryakin (1967) und Baryakina (1971) hier zitiert seien. In der Rinde von Apfel- und Birnbäumen war bisher im mitteleuropäischen Raum für *S. myopaeformis* nur ein zweijähriger Entwicklungszyklus bekannt (Real & Balachowsky 1966). Nach Baryakin (1967) und Baryakina (1971) aber durchlief *S. myopaeformis* in Südrußland in einem Jahr die gesamte Entwicklung. In Südfrankreich konnten Audemard & Bezut (1972) so-

wohl ein- als auch zweijährige Entwicklungszyklen feststellen, wobei der zweijährige Zyklus überwog. In einem kleinen Käfigfreilandversuch wies Dickler (1977) auch für den Rhein-Neckar-Raum unter optimalen Bedingungen einen einjährigen Entwicklungszyklus nach. In Winterabsammlungen wurden *S. myopaeformis*-Larven in den Stadien drei bis sieben gefunden. Die Gegenwart des siebten Larvenstadiums bereits in September- und Oktoberabsammlungen ließ entweder auf eine für endophag lebende Arten sehr schnelle Entwicklungsdauer (90 Tage) oder einen zweijährigen Entwicklungszyklus schließen. Mehrere Faktoren, wie Beginn der Eiablage, Nahrungsqualität etc., bedingen für einen kleinen Teil der Population einen zweijährigen Entwicklungszyklus.

Für eine gezielte Bekämpfung, ob chemischer oder biotechnischer Art, besaß die vollständige Beantwortung dieser Frage jedoch nur einen geringen Stellenwert, da sich diese Verfahren im ersten Fall gegen die schlüpfenden Eilarven im zweiten Fall gegen die Falter richten.

4.1.3 Fertilität der Falter

Für *S. myopaeformis* konnte, wie für *S. pictipes* (Cleveland 1968) und *S. rhododendri* (Neal 1984) beschrieben, eine leichte Proterandrie bestätigt werden.

Die männliche Falter von *S. myopaeformis* erschienen früher (im Mittel 7,4 Tage) und besaßen mit 54,8 % einen höheren Anteil an der Population als weibliche Falter. Hiermit war gewährleistet, daß die weiblichen Falter zu einem hohen Prozentsatz begattet wurden.

Lediglich bei hohen Temperaturen und damit einhergehenden hohen Fangzahlen in Saftfallen wurden Weibchen gefangen, die mehrfach kopuliert hatten. Bei weniger als 1% der in Saftfallen gefangenen Weibchen wurden zwei Spermatophoren gefunden. Im Gegensatz dazu konnten in entsprechenden Versuchsanstellungen bei *S. exitiosa*-Weibchen Mehrfachkopulationen in hohem Maße nachgewiesen werden. Durch die Zahl der Kopulationen wurde die Fertilität der Weibchen nicht erhöht, unabhängig davon, ob sie von Männchen begattet wurden, die noch nicht oder von solchen, die bereits mehrfach kopuliert hatten (Smith 1970). Während Arten mit sehr kurzem Entwicklungszyklus (i.e. *Spodoptera littoralis* mit mehr als 1000 Eiern [Bishara 1934]) meist eine hohe Anzahl Eier ablegen, ist die Zahl abgelegter Eier bei Arten mit längerem Entwicklungszyklus (i.e. *Cydia pomonella*) vergleichsweise niedrig (Hilker 1986). Dies gilt umso mehr für Sesiidae mit bis zu zwei Jahren dauernden Entwicklungszyklen. Zwar produzierten *S. exitiosa*-Weibchen bis zu 515 Eier, von denen 332 abgelegt wurden (Smith 1965),

doch dürfte dies eine Ausnahme unter den beschriebenen Glasflüglerarten darstellen. Denn von insgesamt 235 produzierten Eiern legten *S. pictipes*-Weibchen im Durchschnitt nur 70 ab (Cleveland 1968), und bei meinen Untersuchungen wurden von den *S. myopaeformis*-Weibchen im Mittel $66,1 \pm 6,4$ Eier abgelegt. Der Anteil der im Abdomen verbliebenen Eier lag bei $179,3 \pm 5,6$. Ca. 60% der zur Ablage kommenden Eier (bei *S. exitiosa* sind dies 73%) wurden bereits am Tag der Kopulation abgelegt, der Rest während der dann noch 4 - 6 Tage dauernden Lebenszeit.

Die im Vergleich zu einigen anderen phytophagen Arten (Hilker 1986) verhältnismäßig geringe Fruchtbarkeit der Apfelbaumglasflüglerweibchen sowie einiger verwandter Glasflügler-Arten kennzeichnet *S. myopaeformis* ebenso wie die Tatsache, daß die Eier einzeln geschützt an Rindenschuppen, in Rindenrissen oder in Verwundungen abgelegt werden. Nach der in der theoretischen Ökologie üblichen Einteilung in r- und K-Strategen ist *S. myopaeformis* eindeutig letzteren zuzuordnen. Da die Eier bevorzugt an solchen Stellen abgelegt werden, die den Larven ein Einbohren in die Rinde erleichtern, könnte in natürlichen Habitaten, in denen weniger Holzverletzungen vorzufinden sind als in Erwerbsapfelanlagen üblich, ein übermäßiges Ansteigen der Populationsdichte durch die Umweltkapazität (i.e. das Angebot an geeigneten Eiablageorten) begrenzt sein.

4.2 Ökologie

4.2.1 Lebensweise der Larven

Die in der Familie der Sesiidae zusammengefaßten Arten sind alle Stamm-, Rinden-, Stengel- oder Wurzelbohrer von Bäumen, Sträuchern sowie Rebstöcken oder sie leben in Stengeln bzw. Wurzel von krautigen Pflanzen. Einige wenige Arten leben als inquiline Bohrer in Gallen von Bäumen und Sträuchern (Engelhardt 1946).

Durch Änderung der Anbautechnik wurde eine Massenvermehrung des Apfelbaumglasflüglers ausgelöst (Dickler 1976). Durch das Veredeln der Bäume auf schwachwachsende Unterlagen werden sehr niedrige Baumformen erzielt, die vom Boden aus gepflegt und beplückt werden können. Ab dem zweiten Standjahr werden als Folge der Veredlung an den Unterlagen sproßbürtige Adventivwurzeln gebildet, die jedoch in den Ansätzen steckenbleiben. Hierbei entsteht zum Holzkörper hin eine starke Schicht aus schwammigem, nichtlignifiziertem Gewebe, die den *S. myopaeformis*-Larven ausgezeichnete Fraß- und Entwicklungsmöglich-

keiten bietet (Dickler & Hofmann 1974). Zwischen der Anzahl der Adventivwurzelansätze an Apfelveredlungen und der Höhe der Veredlung besteht eine positive lineare Beziehung (Riedl et al. 1985). Die Höhe der Veredlungsstelle wirkte sich befallsfördernd aus (Dickler 1976). Während der Befall zunächst auf die Unterlage und hier den Bereich der Adventivwurzelansätze beschränkt blieb, schritt er mit zunehmendem Alter der Bäume über Rindenrisse und Kallusgewebe verschiedenen Ursprungs in höhere Bereiche fort. Dickler (1976) konnte eine Reihe von Ursachen ermitteln, die den Glasflüglerbefall begünstigten. In eigenen Untersuchungen an Spindelbusch- und Pillarbäumen im 16. Standjahr wurde als bevorzugter Fraßort der Larven der Veredlungsknoten ermittelt. Es fiel auf, daß diese Bereiche ausschließlich dann befallen waren, wenn sich Nectriainfektionen manifestiert hatten. Die Fraßflächen dehnten sich in dem Maße aus, in dem die Pilzinfektionen fortschritten. Beide Schaderreger können unversehrtes Rindengewebe befallen, bevorzugen aber eindeutig Verletzungen und Wundgewebe (Dickler 1986). Nach Swineburne (1975) können Nectriainfektionen über natürlich auftretende sowie über von tierischen Erregern oder künstlich geschaffene Eintrittspforten stattfinden. Wunden werden auch bei hohen Temperaturen erst nach Monaten von Kalluswülsten verschlossen. Da einerseits Pilzinfektionen erst nach Fertigstellung eines Periderms nicht mehr möglich sind (Krähmer 1978) und andererseits die Larven ausgezeichnete Lebensbedingungen in den vom Baum zur Abwehr gebildeten Kalluswucherungen finden, ist eine gegenseitige Beeinflussung und Förderung beider Organismen vorgegeben. In Resistenztests an 15 Apfelsorten erwies sich Cox Orange als stark anfällig für *N. galligena*. Nekrosen vergrößerten sich bei 12 geprüften Unterlagen am schnellsten an M 2, M 9 und M 26 (Krähmer 1978). In eigenen Untersuchungen wurde die Sorte Cox Orange als stark anfällig gegen *S. myopaeformis* ermittelt. In Abhängigkeit von der verwendeten Unterlage war der Befall bei der sonst nur schwach befallenen Sorte Golden Delicious dann am höchsten, wenn diese Sorte auf M 9 veredelt war. Dickler (1976) stellte in einer fünfjährigen Apfeldichtpflanzung Befallsunterschiede an der Unterlage (M 9) unterschiedlich stark wachsender Edelsorten fest. Da sich die Wüchsigkeit der Sorte auf den Umfang von Unterlage und Veredlungsstelle auswirkt, konnte nicht abschließend geklärt werden, ob die starkwachsende Edelsorte ein besseres Nährsubstrat darstellt oder ob hier vorhandene aromatische Inhaltsstoffe für den höheren Befall verantwortlich sind.

Bei der in USA verbreiteten Art *S. pictipes*, die Schäden an Pfirsich verursacht, wies Swift (1986) nach, daß künstlich gesetzte Wunden zu einem viel höheren Prozentsatz von Larven befallen wurden, wenn sie zuvor von Cytosporakrebs infiziert waren. Er schloß daraus, daß Wunden durch die Infektion ein geeigneteres Eiablagesubstrat darstellen und den Larven das Einbohren erleichtern. Für die ebenfalls an Pfirsich lebende Art *S. exitiosa* konnten Extrakte aus Rinde sowie aus Larvenkot als Eiablagestimulans nachgewiesen werden (Gentry 1982), so daß bereits befallene Bereiche am Baum auf eiablegende Weibchen dieser Art besonders attraktiv wirken.

Krebswunden bieten sowohl *S. pictipes*- als auch *S. myopaeformis*-Larven gute Ernährungs- und Entwicklungsbedingungen. Ob möglicherweise auch bei diesen beiden Arten bereits die Eiablage über ähnliche Mechanismen geregelt wird, wie dies für *S. exitiosa* nachgewiesen wurden, wäre in separaten Untersuchungen zu klären.

4.2.2 Antagonisten

Aufgrund der einseitigen Förderung des Apfelbaumglasflüglers durch verschiedene Kulturmaßnahmen (4.2.1) war es von besonderem Interesse, die Bedeutung der Antagonisten bei seiner Regulation zu untersuchen.

