

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

Heft 257

Januar 1990



**Untersuchungen zur Insektizidresistenz der Raubmilbe  
*Typhlodromus pyri* SCHEUTEN  
(Acari: Phytoseiidae) an Reben des Weinbaugebiets  
Mosel-Saar-Ruwer**

von

Dr. Michael Maixner

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Bernkastel-Kues

Berlin 1990

*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 3-489-25700-6

**CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek**

**Maixner, Michael:**

Untersuchungen zur Insektizidresistenz der Raubmilbe  
*Typhlodromus pyri* SCHEUTEN (Acari: Phytoseiidae) an  
Reben des Weinbaugebiets Mosel-Saar-Ruwer / von Michael  
Maixner. Hrsg. von d. Biolog. Bundesanst. für Land- u. Forst-  
wirtschaft Berlin-Dahlem. – Berlin; Hamburg: Parey [in  
Komm.] 1990

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für  
Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 257)  
ISBN 3-489-25700-6

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

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um die gekürzte Fassung der von der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich Biologie, genehmigten Dissertation von Michael Maixner (D77)

© 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.

1990 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61. Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62.

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1	Ziel der Untersuchungen . . . . .	1
1.2	Literaturübersicht . . . . .	2
1.2.1	Spinnmilben . . . . .	2
1.2.1.1	Biologie der Spinnmilben . . . . .	2
1.2.1.2	Spinnmilbenschäden und ihre Bekämpfung . . . . .	2
1.2.2	Raubmilben . . . . .	4
1.2.2.1	Vorkommen von <i>Typhlodromus pyri</i> . . . . .	4
1.2.2.2	Morphologie und Anatomie der Phytoseiiden . . . . .	4
1.2.2.3	Vermehrung und Entwicklung . . . . .	5
1.2.2.4	Populationsdynamik . . . . .	7
1.2.2.5	Ernährung . . . . .	7
1.2.2.6	Bedeutung der Phytoseiiden als Prädatoren der Spinnmilben . . . . .	8
1.2.2.7	Toxizität von Insektiziden für Phytoseiiden . . . . .	10
1.2.2.8	Insektizidresistenz . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b> . . . . .	<b>15</b>
2.1	Untersuchungsgebiet . . . . .	15
2.2	Versuchstiere . . . . .	15
2.2.1	Absammeln der Raubmilben von den Reben . . . . .	17
2.2.2	Austreiben der Raubmilben . . . . .	17
2.2.3	Abwaschen der Raubmilben von Rebblättern . . . . .	17
2.2.4	Laborzucht von <i>Typhlodromus pyri</i> . . . . .	18
2.3	Laborversuche mit <i>T. pyri</i> . . . . .	19
2.3.1	Fütterungsversuche . . . . .	19
2.3.1.1	Nahrungsquellen . . . . .	19
2.3.1.2	Versuchsdurchführung . . . . .	20
2.3.2	Toxizitätsversuche . . . . .	20
2.3.2.1	Sprühapparatur . . . . .	20
2.3.2.2	Versuche mit Raubmilben aus Laborzuchten . . . . .	20
2.3.2.3	Versuche mit aus dem Freiland entnommenen Raubmilben . . . . .	21
2.3.3	Einfluß von E 605 forte auf die Eiablage rate von <i>T. pyri</i> . . . . .	23
2.3.4	Repellentwirkung von Insektiziden auf <i>T. pyri</i> . . . . .	23
2.3.5	Wirkungsdauer von Insektiziden unter Laborbedingungen . . . . .	23
2.3.6	Sensibilität verschiedener Entwicklungsstadien von <i>T. pyri</i> . . . . .	24
2.3.7	Einfluß der Alkyl-Gruppen auf die Toxizität von Parathion . . . . .	24
2.3.8	Vergleich der Sensibilität verschiedener Generationen von <i>T. pyri</i> . . . . .	24
2.3.9	Vergleich der Sensibilität von reproduzierenden und diapau- sierenden Weibchen von <i>T. pyri</i> . . . . .	24

2.4.	Vergleich der Toxizität von Ultracid 40 (Methidathion) für <i>T. pyri</i> im Labor und im Freiland . . . . .	24
2.4.1	Durchführung im Freiland . . . . .	25
2.4.2	Durchführung im Labor . . . . .	25
2.4.3	Vergleich der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche . . . . .	25
2.5	Einfluß des Eriophyidenbefalls der Rebblätter auf die Populationsdichte der Raubmilben . . . . .	26
2.6	Jahreszeitliche Änderungen in der Verteilung der Raubmilben auf den Reben . . . . .	26
2.7	Statistische Methoden . . . . .	28
3	Ergebnisse . . . . .	30
3.1	Milben, Spinnen und Insekten auf Reben . . . . .	30
3.2	Biologie von <i>Typhlodromus pyri</i> . . . . .	31
3.3	Laborversuche . . . . .	33
3.3.1	Einfluß der Ernährung auf die Eiablagerate von <i>T. pyri</i> . . . . .	33
3.3.2	Toxizitätsversuche mit Laborstämmen von <i>T. pyri</i> . . . . .	34
3.3.2.1	Mortalität . . . . .	34
3.3.2.2	Einfluß der Präparate auf die Fekundität . . . . .	37
3.3.3	Einfluß von E 605 forte auf die Eiablage von <i>T. pyri</i> . . . . .	38
3.3.4	Repellentwirkung von Insektiziden auf <i>T. pyri</i> . . . . .	40
3.3.5	Wirkungsdauer von Insektiziden unter Laborbedingungen . . . . .	43
3.3.6	Sensibilität verschiedener Entwicklungsstadien von <i>T. pyri</i> . . . . .	46
3.3.7	Einfluß der Alkyl-Gruppen auf die Toxizität von Parathion . . . . .	48
3.3.8	Vergleich der Sensibilität verschiedener Generationen von <i>T. pyri</i> . . . . .	50
3.3.9	Vergleich der Sensibilität von reproduzierenden und diapausierenden Weibchen von <i>T. pyri</i> . . . . .	50
3.4	Toxizität von Insektiziden für Freilandstämme von <i>T. pyri</i> . . . . .	52
3.4.1	Merkmale der Gesamtstichprobe . . . . .	52
3.4.2	Regionale Unterschiede der Sensibilität der Raubmilben . . . . .	60
3.4.3	Anwendungshäufigkeit der verschiedenen Insektizide . . . . .	60
3.5	Vergleich der Toxizität von Ultracid 40 (Methidathion) für <i>T. pyri</i> im Labor und im Freiland . . . . .	64
3.6	Einfluß des Eriophyidenbefalls der Rebblätter auf die Populationsdichte der Raubmilben . . . . .	68
3.7	Jahreszeitliche Änderungen in der Verteilung der Raubmilben auf den Reben . . . . .	70
4	Diskussion . . . . .	76
4.1	Biologie von <i>Typhlodromus pyri</i> . . . . .	76
4.2	Versuchsmethoden . . . . .	80

4.3	Versuche zur Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf <i>T. pyri</i> im Labor . . . . .	82
4.3.1	Toxizität von Pflanzenschutzmitteln für Laborstämme von <i>T. pyri</i> . . .	82
4.3.2	Einfluß von E 605 forte auf die Fekundität von <i>T. pyri</i> . . . . .	88
4.3.3	Bedeutung der Alkylgruppe für die Toxizität von Parathion . . . . .	89
4.3.4	Repellentwirkung von Insektiziden auf <i>T. pyri</i> . . . . .	90
4.3.5	Stabilität der Parathion-Resistenz in der Laborzucht . . . . .	91
4.3.6	Einfluß der Diapause auf die Sensibilität von <i>T. pyri</i> für E 605 forte . .	91
4.4	Versuche zur Vergleichbarkeit von in Labor- und Freilandversuchen gewonnenen Toxizitätsdaten . . . . .	92
4.4.1	Sensibilität der verschiedenen Stadien von <i>T. pyri</i> . . . . .	92
4.4.2	Wirkungsdauer von Insektiziden unter Laborbedingungen . . . . .	92
4.4.3	Vergleich der Toxizität von Ultracid 40 (Methidathion) im Labor und im Freiland . . . . .	93
4.5	Insektizidresistenz bei Freilandpopulationen von <i>Typhlodromus pyri</i> .	95
4.5.1	Mortalitätsdaten . . . . .	95
4.5.2	Korrelationen zwischen den Toxizitätswerten der geprüften Insektizide . . . . .	96
4.5.3	Regionale Unterschiede . . . . .	96
4.6	Bedeutung insektizidresistenter Raubmilbenpopulationen für die integrierte Spinnmilbenbekämpfung im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer . . . . .	97
5	Zusammenfassung . . . . .	99
	Summary . . . . .	101
6	Literaturverzeichnis . . . . .	103
7	Verzeichnis der im Text verwendeten Abkürzungen . . . . .	118

## Vorwort

In den letzten Jahren wurden erhebliche Fortschritte bei der Entwicklung eines integrierten Rebschutzes erzielt. So wurde das biotechnische Verfahren zur Bekämpfung des einbindigen Traubenwicklers mit Hilfe von synthetischen Pheromonen für die zweite Generation zur Praxisreife entwickelt.

Zehnjährige Untersuchungen zur biologischen Spinnmilbenbekämpfung mit der Raubmilbe *Typhlodromus pyri* am Institut für Pflanzenschutz im Weinbau der Biologischen Bundesanstalt in Bernkastel-Kues haben die Grundlagen für eine Schonung dieses Nützlings geschaffen. Diese Erkenntnisse wurden im Rahmen der zulassungsbegleitenden Forschung erarbeitet. Die außerordentliche Bedeutung von *T. pyri* für eine biologische Spinnmilbenbekämpfung führte zu einer gründlichen Überprüfung der Nebenwirkungen von Rebschutzmitteln auf diesen Nützling. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens wurde zunächst die Möglichkeit geschaffen, nach Vorliegen amtlicher Prüfungen einen Vermerk "Schont die Raubmilbe *Typhlodromus pyri*" in die Gebrauchsanweisung von Rebschutzmitteln aufzunehmen. Als Folge des neuen Pflanzenschutzgesetzes von 1986 wurden Angaben über die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Raubmilbe *T. pyri* für das Zulassungsverfahren obligatorisch. Die enge Zusammenarbeit zwischen der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und dem Institut für Pflanzenschutz im Weinbau der Biologischen Bundesanstalt sowie den anderen Weinbauinstituten der Länder haben so innerhalb weniger Jahre die Schonung eines bedeutenden Nützlings im Zulassungsverfahren verankert.

Bei der Schonung der Raubmilbenpopulationen kommt der zum Teil nachgewiesenen und zum Teil vermuteten Insektizidresistenz eine besondere Bedeutung bei. Erlaubt diese doch gegen Populationen von Traubenwicklern beziehungsweise Springwürmern, Rhombenspannern u. a. Schädlingen solche Insektizide einzusetzen, gegen die bei den Raubmilbenpopulationen Insektizidresistenz vorliegt und die somit nicht geschädigt werden. Die vorliegende Arbeit gibt einen umfangreichen Überblick über das Auftreten von insektizidresistenten Raubmilbenstämmen im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer. Darüber hinaus werden Wege aufgezeigt, wie durch die Schonung und Tolerierung zusätzlicher Nahrungsquellen wie zum Beispiel der Blattgallmilbe *Colomerus vitis* eine Förderung von *Typhlodromus pyri* möglich ist. Wird ein leichter bis mittlerer Befall durch die Blattgallmilbe toleriert, kommt es zu einer deutlichen Zunahme der Nützlingspopulationen.

Möge dieses Heft dazu beitragen, den integrierten Rebschutz und damit einen naturnahen Weinbau weiterzuentwickeln.

Dr. W. Englert

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Institut für Pflanzenschutz im Weinbau

## 1 Einleitung

Die Maßnahmen des Pflanzenschutzes sind heute nicht mehr auf den prophylaktischen Einsatz chemischer Wirkstoffe beschränkt. So verlangt das deutsche Pflanzenschutzgesetz von 1986 die Berücksichtigung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes bei der Bekämpfung landwirtschaftlicher Schädlinge (BML, 1986). Dies umfaßt neben der Anwendung des Schadschwellenprinzips für den Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln die Ausnutzung biologischer, biotechnischer, züchterischer und kulturtechnischer Maßnahmen.

Im Weinbau ist die Anwendung dieser Prinzipien weit fortgeschritten, wobei jedoch zur Bekämpfung der wichtigsten Pilzkrankheiten Fungizide meist präventiv eingesetzt werden müssen. Begünstigt wird diese Entwicklung durch die langjährige Kulturdauer, die Verwendung der Trauben zur Weinbereitung, die keine Ansprüche an das äußere Erscheinungsbild der Produkte stellt, und die im Vergleich zu anderen Kulturen geringe Zahl der zu kontrollierenden tierischen Schädlinge (BOLLER, 1983).

In Deutschland sind die Traubenwickler und Spinnmilben als tierische Hauptschädlinge von Bedeutung. Im Sinne des integrierten Rebschutzes wurden biologische und biotechnische Verfahren zur Traubenwicklerbekämpfung entwickelt (ENGLERT, 1985, 1986; SCHRUF et al., 1986; SCHLAMP, 1987), Prognoseverfahren zur Abschätzung des Befallsrisikos eingeführt (BASSINO et al., 1979; SCHRUF, 1979; BAILLOD et al., 1980; BAILLOD und SCHLÄPFER, 1982) und wirtschaftliche Schadschwellen für Spinnmilben und Traubenwickler ermittelt (BOLLER, 1978b; ENGLERT, 1978; HILLEBRAND und EICHHORN, 1988).