4.2.2.1 Auftreten der Parasiten

Es konnten insgesamt zehn Parasitenarten aus den Hymenopterenfamilien Ichneumonidae und Braconidae sowie der Dipterenfamilie Tachinidae nachgewiesen werden. Von anderen Autoren wurden nur wenige Angaben über *S. myopaeformis*-Parasiten gemacht. So wiesen Dirmanov et al. (1969) Tachinidae als Parasiten von *Synanthedon*-Arten nach. Schnaider (1976) fand *Leskia aurea* als Parasit der an Erle und Birke lebenden Glasflüglerart *S. speciformis*. *Macrocentrus sp.* konnte von Felt (1915) aus *S. rhododendri* gezogen werden. Lediglich Engelhardt (1946) berichtete über beträchtliche Parasitierungsgrade durch Ichneumonidae, die bei *S. rhododendri* 50% überstiegen. Gottwald (1981) führte als einen Mortalitätsfaktor der untersuchten Population von *S. myopaeformis* die Parasitierung von Puppen auf. In dreijährigen Untersuchungen lag der Prozentsatz der parasitierten Puppen mit Werten von 0,8% bis 2,2% doch sehr niedrig.

4.2.2.2 Charakterisierung der Parasiten

Die ermittelten Parasiten waren nur zu einem sehr geringen Prozentsatz wirtsspezifisch. Nur bei der Braconidae *Macrocentrus marginator* (Nees) handelte es sich um einen charakteristischen Sesienparasit. Alle anderen Arten verfügen über ein weites Wirtsspektrum.

Bei den von mir aus *S. myopaeformis* gezogenen Arten handelte es sich in erster Linie um Primärparasiten. In einem Fall konnte die Ichneumonidae *Gelis sp.* aus einem Kokon von *Apanteles sp.*, der an einer Glasflüglerlarve gefunden wurde, gezogen werden. Für *Gelis*-Arten ist ein fakultativ hyperparasitisches Verhalten bekannt (Haesselbarth, pers. Mitt.). Bei der Braconidae *Macrocentrus marginator* ist Polyembryomie typisch, während es sich bei *Bracon sp.* um einen Gregärparasiten handelt. Neben tierischen Parasiten wurden auch pilzliche (Krankheitserreger) gefunden. Sie traten jedoch nur zu einem geringen Prozentsatz auf und verfügten zudem über ein sehr weites Wirtsspektrum.

4.2.2.3 Einfluß von Pflanzenschutzmaßnahmen auf die Parasitierung

Wie bei der verwandten Art *S. rhododendri* werden auch bei *S. myopaeformis* durch praxisübliche Pflanzenschutzmaßnahmen die Eiablagestellen nicht erreicht. Am Rhododendron werden diese durch eine dichte Krone verdeckt (Neal 1984). Die in Apfelanlagen üblichen Pflanzenschutzmaßnahmen, insbesondere Insektizidbehandlungen gegen Wicklerarten, sind in den Kronenbereich gerichtet und somit nicht zur Unterdrückung der Glasflüglerlarven geeignet (Dickler 1986). Während auch die Imagines kaum durch die insektiziden Maßnahmen zu dezimieren waren (pers. Beob.), wurden jedoch parasitische Hymenoptera und Diptera fast vollständig ausgeschaltet. In unterschiedlich intensiv behandelten Anlagen konnte eine enge Beziehung zwischen Intensität der Pflanzenschutzmaßnahmen und dem relativen Anteil parasitierter Larven nachgewiesen werden. In Anlagen mit jährlich zwölf und mehr Pflanzenschutzmaßnahmen war der Parasitierungsgrad verständlicherweise am niedrigsten. In diesen Untersuchungen konnte in einer über mehrere Jahre nicht behandelten Apfelanlage ein Anstieg des Parasitierungsgrades um den Faktor sechs im Vergleich zu intensiv geführten Anlagen nachgewiesen werden. Insgesamt betrachtet, lagen jedoch auch in weitgehend ungestörten Anlagen die Parasitierungswerte der Apfelbaumglasflüglerpopulation mit wenigen Prozent sehr niedrig, so daß den Parasiten kaum eine regulierende Bedeutung beigemessen werden kann.

4.3 Ethologie

4.3.1 Verhaltensbeobachtungen

Die weiblichen Falter kopulieren gewöhnlich bereits am Tag des Schlupfes und beginnen mit der Eiablage. Für die verwandte Glasflüglerart *S. exitiosa* konnte nachgewiesen werden, daß sowohl Schlupf als auch Pheromonabgabe mit dem Lichtzyklus synchronisiert sind (Jacklin & Yonce 1969). Barry & Nielsen (1984) stellten zusätzlich dazu eine enge Beziehung zwischen Schlupf, Pheromonabgabe und Tageszeit fest. In Freilandbeobachtungen konnte dies auch für *S. myopaeformis* bestätigt werden. Schlupf und Pheromonabgabe fanden in Abhängigkeit von den Lichtverhältnissen nur zu bestimmten Zeiten des Tages statt.

Dabei scheint die Fähigkeit der Glasflüglerweibchen, über mehrere Tage attraktiv zu bleiben, den Kopulations- und somit den Fortpflanzungserfolg zu erhöhen. Weitere Verhaltenselemente, wie die relativ geringe Störanfälligkeit und die Ortsstreuung, der Weibchen während der Pheromonabgabe trugen ebenfalls zur Erhöhung des Kopulationserfolges bei, denn stationäre Pheromonquellen sind leichter zu lokalisieren. Weibliche *S. myopaeformis*-Falter unterbrachen auch nach erfolglos verlaufenen Kopulationsversuchen eines Männchens den Lockvorgang nur in Ausnahmefällen.

Die männlichen Falter reagieren negativ anemotaktisch, d. h., sie flogen gegen den Wind (Luftstrom) auf die Pheromonquelle zu. Mit der Annäherung an das Weibchen nahm die Fluggeschwindigkeit ab. Farkas et al. (1974) und Colwell (1978) konnten bei zunehmender Pheromonkonzentration eine abnehmende Fluggeschwindigkeit für *Pectinophora gossypiella* nachweisen. Visuelle Orientierung und Pheromonkonzentration schienen hierbei zusammenzuwirken. In eigenen Untersuchungen an *S. myopaeformis*-Männchen war zu erkennen, daß nur lockende Weibchen von den Männchen wahrgenommen wurden. Der rote Abdominalring des Weibchens dient als Orientierungsmarke. Im Gegensatz zu Beobachtungen bei *S. rhododendri* (Neal 1984) landeten *S. myopaeformis*-Männchen beim Anflug eines lockenden Weibchens in keinem Fall in dessen Nähe, sondern näherten sich fliegend bis auf wenige Zentimeter, um nach mehrmaligem Vor- und Zurückschweben Kopulationsversuche durchzuführen. Nur wenn das Männchen bei seinen Kopulationsversuchen mit den Vorderextremitäten den Bereich des roten Abdominalringes traf, gelang ein sofortiges Umklammern des weiblichen Ovipositors mit den Valven. Wurde dieser Bereich verfehlt, scheiterte der Kopulationsversuch. In weniger

als 30% der analysierten Verhaltenssequenzen war die angestrebte Kopulation im ersten Versuch erfolgreich. Neal (1984) erkannte im Gegensatz dazu bei *S. rhododendri*- Männchen in den bis zu sechsmal wiederholten "precopulatory strikes" vor der Kopulation eine Steigerung des Kopulationserfolges, da nach seiner Meinung die hierdurch aufgeschreckten Weibchen erst bei ihrer Rückkehr zur Wirtspflanze vom kopulationsbereiten Männchen wahrgenommen wurden.

Aus Einzelbildanalysen des aufgezeichneten Werbe- und Kopulationsverhaltens ging hervor, daß sich die *S. myopaeformis*-Männchen im Nahbereich Kopf-an-Kopf mit dem Weibchen orientieren und währenddessen zunächst ober- und unterhalb des Weibchens schwebten. Dieses Verhalten ist dazu geeignet, visuelle Stimuli wahrzunehmen. Während dieses sehr kurzzeitigen Orientierens nahm das Männchen die für die Kopulation geeignete Position ein. Männchen, die in der Nähe synthetischer Pheromonquellen beobachtet wurden, zeigten dieses Verhalten nicht (4.3.2.1). Weder durch Pheromonquellen allein, noch durch nicht lockende Weibchen konnten Kopulationsversuche ausgelöst werden.

Haynes & Birch (1984) stellten in Übereinstimmung damit auch bei *Platyptilia carduidactyla* (artichoke plum moth) fest, daß das artspezifische Pheromon zwar eine wichtige Rolle beim Kopulationsverhalten spielt, Kopulationsversuche an einer synthetischen Pheromonquelle jedoch nur in Gegenwart eines Weibchenmodells ausgeführt werden. Auch bei *Grapholita molesta* erhöht die Gegenwart eines Weibchen-Modells die Häufigkeit des "hairpencil displays" (Baker & Cardé 1979). Zunehmende Pheromonkonzentrationen allein, können im Gegensatz zu der natürlichen Kombination chemischer, visueller und taktiler Reize die dem Werbeverhalten nachfolgenden Schritte nicht auslösen. Sind visuelle und taktile Stimuli dagegen nahe einer Pheromonquelle lokalisiert, so beeinflussen sie das Verhalten männlicher Falter (Haynes & Birch 1984). Diese Beobachtungen wurden nahezu ausschließlich an dämmerungs- bzw. nachtaktiven Arten gemacht. Beim Werbe- und Kopulationsverhalten der auffällig gefärbten Imagines von *S. myopaeformis* kam dem visuellen Reiz im Nahbereich, wie dies durch Einzelbildanalysen nachgewiesen werden konnte, eine besondere Bedeutung zu. In Untersuchungen zur Attraktivität verschiedenfarbiger Pheromonfallen konnten in zwei aufeinanderfolgenden Jahren signifikant mehr Falter in schwarz-rot gefärbten Fallen gefangen werden. Ähnliche Ergebnisse erzielten Childeren et al. (1979) bei der verwandten Glasflüglerart *S. exitiosa*. Schwarzrot gefärbte Fallen fingen dann signifikant mehr Falter, wenn der Schwarzanteil des Fallenkörpers mindestens 50% betrug, während für die Sesiidae *Podosesia syringae* schwarze, braune oder rote Farben attraktiver waren (Timmons & Potter 1981).

Wie aus Untersuchungen von Bernhard (1978) an 10 Lepidoptera-Arten hervorging, konnte für eine ganze Reihe dieser Arten ein rot-absorbierendes Pigment nachgewiesen werden. Roten, orangenen bzw. gelben Markierungen an Lepidoptera dürfte daher außer des Warneffektes für Predatoren eine außerordentliche Bedeutung bei der Kommunikation innerhalb der Art zukommen.

4.3.2 Verhaltensreaktionen in Verwirrparzellen

Verhaltensbeobachtungen an *S. myopaeformis*-Imagines lieferten Kenntnisse über den genauen Ablauf des Werbe- und Kopulationsverhaltens, also jenes Verhaltensabschnittes, der beim Einsatz der Verwirrungsmethode als biotechnische Bekämpfungsmaßnahme (3.4.2) gestört bzw. unterbrochen werden soll.

Weibliche Falter zeigten sich in der Verwirrparzelle bei der Pheromonabgabe als wenig ortstreu. Sie wechselten während der 60-minütigen Beobachtungsdauer nach kurzen Lockphasen bis zu fünfmal auf andere Plätze. Für *Choristoneura fumiferana* konnte Sanders (1986) nachweisen, daß die weiblichen Falter ihr eigenes Pheromon wahrnehmen können. In Gegenwart hoher Pheromonkonzentrationen zeichneten sie sich durch erhöhte Flugaktivität aus. Dies verstärkte den Verwirrungseffekt bei einer Pheromonbehandlung, da fliegende weibliche Falter nicht in der Lage waren zu kopulieren.

Die von mir bei *S. myopaeformis*-Weibchen beobachtete, durch synthetische Pheromone ausgelöste Verhaltensänderung dürfte zusätzlich zur Männchenverwirrung Partnerfindung und Kopulation erschweren.

Männchen zeigten ein deutlich modifiziertes Verhalten. Das Landen in unmittelbarer Nähe lockender Weibchen läßt sich durch die Verwirrungswirkung der synthetischen Pheromone erklären. Ähnliche Beobachtungen konnten in der unbehandelten Kontrollparzelle in keinem Fall gemacht werden. Während stundenlanger Beobachtungen an mehreren sonnigen Tagen in der Verwirrparzelle war es den Männchen nicht möglich, das Weibchen zu lokalisieren. Dies läßt vermuten, daß die bei den Spermatophorenzählungen gefundenen begatteten Weibchen zu einem hohen Prozentsatz aus der unbehandelten Parzelle zugeflogen sein müssen.

Diese Frage wird unter 4.4.2.3 diskutiert. Männchen, die beim Umfliegen von Dispensern beobachtet wurden, konnten diese ebenfalls nicht lokalisieren.

Für verschiedene Arten konnte nachgewiesen werden (Sanders 1986), daß die Verwirrungswirkung dann am effektivsten ist, wenn die Faltermännchen durch synthetische Quellen hoher Ladung auf falsche Spuren gelenkt werden (false-trail following, Bartell 1982). Ein Maskieren der Pheromonwolke lockender Weibchen

durch die gleiche Menge freigesetzten Pheromons aus zahlreichen, jedoch schwächeren synthetischen Quellen zeigte sich als weniger wirkungsvoll. Falsch gelenkte Männchen konnten auch beim Umfliegen von Pheromondispensern beobachtet werden (Hagstrum & Davis 1982).

Durch die Verwirrungsmethode kann die Kopulation und somit die Fortpflanzung der Art nicht vollständig unterbunden (Mc Laughlin 1976), sondern nur deren Rate gesenkt werden. Verhaltensbeobachtungen bei den verwandten Glasflüglerarten *S. pictipes* und *S. exitiosa* von Snow et al. (1985) ergaben, daß das Verhalten der Weibchen beider Arten, die in der Verwirrparzelle mit gestutzten Flügeln zur Kopulation ausgesetzt waren, von den Pheromonen unbeeinflusst blieb. Das Anfliegen von Pheromondispensern durch *S. exitiosa*-Männchen deuteten sie ebenso als normales, von den Pheromonen unbeeinflusstes Verhalten. In der mit Pheromon behandelten Fläche ließen sich jedoch, ungeachtet dieser Interpretation, eine hohe Verwirrungswirkung nachweisen.

4.3.3 Faktoren, die die Pheromonorientierung beeinflussen

Werden Pheromone zur Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode oder zur Flugbeobachtung eingesetzt, so ist hierbei von wesentlicher Bedeutung, daß sie in der Höhe ausgebracht werden, in der reagierende Männchen bevorzugt fliegen (Mc Laughlin 1976 Yonce et al. 1976, Mc Nally et al. 1981). Während *S. pictipes*-Männchen am häufigsten in Pheromonfallen gefangen wurden, die in der oberen Hälfte von Pfirsichbäumen (in ca. 3 m Höhe) hingen, zeigten sich Pheromonfallen, die ca. 0,3 m hoch angebracht waren, am attraktivsten für *S. exitiosa*-Männchen. Für beide Arten stimmte die bevorzugte Flughöhe bzw. der bevorzugte Pheromonwahrnehmungsbereich in bezug zur Baumhöhe mit den bevorzugten Eiablagebereichen überein. Ebenso war die Verwirrungswirkung dann am besten, wenn die Pheromondispenser in den entsprechenden Baumbereichen ausgebracht waren (Mc Laughlin et al. 1976).

Für *S. myopaeformis* stellte die Veredlungsstelle (3.2.1) den Bereich bevorzugter Eiablage sowie größter Larvendichte dar, während sich die sexuell aktiven Imagines hauptsächlich im mittleren Kronenbereich aufhielten. Abweichend von den beiden an Pfirsich lebenden Arten, wurden die meisten Falter in 1,20 m hoch angebrachten Pheromonfallen gefangen. Solche Fallen, die im Bereich der Veredlungsstelle angebracht waren, fingen signifikant weniger Falter. Auch die in den USA an Apfel vorkommende Glasflüglerart *S. scitula* flog am häufigsten Pheromonfallen in 1,20 m Höhe an.

Apfelwicklermännchen wurden häufiger in 3,50 m Höhe gefangen als in 1,50 m und 2,50 m (Mani et al. 1978). *Spodoptera litura* flog bevorzugt Pheromonfallen in 2 m Höhe an (Krishnananda & Satyanarayana 1985).

Für *S. myopaeformis* konnte somit der Nachweis erbracht werden, daß die Falter am häufigsten in den Bereichen des Baumes auf synthetische Pheromonquellen reagierten, in denen auch lockende Weibchen sowie kopulierende Paare bevorzugt zu beobachten waren.

4.4 Bekämpfung

In modernen Apfelanlagen konnte Dickler (1976) eine Reihe von Ursachen ermitteln, die den Apfelbaumglasflüglerbefall fördern. Eine Unterdrückung des Befalls kann durch geänderte Kulturmaßnahmen erfolgen, die jedoch aus betriebswirtschaftlichen und/oder arbeitstechnischen Gründen meist nicht durchführbar sind, wie z.B. der Verzicht auf die befallsfördernde Apfelunterlage M 9.

4.4.1 Bekämpfung mit chemischen Insektiziden

Die Bekämpfung mit chemischen Insektiziden bereitet nicht wegen der Wirksamkeit der eingesetzten Produkte Probleme. Vielmehr ist die im Erwerbsobstbau übliche Applikationstechnik nicht geeignet, die Raupen zu erreichen. Da ähnlich hohe Wasseraufwandmengen wie bei einer Blutlausbekämpfung notwendig sind, muß eine spezielle Form der Ausbringung gewählt werden. Organische Phosphorsäureester (Baryakina 1971, Ciglar & Masten 1979, Audemard & Monnet 1984, Lozvia & Daolio 1984) und Pyrethroide (Blaser & Charmillot 1984) zeigten sich als gut wirksam. In der Literatur wird auch über die Wirksamkeit von Cyclodienderivaten (van Frankenhuyzen 1979, Gottwald 1981) berichtet.

Bei jungen Bäumen ist eine Bekämpfung durch gezielte Punktbehandlung der Befallsstellen im Unterlagenbereich mit einem Spezialspritzgestänge möglich (Dickler 1977, van Frankenhuyzen & Wijnen 1979, Audemard & Monnet 1984). Larven, die sich im Baumgerüst bzw. im Kronenbereich eingebohrt haben, können durch Spritzbrühe wegen der notwendigen hohen Wasseraufwandmengen nicht wirtschaftlich bekämpft werden (Dickler 1986). Ebenso verbietet sich unter dem Aspekt eines nützlingsschonenden Pflanzenschutzes eine Behandlung des Kronenbereiches mit überkonzentrierten, breitenwirksamen Insektiziden.

Die Behandlung von Schnittflächen mit Wundverschlußmitteln wird von mehreren Autoren empfohlen (Baggiolini & Antonin 1976, Dickler 1977, Ciglar & Masten

1979, Audemard & Monnet 1984), da diese gegen *Nectria galligena*-Infektionen gerichtete Maßnahme eine indirekte Unterdrückung des Glasflüglers zur Folge hat.

Der Massenfang von Faltern mit Saft- bzw. Pheromonfallen hat sich als nicht ausreichend erwiesen und kann bestenfalls als ergänzende Maßnahme angesehen werden (Ciglar & Masten 1977, Lozzia & Daolio 1984). Saftfallen sind zwar sehr fängig, doch locken sie auch viele nützliche Insekten an, so daß ein massenhaftes "Wegfangen" des Zielorganismus' aufgrund der Nebenfänge nicht vertretbar scheint. Pheromonfallen wirken im Gegensatz dazu sehr spezifisch. Da ihre populationsreduzierende Wirkung beim Sesienfang jedoch nach Audemard & Monnet (1984) nur bei ca. 20% liegt, dürfte auch mit Pheromonfallen ein "Leerfangen" ganzer Anlagen nicht möglich sein.

Schließlich wirkt sich eine gezielte Bekämpfung auch auf die Antagonisten, insbesondere auf die Hymenoptera und Diptera, die die Larven parasitieren, verheerend aus.

In diesen Untersuchungen konnte in jungen, zu Versuchsbeginn noch schwach befallenen Anlagen, durch gezielte Behandlung der Stammbasis mit Decis^R, eine Befallsminderung von 90% erreicht werden. Zur Ermittlung der Bekämpfungstermine dienten Pheromonfallen. Die günstigsten Termine liegen bei zweimaliger Applikation kurz nach Flugbeginn und zum Zeitpunkt des Hauptschlupfes der Eilarven. Bekämpfungen außerhalb der Flugzeit, die dann gegen die bereits eingebohrten Larven gerichtet sind, werden von Audemard & Monnet (1984) und Blaser & Charmillot (1978) für Herbst und Frühjahr empfohlen. Van Frankenhuyzen & Jansen (1978) erzielten vergleichbare Ergebnisse bei Bekämpfungsmaßnahmen während der Flugzeit bzw. im Herbst und Frühjahr.

Aus allen europäischen Gebieten, in denen der Apfelbaumglasflügler auftritt (Lagunov 1979), liegen Berichte zu dessen Bekämpfung vor (Mikulas 1973, Perez & Esteruelas 1973, Ciglar & Masten 1977, Vanwetswinkel 1979, Gottwald 1981, Ulu et al. 1983, Lozzia & Daolio 1984). Bekämpfungserfolge sind jedoch nur in Junganlagen möglich (Dickler 1986). Sind mit zunehmendem Alter der Bäume weitere Bereiche außer Wurzelhals und Stamm befallen, müssen zusätzliche, zum Teil sehr arbeitsintensive Maßnahmen wie Ausschneiden von Befallsstellen und anschließendem Wundverschluß (Ciglar & Masten 1977, Gottwald 1981, Audemard & Monnet 1984) durchgeführt werden. Nur das Entfernen stark befallener Äste bzw. ganzer Bäume aus der Anlage kann bei sehr hohem Befall noch zu einer Befalls-minderung führen.

4.4.2 Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode

Wie unter 4.4.1 ausgeführt wurde, ist eine Bekämpfung durch chemische Insektizide bzw. durch Kulturmaßnahmen schwierig oder unterbleibt aus den genannten Gründen. Es war daher naheliegend, andere Wege zur Unterdrückung der Glasflüglerpopulation einzuschlagen. Hierzu bot sich wegen der Verfügbarkeit des Pheromons die Verwirrungsmethode an. Erste Bekämpfungsversuche unternahm Voerman et al. (1983). Sie führten die Mißerfolge hierbei auf unzureichende Köderformulierungen zurück.