Für die integrierte Spinnmilbenbekämpfung spielt neben kulturtechnischen Maßnahmen die Ausnutzung der begrenzenden Wirkung natürlicher Antagonisten eine bedeutende Rolle. Die größte Bedeutung haben Raubmilben aus der Familie der Phytoseiiden. Durch die Schonung und Förderung dieser Nützlinge kann das Risiko wirtschaftlicher Schäden infolge von Spinnmilbenbefall bedeutend verringert werden. Voraussetzung dafür sind genaue Kenntnisse der Biologie der Prädatoren und ihrer Gefährdung durch Pflanzenschutzmaßnahmen.

### 1.1 Ziel der Untersuchungen

Ziel dieser Arbeit war es, Informationen über die Sensibilität der Raubmilben des Weinbaugebiets Mosel-Saar-Ruwer für Insektizide zu gewinnen und zu überprüfen, ob durch die Entstehung resistenter Raubmilbenpopulationen eine Adaptation an die Gegebenheiten des Rebschutzes an der Mosel erfolgte.

- Raubmilben sollten in Laborzuchten gehalten und mit ihnen Versuche zu verschiedenen Aspekten der Wirkung von Insektiziden durchgeführt werden.
- Die Sensibilität von Raubmilben aus Freilandpopulationen sollte mit geeigneten Labormethoden getestet werden.
- Die Vergleichbarkeit von Labor- und Freilanduntersuchungen zur Wirkung von Insektiziden auf Raubmilben sollte überprüft werden.
- Informationen zur Biologie und Ökologie der Raubmilben sollten gesammelt werden.

## 1.2 Literaturübersicht

### 1.2.1 Spinnmilben

Im mitteleuropäischen Weinbau spielen zwei Spinnmilbenarten (Acari: Tetranychidae) eine wesentliche Rolle: Die Obstbaumspinnmilbe oder Rote Spinne *Panonychus ulmi* KOCH und die Gemeine- oder Bohnenpinnmilbe *Tetranychus urticae* KOCH (ENGLERT, 1978; SCHRUF, 1985; HILLEBRANDT und EICHHORN, 1988). *P. ulmi* dominiert in Deutschland, *T. urticae* spielt nur lokal eine Rolle (ENGLERT und HOLZ, 1989). Der Befall der Reben durch diese Art kann jedoch durch Herbizidanwendungen oder Trockenheit, die zum Abwandern von *T. urticae* von absterbenden krautigen Pflanzen auf die Reben führen, hervorgerufen werden (LORENZ, 1978; BOLLER et al., 1985).

#### 1.2.1.1 Biologie der Spinnmilben

Die Entwicklung der beiden Spinnmilbenarten verläuft gleich. Dem Eistadium folgen die drei Entwicklungsstadien Larve, Protonymphen und Deutonymphen, die jeweils von inaktiven Ruhestadien (Nymphochrysalis, Deutochrysalis, Teleiochrysalis) gefolgt werden (BOLLOW, 1961). Die Entwicklungsdauer ist temperaturabhängig. Sie beträgt bei 21 °C bei *P. ulmi* 10-12 Tage, bei *T. urticae* 7-8 Tage (HERBERT, 1981a, 1981b). Von der ersten Art werden durchschnittlich fünf, von *T. urticae* durchschnittlich sechs bis sieben Generationen im Jahr ausgebildet, die sich im Sommer überlappen (HILLEBRANDT und EICHHORN, 1988).

*P. ulmi* ist etwa 0,4-0,5 mm groß (Männchen sind etwas kleiner), rotgefärbt und trägt auf dem Rücken Borsten auf weißlichen Höckern (BOLLOW, 1961; KRANTZ, 1978). Die Überwinterung erfolgt in Form von Winteriern, die bevorzugt an den Nodien der Triebe und dem oberen Ende des alten Holzes abgelegt werden (ENGLERT, 1980). Der Schlupf erfolgt im Frühjahr mit dem Austrieb der Reben und zieht sich über zehn bis zwölf Tage hin (SCHRUF und WEGNER, 1980). Die geschlüpften Larven beginnen ihre Saugtätigkeit an den jungen Blättern. Die Wintereiablage beginnt im August und dauert bis in den Oktober; sie kann aber auch als Reaktion auf ungünstige Nahrungsverhältnisse zu anderen Zeiten erfolgen (HOPP, 1957).

*T. urticae* ist etwas größer als *P. ulmi* und durch zwei seitliche dunkle Flecke auf dem rundlichen, grünlichgelben und nur schwach beborsteten Körper gekennzeichnet. Bei dieser Milbe überwintern die befruchteten, rötlichgefärbten Weibchen zum großen Teil im Falllaub, vereinzelt werden sie im Winter auch in der Borke des Rebholzes gefunden (SCHRUF et al., 1979). Bei Temperaturen über 8 °C wandern die überwinterten Weibchen auf krautige Pflanzen auf.

#### 1.2.1.2 Spinnmilbenschäden und ihre Bekämpfung

Berichte über den Befall der Reben durch Spinnmilben liegen seit Anfang dieses Jahrhunderts vor (Muth, 1910, zit. nach Hillebrandt und Eichhorn, 1988; Stellwaag, 1928; Hering 1951). Seit den fünfziger Jahren wurden zunehmend Spinnmilbengradationen bekannt (MATHYS, 1956). In zahlreichen Arbeiten wird ein Zusammenhang zwischen dem verstärkten Auftreten der Spinnmilben und der Einführung organischer Pestizide hergestellt. Dabei spielen einerseits direkte physiologische Wirkungen eine Rolle, zum anderen beeinflussen trophische Faktoren die Spinnmilbenvermehrung. Aber auch die Ausschaltung natürlicher Antagonisten kann zur Übervermehrung von Spinnmilben beitragen (MATHYS, 1954, 1956; GÜNTERT, 1956, 1957; HUFFAKER et al., 1970; HOYT et al., 1978; METCALF, 1980). Fördernde



Wirkungen auf Spinnmilben sind von chlorierten Kohlenwasserstoffen, Phosphorsäureestern und Pyrethroiden bekannt (CHABOUSSOU, 1966; KARG, 1971b; HALL, 1979; ENGLERT, 1983). Veränderungen des Nährstoffgehalts der Wirtspflanzen können auf Kulturmaßnahmen sowie auf der Wirkung von Pestiziden beruhen (MATHYS, 1959; BESSE und GÖTZ, 1963; VAN DE VRIE und BOERSMA, 1970; VAN DE VRIE et al., 1972).

Schon wenige Jahre nach der Einführung organischer Pestizide wurden resistente Spinnmilbenpopulationen bekannt. Inzwischen wurde bei Spinnmilben Resistenz gegen zahlreiche insektizide und akarizide Wirkstoffe beobachtet (VAN DE VRIE, 1969; HELLE und VAN DE VRIE, 1974; ENGLERT, 1975, 1978; DITTRICH, 1975; LORENZ, 1978; SCHRUF und NOTHELFER, 1978). Auch die klimatischen Bedingungen stellen einen wesentlichen Faktor für Spinnmilbengradationen dar (MATHYS 1956; ENGLERT, 1979a). Die klimatischen Ansprüche der beiden im Weinbau schädigenden Spinnmilbenarten sind unterschiedlich. Für *P. ulmi* ist warmes Wetter mit hoher Luftfeuchte optimal, *T. urticae* bevorzugt dagegen warme und trockene Witterung (HOPP, 1957; LORENZ, 1978).

Spinnmilbenschäden entstehen durch die Saugtätigkeit der Milben, die einzelne Epidermiszellen anstechen und aussaugen (BOLLOW, 1961). Im Frühjahr führt dies bei jungen Blättern zu ausgedehnten Randnekrosen mit anschließenden Blätterzerstörungen, im Extremfall können die Blätter abgeworfen werden oder ganze Triebe absterben. Im Sommer sind durch *P. ulmi* befallene Reben durch eine leichte Bronzeverfärbung, später durch verfrühten Blattfall zu erkennen (HILLEBRAND und EICHHORN, 1988). *T. urticae* befällt bevorzugt die Triebspitzen, die bei starkem Befall verkahlen. Spinnmilbenbefall kann erhebliche Qualitätseinbußen zur Folge haben. Nach Angaben von ENGLERT (1979), EICHHORN et al. (1981) und SCHROPP et al. (1982) sind Mostgewichtseinbußen von 4° bis 22° Oechsle möglich. Im Extremfall wurde anstatt einer Spätlese nur ein Qualitätswein geerntet.

Die chemische Bekämpfung der Spinnmilben ist zu verschiedenen Zeiten möglich (HILLEBRAND und EICHHORN, 1988). Im Winter können die Dauereier von *P. ulmi* am Rebholz bekämpft werden. Wichtiger sind die Austriebsbekämpfung im Frühjahr bis etwa zum Dreiblattstadium der Reben sowie eine Sommerbehandlung zur Zeit der Abschlußspritzung. Von einigen Fungiziden ist eine akarizide Nebenwirkung bekannt (HAUB und STELLWAAG-KITTLER, 1979; HAUB, 1982).

Im Zuge des integrierten Pflanzenschutzes wurde versucht, wirtschaftliche Schadensschwellen zu definieren. Im Frühjahr ist eine Bekämpfung bei einer Spinnmilbendichte von 15 bis 20 Spinnmilben/Blatt (ENGLERT, 1978; HILLEBRAND und EICHHORN, 1988) bzw. dem Befall von 60 von 100 kontrollierten Blättern (BOLLER, 1977) angebracht. Da im Sommer die Bekämpfung nur bis Mitte August erfolgen kann, bei günstigem Wetter aber auch danach aufgrund der großen Vermehrungskapazität der Spinnmilben noch eine Gradation möglich ist (LORENZ, 1978), liegt die Schadensschwelle für die Sommerbekämpfung bei 2 Spinnmilben/Blatt (ENGLERT, 1978; HILLEBRAND und EICHHORN, 1988).

Aus dem Obst- und Weinbau werden zahlreiche Antagonisten der Spinnmilben beschrieben. Als die wichtigsten Insekten werden Thripse (*Scolothrips longicornis*), Chrysopidenlarven, die erhebliche Teile der Wintereier aussaugen können, Cecidomyidenlarven, der Coccinellide *Scymnus punctillum*, der Staphylinide *Oligota pusillima* und räuberische Wanzen der Familien Anthocoridae und Miridae genannt (GÜNTHART, 1956; BERKER, 1958; DOSSE, 1961a; SCHRUF, 1978; HAUB et al., 1983; CHAZEAU, 1985; ALFORD, 1987). Die wichtigsten Milben sind die Phytoseiden, auf die weiter unten

näher eingegangen wird. Von geringerer Bedeutung sind Bdelliden und Anystiden (GERSON, 1985; ALFORD, 1987). Die Bedeutung der Spinnen als Spinnmilbenprädatoren ist umstritten (PUTMAN, 1967).

### 1.2.2 Raubmilben

Raubmilben aus der Familie der Phytoseiidae sind die bedeutendsten Spinnmilbenfeinde. Nach KARG (1971a) gehören sie zur Unterordnung Mesostigmata. CHANT (1985) sieht sie aufgrund morphologischer Merkmale als weitentwickelte Familie innerhalb der Acari an. Die Phytoseiiden sind meist pflanzenbesiedelnde bewegliche Milben, von denen sich die Mehrzahl von kleinen Arthropoden ernährt. Die Zahl der ca. 1200 beschriebenen Spezies nimmt jährlich um etwa 40 zu (CHANT, 1985). Zahlreiche Spezies dieser Familie haben als Antagonisten von Spinnmilben in landwirtschaftlichen Kulturen wirtschaftliche Bedeutung. JEPPSON et al. (1975a) führen 28 Arten an, die zur Spinnmilbenbekämpfung eingesetzt werden. *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN 1857 (Syn. *T. tiliae* OUD) ist in Europa die häufigste Art in intensiv bewirtschafteten Obst- und Weinkulturen. Weitere wichtige Arten sind in Europa *Amblyseius aberrans*, *A. andersoni*, *A. finlandicus*, *A. potentillae* und in Nordamerika *A. fallacis*, *A. hibisci*, *T. caudiglans* und *T. occidentalis*. *Phytoseiulus persimilis* ist eine südamerikanische Art, die in Nordamerika und Europa zur Bekämpfung der Spinnmilben in Gewächshäusern eingesetzt wird.

#### 1.2.2.1 Vorkommen von *Typhlodromus pyri*

Das Vorkommen von *T. pyri* wird in Europa aus Deutschland, England (CHANT, 1959), Frankreich (RAMBIER, 1972), den Niederlanden (VAN DE VRIE, 1973), Belgien (STERK, 1988), der Schweiz (MATHYS, 1956; GÜNTHART, 1956; BOLLER, 1978a, Österreich (BÖHM, 1960) und Italien (IVANICICH-GAMBARO, 1975) gemeldet. ZAHER und SHEHATA (1971) beschreiben ihr Auftreten in Ägypten, HERBERT (1956) aus Kanada und LIENK et al. (1980) aus den östlichen USA. In Neuseeland wurde *T. pyri* zur biologischen Spinnmilbenbekämpfung eingeführt (COLLYER, 1980).

In Mitteldeutschland wird das Vorkommen von *T. pyri* in Apfelanlagen von KARG (1971b) beschrieben. Aus Südwestdeutschland liegen Beobachtungen aus den fünfziger Jahren von DOSSE (1961a) für Obstanlagen in Württemberg und HERING (1958) für Weinberge im Moselgebiet vor. In den folgenden Jahren beschreibt SCHRUF (1967) ihr Vorkommen in Baden. Erst ab Ende der 70er bis Anfang der 80er Jahre wird *T. pyri* wieder im Moselgebiet (ENGLERT, 1979b), Rheinhessen (HILL und FINGER, 1982), dem Rheingau (STELLWAAG-KITTLER und HAUB, 1979), der Pfalz, Baden, Württemberg und Franken beobachtet (ENGLERT und HOLZ, 1989). Seit Beginn der 80er Jahre nimmt ihre Verbreitung in den deutschen Weinbaugebieten kontinuierlich zu.