In Dossenheim wurden 1983 Untersuchungen eingeleitet, die während vier aufeinanderfolgender Jahre in einer 7 ha großen Vollertragsanlage erprobt wurden. Nach zweimaliger Anwendung der Verwirrungsmethode war noch keine zufriedenstellende Wirkung feststellbar. Dies könnte durch verschiedenen Ursachen bedingt sein, wie:

- 1.) dem extrem hohen Befall in der Anlage,
- 2.) der langen Entwicklungsdauer der Larven,
- 3.) daß nicht bekannt war, ob die verfügbare Methode überhaupt für diese tagaktive Art geeignet war.

Aus diesen Gründen sind die Untersuchungen, die im Rahmen dieser Dissertation durchgeführt wurden, aufgenommen worden. Die Erfolgsmessung bei der Apfelbaumglasflüglerbekämpfung mittels Verwirrungsmethode ist wesentlich schwieriger als bei fruchtzerstörenden Lepidoptera wie Apfelwickler (Charmillot & Baggioni 1975) und Traubenwickler (Vogt 1986). Dies kann nur durch die gleichzeitige Anwendung mehrerer Bonitierungsverfahren überwunden werden. Aussagekraft und Bedeutung der angewandten Verfahren werden im folgenden erörtert.

4.4.2.1 Verwirrungsgrad

Da in Anlagen, die mit synthetischem Pheromon überflutet sind, die konfusen Faltermännchen auch im Auffinden von Pheromonfallen beeinträchtigt werden, bot es sich an, diese einfache Methode auch bei *S. myopaeformis* zu erproben. Mit Werten zwischen 99% und 100% wurden extrem hohe Verwirrungsgrade ermittelt, die jedoch in keiner Relation zu den Ergebnissen standen, welche mit anderen Bonitierungsverfahren ermittelt wurden.

4.4.2.2 Befallskontrollen

Der Larvenfraß läßt sich an der lebenden Wirtspflanze durch das nach außen abgegebene Bohrmehl erkennen. Zur Ermittlung des Befalls war daher ein Auszählen der Bohrmehlstellen naheliegend. Diese Maßnahme beschränkte sich auf die Veredlungsstellen, da einerseits hier der Hauptbefall lokalisiert werden konnte, andererseits ein quantitatives Auszählen im belaubten Kronenbereich auf große Schwierigkeiten stoßen muß.

Die Hälfte der stark befallenen, isoliert liegenden Apfelanlage wurde als unbehandelte Kontrolle belassen, während in der anderen, südlich liegenden Hälfte aufgrund der Hauptwindrichtung aus Südwest (Abb. 1) eine Behandlung erfolgen konnte, ohne daß eine wesentliche Pheromonverwehung in Richtung der unbehandelten Kontrollfläche befürchtet werden mußte. Es bestand deshalb die Möglichkeit auch unbehandelte Bäume zu bonitieren. Dies war um so mehr notwendig, als bei Apfelbaumglasflüglerbefall keine allgemeingültigen Schadensschwellen vorliegen. Die Wahl der Vergleichsbäume erfolgte zufällig, jedoch unter Berücksichtigung solcher Sorten, die in beiden Parzellen angepflanzt waren.

Da die Befallsunterschiede, die 1983 und 1984 nachgewiesen werden konnten, nicht zufriedenstellend waren, wurden ab 1985 neben der erwähnten Methode zur Befallskontrolle weitere Überprüfungsmethoden herangezogen.

1985 und 1986 konnten bei den Sorten Cox Orange und Jonagold durch Zählung von Bohrmehlstellen signifikante Befallsunterschiede nachgewiesen werden. Lediglich bei der schwach befallenen Sorte Golden Delicious unterschieden sich die Befallswerte in >Behandelt< und >Unbehandelt< statistisch nicht voneinander. Diese aussagekräftigen Ergebnisse wurden während der gesamten Vegetationsperiode ermittelt, so daß ein eventuell sortenabhängiger Entwicklungszustand der Larven in seiner Bedeutung zurückgedrängt werden konnte. Die hierdurch erhaltenen, niedrigeren Absolutwerte in allen Versuchsgliedern sind auf den Jahresrhythmus der Fraßaktivität der Larven zurückzuführen.

Insbesondere zu Zeiten hoher Fraßaktivität, d.h. großer Mengen nach außen abgegebenen Bohrmehls, ist das Erkennen definierter Bohrmehlstellen erschwert. Ebenso können starke Regenfälle das an der Rinde haftende Bohrmehl abwaschen. Um beide Unsicherheitsfaktoren auszuschließen, wurden parallel dazu die in den Schlupföffnungen haftenden leeren Puppenhüllen zur Beurteilung der Befallsminderung herangezogen. In Übereinstimmung mit der ersten Methode zeigten sich nur für Cox Orange und Jonagold signifikante Unterschiede. Beide Methoden lie-

ferten jedoch nicht übereinstimmende Absolutwerte. Ebenso muß davon ausgegangen werden, daß nicht alle Puppenhüllen in den Schlupföffnungen haften blieben. Die zweifellos genaueste Aussage über die populationsregulierende Wirkung der Verwirrungsmethode war durch das Herauspräparieren der Larven aus gerodeten Bäumen der Verwirr- und Kontrollparzelle möglich. Dieses Verfahren ist jedoch sehr zeitaufwendig und von der Verfügbarkeit der Bäume abhängig. Es konnte daher auch nur an der stark befallenen Sorte Cox Orange durchgeführt werden. Die nachgewiesene Befallsminderung war als gut zu bezeichnen. Sie lag zwischen den durch die beiden erstgenannten Methoden ermittelten Werten. Trotz hoher Larvendichte von 18,3 Tieren pro Veredlungsstelle konnte durch die Verwirrungsmethode der Befall auf 2,1 Tiere pro Veredlungsstelle gesenkt werden.

Diese Untersuchungen haben ergeben, daß die Werte, die beim Zählen der Bohrmehlstellen ermittelt wurden, nicht mit der tatsächlichen Larvendichte übereinstimmten. So konnte in beiden Jahren weniger als 43% der durch quantitativen Larvenpräparation ermittelten Anzahl nachgewiesen werden (Stüber & Dickler 1987). In der Kontrollparzelle wurden - bedingt durch die hier vorliegende hohe Populationsdichte und den damit einhergehenden Schwierigkeiten beim Erkennen der einzelnen Bohrmehlstellen sowie der Tatsache, daß witterungsbedingte Einflüsse nicht auszuschließen waren - lediglich 17,5% der hier auftretenden Population erkannt und nachgewiesen. Ausgehend von der Annahme, daß Tiere, die im Februar das vierte oder ein höheres Stadium erreicht hatten, in diesem Sommer schlüpften, wurde dieser Teil der Population mit dem durch Puppenhüllenzählung ermittelten verglichen. Dabei zeigte sich, daß in beiden Jahren zwischen 13% und 25% (Stüber & Dickler 1987) des erwarteten Schlupfes nachweisbar war.

Die Methode der quantitativen Larvenpräparation zeigte deutlich die Nachteile der anderen Verfahren auf. Beide Bezugsgrößen, Bohrmehlstellen und Puppenhüllen, sind witterungsbedingten Veränderungen unterworfen. Außerdem sind Bohrmehlstellen nur bei Vorhandensein von älteren Larven deutlich zu erkennen.

Eine Korrelation zwischen der tatsächlichen Larvendichte und der Anzahl Bohrmehlstellen bzw. der Anzahl Puppenhüllen ließ sich nicht aufzeigen.

Somit kann weder die Methode der Bohrmehlstellenzählung noch die der Puppenhüllenzählung zur Erfassung der absoluten Larvendichte herangezogen werden.

Dennoch hat sich in den Untersuchungen gezeigt, daß beide Verfahren zu Beurteilungswerten führten, die mit den der anderen Überprüfungsmethoden zumindest qualitativ vergleichbar waren.

In Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen war es Yonce (1981) und Snow et al. (1985) möglich, mit Hilfe der Verwirrungsmethode und des gleichen Pheromons (Z,Z)-3,13-ODDA (Tumlinson et al. 1974), die an Pfirsich lebende Glasflüglerart *S. exitiosa* erfolgreich zu bekämpfen. Sie führten den Erfolg der Behandlung auf hohe Pheromonmengen bzw. auf genügend hohe Abgaberaten zurück. Das genannte Pheromon wurde von Gentry et al. (1984) und von Snow et al. (1985) auch zur Verwirrung von *S. pictipes* erprobt und zeigte dabei keine ausreichende Wirkung. Gentry & Snow (1985) wiesen nach, daß lediglich mit (E,Z)-3,13- ODDA, dem für diese ebenfalls an Pfirsich lebenden Art nachgewiesene Isomerengemisch, Pheromonfallenfänge reduziert werden konnten.

Für *S. myopaeformis* konnte durch Pheromoneinsatz eine Befallsminderung erzielt werden, die an der stark befallenen Sorte Cox Orange in zwei aufeinanderfolgenden Jahren bei ca. 80% , an den weniger stark befallenen Sorten allerdings etwas niedriger lag.

Für einen rindenbewohnenden Schädling, der durch sortenbedingte Anfälligkeit der Wirtspflanzen gegen *Nectria galligena* gefördert werden kann, bieten die ermittelten Reduktionswerte gute Voraussetzungen zur Begrenzung der durch ihn verursachten Schäden. Wird diese nicht chemische Bekämpfungsmethode bereits im dritten oder vierten Standjahr und nicht wie in der vorliegenden Untersuchung erst im 12. Standjahr der Bäume eingesetzt, so kann eine verbleibende niedrige Glasflüglerpopulation im Rahmen eines integrierten, nützlingsschonenden Pflanzenschutzes toleriert werden.

4.4.2.3 Saftfallen

Saftfallenfänge wurden in erster Linie durchgeführt, um weibliche Falter zu fangen und den Erfolg der Paarungsunterbrechung durch Spermatophorenzählung messen zu können. Weiterhin sollten durch die Anteile weiblicher und männlicher Falter in Saftfallen Aussagen über mögliche Migrationen getroffen werden. In beiden Jahren konnten im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle höhere Anteile virgineller Weibchen in der Verwirrparzelle ermittelt werden. Ebenso wurden in der Verwirrparzelle insgesamt wesentlich weniger Falter gefangen. Umfangreiche visuelle Beobachtungen ergaben, daß weibliche Falter bald nach dem Schlupf mit der Pheromonabgabe begannen und dabei sehr ortstreu waren. Begattete Weibchen führten dagegen vor und während der Eiablage, Flüge durch.

Hieraus kann der Schluß abgeleitet werden, daß begattete Weibchen auch häufiger in Saftfallen der Verwirrparzelle geraten als umgekehrt, da hier die Partnerfindung und somit die Begattung reduziert war. Diese Hypothese wäre jedoch durch weitere Freilandexperimente zu erhärten. Begattete Weibchen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit in die Verwirrparzelle einfliegen, würden hier die Saftfallenfänge erhöhen. Der Anteil unbegatteter wäre dadurch relativ verringert.

Allerdings würden die von Sanders (1986) gemachten Beobachtungen diese hypothetisches Gebäude zum Einsturz bringen, träfen sie für *S. myopaeformis* zu. Er konnte bei *Choristoneura fumiferana*-Weibchen in Pheromonparzellen, insbesondere bei hohen Dosen, hohe Flugaktivität beobachten. Bei virginellen nahm die Unstetigkeit in Pheromonparzellen mit dem Alter sogar noch zu.

Durch eigene Beobachtungen an virginellen Falterweibchen in der Verwirrparzelle konnte eine signifikant geringere Ortstreue dieser Tiere nachgewiesen werden. Mehr virginelle Weibchen dürften dadurch in Saftfallen der Verwirrparzelle gelangt sein, während offen bleiben muß, ob auch solche flugaktiven Tiere in die Kontrollparzelle geraten waren. Der Wirkungsgrad der Verwirrungsmethode würde dann überschätzt werden.

Daß männliche Falter, die aufgrund der bekannten Phänomene bei der Geruchswahrnehmung von Insekten durch Adaptation und/oder Habituation, nicht mehr in der Lage sind, Pheromonquellen wahrzunehmen, durch "planloses" Umherfliegen (random flight, Jacobson 1972) - insbesondere im Randbereich - aus der Verwirrparzelle herausgeraten, ist zumindest wahrscheinlich. Sie könnten dann die Fangquoten in Saftfallen in der Kontrollparzelle erhöhen. Entsprechende Beobachtungen machte Charmillot & Baggiolini (1975) in speziellen Versuchen beim Apfelwickler. Den Einflug von Männchen in die Verwirrparzelle konnten Gentry & Snow (1984) durch die Beobachtung markierter *S. exitiosa*-Männchen ausschließen, die durch die hohen Pheromondosen abgestoßen wurden. Für *S. myopaeformis*-Männchen sind gleiche Verhaltensweisen zu erwarten.

Es soll nun folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Wie lassen sich vor dem Hintergrund der genannten Wirkprinzipien die *S. myopaeformis*-Fänge interpretieren?

-Wie setzt sich insbesondere der Weibchenanteil in Saftfallen zusammen?

(1) Durch Zuflug begatteter Weibchen wird deren Anteil in Saftfallen der Verwirrparzelle erhöht. 1985 hat anscheinend dieses Phänomen breiten Raum eingenommen und zu dem verhältnismäßig hohen Anteil (55%) begatteter Weibchen in den Saftfallen geführt. Die Ergebnisse der anderen Bontierungsverfahren, be-

sonders der quantitativen Larvenpräparation, bestätigen diese Annahme. Im Jahr 1986 wurde die gesamte Flugaktivitätsphase der Imagines mit Saftfallen überwacht. Dabei wurden 11,3% mehr Weibchen gefangen als in >Unbehandelt<. Werden nennenswerte Männchenmigrationen ausgeschlossen, was wahrscheinlich ist, so dürften diese Ergebnisse sowohl durch das oben erwähnte Phänomen als auch (2) durch Hyperaktivität, insbesondere der virginellen Weibchen in Pheromonparzellen, die dann in den Saftfallen überrepräsentiert sind, erklärbar sein. Relativ niedrige Fänge begatteter Weibchen in der Kontrollparzelle lassen auf Migrationsflüge dieser Tiere schließen. Sie tragen in Saftfallen der Verwirrparzelle zur Verschlechterung des nachgewiesenen Wirkungsgrades bei. Jedoch dürfte der in der Verwirrparzelle ermittelte Anteil virgineller Weibchen durch die hier beobachtete Hyperaktivität beeinflusst worden sein, was sich allerdings zahlenmäßig nur schwer belegen läßt. Durch Phänomen (1) wird nicht nur der durch die Spermatophorenzählung nachgewiesene, sondern auch der tatsächliche Wirkungsgrad verschlechtert, da mit einer Eiablage dieser begatteten Weibchen in der Verwirrparzelle gerechnet werden muß. Phänomen (2) würde hingegen den Wirkungsgrad der Verwirrungsmethode verbessern, denn flugaktive Weibchen sind von den Männchen nur schwer lokalisierbar. Der Begattungserfolg würde hierdurch zusätzlich reduziert werden. Letztendlich müssen die erhaltenen Ergebnisse unter dem Vorbehalt betrachtet werden, daß (3) Saftfallen auf begattete Weibchen aufgrund des durch Eireifung und -ablage bedingten, erhöhten Trinkbedürfnisses attraktiver wirken (Sprenkel 1927).

Die zum Nachweis der Paarungsunterdrückung durchgeführte Spermatophorenpräparation basiert auf Saftfallenfängen, die unter der Annahme, daß begattete und unbegattete Weibchen sowohl in Kontroll- als auch Verwirrparzelle gleiche Dispersionsverhaltensweisen zeigen, allgemein Verwendung finden. Wie in der vorliegenden Arbeit für *S. myopaeformis* gezeigt werden konnte, ist die Saftfallenfangmethode mit Fehlern verschiedener Ursachen behaftet, die jedoch nur qualitativ erfaßt werden konnten. Dies scheint von elementarer Bedeutung für die Eignung der Fangmethode als Bonitierungsverfahren zu sein. Die hier wirksam werdenden Einflüsse sollten daher weiter untersucht werden.

Der Nachweis einer erfolgreichen Bekämpfung des Apfelbaumglasflüglers mittels Verwirrungsmethode ist, wie gezeigt werden konnte, ganz entscheidend davon abhängig, welche Verfahren hierfür eingesetzt werden.

Durch quantitative Larvenpräparation an der Sorte Cox Orange gelang der Nachweis hochsignifikant verschiedener Larvendichten nach zweijährigem Einsatz der Verwirrungsmethode. Die mit den beiden anderen Bonitierungsverfahren, Bohrmehlstellen- und Puppenhüllenzählung, durchgeführten Befallskontrollen lieferten dagegen nicht in allen Jahren und an allen Sorten statistisch verschiedene Befallswerte. Ebenso waren die auf Saftfallenfängen basierenden Nachweise der Paarungsunterdrückung mit einem nur schwer quantifizierbaren Fehler behaftet, so daß nur durch eine gemeinsame Betrachtung aller Ergebnisse die Aussagekraft der einzelnen Nachweisverfahren und somit die Wirkung der Verwirrungsmethode bei der Bekämpfung von *S. myopaeformis* zu beurteilen ist.

Die für einen rindenbewohnenden Schädling erzielten guten Wirkungsgrade sind unter den genannten Bedingungen (Standort, Alter der Anlage, Pheromonaufwandmenge und Formulierung) zu sehen. In zukünftigen Untersuchungen sollte ermittelt werden, wie sich die Verwirrungsmethode:

- a) an anderen Standorten
- b) in jüngeren Anlagen

auswirkt.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der Erprobung der Verwirrungsmethode zur Bekämpfung des Apfelbaumglasflüglers *Synanthedon myopaeformis* wurden Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Ethologie dieser Art durchgeführt.

Durch Kopfkapselbreitenmessungen sowie Erfassung von Körperlänge und Körpergewicht im Freiland abgesammelter Larven konnten sieben Larvenstadien ermittelt werden. Der Großteil der Population hatte innerhalb eines Jahres das Imaginalstadium erreicht. Für einen kleineren Teil war die Dauer der Larvalentwicklung in Abhängigkeit von abiotischen und biotischen Umweltfaktoren, die während der Postembryonalphase auf die Population einwirkten, mehr als einjährig.

An 16-jährigen Spindelbusch- und Pillarbäumen war der Befall der Larven, die verborgen unter der Rinde von Apfelbäumen leben, bevorzugt auf die Bereiche Veredlungsstelle, Astverzweigungen und Unterlage konzentriert. Hierbei konnte ein enger Zusammenhang zwischen *Nectria galligena*-Infektionen und *S. myopaeformis*-Befall festgestellt werden. Die Sorte Cox Orange, stark anfällig gegen *N. galligena*, den Erreger des Obstbaumkrebses, zeigte sich auch als bevorzugt von *S. myopaeformis*-Larven befallen.

Fünf Ichneumonidae-, vier Braconidae-Arten und eine Tachinidae-Art konnten als Larven- und in einem Falle als Puppenparasiten nachgewiesen werden. Lediglich die Braconidae *Macrocentrus marginator* Nees gilt als spezifischer Sesienparasit. Alle anderen Arten sind oligo- bzw. polyphag. Aus Freilandlarven ließen sich fünf entomophage Pilze isolieren. Durch Untersuchung des Parasitenkomplexes in verschieden intensiv mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Apfelanlagen konnte der Einfluß auf den Parasitierungsgrad der *S. myopaeformis*-Larven ermittelt werden. In Abhängigkeit von der Anzahl der gegen andere Schaderreger gerichteten Bekämpfungsmaßnahmen nahm der Parasitierungsgrad der Glasflüglerpopulation ab. Die Parasitierung blieb jedoch auch in weitgehend unbehandelten Anlagen auf wenige Prozent beschränkt. Ihre populationsregulierende Wirkung war ohne größere Bedeutung.

Der Apfelbaumglasflügler wird durch praxisüblichen Pflanzenschutz nicht bekämpft. In Freilandversuchen zur chemischen Bekämpfung mit einer eigens hierzu entwickelten Spritzgabel wurden Punktbehandlungen an Unterlage und Vered-

lung durchgeführt. Sowohl GUSATHION MS^R (Azinphos-methyl+Demeton-S-methylsulfon) als auch DECIS^R (Deltamethrin), zweimal jährlich tropfnaß ausgebracht, zeigten gute Wirkung.

Beim Werbe- und Kopulationsverhalten der tagaktiven, auffallend schwarz-rot gefärbten Imagines war im Nahbereich der rote Abdominalring des Weibchens von besonderer Bedeutung. Wie aus Einzelbildanalysen des im Freiland gefilmten Verhaltens hervorging, dient er dem Männchen bei seinen Kopulationsversuchen als Orientierungsmarke. Pheromonfallen unterschiedlicher Farben bzw. Farbkombinationen wurden auf ihre Attraktivität für Faltermännchen untersucht. Von den sechs im Vergleich getesteten Fallenfarben gelb, grün, braun, schwarz, rot und schwarz-rot, fingen schwarz-rot gefärbte Fallen signifikant mehr Falter als jede andere der getesteten Fallenfarben. Ebenso übte die Höhe, in der Pheromonfallen befestigt waren, einen Einfluß auf die Fangwirkung aus. Fallen in 1,20 m Höhe fingen signifikant mehr Falter als solche in 0,40 m, 0,80 m, 1,60 m, 2,00 m und 2,40 m. Männchen und Weibchen von *S. myopaeformis* zeigten in der Verwirrparzelle ein Verhalten, das sich von dem in der Kontrollparzelle beobachteten, deutlich unterschied. Lockende (d.h. pheromonabgebende) Weibchen wechselten in der Verwirrparzelle häufiger ihre Position als Weibchen in der nicht behandelten Parzelle. Männliche Falter landeten in der Nähe (10–20 cm) lockender Weibchen, während sie in unbehandelten Flächen nur fliegend Kopulationsversuche durchführten. Ein Lokalisieren der Weibchen schien den in der Nähe gelandeten Männchen nicht möglich. Dies dürfte sowohl auf die Konfusionswirkung der hier ausgebrachten synthetischen Pheromone als auch auf die geringere Ortstreue der Weibchen in der Verwirrparzelle zurückzuführen sein.