#### 1.2.2.2 Morphologie und Anatomie der Phytoseiiden

Nähere Angaben zur Morphologie und der inneren Anatomie der Phytoseiiden sind den Arbeiten von CHANT (1959, 1985), KARG (1971a), KRANTZ (1978) und CHANT und YOSHIDA-SHAUL (1987) zu entnehmen.

*Typhlodromus pyri* (Abb. 1; Abb. 2) ist von eiförmiger Gestalt, das Idiosoma der Weibchen ist weit gerundet und ca. 400 µm lang. Die Männchen sind etwa ein Drittel kleiner. Der Körper beider

Geschlechter ist weißlich bis gelblich opalisierend, bei diapausierenden Weibchen ist er dorsoventral stark abgeflacht und dunkler gefärbt.

Der Körper gliedert sich in ein Gnathosoma und ein Idiosoma. Das Gnathosoma trägt die Mundwerkzeuge. Die Palpen dienen als sensorische Organe, während die Cheliceren die Beute packen und penetrieren. Die Cheliceren der Männchen tragen Spermatodactyli, die zur Übertragung von Spermatophoren in die Genitalporen der Weibchen während der Kopulation dienen (DOSSE, 1959; AMANO und CHANT, 1978; OVERMEER et al., 1982).

Bei allen Entwicklungsstadien, mit Ausnahme der Larven, sind vier Beinpaare vorhanden. Die Beine bestehen aus sieben Segmenten, die Tarsen sind mit einem Paar Klauen und einem Pulvillus versehen. Das vordere Beinpaar, dessen Tarsen dicht mit Sensillen besetzt ist, wird von den blinden Phytoseiiden zum Tasten benutzt.

Das Idiosoma ist dorsal von einem einheitlichen, sklerotisierten Dorsalschild bedeckt, das bei *T. pyri* 17 Paar Borsten trägt. Die Ventralseite trägt bei den weiblichen Milben drei Schilde, das Sternal-, Genital- und Ventrianalschild. Bei den Männchen findet man nur ein Sternogenital- und ein Ventrianalschild. Die Form des Ventrianalschildes und die Zahl und Anordnung der Borsten dieses Schildes sind wichtige Bestimmungsmerkmale. Das Ventrianalschild von *T. pyri* ist dreieckig und trägt bei den weiblichen vier, bei den männlichen Milben drei Paar Präanalborsten. Lateral sind die beiden Peritremen angeordnet, Atmungsorgane, die mit einem Stigma nach außen münden.

Bei äußerlicher Betrachtung auffallende innere Organe sind der Darm, dessen H-förmige Gestalt im gefüllten Zustand leicht zu erkennen ist, und die Spermatheken der Weibchen, die in Abhängigkeit von der Kopulationsdauer unterschiedlich stark gefüllt sind (OVERMEER et al., 1982). Sich entwickelnde Eier nehmen einen beträchtlichen Teil der Körperhöhle der Weibchen ein.

#### 1.2.2.3 Vermehrung und Entwicklung

Nach den Beobachtungen von HERBERT (1956), ZAHER und SHEHATA (1971) und OVERMEER et al. (1982) reicht bei *T. pyri* im Gegensatz zu einigen anderen Phytoseiidenarten eine einmalige Kopulation nicht für die maximal mögliche Eiablage aus. Die Kopulationsdauer beträgt bei *T. pyri* 7-8 Stunden (OVERMEER et al., 1982). Über die Gesamtzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier liegen unterschiedliche Angaben vor. OVERMEER et al. (1982) geben 19 Eier an, HERBERT (1956) beobachtete eine Zahl von 15-24 Eiern. BÖHM (1960) beziffert die Gesamtzahl der Eier auf 13 bei 25 IC, DOSSE (1956) auf 13 bei Pollen und 33 bei *Tetranychus urticae* als Nahrung. Die Zahl der von einem Weibchen pro Tag abgelegten Eier ist unter anderem von der Nahrung abhängig (OVERMEER, 1981).

Die ca. 100 µm großen Eier werden auf der Blattunterseite bevorzugt in den Blattachseln, entlang der Blattnerven oder in den Erineen der Blattgallmilben abgelegt. Aufgrund ihrer klebrigen Oberfläche bleiben die frisch abgelegten Eier am Substrat haften. Frisch abgelegte Eier sind klar, mit zunehmendem Alter werden sie opalisierend und der Embryo ist von außen zu erkennen. Die Entwicklung verläuft über ein sechsbeiniges Larvenstadium und zwei achtbeinige Nymphenstadien, die Proto- und Deutonymphen. Die Larven sind relativ inaktiv und nehmen bei *T. pyri* keine Nahrung zu sich, die Nymphenstadien dagegen sind sehr gefräßig. Die Entwicklungsdauer ist temperaturabhängig. Nach HAYES und MCARDLE (1987) wird der Zusammenhang am besten durch eine Potenzfunktion beschrieben. Nach HERBERT (1956) beträgt die Generationszeit bei 21 IC 13 Tage, wenn während der Entwicklung ausrei-

Abb. 1: Dorsalansicht eines adulten Weibchens von *Typhlodromus pyri* auf der Unterseite eines Rebblatts. Das einheitliche, stark strukturierte Dorsalschild bedeckt das gesamte Idiosoma. Vergrößerung ca. 250fach.

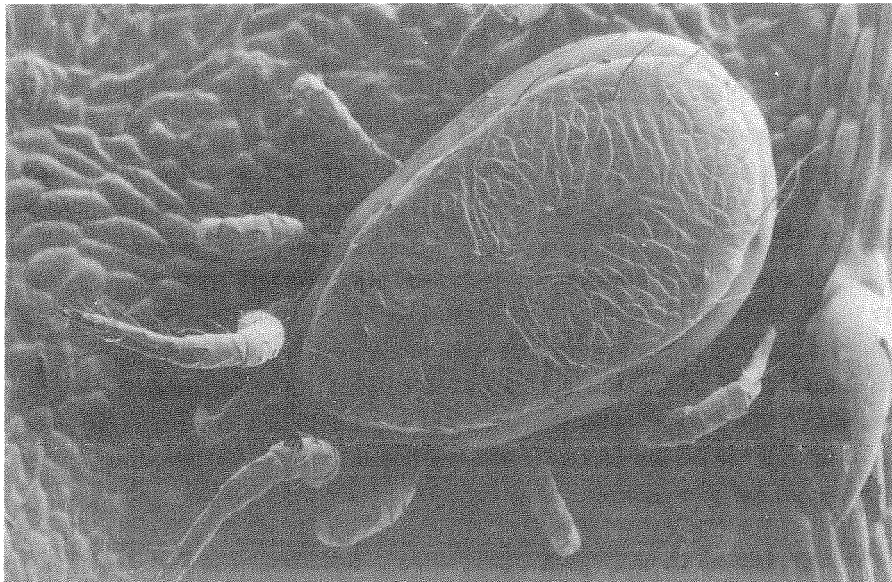
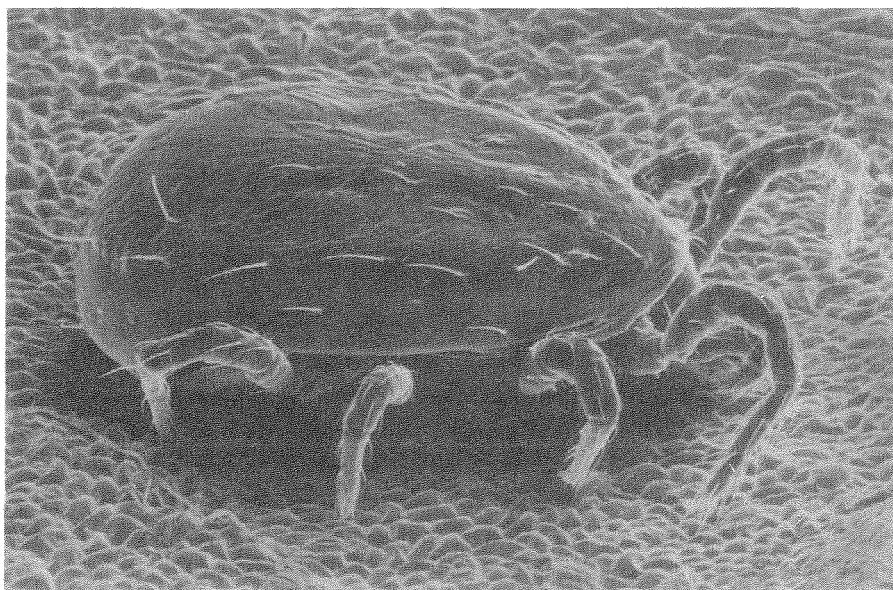


Abb. 2: Adultes Weibchen von *Typhlodromus pyri* auf der Unterseite eines Rebblatts. Die Borsten des Dorsalschildes sind wichtige Bestimmungsmerkmale. Typische Haltung des ersten Beinpaars, das von den blinden Raubmilben zum Tasten benutzt wird. Vergrößerung ca. 300fach.



chend Nahrung zur Verfügung steht. Nahrungsmangel verlängert die Entwicklungszeit wie auch die Präovipositionsperiode (ZAHER und SHEHATA, 1971). OVERMEER (1981) beobachtete bei 25 °C eine Generationsdauer von 13,5 bis 15,5 Tagen, wenn die Raubmilben mit *Tetranychus urticae* gefüttert wurden. Bei Ernährung mit verschiedenen Pollenarten verlängerte sich die Entwicklungszeit.

Die Männchen der meisten Phytoseiiden, so auch *T. pyri*, sind haploid (HELLE et al., 1978). Sie entwickeln sich aus diploiden Eiern, die während der frühen Embryonalentwicklung den väterlichen Chromosomensatz eliminieren (NELSON-REES et al., 1980; BONFOUR und MCMURTRY, 1987). Dieses Phänomen wird von SCHULTEN (1985) Pseudo-Arrhenotokie genannt. Das Geschlechtsverhältnis wird von OVERMEER (1981) mit 40 % Männchen zu 60 % Weibchen angegeben.

#### 1.2.2.4 Populationsdynamik

Die adulten, begatteten Weibchen der Phytoseiiden der gemäßigten Zonen gehen im Herbst in Diapause (HERBERT, 1952; OVERMEER, 1985a). Auslöser ist die Dauer der Photoperiode (HERBERT, 1962). Die kritische Belichtungsdauer beträgt 12 h, daneben spielt die Temperatur in der Dunkelphase eine Rolle (OVERMEER, 1985a). Nach OVERMEER und VAN ZON (1983a) ist ein ausreichender  $\beta$ -Carotiningehalt der Nahrung Voraussetzung für die Induktion der Diapause. FIELD und HOY (1985) beobachteten bei *T. occidentalis* einen schnelleren Übergang der Weibchen in Diapause bei Nahrungsmangel als bei ausreichender Versorgung mit *T. urticae*.

Die Weibchen der gehölz- und rebenbesiedelnden Phytoseiidenarten wandern vor dem Blattfall auf das Holz ab (CHANT, 1959), wo sie in Rindenritzen, in den Spalten des abgestorbenen Holzes oder unter Knospenschuppen überwintern (HERBERT, 1952; DOSSE, 1957; BERKER, 1958; CHANT, 1959). Die Wintersterblichkeit der Raubmilben ist hoch. Für *T. pyri* werden Werte von 60 % bis über 90 % der überwinternden Weibchen genannt (CHANT, 1959; BÖHM, 1960; HERBERT, 1962). Nach MATHYS (1958) wird *T. pyri* bei Temperaturen um 10 °C aktiv. Die Milben verlassen ihre Winterquartiere und wandern beim Austrieb auf die Blätter auf, wo die Eiablage erfolgt. Über die Zahl der Generationen liegen unterschiedliche Angaben vor. HERBERT (1962) gibt für Kanada zwei bis drei, BÖHM (1960) für Österreich drei, CHANT (1959) für England und KETTNER (1986) für das Moselgebiet drei bis vier, und LIENK et al. (1980) für New York fünf bis sechs Generationen an. Die höchsten Populationsdichten werden Anfang Juni und Anfang August beobachtet, Ende August beginnt die Abwanderung von den Blättern (HERBERT, 1952; ENGLERT und KETTNER, 1982; HADAM et al., 1986).

#### 1.2.2.5 Ernährung

Innerhalb der Familie der Phytoseiiden gibt es große Unterschiede im Nahrungsspektrum. Als Beispiel einer monophagen Art dient *Phytoseiulus persimilis* (OVERMEER, 1985b), der sich ausschließlich von Tetranychiden ernährt. Zahlreiche Arten der Gattungen *Amblyseius* und *Typhlodromus* dagegen sind polyphag. Neben den Tetranychiden dienen ihnen auch andere Milben und pflanzliche Stoffe als Nahrung. COLLYER (1964) hat dafür den Begriff Alternativnahrung geprägt.

Über Pollen als Nahrung berichten zahlreiche Autoren (GÜNTHART, 1956; CHANT, 1958; HUFFAKER et al., 1970; ZAHER und SHEHATA, 1971; JEPSON et al., 1975a; CROFT, 1976; BAILLOD et al., 1982). Während sich nach Meinung von DOSSE (1961b) die Nachkommen von mit Pollen ernährten Weibchen von *T. pyri* nicht mehr vermehren, sind inzwischen Zuchten dieser Raubmilbe mit

ausschließlicher Pollennahrung bekannt (OVERMEER, 1981; OVERMEER et al., 1982; ENGLERT und MAIXNER, 1988). Die Qualität von Pollen als Nahrung ist nicht für alle Phytoseiidenarten gleich. Raubmilben, die sich bei ausschließlicher Pollennahrung nicht entwickeln, sind z. B. *Phytoseiulus persimilis* (OVERMEER, 1985b) und *T. occidentalis* (AHLSTROM und ROCK, 1973). Raubmilben, die Pollen als ausschließliche Nahrung nutzen können, sind *T. pyri*, *A. fallacis* (AHLSTROM und ROCK, 1973) und *A. hibisci* (MCMURTRY und SCRIVEN, 1965, 1966; KENNETT et al., 1979). Die Eiablage von *Amblyseius olivi* ist bei Ernährung mit Rizinuspollen höher als bei Spinnmilbennahrung (ABOU-AWAD und EL-BANHAWY, 1986). Nach Beobachtungen von OSAKABE (1988) ist *A. sojanensis* auf Teepollen neben Spinnmilbennahrung angewiesen, um die Entwicklung zu vollenden. Die biologische Kontrolle von *Panonychus citri* in Zitronenkulturen durch *A. sojanensis* war nur in Anwesenheit von Teepollen erfolgreich (OSAKABE et al., 1987).