Die Bekämpfung mittels Verwirrungsmethode zeigte selbst in einer bei Versuchsbeginn bereits stark befallenen 7 ha großen, 16-jährigen Pillaranlage gute Wirkungsgrade. Aufgrund der verborgenen Lebensweise der Larven und der bereits zu Versuchsbeginn herrschenden hohen Larvendichte ließ sich dies jedoch erst durch den gleichzeitigen Einsatz verschiedener Bonitierungsverfahren nachweisen. Das Zählen der Bohrmehlstellen und der leeren Puppenhüllen an zufällig ausgewählten Bäumen war als Nachweisverfahren zur Befallskontrolle weniger geeignet, da beide Methoden witterungsbedingten Einflüssen unterlagen. Das zweifellos genaueste Verfahren der Befallskontrolle stellte die quantitative Präparation der Larven aus den Befallsstellen dar, die jedoch sehr arbeitsintensiv ist. Mit dieser Methode konnte für die Verwirrungstechnik ein mehr als

80%iger Wirkungsgrad nachgewiesen werden. Weniger aufwendig und zur Beurteilung des Wirkungsgrades sehr gut geeignet, erwies sich das Verfahren der Spermaphorenpräparation. Hierbei wurden in Saftfallen gefangene Weibchen auf ihren Begattungszustand untersucht. Nach dreijährigem Einsatz der Verwirrungsmethode waren in der Verwirrparzelle 72% der gefangenen Weibchen unbegattet, im Vergleich zu nur 10,3% in der unbehandelten Kontrollparzelle.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen konnte die Eignung der Verwirrungsmethode zur Bekämpfung von *S. myopaeformis* aufgezeigt werden. Um den Wirkungsgrad zu erhöhen, sollte dieses umweltschonende, biotechnische Verfahren in Befallsgebieten von *S. myopaeformis* bereits in Junganlagen prophylaktisch Verwendung finden.

Investigations on the biology and the behaviour of the apple clearwing moth *Synanthedon myopaeformis* (Borkh.)(Lepidoptera: Sesiidae) as a basis for its control using the confusion technique

6. Summary

Within the framework of a research programme to control the apple clearwing moth *Synanthedon myopaeformis* using the confusion technique, experiments were carried out to study the biology, ecology and ethology of this insect pest. Seven larval stages were observed by monthly measuring the width of head capsules, body length and body weight. The major part of the population reached adult stage within one year. In 16-year-old hedgerow dwarf apple trees, areas of larval infestation were concentrated on rootstock, grafting zone and branching. An interaction exists between *S. myopaeformis* and *Nectria galligena* (apple cancer). The cultivar Cox's Orange Pippin, highly susceptible to apple cancer, was always severely infested by *S. myopaeformis* larvae. Five Ichneumonidae, four Braconidae and one Tachinidae species were reared from larval and pupal hosts. Only the Brackonidae *Macrocentrus marginator* Nees is described as specific to Sesiidae, whereas all the others found are oligo- or polyphagous in the apple ecosystem. In orchards with varying pesticide programmes the rate of parasitisation depends upon the number of insecticide sprays. The more intensive the pesticide treatments the less parasitized hosts found. In general parasitisation was fairly low without valuable regulative efficacy.

Synanthedon myopaeformis is not controlled by normal calendar sprays. In tests for chemical control of the bark boring larvae good results were obtained with Gusathion MS^R(Azinphos-methyl+Demeton-S-methylsulfon) and Decis^R(Deltamethrin) by spraying the lower part of the trunk with an especially developed equipment (two nozzled fork) to point of run off.

The red-orange abdominal stripe was found to be important for the orientation of the male over the short distance range. Motion pictures, taken with a super 8 movie camera of the diurnal moth, have shown that the male moth, before mating, often touches this brightly coloured abdominal stripe of the calling female. In field experiments, carried out with pheromone traps of differing colours, it was demonstrated that from the six colours used - yellow, green, brown, black, red and black with a red stripe - the latter attracted signifi-

cantly more males. In other trials pheromone traps were mounted at the different heights in the canopy of trees. Traps at 1.20 m were significantly more attractive than those at 0.40 m; 0.80 m; 1.60 m; 2 m; and 2.40 m. In contrast to untreated orchards the behaviour of males and females was found to change significantly in pheromone treated plots. The calling females were often seen to alter their position by undertaking short flights. Males often landed 10-20 cm close to a calling female without perceiving her.

Measuring the efficacy of the confusion technique against this bark boring insect is rather difficult. Thus, several methods were tested comparatively. The methods of counting fresh frass and the counting of empty pupae shells are influenced by weather conditions especially rainfall. They seemed less exact than the quantitative dissection of larvae from the bark. The latter is accurate but not very practicable due to high labour intensity. With this method, it was proved that up to an 80% reduction of larval density in the confusion plot could be attained. The most effective and useful method seems to be dissection of spermatophorus in the bursa copulatrix of females caught in juice traps. After three years of applying pheromone dispensers in half of a seven ha-sized apple orchard, 72% of the female were found to be unmated in the confusion plot, compared to 10.3% in the untreated half. The results indicate that mating disruption of apple clearwing moth is a feasible control method in commercial apple production. To increase the efficacy of the confusion technique, this environmentally safe method should be applied preventively in a plantations whilst populations of the target *Synanthedon myopaeformis* are still below the economic threshold.

7. Danksagung

Herrn Prof. Dr. Storch, Zoologisches Institut der Universität Heidelberg, danken wir für sein Interesse und seine stetige Unterstützung.

Unser Dank gilt auch Herrn Dr. Haesselbarth, Institut für angewandte Zoologie, Universität München, sowie Herrn Dr. Herting, Staatl. Museum für Naturkunde, Stuttgart, für ihre Mithilfe bei der Determination parasitischer Hymenoptera und Diptera. Herrn Dr. Zimmermann, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Darmstadt, sei herzlich für die Determination entomophager Pilze gedankt.

8. Literatur

- Abott, W.S. (1925): A method for computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Archer, T.L., Musick, G.I. & Murray, R.L. (1980): Influence of temperature and moisture on black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) development and reproduction. Can. Entomol. 112: 665-674.
- Arn, H., Delly, B., Baggiolini, M. & Charmillot, P.J. (1976): Communication disruption with sex pheromone for control of the plum fruit moth, *Grapholita funebrana*: a two year study. Entomol. exp. appl. 19: 139-147.
- Audemard, H. & Bezut, M. (1972): La sésie du pommier dans le Bas-Languedoc. Essai de lutte. Def. Végétaux, 157: 1-15.
- Audemard, H & Vigouroux, A. (1982): Une curieuse association parasitaire sur pecher. Sésie et Tumeur bacterienne du collet. Phytoma Def. Cult. 336: 28-29.
- Audemard, H. & Monnet, Y. (1984): La sésie du pommier en recrudescence? Phytoma Def. Cult. 363: 25-29.
- Ayers, G.S. (1966): The bionomics of the dogwood borer, *Thamnospehia scitula* (Harris) attacking blueberry in Michigan. (M.S. thesis) Michigan State University, East Lansing.
- Baker, T.C. & Cardé, R.T. (1979): Courtship behavior of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) experimental analysis and consideration of the role of sexual selection in the evolution of courtship pheromones in the lepidoptera. Ann. Entomol. Soc. Amer. 72: 173-188.
- Baggiolini, M. & Antonin, Ph. (1976): La sésie du pommier (*Synanthedon myopaeformis* Borkh.) nuisible aux cultures de poirier du Valais du central. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 49 (1-2): 7-16.

- Barry, M. W. & Nielsen, D. G. (1984): Behavior of adult peachtree borer (Lepidoptera: Sesiidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 77 (3): 246-250.
- Bartell, R.J. (1982): Mechanisms of communication disruption by pheromone in the control of Lepidoptera: a review. *Physiol. Entomol.* 7: 353-364.
- Baryakin, A.A. (1967): Nkotorye osobennosti biologii yablonnoi steklyannitsy *Aegeria myopaeformis* Borkh. (Lepidoptera, Aegeridae) v azerbaidzhane. *Entomol. Obozr.* 46: 606-614.
- Baryakina, I.K. (1971): Opyt primeneniya lovushek s zhivymi samkami protiv yablonnoi steklyannitsy *Synanthedon myopaeformis* (Borkh.). *Byul. Vses. Nauchn. - Issled. Inst. Zashch. Rast.* 22: 6-10, 69-70.
- Bathon, H. (1978): Aktuelle Probleme bei der Zucht von Insekten auf künstlichem Nährmedium. *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent.* 1: 11-13.
- Beck, S.D. (1950): Nutrition of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hbn.) II. Some effects of diet on larval growth characteristics. *Physiol. Zool.* 23: 353-361.
- Bernhard, G.D. (1979): Red-Absorbing Visual Pigment of Butterflies. *Science* 203: 1125-1127.
- Beroza, M. (1960): Insect attractants are taking hold. *Agricult. Chem.* 15 (7): 37.
- Bishara, I. (1934): The cotton worm, *Prodenia litura* F., in Egypt. *Bull. Soc. Roy. Entomol. Egypte* 18: 228-404.
- Blaser, C. & Charmillot, P.J. (1984) Un ravageur potentiel de nos vergers: la sésie du pommier *Synanthedon myopaeformis* Borkh. *Rev. Suisse Viticult., Arboricult. Horticult.* 16 (5): 257-260.
- Bliss, C.I. & Beard, R.L. (1954): The growth of the head capsule in individual milkweed bugs. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 47: 388-392.

- Boldyrev, M.I. & Dobroserdov, S.G. (1980a): Povrezhdamaemost' shtambov yabloni. Zashch. Rast. (Moskva) 25 (7): 23-24.
- Boldyrev, M.I. & Dobroserdov, S.G. (1980b): Parazit gusenits yadlonnoi steklyannitsty. Zashch. Rast. (Moskva) 25 (10): 26-27.
- Bogenschütz, H. (1984): Über die Wirkung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf die Parasitierungsleistung der Schlupfwespe *Coccygomimus turionellae*. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 36 (5): 65-67.
- Boness, M. (1976): Versuche zur Bekämpfung des Fruchtschalenwicklers *Archips podana* mit Pheromonen. Z. angew. Entomol. 82: 104-107.
- Brock, A.M., Collingwood, C.A. & White, J.H. (1964): The currant clearwing moth (*Aegeria tipuliformis* CLERCK) as a pest of black currant. Ann. appl. Biol. 53: 243-249.
- Buda, V. & Karalius, V. (1985): Calling behaviour of females of currant clearwing moth, *Synanthedon tipuliformis* (Clerck) (Lepidoptera, Sesiidae). Z. angew. Entomol. 100: 297-302.
- Caltagirone, L.E., Getz, W. & Meals, D.W. (1983): Head Capsule Width as an Index of Age in Larvae of Narvel Orangeworm, *Annyelois transitella* (Lepidoptera: Pyralidae). Environ. Entomol. 12: 219-221.
- Cameron, E.A., Schwalbe, C.P., Beroza, M. & Knipling, E.F. (1974): Disruption of gypsy moth mating with microencapsulated disparlure. Science 183: 972-973.
- Charmillot, P.J. & Baggiolini, M. (1975): Essai de lutté contre le carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) par capture intensive des mâles à l'aide attractifs sexuels synthétiques. La Rech. agron. en Suisse 14: 71-77.
- Charmillot, P.J. (1980): Etude des possibilités d'application de la lutte par la technique de confusion contre le carpocapse, *Laspeyresia pomonella* L. (Lep. Tortricidae). Thèse présentée à l'Ecole Polytechnique Fédérale Zurich pour l'obtention du titre de Docteur des sciences techniques.