Als weitere pflanzliche Nahrungsquelle vieler Phytoseiiden werden von GÜNTHART (1956) und CHANT (1958) Pilzsporen angeführt, BAILLOD et al. (1982) berichten über Perldrüsen der Reben als alternative Nahrung für *T. pyri*.

Neben den Tetranychiden sind Eriophyiden eine wichtige Nahrungsquelle der Phytoseiiden (BERKER, 1958; BAILLOD et al., 1982). Modernmilben der Gattung *Tyrophagus* werden von KARG und MACK (1986) sowie RASMY et al. (1987) als geeignete Nahrung für *A. mckenziei* genannt.

#### 1.2.2.6 Bedeutung der Phytoseiiden als Prädatoren der Spinnmilben

Die Fähigkeit zahlreicher Phytoseiidenarten zur Reduktion von Populationen schädlicher Spinnmilben wird von vielen Autoren hervorgehoben (GÜNTHART, 1956; COLLYER, 1964, 1980; KROPSZYNSKA und VAN DE VRIE, 1965; KARG, 1971b; CROFT, 1972, 1982; JEPSON et al., 1975a; RAMBIER, 1976; HUFFAKER et al., 1977; VAN DE VRIE, 1980; ENGLERT, 1982; CROFT und STRICKLER, 1983; SOLOMON und FITZGERALD, 1984; BAILLOD und GUIGNARD, 1985; SCHMID, 1985; SCHROPP, 1985; BOSCHERI et al., 1986; IVANICICH-GAMBARO, 1987; OSAKABE et al., 1987; STEINER, 1987; SCHRUF, 1987). So wurden in der Westschweiz nach der Einführung eines integrierten Pflanzenschutzprogramms die Spinnmilben von Raubmilben innerhalb von drei Jahren unter die wirtschaftliche Schadensschwelle gebracht (GENINI und BAILLOD, 1987). Von DOSSE (1961a) wird berichtet, daß die Populationsdichte von *P. ulmi* durch *T. pyri* auf eingezelten Apfelbäumen innerhalb weniger Jahre auf nahe Null reduziert wurde. MATHYS (1958) gibt den Grad der Reduktion der Spinnmilbenpopulationen im Frühjahr mit 30-100 % an. Diese Fähigkeit der Raubmilben wurde von JOHNSON und WELLINGTON (1984) mit *T. caudiglans* und *T. occidentalis* und der Spinnmilbe *P. ulmi* unter Variation der Witterungsbedingungen in einem Computermodell erfolgreich simuliert.

Die Wirksamkeit eines Prädatoren wird nach RABBINGE (1975) durch die Zahl der pro Zeiteinheit erbeuteten Schädlinge definiert. DOSSE (1956b) gibt die Fraßleistung von *T. pyri* mit 10,6 Eiern und 5,8 adulten *T. urticae* pro Tag an; zur Entwicklung benötigt *T. pyri* 60 Eier und 34 adulte Milben. Nach VAN DE VRIE (1973) ist die Entwicklungszeit von *T. potentillae* von der Beutedichte abhängig. Die numerische Reaktion zeigt eine Sättigungscharakteristik, das Maximum der Eiablage ist beim Verzehr von 4-8 adulten *P. ulmi* pro Tag erreicht. Die gleiche Abhängigkeit der Fekundität vom Nahrungsangebot beobachteten EVELEIGH und CHANT (1981) bei *A. degenerans*. Ebenfalls eine numerische Reaktion auf die Beutedichte stellt die Aggregation von *P. persimilis* an Orten mit hohem Spinnmilbenbesatz dar

(EVELEIGH und CHANT, 1982a), während die räumliche Verteilung von *A. degenerans* nicht von der Beute abhängt. Dieselbe Beobachtung machten KROPZYNSKA und VAN DE VRIE (1965) bei *T. potentillae* und CHANT (1959) bei *T. pyri*. Auf die Präferenz zahlreicher Phytoseiden für juvenile Spinnmilben wird von ZAHER und SHEHATA (1971), VAN DE VRIE (1973) sowie JOHNSON und WELLINGTON (1984) hingewiesen. Dagegen kann nach Meinung von JOHNSON und WELLINGTON (1984) *T. pyri* die Eier von *P. ulmi* nicht als Nahrung nutzen. JEPPSON et al. (1975a) geben die minimale Fraßleistung von *T. pyri* mit nur zwei Larven von *P. ulmi* pro Tag an. Die Phytoseiden zeigen eine funktionelle Reaktion auf die Spinnmilbendichte. Während bei geringem Nahrungsangebot die Beutetiere völlig ausgesaugt werden, wenden sich die Raubmilben bei hohen Populationsdichten der Spinnmilben nach kurzem Saugen von der Beute ab, um nach weiteren Opfern zu suchen (VAN DE VRIE, 1973; SABELIS, 1985).

Die Suchstrategie der Phytoseiden variiert zwischen den Arten (SABELIS und DICKE, 1985). Während *A. potentillae* entlang der Blattränder und Blattadern nach Beute sucht, bewegt sich *P. persimilis* unregelmäßig über die gesamte Blattfläche. Bei *T. occidentalis* werden durch Spinnfäden und Kairomone verschiedener Spinnmilbenarten unterschiedliche spezialisierte Suchstrategien ausgelöst, die über mehrere Tage beibehalten werden (HOY und SMLANICK, 1981). Bei im Labor selektierten pyrethroidresistenten *T. occidentalis* beobachteten MUELLER-BEILSCHMITT und HOY (1987) nur noch einen Typ von Suchstrategie, das Absuchen der Blattränder.

Ein wichtiger Faktor für die Effizienz der Raubmilben als Spinnmilbenprädatoren ist die Verteilung von Räuber und Beute auf der Wirtspflanze. *P. ulmi* besiedelt Ober- und Unterseiten der Blätter, während sich die Phytoseiden fast ausschließlich auf den Blattunterseiten aufhalten (CHANT, 1959). Da sich jedoch die juvenilen Stadien von *P. ulmi*, die bevorzugte Beute der Phytoseiden, auf der Unterseite an den Blattadern aufhalten, ist eine ausreichend enge Beziehung zwischen den Aufenthaltsorten von Prädatör und Beute gegeben (JEPPSON et al., 1975a). Die Verteilung von *P. ulmi* auf den Blättern der Wirtspflanzen entspricht einer negativen Binominalverteilung (BAILLOD und GUIGNARD, 1984). Demgegenüber wechselt die Verteilung der Raubmilben im Jahresverlauf. Im Frühjahr halten sie sich bevorzugt im Inneren der Obstbäume oder Rebstöcke auf, im Sommer werden zunehmend auch die peripheren Blätter besiedelt (ENGLERT und KETTNER, 1982; KETTNER, 1986; STEINER, 1987). Nach übereinstimmenden Ergebnissen von KROPZYNSKA und VAN DE VRIE (1965) und STEINER (1987) besteht keine Korrelation der Verteilungen von *T. pyri* und *P. ulmi*.

Die meisten Phytoseiden haben ein weites Wirtsspektrum. Ihre lockere Bindung an die Spinnmilben als Beute befähigt sie, auch ohne diese Nahrung zu überleben. Aufgrund ihrer Fähigkeit, auch bei sehr geringen Populationsdichten der Spinnmilben auf Kulturpflanzen zu überleben und die Ansiedlung oder den Anstieg der Spinnmilbenpopulation über die wirtschaftliche Schadensschwelle zu verhindern, werden diese polyphagen Raubmilben als "Schutzräuber" bezeichnet (JEPPSON et al., 1975a; RAMBIER, 1976; ENGLERT, 1982). Für den Weinbau wird die erforderliche Populationsdichte von *T. pyri* mit 1-2 Raubmilben/Blatt angegeben (BAILLOD und VENTURI, 1980; HILL und SCHLAMP, 1986; STEINER, 1986).

Die wichtigste alternative Nahrungsquelle vieler Phytoseidenarten sind Eriophyiden. KARG (1971B) spricht von einer notwendigen Sekundärnahrung, wenn Raubmilben für die biologische Spinnmilbenbekämpfung genutzt werden sollen. Besonders hohe Populationsdichten von *T. pyri* bei starkem Befall der Reben mit *Colomerus vitis* wurden von BASSINO und BAILLOD (1982) und

KETTNER (1986) beobachtet. ENGLERT und KETTNER (1982) geben die Erineen der Blattgallmilbe als bevorzugten Aufenthaltsort von *T. pyri* auf den Rebblättern an. Aus dem Obstbau ist die fördernde Wirkung der Rostmilben *Aculus schlechtendali* und *A. fockeui* auf *T. pyri* bekannt (CROFT, 1976; BERKETT und FORSYTHE, 1980). OVERMEER (1985b) und STERK (1988) beobachteten eine Präferenz von *T. pyri* für *A. fockeui*, die die Prädationskapazität gegenüber *P. ulmi* verminderte.

Zur Verbreitung der Raubmilben in bisher unbesiedelte Obst- und Weinanlagen werden im Herbst Filzmanschetten um Rebholz gebunden, in denen sich die Weibchen zur Überwinterung sammeln. Diese "Fanglappen" werden im Frühjahr in andere Anlagen ausgebracht. (BAILLOD und GUIGNARD, 1984; BOLLER und REMUND, 1986; WILDBOLZ und STAUB, 1986). Während der Vegetationszeit erfolgt die Verbreitung mit ausgebrochenen Geiztrieben der Reben oder Schnittlaub von Reben und Obstbäumen (BOLLER und REMUND, 1986; BOSCHERI et al., 1986; HILL und SCHLAMP, 1986). Die Verbreitungsgeschwindigkeit wird von HILL und FINGER (1982) für Rebanlagen mit ca. 10 m in Zeilenrichtung pro Jahr angegeben, die Verbreitung von Zeile zu Zeile erfolgt hauptsächlich in Windrichtung. GENINI und BAILLOD (1987) beobachteten in Apfelanlagen die Ausbreitung eingebürgerter Raubmilben vom Ausbringungsort aus über 7-8 Nachbarbäume innerhalb eines Jahres. Auch hier wird die Bedeutung der Windrichtung betont. *T. occidentalis* wird durch den Wind bis zu 0,5 Meilen weit verdriftet (HOY, 1985). FIELD und HOY (1985) stellten fest, daß sich bei Windgeschwindigkeiten über 1,5 m/s Weibchen von *T. occidentalis* bei ausreichendem Spinnmilbenbefall ihrer Wirtspflanzen auf die Blattoberfläche drücken, während sie sich bei Nahrungsmangel mit einem Anstellwinkel von 45 ° gegen die Luftströmung stellen. Die größte Migrationsaktivität zeigen bei *A. fallacis* nach CROFT und WHALON (1983) adulte Weibchen in der Mitte der Ovipositionsperiode.

Zur Erhaltung der protektiven Kapazität der Raubmilben ist ihre Schonung erforderlich. SCHROPP (1985, 1986) und BAILLOD und GUIGNARD (1988) geben Empfehlungen für den Gebrauch von raubmilbenschonenden Rebschutzmitteln. ENGLERT (1978, 1982) weist auf die Bedeutung raubmilbenschonender Applikationsmethoden hin. In Weinbergspartellen, in denen der Rebschutz mit dem Hubschrauber durchgeführt wurde, fanden sich deutlich mehr Raubmilben als in Partellen, die vom Boden aus behandelt wurden.

#### 1.2.2.7 Toxizität von Insektiziden für Phytoseiden

In den fünfziger und Anfang der sechziger Jahre wurde bei verschiedenen Phytoseidenarten eine sehr hohe Sensibilität für Phosphorsäureester und chlorierte Kohlenwasserstoffe festgestellt (RISTICH, 1956; MATHYS, 1958; BÖHM, 1960; BARTLETT, 1964; COLLYER, 1964). Inzwischen ist bekannt, daß einige Raubmilbenarten über eine inhärente Toleranz gegenüber verschiedenen Phosphorsäureestern verfügen. WATVE und LIENK (1975) stellten bei *T. pyri* eine geringe Sensibilität für Demeton fest, CROFT (1982) sowie KAPETANAKIS und CRANHAM (1983) beobachteten bei *T. occidentalis* eine inhärente Toleranz gegen Parathion. Dagegen sind alle bisher untersuchten Phytoseiden hochsensibel gegen Pyrethroide (HOY et al., 1978, 1979; WONG und CHAPMAN, 1979; STRICKLER und CROFT, 1981; CROFT, 1983; CROFT und WAGNER, 1983; HULL und STARNER, 1983; BOSTANIAN et al., 1985; KETTNER, 1986; SCHROPP, 1986; WILDBOLZ und STAUB, 1986). In Freilandversuchen spielen bei diesen Präparaten häufig auch subletale Effekte eine Rolle (NEWSOM, 1974; RIEDL und HOYING, 1983). CROFT et al. (1982) stellten fest, daß die Pyrethroide umso toxischer für Raubmilben



sind, je stärker das Grundgerüst des Pyrethrums chemisch modifiziert ist. In Freilanduntersuchungen im Weinbau wurde die langanhaltende Wirkung von Pyrethroiden auf Raubmilbenpopulationen deutlich. Noch ein Jahr nach der Anwendung war die Dichte von *T. pyri* merklich reduziert (ZWICK und FIELDS, 1978; KETTNER, 1986).

Systemische Pestizide wie Dicofol oder Oxydemeton-methyl können trotz ihrer ökologischen Selektivität, der Wirkung über die Wirtspflanze, Raubmilben schädigen. *Euseius hibisci* saugt in Zitronenkulturen gelegentlich an den Blättern und wird dadurch geschädigt (CONGDON und TANI-GOSHI, 1983), andere Arten wie *T. pyri* nehmen die Präparate über ihre Beute auf (DANESHVAR und RODRIGUEZ, 1975; EL-BAJOURI und EL-BANHAWY, 1987; BELLOWES et al., 1988).

Zwischen den Phytoseiidenarten bestehen Sensibilitätsunterschiede in bezug auf Insektizide. *T. occidentalis* ist im Vergleich zu anderen Raubmilben gegenüber Phosphorsäureestern (Organophosphate = OP) wenig sensibel (CROFT, 1982; KAPETANAKIS und CRANHAM, 1983). Dagegen ist Carbaryl für *T. pyri* und *A. chilensis* wenig toxisch (Croft et al., 1976a). Als vergleichsweise sensible Arten werden *A. fallacis* und *A. potentillae* genannt (WATVE und LIENK, 1976; KAPETANAKIS und CRANHAM, 1983). Diese Sensibilitätsunterschiede in Verbindung mit unterschiedlich stark ausgeprägten Fähigkeiten zur Resistenzbildung bei den einzelnen Raubmilbenarten führt zur Verschiebung des Dominanzspektrums der Phytoseiidenfauna in behandelten Kulturen. *T. pyri* wird bevorzugt in behandelten Wein- und Obstanlagen gefunden (DOWNING und MOLLINET, 1972; LIENK et al., 1980; KAPETANAKIS und CRANHAM, 1983; HADAM et al., 1986). *A. andersoni* wird von diesen Autoren häufig als verdrängte Art genannt, die vornehmlich in unbehandelten Flächen verbreitet ist. Dagegen wurden in der Schweiz *T. pyri* und *A. aberrans* von einem eingeführten OP-resistenten Stamm von *A. andersoni* verdrängt (CACCIA et al., 1985). Arten, die überwiegend in nicht mit Insektiziden behandelten Flächen gefunden wurden, sind *A. finlandicus* und *T. caudiglans* (OATMAN, 1976; CORINO, 1985).

Die unterschiedliche Toxizität von Insektiziden verschiedener Wirkstoffgruppen für *T. pyri* äußert sich nicht zuletzt im Vorkommen dieses Nützlings. Bei dem Vergleich von Apfelanlagen mit unterschiedlichen Insektizidprogrammen fanden SOLOMON und FITZGERALD (1984) durchschnittlich 0,6 *T. pyri* pro 100 Blatt in Parzellen mit Pyrethroidspritzungen, vier Raubmilben/100 Blatt in Dimethoat- und 41 Raubmilben/100 Blatt in Phosphorsäureesterparzellen. In Rheinhessen war *T. pyri* häufig in Weinbergen zu finden, die mit Parathion, Acephat, Metasystox oder Azinphosmethyl behandelt wurden, selten dagegen in Rebflächen mit häufiger Anwendung von Methidathion oder Pyrethroiden (HILL und SCHLAMP, 1986).

BAILLOD et al. (1985) sowie STÄUBLI und BAILLOD (1988) empfehlen für Insektizidanwendungen in Wein- und Obstkulturen zur Schonung von *T. pyri* und *A. andersoni* die Anwendung von Phosphorsäureestern wie Acephat, Parathion, Azinphosmethyl und Gusathion und raten vom Einsatz von Methidathion und Pyrethroiden ab. SCHRUFF (1982), SCHROPP (1986) und STEINER (1987) veröffentlichten Listen mit Angaben über schonende und schädigende Eigenschaften von im Weinbau genutzten Pflanzenschutzmitteln für *T. pyri*.

#### 1.2.2.8 Insektizidresistenz

Der erste Hinweis auf Resistenz gegenüber Phosphorsäureestern bei Raubmilben stammt aus dem Jahr 1953 von *T. occidentalis* (HUFFAKER und KENNETT, 1953). Seit Anfang der siebziger Jahre wurden immer mehr Fälle von Insektizidresistenz bei Phytoseiiden bekannt, die sich hauptsächlich auf Phos-

phosphorsäureester und Carbamate beziehen. Die wichtigsten betroffenen Arten sind *T. occidentalis* und *A. fallacis* in Nordamerika sowie *T. pyri* und *A. andersoni* in Europa und Neuseeland (MOTOYAMA et al., 1970; ROCK und YEARGAN, 1971; CROFT und NELSON, 1972; WATVE und LIENK, 1976; COLLYER, 1980; ROUSH und PLAPP, 1982; CRANHAM et al., 1983; HADAM et al., 1986). PENMAN et al. (1976) stellten bei *T. pyri* eine exponentielle Beziehung zwischen der Zahl der Jahre mit Azinphosmethylanwendung und dem LC<sub>50</sub>-Wert dieses Präparats fest.

Aus dem Weinbau sind Fälle von Insektizidresistenz bei *T. pyri* aus der Schweiz von BAILLOD und GUIGNARD (1984), BAILLOD et al. (1985), CACCIA et al. (1985), SCHMID (1985) sowie STÄUBLI und BAILLOD, (1988) beschrieben. In Deutschland liegen Angaben über die Resistenz gegenüber Phosphorsäureestern von KETTNER (1986) und ENGLERT und MAIXNER (1988) von der Mosel sowie von STEINER (1987) aus Württemberg vor.

Häufig wurden Versuche unternommen, durch Selektion im Labor künstlich resistente Raubmilbenstämme, besonders gegen Pyrethroide, zu erzeugen, um sie im Freiland gegen Spinnmilben einzusetzen. (CROFT, 1972, 1982, 1983; HOY et al., 1980; ROUSH und HOY, 1980, 1981b; HOY und KNOP, 1981; HOY, 1985). Problematisch ist dabei die Vermischung der resistenten Stämme mit sensiblen Freilandpopulationen, durch die die Resistenz schnell verschwindet (CROFT, 1983; CROFT und STRICKLER, 1983; HOY, 1985). Durch unerwünschte Begleiterscheinungen der Selektion, wie Reduktion der Fertilität und verlängerte Entwicklungsdauer (ROUSH und HOY, 1981a, 1981b) oder verminderte Aktivität (MUELLER-BEILSCHMID und HOY, 1987), wird dieser Prozeß noch beschleunigt. Häufig existieren die resistenten Stämme nur solange, wie weiterhin regelmäßig Insektizide angewandt werden (CROFT, 1972; CROFT und BARNES, 1972; HOY et al., 1980; TERRIERE, 1983; HOY, 1985). Damit sensible und resistente Raubmilben sich nicht vermischen und dabei die Resistenz bei den Nachkommen wieder verloren geht, wird empfohlen, die natürlichen Phytoseiidenfauna durch Insektizide zu vernichten (HOY und KNOP, 1981; GEORGHIOU, 1983; TERRIERE, 1983; HOY, 1985). Es ist problematisch, künstlich selektierte Stämme bei Arten stabil zu erhalten, die eine hohe Migrationsrate besitzen. Ein pyrethroidresistenter Stamm von *A. fallacis* verlor innerhalb eines Jahres die erworbene Resistenz, da er sich mit von außen zugewanderten Milben vermischte (CROFT und WHALON, 1983). Mit Erfolg wurde dagegen ein OP-resistenter Stamm von *A. fallacis* durch CROFT und HOYING (1975) ausgebracht.

Fälle von Kreuzresistenz beschränken sich in der Regel auf Präparate der gleichen Wirkstoffgruppe (STRICKLER und CROFT, 1981; ROUSH und PLAPP, 1982), jedoch beobachtete CROFT (1983) bei *A. fallacis* eine Kreuzresistenz zwischen DDT und Permethrin. Bei *T. pyri* wurde von CROFT (1982), CRANHAM et al. (1983) sowie KAPETANAKIS und CRANHAM (1983) ein Zusammenhang zwischen der Resistenz gegenüber Parathion und Azinphosmethyl nachgewiesen.

1979 waren 281 Fälle von Insektizidresistenz bei Schädlingen, aber nur neun Fälle bei Nützlingen bekannt (CROFT und MORSE, 1979). Zwei wesentliche Faktoren werden dafür verantwortlich gemacht. Die "food-limitation" Hypothese geht davon aus, daß Prädatoren nicht nur die unmittelbare Insektizideinwirkung überstehen müssen, sondern durch die Dezimierung des Schädlings auch ihre Nahrungsgrundlage verlieren. Die überlebenden Individuen verhungern, stellen ihre Vermehrung ein oder wandern ab. Gestützt wird diese Hypothese durch CROFT und MORSE (1979), die beobachteten, daß die Resistenzentwicklung gegenüber Phosphorsäureestern bei *A. fallacis* und *T. urticae* im Labor im Gegensatz zum Freiland gleich schnell erfolgte, wenn für ausreichende Nahrung der Raubmilbe gesorgt wurde. Eine Computersimulation der Resistenzentwicklung von *A. fallacis* und *T. occidentalis* ergab wesentlich bes-

sere Übereinstimmungen mit der Wirklichkeit, wenn die Nahrungsbegrenzung als Faktor mit einbezogen wurde (TABASHNIK und CROFT, 1985). In Apfelkulturen in Nordamerika traten nur dann resistente Stämme von *A. fallacis* auf, wenn die Spinnmilbenpopulation statt um 99 % nur um 75 % reduziert wurde (CROFT, 1979).

Eine weitere Hypothese erklärt die unterschiedliche Fähigkeit von Phytophagen und Prädatoren mit der physiologischen Anpassung an die Ernährung. Phytophage nehmen aus den Pflanzen ständig toxische Stoffe auf, die schnell abgebaut und damit entgiftet werden müssen. Ihre Ausstattung mit Entgiftungssystemen ist daher unabhängig von der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln höher als bei Prädatoren. CROFT und MORSE (1979) fanden bei Spinnmilben signifikant höhere Aktivitäten der "mixed function"-Oxidasen als bei Raubmilben. Diese unspezifischen Oxidasen spielen für den Abbau von pflanzlichen Inhaltsstoffen aber auch von Insektiziden eine wichtige Rolle.

Die polyphage Ernährungsweise vieler Raubmilben befähigt sie im Gegensatz zu zahlreichen anderen ökonomisch wichtigen Prädatoren, Nahrungsengpässe durch die Vernichtung der Schädlinge leichter zu überstehen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, ähnlich wie Spinnmilben toxische Substanzen schnell zu metabolisieren, was als Adaptation an die teilweise Ernährung mit pflanzlichen Stoffen wie Pollen und Perldrüsen gedeutet wird (CROFT und STRICKLER, 1983). Die geringe Migrationsrate der meisten Phytoseidenarten führt außerdem schnell zu Populationen, die an die lokal gebräuchlichen Pestizidanwendungen adaptiert sind (HOY, 1985). BAILLOD und GUIGNARD (1988) empfehlen daher in Hinblick auf die Schonung der Raubmilben, wenn möglich über längere Zeiträume Präparate mit gleichen oder ähnlichen Wirkstoffen zu verwenden. Als weiterer die Resistenzentwicklung fördernder Faktor kommt eine reproduktive Inkompatibilität zwischen verschiedenen Populationen in Betracht, wie sie von HOY und KNOP (1981) und GEORGHIOU (1983) beobachtet wurde.

Die genetische Basis der Insektizidresistenz wurde bei zahlreichen Phytoseiden untersucht. Die Resistenz gegen Phosphorsäureester und Carbamate ist monofaktoriell und gewöhnlich dominant oder teildominant (SCHULTEN und VAN DE KLASHORST, 1974; SCHULTEN et al., 1976; CROFT, 1982; ROUSH und PLAPP, 1982; KAPETANAKIS und CRANHAM, 1983; HOY, 1985) und bleibt nach Beendigung der Selektion stabil (VAN DER BAAN et al., 1985). Resistenz gegenüber Pyrethroiden wurde bisher nur an im Labor selektionierten Stämmen studiert. Sie erwies sich als polyfaktoriell und rezessiv (CROFT, 1983; CROFT und WHALON, 1983; HOY, 1985) und verschwand nach Beendigung der Selektion (HOY et al., 1980). ROUSH und MCKENZIE (1987) weisen auf die Problematik von Laborselektionen hin. Die sich in natürlichen Populationen entwickelnde Resistenz ist in der Regel monofaktoriell und kann sich leicht durchsetzen. Da Laborzuchten mit vergleichsweise wenigen Tieren angelegt werden, ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß die Resistenzgene aufgrund ihrer geringen Frequenz in natürlichen Populationen in den Laborzuchten fehlen. Die Folge der Laborselektion ist dann eine polygenische Resistenz, die sich im Freiland als unbeständig erweist.

MOTOYAMA et al. (1971) zählen drei wichtige Resistenzmechanismen auf: die verzögerte Aufnahme des Wirkstoffs, die geringere Empfindlichkeit des physiologischen Zielsystems und den beschleunigten Metabolismus des Wirkstoffs. Der Fall einer verringerten Penetration des Insektizids ist bei Phytoseiden nur bei DDT- und Pyrethroidresistenz als "knock-down"-Resistenz bekannt (GEORGHIOU, 1972; CROFT, 1983; SCOTT et al., 1983). Bei Spinnmilben wird häufig eine geringere Empfindlichkeit des physiologischen "targets", bei Phosphorsäureestern und Carbamaten ist das die Acetylcholinesterase (AChE), beobachtet (GEORGHIOU, 1972; MIYATA und SAITO, 1984). Bei Phytoseiden wurde dieser

Mechanismus bisher nur bei OP- und Carbaryl-resistenten *T. pyri* beobachtet (OPPENOORTH, 1984; VAN DER BAAN et al., 1985; FOURNIER et al., 1987).