- Charmillot, P.J., Scribante, A. Pont, Deriaz, D. & Fourier, C. (1981):
Technique de confusion contre la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana*
F.v.R. (Lep., Tortricidae): I. Influence de la confusion d'attractif sexuel
sur le comportement. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 54: 173-190.
- Charmillot, P.J. (1982): La lutte en verger contre *Laspeyresia pomonella* L. et
Adoxophyes orana F.v.R. par la technique de confusion. Mitt. dtsh. Ges.
allg. angew. Entomol. 2: 298-302.
- Charmillot, P.J. (1985): Bekämpfung der Obstmade durch Verwirrung. Obstb.
Weinb. 10, 247-248.
- Childers, S.H., Holloway, R.L. & Pollet, D.K. (1979): Influence of Pheromone
Trap Color in Capturing Lesser Peachtree Borer *Synanthedon exitiosa*-Males.
J. Econ. Entomol. 72 (4): 506-508.
- Ciglar, I. & Masten, R. (1977): The problems of damages by attack of *Synan-
thedon myopaeformis* and measures for the control short communication. Zast
Bilja (Beograd) 28 (139): 25-30.
- Ciglar, I. & Masten, R. (1979): Contribution to the study of *Synanthedon myo-
paeformis*. Zast Bilja (Beograd) 30 (147): 31-40.
- Clauß, G. & Ebner, H. (1975): Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädä-
gogen und Soziologen. Verlag Harry Deutsch, Thun - Frankfurt/Main, 530 S.
- Cleveland, M.L., Wong, T.T.Y. & Lamansky, K.W. (1968): Rearing methods and
biology of the lesser peach tree borer, *Synanthedon pictipes*, in the labo-
ratory. Ann. Entomol. Soc. Amer. 61: 809-814.
- Colwell, A.E., Shorey, H.H., Gaston, L.K. & Vorhis Key van, S.E. (1978):
Short-range precopulatory behavior of males of *Pectinophora gossypiella*
(Lepidoptera: Gelechiidae). Behavioral Biology 22: 323-335.

- Desó, K.V. & Miller, L.A. (1985): Efficacy of entomogenous nematodes, *Steinernema* spp., against clearwing moths, *Synanthedon* spp., in north Italian apple orchards. *Nematologica* 31: 100-108.
- Dickler, E. (1977): Zur Biologie und Schadwirkung von *Synanthedon myopaeformis* Brkh. (Lepid., Aegeriidae), einem neuen Schädling in Apfeldichtpflanzungen. *Z. angew. Entomol.* 82 (3): 259-266.
- Dickler, E. (1984): Der Apfelbaumglasflügler *Synanthedon myopaeformis* (Lep., Aegeriidae): Wirtschaftliche Bedeutung und Möglichkeiten seiner Bekämpfung mit Hilfe der Verwirrungsmethode. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem* 223: 148 S.
- Dickler, E. (1986): Der Apfelbaumglasflügler *Synanthedon myopaeformis*, ein ernstzunehmender Schädling in modernen Apfelanlagen. *Gesunde Pflanzen* 38: 18-23.
- Dickler, E. (1986): Einfluß von Behandlungen mit Apfelwickler-Granulosevirus (CpGV) und breitenwirksamen chemischen Insektiziden auf Parasiten des Apfelwicklers und Parasiten von Schalenwickler-Arten. *WPRS Bulletin*, 1986, IX, 4, ISBN 92-9067-004-5, S. 90-97.
- Dickler, E. & Hofmann, K. (1974): Zum Massenaufreten des Apfelbaumglasflüglers *Synanthedon myopaeformis* Brkh. Lepid. Aegeriid., in Apfeldichtpflanzungen: Negative Auswirkung von Kulturmaßnahmen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 26: 52-54.
- Dirimanov, M. & Sengalevich, G. (1969): Mukhi takhini, paraziti po gosenitsite na nyakoi stoklenki i dorvesinoyadi u nas. *Rast. Zashtita (Sofiya)* 17: 17-20.
- Dyar, H.G. (1890): The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche* 5: 420-422.
- Englert, W.D. (1985): Freilandversuche mit dem synthetischen Pheromon Z-9-DDA zur Verwirrung des Einbindigen Traubenwicklers. *Gesunde Pflanzen* 37 (11): 461-471.

- Engelhardt, G.P. (1946): The North American clearwing moths of the family Aegeriidae. US. Natl. Mus. Bull. 190: 1-222.
- Evenhuis, H.H., Jong de, D.J. & Vlug, H.J. (1973): Die Puppen der in den Niederlanden am Apfel vorkommenden Blattwickler (Lepidoptera, Tortricidae). Z. angew. Entomol. 73: 351-365.
- Forster, W. & Wohlfahrt, Th. A. (1977): Biologie der Schmetterlinge. Bd.1 Franckh'sche Verlagshandl. Stgt., 2. Aufl. 202 S.
- Frankenhuyzen, A. van (1977): De appelglasvlinder (*Aegeria myopaeformis*). Fruitteelt 67 (7): 180-183.
- Frankenhuyzen, A. van (1978): *Synanthedon myopaeformis* (Borckhausen) in Nederland (Lepidoptera, Sesiidae). Entomol. Ber. (Amsterdam) 38 (8): 119-123.
- Frankenhuyzen, A. van (1980): Een loksof zonder terpinylacetaat voor *Synanthedon myopaeformis* (Borckhausen) (Lep., Sesiidae). Entomol. Ber. (Amst.) 40 (9): 129-130.
- Frankenhuyzen, A. van & Jansen, D. (1978): Zur Bekämpfung des Apfelbaumglasflüglers, *Aegeria myopaeformis* Borkhausen. Anz. Schädlingsk., Pflanzen. Umweltsch. 51 (10): 151-154.
- Frankenhuyzen, A. van & Wijnen, T. (1979): Bestrijding van de appelglasvlinder Fruitteelt 69 (8): 256-257.
- Gaines, J.C. & Campell, F. L. (1935): Dyar's rule as related to the number of the corn ear worm, *Heliothis obsoleta* (Fab.), collected in the field. Ann. Entomol. Soc. Amer. 73: 445-461.
- Gentry, C.R., Bierl-Leonhardt, B.A., Mc Laughlin, J.R. & Plimmer, J.R. (1981): Air permeation tests with (Z,Z)-3,13-octodecadien-1-ol acetate for reduction in trap catch of peachtree and lesser peachtree borer moths. J. Chem. Ecol. 7 (3): 575-582.

- Gentry, C.R. & Snow, J.W. (1984): Disruption of mating by male lesser peach-tree borers and peachtree borers in a pheromone permeated peach orchard. *J. Georgia Entomol. Soc.* 19 (3): 350-356.
- Gentry, C.R., Snow, J.W. & Bondrari, K. (1985): Influence of air permeation of pheromone on response of male lesser peachtree borers and peachtree borers. *J. Environ. Sci. Health* 20 (5): 341-356.
- Gentry, C.R. & Wells, J.M. (1982): Evidence of an oviposition stimulant for peachtree borer. *J. Chem. Ecol.* 8 (8): 1125-1132.
- Glen, D.M., Wiltshire, C. W., Milson, N. F. & Brain, P. (1984): Codling moth granulosis virus: effects of its use on some other orchard arthropods. *Ann. appl. Biol.* 104: 99-106.
- Goettel, M.S. & Philogène, B.J.R. (1978): Effects of the photoperiod and temperature on the development of an univoltine population of the banded woollybear, *Pyrrharactia (Isia) isabella*. *J. Insect Physiol.* 24: 523-527.
- Gottwald, R. (1981): Untersuchungen zum Schadauftreten, zur Biologie und Bekämpfung des Apfelbaumglasflüglers (*Aegeria (Synanthedon) myopaeformis* Borckhausen). *Nachrichtenbl. Pflanzensch. DDR* 35 (2): 38-43.
- Hagstrum, D.W. & Davis, L.R.jr. (1982): Mate-seeking behaviour and reduced mating by *Ephestia cautella* (Walker) in a sex pheromone-permated atmosphere. *J. Chem. Ecol.* 8: 507-515.
- Hassan, S.A. (1984): Nebenwirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Nützlinge. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 36 (1): 6-8.
- Haynes, K. F. & Birch, M. C. (1984): Mate-locating and courtship behavior of the artichoke plume moth, *Platyptilia carduidactyla* (Lepidoptera: Pterophoridae). *Environ. Entomol.* 13: 399-408.

- Hilker, M. (1986): Untersuchungen zur Eiablage-Regulation durch Ökomone bei *Spodotera littoralis* (Boisd.)(Lepidoptera, Noctuidae) und *Laspeyresia pomonella* (L.)(Lepidoptera, Tortricidae). Dissertation, Universität Göttingen, 186 S.
- Jacklin, S.W. & Yonce, C.E. (1969): Induced shift of the diurnal emergence and calling of the peach tree borer. J. Econ. Entomol. 62: 21-22.
- Jacobson, M. (1972): Insect sex pheromones. Academic Press, New York - London, 291 S.
- Jones, R.L., Lewis, W. L., Bowman, M.C., Beroza, M. & Bierl, B. (1971): Host-seeking stimulant for parasite of corn earworm: isolation, identification and synthesis. Science 173: 842-843.
- König, F. (1976): Obstbau heute. Stocker Verlag, 3. Aufl., 544 S.
- Krähmer, H.J. (1978): Anatomisch-histologische Untersuchungen über die Infektionswege von *Nectria galligena* Bres. beim Kernobst und über die Ausbreitung des Erregers im Baum in Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen. Dissertation, Universität Heidelberg, 181 S.
- Krishnananda, N. & Satyanarayana, S.V.V. (1985): Effect of height of pheromone trap on the capture of *Spodoptera litura* moths in tobacco nurseries. Phytoparasitica 13 (1): 59-62.
- Lagunova, A.G. (1981): Contribution to the fauna of wood pests of fruit crops in the Lower Volga region. Vsesoyuznoe Entomologicheskoe Obshchestvo (1981 recd. 1983): 111-114.
- Lozzia, G.C. & Daolio, E. (1984): Due fitofagi del melo: *Eriosoma lanigerum* e *Synanthedon myopaeformis*. Inform. Fitopatol. 34 (9): 34-38.
- Mac Lellan, C.R. (1976): Suppression of codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) by sex pheromone trapping of males. Can. Entomol. 108: 1037-1040.