Der wichtigste Resistenzmechanismus der Phytoseiden ist der erhöhte Metabolismus. Die Wirkstoffe werden durch Gluthation-S-Transferasen desalkyliert oder die Esterbindungen durch die "mixed-function-oxidases" gespalten (MOTOYAMA et al., 1971; CROFT, 1982; ROUSH und PLAPP, 1982; SCOTT et al., 1983, VAN DER BAAN et al., 1985).

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet, das Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer, erstreckt sich über den deutschen Teil des Mosellaufs mit seinen rebenbestandenen Seitentälern von der französischen Grenze bis zur Mündung der Mosel in den Rhein bei Koblenz. An der Saar werden Reben von Serrig bis zur Mündung in die Mosel bei Konz und an der Ruwer von Riveris bis zur Mündung bei Ruwer angebaut. Die Länge des Moseltals beträgt von Trier bis Koblenz 190 km, bei einer Luftlinie von 100 km.

Im Moselgebiet sind durchlässige Verwitterungsböden des Devonschiefers vorherrschend. Die Mittelmoseel zeichnet sich durch den weicheren Tonschiefer aus, der sich leicht erwärmt und der gut durchwurzelbar ist. Unterhalb von Zell ist der Tonschiefer häufig von Grauwacken durchsetzt; an der Untermoseel finden sich zum Teil vulkanische Trachyttuffverwitterungen. Dagegen zeichnet sich die Obermoseel durch tiefgründige Muschelkalk- und Keuperböden aus, vereinzelt unterbrochen durch leichtere Böden aus Buntsandsteinverwitterungen (VOGT u. GÖTZ, 1987; KADISCH, 1986).

Das Klima des Moseltals ist maritim mit gemäßigten Sommer-Winter-Schwankungen. Die Differenz der mittleren Temperaturen beträgt im langjährigen Mittel 16,6 °C bei einer jährlichen Durchschnittstemperatur von 9,9 °C. Die mittleren jährlichen Niederschläge, in Berncastel 688 mm, gehen günstig über das Jahr verteilt nieder (ENGLERT u. HOLZ, 1989).

Das Klima des Moseltals unterscheidet sich von dem der begrenzenden Mittelgebirge durch höhere Temperaturmittelwerte, eine höhere Zahl frostfreier Tage und eine verlängerte Dauer der Vegetationsperiode. Die Bedeutung der Exposition der Hänge des Moseltals wird anhand der Vegetation deutlich. Während an den südexponierten Sonnehängen eine wärmeliebende, zum Teil xerophile Flora vorherrscht, ist der Vegetationscharakter der Schattenhänge mehr atlantisch geprägt (WERLE, 1977).

Das Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer umfaßt ca. 12000 ha Rebfläche. 28 % der Fläche liegen in Steilhängen mit mehr als 40 % Steigung, 6 % in Hanglagen mit 20 bis 40 % Steigung und 66 % in Lagen mit weniger als 20 % Steigung. Die drei wichtigsten Rebsorten sind Riesling (63,9 %), Müller-Thurgau (20,2 %) und Elbling (9,3 %) (KADISCH, 1986). Die typische Erziehungsform in den Steillagen des Untersuchungsgebietes ist die Einzelpfahl- oder Moselerziehung. Bei geringerer Hangneigung und in Flachlagen findet man die Drahtrahmenerziehung.

Eine Skizze des Untersuchungsgebietes mit den Lagen der Entnahmestellen von Raubmilben enthält Abb. 3.

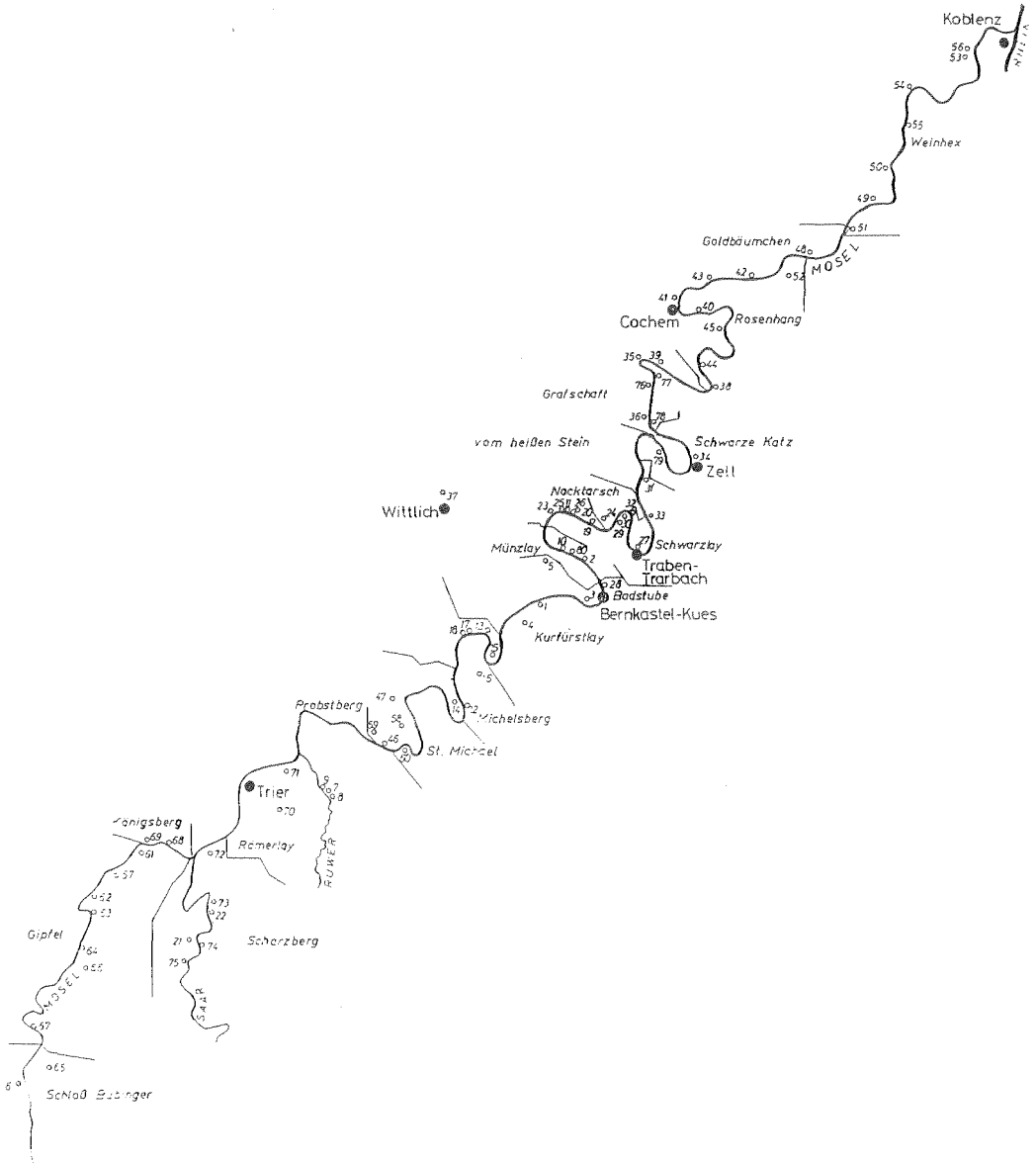
### 2.2 Versuchstiere

Die aus dem Freiland entnommenen Raubmilben wurden entweder direkt für Laborversuche eingesetzt oder zur Anlage von Laborzuchten benutzt. Abhängig vom Zweck der Entnahme und der Jahreszeit wurden verschiedene Entnahmemethoden angewandt:

- Manuelles Absammeln
- Austreiben
- Abwaschen

Die Artzugehörigkeit der gesammelten Raubmilben wurde stichprobenartig überprüft. Dazu wurden die Raubmilben in Alkohol fixiert, in heißer Milchsäure aufgeheilt und in Hoyers Medium (EVENS

Abb. 3: Das Untersuchungsgebiet mit den Großlagenbezeichnungen und Entnahmestellen der Raubmilben. Die Zahlen bezeichnen die in Versuchen geprüften Raubmilbenstämme.



et al., 1961) eingebettet. Die Bestimmung wurde unter dem Mikroskop bei 400facher Vergrößerung mit Hilfe der Schlüssel von CHANT (1959), KARG (1971a), BAILLOD und VENTURI (1980) und MIEDEMA (1987) durchgeführt.

### 2.2.1 Absammeln der Raubmilben von den Reben

Die Raubmilben wurden für Laborzuchten von frischen Rebblättern unter einem Binokular bei achtfacher Vergrößerung mit einem angefeuchteten Pinsel abgesammelt und auf Zuchtgefäße übertragen. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß selektiv bestimmte Stadien entnommen werden können und die Milben nicht durch physikalische oder chemische Faktoren beeinflusst werden. Die Methode erwies sich jedoch als zu zeitaufwendig, um die für Toxizitätsversuche erforderlichen großen Zahlen von Raubmilben zu erhalten. Mit der gleichen Methode wurden auch überwinterte Raubmilbenweibchen von Rebholz abgesammelt.

### 2.2.2 Austreiben der Raubmilben

Zum Austreiben der Raubmilben von Rebholz und Rebblättern wurden zwei Methoden angewandt. Mehrjähriges Rebholz, das von Januar bis April gesammelt wurde, wurde in ca. 10 cm lange Stücke zersägt und in einen Trichter mit 36 cm Durchmesser gelegt. Auf die Holzstücke wurden in einem Uhrglas einige Kristalle von 1,4-Dichlorbenzol gegeben und die obere Trichteröffnung durch eine Glasplatte abgedeckt (WATVE und LIENK, 1975). Rund um die Trichtermündung wurde ein Ring von Tanglefoot-Insektenleim angebracht, der verhindern sollte, daß Raubmilben über die Außenseite des Trichters abwanderten. Die Trichtermündung wurde auf Zuchtgefäße aufgesetzt und die Vorrichtung bei Zimmertemperatur gehalten. Schon nach ca. 24 h wurden die ersten Raubmilben auf den Zuchtgefäßen gefunden. Vorteil dieser Methode ist die schnelle Austreibung der Raubmilben. Sie ist jedoch nicht für die Gewinnung von Versuchstieren geeignet, da ein Einfluß des Dichlorbenzols auf die Raubmilben nicht auszuschließen ist.

Durch die Wärme einer ca. 10 cm über der Trichteröffnung angebrachten Glühlampe können die Raubmilben ebenfalls ausgetrieben werden. Die Zeit bis zum Erscheinen der ersten Milben betrug bei Rebholz jedoch ca. vier Tage, und der Austreibevorgang erstreckte sich, abhängig von der Feuchtigkeit des Holzes, über ein bis zwei Wochen. Diese Methode eignet sich auch für Rebblätter. Sie wurden bis etwa zum Rebstadium 12 ganz, danach mit zunehmender Blattgröße etwa bis zum Rebstadium 17 nach Zerkleinerung durch einen Aktenvernichter, der die Blätter ohne sie zu quetschen in Streifen zerschneidet, in die Trichter gegeben. Für noch größere Blätter ist diese Methode nicht mehr geeignet. Die erforderliche Zeitdauer zum vollständigen Austreiben der Raubmilben betrug je nach Blattgröße zwei bis sechs Tage.

### 2.2.3 Abwaschen der Raubmilben von Rebblättern

Die von BOLLER (1984) beschriebene und von HILL und SCHLAMP (1984) sowie ENGLERT (1986, pers. Mitt.) variierte Auswaschmethode wurde sowohl für Bonituren von Freilandversuchen als auch zur Gewinnung von Raubmilben für Zucht- und Versuchszwecke eingesetzt. Für Boniturzwecke wurden je 25 Rebblätter in 21 Kunststoffdosen mit ca. 1,5 l Wasser, einem Eßlöffel Pril (ca. 0,2 %) und drei Tropfen Entschäumer (Fa. Spiess u. Sohn) versetzt und 10 min auf einer Schüttelmaschine mit einer Frequenz von 100/min geschüttelt, um die Raubmilben von den Rebblättern abzulösen. Der Inhalt der

Dosen wurde in einen Trichter ( 36 cm) mit eingebautem Grobsieb (Maschenweite 0,63 mm) für größere Pflanzenteile gegossen und die Dosen und Deckel sorgfältig mit Wasser ausgespült. Mit einer Gartenbrause wurden alle Blätter beidseitig abgewaschen. Die Raubmilben wurden in einem Feinsieb (Maschenweite 0,063 mm, Fa. Reisch, DIN 4188) zurückgehalten, mit einer Spritzflasche auf Rundfilter ( 11 cm, Fa. Schleicher u. Schüll Nr. 560) auf einer Porzellanfritte überspült und das Wasser mit einer Wasserstrahlpumpe abgesaugt. Zur leichteren Auswertung wurden die Rundfilter vor dem Gebrauch in acht Sektoren unterteilt. Um die Milben besser von pflanzlichen Teilen, besonders Blatthaaren, unterscheiden zu können, wurden die Filter mit einer ca. 1 %igen Methylenblaulösung angefärbt, mit einer Glasplatte bedeckt und die Milben mit Hilfe eines Binokulars bei 10-facher Vergrößerung mit einem Kolonienzählgerät gezählt.

Zur Gewinnung von Raubmilben für Zuchtzwecke und die Verwendung in Laborversuchen wurden 200 bis 300 Rebblätter nur wenige Minuten in Leitungswasser ohne Zusätze eingeweicht und danach mit Leitungswasser beidseitig abgewaschen. Die adulten Weibchen wurden in einem Sieb mit 0,2 mm, die Entwicklungsstadien und adulten Männchen in einem Sieb mit 0,063 mm Maschenweite aufgefangen. Die Filterpapiere mit den Raubmilben wurden in vier Teile zerschnitten und diese auf Zuchtgefäße aufgelegt. Die Raubmilben wanderten nach dem Trocknen des Filterpapiers auf die Zuchtgefäße ab.

#### 2.2.4 Laborzucht von *Typhlodromus pyri*

Zur Bereitstellung von standardisierten Versuchstieren für Laborversuche wurden Zuchten von mehreren Raubmilbenstämmen angelegt. Diese wurden im gleichen Zuchtraum, jedoch getrennt voneinander, bei  $25 \pm 2$  °C gehalten. Die Luftfeuchte wurde mit einem Luftbefeuchter auf  $80 \pm 10$  % eingestellt. Beleuchtet wurde mit Quecksilberdampflampen bei einer Photophase von 16 h hell : 8 h dunkel.

Die Zuchtgefäße wurden nach den Beschreibungen von MCMURTRY und SCRIVEN (1965), OVERMEER (1981) und OVERMEER und VAN ZON (1981) angefertigt. In wassergefüllten Plastikdosen (14x18 cm) wurden auf je zwei 4 cm starke befeuchtete Schaumstoffstücke schwarze, ca. 7x12 cm große, 2 mm starke Polystyrolplatten aufgelegt. Die Platten wurden mit angefeuchtetem Fließpapier, das in das umgebende Wasser tauchte, etwa 1 cm breit umrandet. Es diente gleichzeitig als Begrenzung der Zuchtarenen und zur Wasserversorgung der Raubmilben. Auf das Fließpapier wurde eine Barriere aus Tanglefoot aufgetragen. Je zwei rechteckige, ca. 1 cm große, in der Mitte gefaltete Stücke aus Polyacetatfolie dienten als Unterschlupf und Substrat für die Eiablage. Ein weiteres Folienstück mit zwei umgefalteten Ecken wurde flach aufgelegt und diente als Unterschlupf für Entwicklungsstadien.

Mit Ausnahme eines Zuchtstammes wurden alle Zuchtlinien mit mindestens 200 adulten Weibchen angelegt, die entweder im Winter von Rebholz oder während der Vegetationsperiode von Blättern abgesammelt wurden. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die angelegten Zuchtstämme.

Dreimal wöchentlich wurden die unter den Foliendächern abgelegten Eier mit einer Insektennadel abgesammelt und auf neue Zuchtgefäße übertragen. Neue Zuchtarenen wurden mit maximal 300 Eiern belegt, da bei größeren Eizahlen der Kannibalismus unter den geschlüpften Raubmilben, besonders bei den Deutonymphen, überhand nahm. Jedes Zuchtgefäß enthielt so nach zwei Wochen ca. 180-200 adulte Milben. Ältere Zuchtgefäße, auf denen etwa vier bis sechs Wochen nach Beginn der Eiablage die Zahl der abgelegten Eier stark abnahm, wurden aus den Zuchten entfernt.



Tab. 1: Daten der in Laborzuchten gehaltenen Stämme von *T. pyri*.

Bez.	Herkunft	Behandlung	Ansatz	Zeitraum
Be	Bernkastel	Hubschrauber	210 Weibch.	10. 3.86-30. 4.87
Br-1	Brauneberg	regelm. OP	566 Weibch.	20. 5.86-30. 4.87
Br-2	Brauneberg	regelm. OP	300 Weibch.	10.10.87-25. 8.88
Br-3	Brauneberg	regelm. OP	960 Weibch.	11. 3.88-30. 4.88
Er	Erden	regelm. OP	1800 Weibch.	12.10.87-25. 8.87
Kl	Klotten	Hubschrauber	1600 Weibch.	14.10.87-25. 8.87
Mi	Minheim	2 versch. Parz.	56 Weibch.	5. 7.86-30. 4.87
Tt	Traben-Tr.	Hubschrauber	1500 Weibch.	23. 9.87-25. 8.87
Wo-1	Wolf	keine seit 79	990 Weibch.	26. 3.86-30. 4.87
Wo-2	Wolf	keine seit 79	1800 Weibch.	7.10.87-25. 8.88

Die Zuchten wurden ebenfalls dreimal wöchentlich mit destilliertem Wasser und einer Nadelspitze Pollen von Topinambur (*Helianthus tuberosus*) oder Tulpe (*Tulipa sp.*) als Nahrung versorgt. Zur Behandlung des Pollens siehe Kap. 2.3.1.1. Der Pollen verklebte bei der hohen Luftfeuchte des Zuchttraums nach 3-4 Tagen, verschimmelte und konnte von den Raubmilben nicht mehr genutzt werden. Pollenreste wurden regelmäßig entfernt, da die Raubmilben sonst bevorzugt ihre Eier darin ablegten.

### 2.3 Laborversuche mit *T. pyri*

#### 2.3.1 Fütterungsversuche

Entwicklungsdauer und Fertilität der Raubmilben sind abhängig von der Nahrungsqualität (OVERMEER, 1981), daher wurden verschiedene Pollenarten auf ihre Eignung als Nahrung für *T. pyri* untersucht.

##### 2.3.1.1 Nahrungsquellen

Versuche zum Einfluß der Nahrung auf die Eiablagerrate wurden mit Pollen verschiedener Pflanzenarten durchgeführt. Pollen von Hasel (*Corylus avellana*) und Kiefer (*Pinus sylvestris*) wurde im Freiland direkt in Plastiktüten geschüttelt. Zum Sammeln von Topinambur- (*Helianthus tuberosus*) und Tulpenpollen (*Tulipa sp.*) wurden Blüten im Labor in Vasen bis zum Öffnen der Stamina aufbewahrt und der Pollen daraufhin täglich mit einer Nadel abgestreift. Der Pollen von Lupine (*Lupinus sp.*) und Ginster (*Sarothamnus scoparius*) wurde aus den noch ungeöffneten Blüten entnommen.

Der frische Pollen wurde durch ein feines Gazesieb gerieben, um Milben, Insekten, besonders die sehr häufigen Thripse, und Verunreinigungen zu entfernen. Danach wurde er bei 30 °C für 24 h im Trockenschrank getrocknet und bei 4 °C im Kühlschrank luftdicht verschlossen aufbewahrt. Pollen von Lupine und Ginster war noch nach über einem Jahr Lagerung zu verwenden, bei Topinamburpollen ließ die Qualität nach ca. 9 Monaten, bei Tulpenpollen schon nach ca. drei Monaten nach.

### 2.3.1.2 Versuchsdurchführung

Die verschiedenen Pollenvarianten wurden jeweils mit vier Wiederholungen angelegt. Als Versuchsarenen wurden frische Zuchtgefäße eingesetzt, auf die jeweils 30 maximal 24 h alte Eier aufgebracht wurden. Täglich wurde frischer Pollen zugegeben und alte Pollenreste entfernt. Nach Beendigung der Larvalentwicklung und erfolgter Kopulation wurde über einen Zeitraum von 8 bis 14 Tagen täglich die Zahl der noch vorhandenen Weibchen sowie die Zahl der abgelegten Eier kontrolliert. Die Eiablage-rate wurde auf die Zahl der jeweils noch lebenden Weibchen bezogen.

### 2.3.2 Toxizitätsversuche

Toxizitätsversuche wurden sowohl mit Raubmilben aus Laborzuchten als auch mit direkt aus dem Freiland entnommenen Tieren durchgeführt. Die Versuchsmethode orientierte sich an den von der Arbeitsgruppe "Side effects of pesticides on beneficial arthropods" der IOBC erstellten Forderungen für Laborversuche mit Nützlingen (HASSAN, 1986). Danach sollen

- Tiere aus Laborzuchten,
- Glasplatten als inerte Oberfläche und
- Insektizide in Freilandkonzentration verwendet werden.
- Neben der akuten Toxizität soll zusätzlich die Prädationskapazität oder die Reproduktionsfähigkeit bestimmt werden.

#### 2.3.2.1 Sprühapparatur

Die Sprühapparatur bestand aus einem Präzisionssprühgerät (Airbrush-Gafikerpinsel Modell BI mit 0,3 mm Düse; Fa. F. Bold, Hannover) mit angeschlossenem Kompressor. Das Sprühgerät wurde 56 cm über einer Auflage für Glasplatten (7x12 cm) fixiert. Zwischen dem Sprühgerät und den Glasplatten befand sich ein beidseitig offener Glaszylinder von 14 cm Durchmesser. Jeweils 2 ml wässriger Insektizidlösungen wurden in den Vorratsbehälter des Sprühgeräts gefüllt und bei maximaler Öffnung der Düse bei 1,9 atm Druck auf die Glasplatten gesprüht. Zunächst wurden die Kontrollen mit destilliertem Wasser und danach die verschiedenen Konzentrationen eines Insektizids in aufsteigender Reihenfolge gesprüht. Nach jeder Insektizidvariante wurde die Apparatur mit 20 %iger alkalischer Reinigungslösung (Extran MA01 Fa. Merck), destilliertem Wasser und Aceton durchgespült. Nach dem Besprühen wurden die Glasplatten unter einem Abzug getrocknet.

Zur Eichung der Sprühapparatur wurden Glasplatten mit destilliertem Wasser besprüht und nach 30 Sekunden auf einer Präzisionswaage (METTLER AE 163, Genauigkeit 0,1 mg) gewogen. Die Eichung ergab unter den genannten Bedingungen eine Auftragsmenge von 186 mg pro Glasplatte bzw. 2,2 mg pro cm<sup>2</sup>.

#### 2.3.2.2 Versuche mit Raubmilben aus Laborzuchten

Die mit Insektizidlösungen behandelten Glasplatten wurden nach dem Trocknen wie Zuchtgefäße auf Schaumstoffstücke gelegt und mit Fließpapier und Tanglefoot umrandet. Ein 1 cm breiter Papierstreifen parallel zur Schmalseite trennte auf der Glasplatte zwei Versuchsarenen ab. Der Teil der Glasplatten, auf den das Fließpapier aufgelegt wurde, wurde anfangs durch Bekleben mit Tesa-Folie vor der Behandlung geschützt, bei späteren Versuchen wurde darauf verzichtet, weil keine negativen Auswirkungen der Randbehandlung auf die Raubmilben erkennbar waren. Auf jede Versuchsarena wurde ein auf einen

Glassplitter aufgelegtes Deckglas als Unterschlupf und Substrat für die Eiablage aufgelegt. Beide waren ebenfalls behandelt. Als Nahrung wurde unbehandelter Pollen den Versuchsarenen zugegeben.

Mit einem Pinsel wurden Raubmilben von Zuchtgefäßen entnommen und auf die vorbereiteten Versuchsarenen aufgesetzt. Wenn der Versuchszweck nichts anderes erforderte, dienten Deutonymphen im Alter von 4 bis 5 Tagen als Versuchstiere. Der Altersunterschied der Versuchstiere betrug maximal 48 Stunden. Jeder Versuch wurde mit mindestens vier Wiederholungen und 20 Milben pro Wiederholung durchgeführt.

Die Versuchsarenen wurden, getrennt nach den Varianten, in wassergefüllten Saatschalen (24x38 cm) im Zuchtraum gesondert von den Zuchtstämmen aufbewahrt. Nach ein, zwei und sieben Tagen wurde die Zahl der überlebenden Versuchstiere ermittelt und die Mortalität  $[M = 100 \times (\text{Einsatz} - \text{Überlebende})/\text{Einsatz}]$  berechnet. Aus der Mortalität der Versuchstiere und der Kontrolltiere wurde nach der Formel von ABBOTT (1925) die effektive Mortalität ermittelt ( $M_K = \text{Mortalität der Kontrolltiere}$ ):  $[M_{\text{eff}} = 100 \times (M - M_K)/(100 - M_K)]$ . Mortalitätsangaben im Text beziehen sich auf die effektive Mortalität.

Die Zahl der auf der Umrandung der Versuchsarenen tot aufgefundenen Raubmilben wurde getrennt ermittelt und ihr prozentualer Anteil an der Zahl der eingesetzten Tiere als Maß für den Repellenteffekt der Testpräparate berechnet.

Nach Beginn der Oviposition, bei Verwendung von Deutonymphen als Versuchstiere in der Regel am siebten Versuchstag, wurde die Zahl der Weibchen festgestellt und die Eiablage für weitere sieben Tage beobachtet. War das Geschlechtsverhältnis größer als drei, wurden männliche Raubmilben aus der Zucht zugesetzt, da die Eiablagerrate von der Zahl der Kopulationen beeinflusst wird (OVERMEER et al., 1982). Die Zahl der abgelegten Eier wurde auf die Zahl der zu Beginn der Oviposition lebenden Weibchen bezogen und die Fekundität der Versuchstiere in Prozent des Wertes der Kontrolltiere ausgedrückt.

Aus den Mortalitäts- und Fekunditätswerten wurde die Effektivität der Versuchspräparate durch die Formel  $[E = 100 - (100 - M_{\text{eff}}) \times F_V/F_K]$  (OVERMEER, 1985d) abgeleitet ( $F_V = \text{Fekundität der Versuchstiere}$ ;  $F_K = \text{Fekundität der Kontrolltiere}$ ).