- Maini, S. & Pasqualini, E. (1980): *Conopia (=Synanthedon) myopaeformis* Bkh. (Lepidoptera, Sesiidae) in Emilia Romagna segnalata trappole a feromone sessuale sintetico. Boll. Entom. Bologna XXXV: 181-188.
- Mani, E., Arn, H. & Wildbolz, Th. (1978): Inhibition of moth catch by evaporating the pheromone of the codling moth. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem 180: 50-52.
- Mani, E., Schwaller, F. & Riggenbach, W. (1984): Bekämpfung des Apfelwicklers mit der Verwirrungsmethode in einer Obstanlage im Bündner Rheintal 1979-81. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 57 (4): 341-348.
- Mc Laughlin, J.R., Doolittle, R.E., Gentry, C.R., Mitchell, E.R. & Tumlinson, J.H. (1976): Response to pheromone traps and disruption of pheromone communication in the lesser peachtree borer and peachtree borer, Lepidoptera, Sesiidae. J. Chem. Ecol. 2 (1): 73-81.
- Mc Nally, P. & Barnes, M.M. (1981): Effects of codling moth pheromone trap placement, orientation and density on trap catches. Environ. Entomol. 10: 22-26.
- Mikulas, J. (1973): Adatok a *Synanthedon myopaeformis* Borkh. elofordulasarol uezemi gyuem lcsoesben. Noevenyvedelem 9 (1): 20-23.
- Mikulas, J. (1980): Vedekezési kísérletek a Ksilogal-lal (Gal F ((3)) a szitaszarnyu almafapille (*Synanthedon myopaeformis* Borkh.) Ellen. Noevenyvedelem 16 (5): 262-263.
- Minks, A., Voerman, S. & Klun, J.A. (1976): Disruption of pheromone communication with microencapsulated antipheromones against *Adoxophyes orana*. Entomol. Exp. Appl. 20: 163-169.
- Müller, G.W. & Kick, T. (1985): Basic-Programme für die angewandte Statistik. Oldenburg Verlag, München - Wien, 310 S.

- Niehus, O. (1986): Zur Biologie und Ökologie einiger Erlen-Blatttütentmotten (Phyllonorycter Hübner; Lep. Gracilariidae) und ihrer Parasiten. Z. angew. Entomol. 102: 63-80.
- Neal, J.W.Jr. (1894): Bionomics and Instar Determination of *Synanthedon rhododendri* (Lepidoptera: Sesiidae) on Rhododendron. Ann. Entomol. Soc. Amer. 77: 552-560.
- Ohnesorge, B. (1976): Tiere als Pflanzenschädlinge. G. Thieme-Verlag, Stgt., 288 S.
- Palanasway, P. & Seabrook, W.D. (1978): Behavioral responses of the female eastern spruce budworm *Choristoneura fumiferana* to the sex pheromone of her own species. J. Chem. Ecol. 4: 649-655.
- Pasqualini, E. & Maini S. (1981): Lepidotteri sesiidi dannosi al melo con particolare riferimento a *Conopia myopaeformis* Bkh. L'Informatore Agrario, Verona, XXXVII (24): 16101-3.
- Perez, P.C. & Esteruelas, P.H. (1973): Beobachtungen über die Biologie von *Zeuzera pyrina* L. und *Sesia myopaeformis* Borkh. 1971. Bol. Inform. Plagas 107: 27-34.
- Ponder, B.M., Kipp, L.R., Bergh, C., Lonergan, G.C. & Seabrook, W.D. (1986): Factors affecting spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*(Clem.)) mating and mating disruption with pheromone in the laboratory. Can. Entomol. 118: 797-805.
- Real, P. & Balachowsky, A.S. (1966): Famille des Aegeriidae *Synanthedon myopaeformis* Borkh. In: Balachowsky, A.S.: Entomologie appliquée à l'Agriculture, Tome II, Lépidoptères. Masson Ed., Paris.
- Riedl, H., Hoying, S.A., Barnett, W.W. & Detar, J.E. (1979): Relationship of with in-tree placement of the pheromone trap to codling moths catches. Environ. Entomol. 8: 765-769.

- Riedl, H., Weires, R.W., Seaman, A. & Hoying, S.A. (1985): Seasonal biology and control of the dogwood borer, *Synanthedon scitula* (Lepidoptera: Sesiidae) clonal apple rootstocks in New York. *Can. Entomol.* 117: 1367-1377.
- Rock, G.C. & Shaffer, P.L. (1982): Tufted apple budmoth (Lepid.: Tort.): effects of constant daylengths and temperature on larval diapause development. *Environ. Entomol.* 12: 71-75.
- Rock, G.C., Shaffer, P.L. & Shaltout, A.D. (1982): Tufted apple budmoth (Lep.: Tort.): photoperiodic induction of larval diapause and stages sensitive to induction. *Environ. Entomol.* 12: 66-70.
- Rothschild, G.H.L. (1975): Control of oriental fruit moth (*Cydia molesta*) with synthetic female pheromone. *Bull. Entomol. Res.* 65: 473-490.
- Sachs, L. (1969): *Statistische Auswertungsmethoden*. Springer-Verlag Berlin - Heidelberg - New York, 677 S.
- Sanders, C.J. (1985): Disruption of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* mating in wind tunnel by synthetic pheromone: role of habituation. *Can. Entomol.* 117 (3): 391-393.
- Sanders, C.J. (1986): Research on mating behaviour and its importance for developing techniques of mating disruption. *WPRS Bulletin*, 1987, X, 3, ISBN 92-9067-008-8, S. 30-31.
- Schnaider, Z. (1976): Spostrzeżenia nad występowaniem rączycy *Leskia aurea* Fall. (Diptera, Tachinidae) Gornoslask im Okregu Przemyslowyn. *Pol. Pismo Entomol.* 46 (1): 155-164.
- Schwertfeger, F. (1968): *Ökologie der Tiere. Demökologie*. Verlag Paul Paray, Hamburg - Berlin, 448 S.
- Shaffer, P.L. & Rock, G.C. (1983): Tufted apple budmoth (Lep.: Tortricidae): effects of constant daylengths and temperature on larval growth rate and determination of larval-pupal ecdysis. *Environ. Entomol.* 12: 76-80.

- Sing, P. (1977): Artificial diets for insects, mites and spiders. IFI/Plenum, New York - Washington - London, 594 S.
- Smith, C.F. (1970): Sexual activity and egg fertility of the peachtree borer. J. Econ. Entomol. 63: 1909-1910.
- Smith, E.H.(1965): Laboratory Rearing of the Peach tree Borer and Notes on its Biology. J. Econ. Entomol. 58 (2): 228-236.
- Snow, J.W., Gentry, C.R. & Novak, M. (1985): Behavior and control of the peachtree borer and the lesser peachtree borer (Lep.: Ses.) in peach orchards permeated with (Z,Z)-3,13-ODDA. J. Econ. Entomol. 78: 190-196.
- Sprengel, L. (1927): Die Fangglasmethode zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms. Pfalz - Wein 5: 686-687, 699-700.
- Stüber, R. (1984): Einfluß chemischer und mikrobiologischer Apfelwicklerinsektizide auf die Obstbaumspinnmilbe *Panonychus ulmi* (Koch) und deren Antagonisten. Staatsexamensarbeit, Universität Heidelberg.
- Stüber, R. & Dickler, E. (1987): Zur Bekämpfung des Apfelbaumglasflüglers *Synanthedon myopaeformis* (Borckh.) mit der Verwirrungsmethode. Z. angew. Entomol. 103 (5): 462-471.
- Swift, F.(1986): Cytospora Canker and the Establishment of Lesser Peachtree Borer (Lepidoptera: Sesiidae) in Peach Trees. J. Econ. Entomol. 79: 537-540.
- Swineburne, T. R. (1975): European cancer of apple. Rev. plant pathol. 54: 787-799.
- Timmons, G.M. & Potter, D.A. (1981): Influence of pheromone trap color on capture of lilac borer males. Environ. Entomol. 10 (5): 756-759.
- Tumlinson, J.H., Yonce, C.E., Doolittle, R.E., Heath, R.R., Gentry, C.R. & Mitchell, E.R. (1974): Sex pheromones and reproductive isolation on the lesser peachtree borer and peachtree borer. Science 185 (4151): 614-616.

- Ulu, O., Oenucar, A., Oender, E.P. & San, S. (1983): Ege boelgesi elmalarinda zararli olan *Synanthedon myopaeformis* Borkh. (Lep.: Aegeriidae) 'nin biyolojisi ve kimyasal savasimi uezerinde arastirmalar. Tuerk. Bitki Koruma Dergisi 7 (4): 247-258.
- Ustimenko-Bakumovskaya, E.P. (1979): An entomopathogenic nematode. Zashch. Rast. (Moskva) 5: 24.
- Vanwetswinkel, G. & Soenen, A. (1979): The small red-belted clearwing moth *Synanthedon myopaeformis* Borkh. Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijks-univ. Gent 44 (1): 101-106.
- Voerman, S., Minks, A. Vanwetswinkel, G. & Tumlinson, J.H. (1978): Attractivity of 3,13 octadecadien-1-ol acetates to the male clearwing moth *Synanthedon myopaeformis* (Lepidoptera: Sesiidae). Ent. Exp. Appl. 23 (3): 301-304.
- Voerman, S., Minks, A.K., Kraan, C. van der & Neal, J. J. (1983): Disruption of orientation of male *Synanthedon myopaeformis* moths to traps baited with their sex attractant. Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent 48 (2):163-171.
- Vogt, H. (1986): Untersuchungen zum Pheromoneinsatz bei der Bekämpfung des Einbindigen Traubenwicklers (*Eupoecilia ambiguella* Hbn.) im Weinbau. Dissertation, Universität Kaiserslautern, 148 S.
- Wiener, L.F. & Norris, D.M. (1982): Light and other stimuli in the location of feeding sites by lesser peachtree borer larvae. Environ. Entomol. 11 (2): 399-400.
- Yamikova, N.L. (1968): Some factors influencing the population dynamics of *Synanthedon tipuliformis* CLERCK (Lepid.: Aegeriidae). Entomol. Obozr. 1: 10-1
- Yonce, C.D. (1981a): Mating disruption of the lesser peachtree borer *Synanthedon pictipes* and the peachtree borer *Synanthedon exitiosa* with a hollow fiber formulation. Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. 12 (2): 21-30.

- Yonce, C.E. (1981b): Evaluation of the density of pheromone sources of 3,13 octadecadien-1-ol acetate for disruption of mating communication of *Synanthedon exitiosa* moths. *Environ. Entomol.* 10 (2): 164-166.
- Yonce, C.E., Gentry, C.R., Tumlinson, J.H., Doolittle, R.E. & Nielsen, D.G. (1976): Lesser peachtree borer influence of trap height substrates concentration and trap design on capture of male moths with a synthetic pheromone. *Environ. Entomol.* 5 (3): 417-420.
- Yonce, C.E., Gentry, C.R., Tumlinson, J.H., Doolittle, R.E., Mitchell, E.R. & Mc Laughlin, J.R. (1977): Seasonal distribution of the lesser peachtree borer in central Georgia USA as monitored by pupal skin counts and pheromone trapping techniques. *Environ. Entomol.* 6 (2): 203-206.