### 2.3.2.3 Versuche mit aus dem Freiland entnommenen Raubmilben

Aus Parzellen, in denen bei der Kontrolle von fünf Blättern im Feld mit bloßem Auge mindestens eine Raubmilbe pro Blatt gefunden wurde, wurden zufällig verteilt ca. 600 Reblätter in Plastiktüten gesammelt und bis zur Weiterverarbeitung im Kühlschrank bei 4 °C aufbewahrt. Die Raubmilben wurden von den Blättern abgewaschen und im Zuchtraum für höchstens 48 h bis zur Verwendung in Versuchen gehalten. Insgesamt wurden 80 Raubmilbenstämme aus dem Untersuchungsgebiet getestet (78 mit Dipterex SL und 77 mit Somicidin 30, da bei 3 Stämmen zuwenig Milben verfügbar waren)

Es wurden fünf Insektizide ausgewählt, vier Phosphorsäureester und ein synthetisches Pyrethroid, die im Untersuchungsgebiet in der Vergangenheit oft verwendet wurden oder noch häufig angewandt werden. Ihre Daten sind in Tabelle 2 aufgelistet. Als Kontrollen wurden Glasplatten, die mit destilliertem Wasser behandelt waren, verwendet. Die Phosphorsäureester wurden in der zehnfachen für die Traubenschwammbekämpfung empfohlenen Anwendungskonzentration eingesetzt, das synthetische Pyrethroid Fenvalerat dagegen mit einem Zehntel der Anwendungskonzentration.

Tab. 2: Daten der in den Toxizitätsversuchen eingesetzten Insektizide (K = Anwendungskonzentration)

Präparat	Wirkstoff	Gr*	Wirkst.- gehalt	Anwendungs- konzentrat.		Versuchs- konzentrat.		K
				%	ppm	%	ppm	
E 605	Parathion-ethyl	OP	500 g/l	0.015	75	0.150	750	10
Gusathion MS	Azinphosmethyl + Demethon-S- methylsulfon	OP	25.0 %	0.200	500	2.000	5000	10
Orthen	Accephat	OP	7.5 %	0.200	150	2.000	1500	10
Dipterex SL	Trichlorfon	OP	50.0 %	0.100	500	1.000	5000	10
Somicidin 30	Fenvalerat	PY	50.0 %	0.150	750	1.500	7500	10
			300 g/l	0.020	60	0.002	6	1/10

\*Gr: Wirkstoffgruppe: OP = Phosphorsäureester; PY = Pyrethroide  
K = Vielfaches der Anwendungskonzentration

Die Glasplatten wurden wie in Kap. 2.3.2 beschrieben vorbereitet. Auf die fertigen Versuchsaeren wurden keine Deckgläser als Unterschlupf aufgelegt, aber unbehandelter Pollen als Nahrung zugegeben. Jede Variante wurde vierfach wiederholt, die Zahl der pro Wiederholung eingesetzten Tiere schwankte abhängig von der Gesamtzahl der zur Verfügung stehenden Weibchen von *T. pyri* zwischen zehn und 25, die Regel waren 20 Raubmilben. Adulte Weibchen wurden als Versuchstiere gewählt, da sie häufiger als andere Stadien waren und leicht von diesen zu unterscheiden sind.

24 und 48 Stunden nach Versuchsbeginn wurde die Zahl der überlebenden Raubmilben ermittelt und die effektive Mortalität berechnet. Weiterhin wurde nach 48 Stunden die Mortalität derjenigen Milben berechnet, die die ersten 24 Stunden überlebt hatten. Der Anteil der auf der Umrandung der Versuchsaeren tot aufgefundenen Raubmilben wurde als Maß für den Repellenteffekt der Insektizide erfaßt.

Die untersuchten Stämme wurden aufgrund ihrer Mortalitätsraten in drei Mortalitätsklassen eingeteilt, wie sie für Freilandversuche mit *T. pyri* nach den Richtlinien der Biologischen Bundesanstalt (1986) gelten: 0-40 %, 41-80 % und 81-100 %. Aus den Mortalitätswerten aller Stämme wurden für jedes der getesteten Insektizide Mittelwert und Standard-error berechnet. Zur Prüfung möglicher Zusammenhänge zwischen der Sensibilität der untersuchten Raubmilbenstämme gegenüber den fünf geprüften Insektiziden wurden Rangkorrelationsberechnungen durchgeführt.

Das Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer ist in 19 Großlagen als kleinere regionale Einheiten aufgeteilt. Die statistischen Kennwerte der Mortalitätsraten wurden für die Stämme aus den verschiedenen Großlagen getrennt ermittelt und in Beziehung zu den in diesen Gebieten am häufigsten angewandten Insektiziden gesetzt. Die Daten über die Insektizidanwendungen konnten aus den Aufzeichnungen der Weinbauschulen Bullay für den Bereich der Untermosel, Bernkastel-Kues für die Mittelmosel und der LLFA Trier für den Bereich der Obermosel, soweit vorhanden, entnommen werden. Sie beziehen sich ausschließlich auf Insektizidanwendungen mit dem Hubschrauber und sind somit unvollständig, lassen aber Rückschlüsse auf die gebräuchlichen Insektizide in den jeweiligen Regionen zu.

### 2.3.3 Einfluß von E 605 forte auf die Eiablage rate von *T. pyri*

Larven, Nymphen und adulte Weibchen der Zuchtstämme "K1" und "Br-2" wurden mit E 605 forte (Parathion) in der doppelten Anwendungskonzentration, Kontrolltiere mit destilliertem Wasser behandelt. Die Weibchen wurden nach drei Tagen, die immaturren Stadien nach der Imaginalhäutung von den behandelten Glasplatten auf unbehandelte Deckgläser umgesetzt. Je 15 Deckgläser ( $13 \times 13 \text{ mm}^2$ ) wurden auf Schaumstoffstücke ( $7 \times 12 \text{ cm}^2$ ) gelegt und ihre Ränder mit 1 cm breiten Filterpapierstreifen und einer Tanglefoot-Auflage belegt, so daß jeweils  $1 \text{ cm}^2$  große Versuchsflächen entstanden. Einzelne Weibchen wurden zusammen mit je einem Männchen paarweise gehalten und mit Pollen ernährt, der dreimal wöchentlich erneuert wurde. Täglich wurde die Zahl der überlebenden Weibchen und der von jedem Weibchen abgelegten Eier festgestellt, und neue Männchen bei Bedarf zugegeben. Für jede Variante wurde die Mortalität der Weibchen, die Gesamtzahl der abgelegten Eier und die durchschnittliche Zahl der Eier pro Weibchen berechnet. Daneben wurden die Weibchen nach der Zahl der von ihnen abgelegten Eier klassifiziert. Die Werte der Versuchstiere wurden mit den entsprechenden Daten der Kontrolltiere verglichen. Die Eiablagerraten von behandelten und unbehandelten Raubmilben wurden mit dem t-Test verglichen.

### 2.3.4 Repellentwirkung von Insektiziden auf *T. pyri*

Glasplatten wurden vor der Insektizidbehandlung mit quadratischen Tesa-Film Stücken ( $1 \times 1 \text{ cm}^2$ ) beklebt, so daß ein schachbrettartiges Muster aus  $5 \times 10$  Quadraten entstand. Nach dem Besprühen der Glasplatten mit den in den Freilandversuchen benutzten Insektiziden in der doppelten Anwendungskonzentration (Fenvalerat: 1/50 K) wurden die Abdeckfolien entfernt. Die Oberfläche jeder Glasplatte bestand somit aus jeweils 25 behandelten und unbehandelten Quadraten. Nach dem Umranden der Glasplatten mit Fließpapier wurden auf jedes Quadrat zwei Deutonymphen des Laborstammes "Wo-2" aufgesetzt. Jede Variante wurde in drei Wiederholungen durchgeführt. Die Verteilung der Raubmilben wurde nach zwei, zwölf, 24 und 36 Stunden Versuchsdauer registriert, und die Anzahl der Raubmilben auf den behandelten und unbehandelten Quadraten mit Hilfe des U-Tests verglichen.

### 2.3.5 Wirkungsdauer von Insektiziden unter Laborbedingungen

Um die Wirkungsdauer verschiedener Insektizide unter Laborbedingungen zu überprüfen, wurde die Mortalität von Raubmilben auf behandelten Glasplatten unterschiedlichen Alters bestimmt. Die Versuche wurden mit den in Tabelle 2 aufgeführten Insektiziden und dem Phosphorsäureester Ultracid 40 (Methidathion), jeweils in der doppelten Anwendungskonzentration, und Somicidin 30 mit 1/20 der Anwendungskonzentration sowie mit destilliertem Wasser als Kontrolle durchgeführt. In jeder Variante wurden vier Wiederholungen mit je 20 aus dem Freiland in der Lage "Wehlerer Sonnenuhr" entnommenen adulten Weibchen angelegt. Mit jedem Insektizid wurden 14 Glasplatten behandelt, die Versuchsarenen bis auf die Pollenzugabe vorbereitet und im Zuchttraum bei  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  und 80 % r.F. aufbewahrt.

Die Versuchstiere wurden auf vier frische Versuchsarenen sowie in den sechs folgenden Tagen täglich auf jeweils zwei Platten (4 Versuchsarenen) aufgesetzt und frischer Pollen als Nahrung zugegeben. Die Mortalität wurde 24 und 48 Stunden nach dem Aufsetzen der Versuchstiere bestimmt. Mit Hilfe von Regressionsberechnungen wurden die bestangepaßten Kurvengleichungen für die Abnahme der Toxizität der Insektizide während des Versuchszeitraums bestimmt.

### 2.3.6 Sensibilität verschiedener Entwicklungsstadien von *T. pyri*

Glasplatten wurden mit Parathion in mehreren Konzentrationen behandelt und Versuchsarenen abgegrenzt. Aus den zwei Zuchtstämmen "KI" und "Br-3" wurden 24 h alte Eier, Larven, Proto- und Deutonymphen sowie adulte Männchen und Weibchen entnommen und jede Konzentration in vier Wiederholungen mit je 20 Raubmilben getestet. Die Mortalitätsraten wurden nach ein, zwei und sieben Tagen ermittelt und aus den Mortalitätsdaten aller Konzentrationsvarianten mit Hilfe einer Probitanalyse für jedes Stadium LC<sub>50</sub> Werte berechnet.

### 2.3.7 Einfluß der Alkyl-Gruppen auf die Toxizität von Parathion

Die chemische Struktur der Alkylreste der Phosphorsäureester kann für die Toxizität gegenüber resistenten Raubmilben von entscheidender Bedeutung sein (CROFT et al., 1976; CROFT, 1982). Ob dies auch für *T. pyri* im Moselgebiet zutrifft, wurde mit E 605 forte (Parathion-ethyl) und ME 605 Spritzpulver (Parathion-methyl) überprüft. Deutonymphen des Laborstammes "Br-3" wurden mit den beiden Insektiziden in fünf verschiedenen Konzentrationen behandelt. Mit den Mortalitätsraten nach ein, zwei und sieben Tagen wurden Probitanalysen durchgeführt und LC<sub>50</sub>-Werte berechnet.

### 2.3.8 Vergleich der Sensibilität verschiedener Generationen von *T.pyri*

Mit überwinterten Weibchen aus der Lage "Brauneberger Mandelgraben" wurde im Oktober 1987 der Zuchtstamm "Br-2" und im darauffolgenden März der Zuchtstamm "Br-3" angelegt. Deutonymphen der siebten Generation des ersten Stammes und der ersten Generation von "Br-3" wurden miteinander verglichen. Sie wurden mit verschiedenen Parathionkonzentrationen behandelt und aus den Mortalitätsraten die LC<sub>50</sub>-Werte nach ein, zwei und sieben Tagen bestimmt.

### 2.3.9 Vergleich der Sensibilität von reproduzierenden und diapausierenden Weibchen von *T. pyri*

Im März 1988 wurden überwinterte Weibchen von *T. pyri* aus einer Parzelle in der Lage "Brauneberger Mandelgraben" entnommen, um den Zuchtstamm "Br-3" anzulegen. Unmittelbar nach der Entnahme wurden Weibchen mit Parathion in mehreren Konzentrationen behandelt, und nach der Anlage der Zucht der Versuch mit den Weibchen der ersten Laborgeneration wiederholt. Die Mortalitätsraten wurden nach ein, zwei und sieben Tagen bestimmt und die LC<sub>50</sub>-Werte der beiden Versuchsgruppen berechnet.

### 2.4. Vergleich der Toxizität von Ultracid 40 (Methidathion) für *T.pyri* im Labor und im Freiland

Durch einen direkten Vergleich der Wirkung eines Insektizids im Labor und im Freiland sollten Informationen über die Aussagekraft der Ergebnisse von Laborversuchen für die Verhältnisse im Freiland gewonnen werden. Raubmilben einer Freilandpopulation wurden sowohl im Labor als auch im Freiland mit einem Insektizid in verschiedenen Konzentrationen behandelt. Der Phosphorsäureester Ultracid 40 (Methidathion) wurde ausgewählt, da er als sehr toxisch für *T. pyri* bekannt ist. Dadurch konnte er im Freiland in verschiedenen Konzentrationen eingesetzt werden, ohne daß die vorgeschriebene Anwendungskonzentration (=1K) überschritten wurde.

#### 2.4.1 Durchführung im Freiland

Als Versuchsfläche stand eine private Müller-Thurgau Anlage in Brauneberg, in der Lage Mandelgraben, zur Verfügung. Es handelte sich um eine Weitraumanlage mit einem Reihenabstand von 3,00 m und einem Stockabstand von 1,50 m. Die Reben waren im Drahtrahmen (Pendelbogen) erzogen. Die Versuchsfläche bestand aus neun Zeilen mit je 52 Stöcken, von denen die mittleren fünf Zeilen als Versuchspartellen genutzt wurden (Abb. 4).

Der Versuch wurde mit fünf Varianten in vierfacher Wiederholung nach den Richtlinien der BBA (1986) durchgeführt, vier Insektizidvarianten (1 K, 1/2 K, 1/4 K, 1/8 K) und einer Kontrolle. Die Versuchsanlage erfolgte in Form einer randomisierten Blockanlage (Abb. 4). Die Homogenität der Versuchsfläche wurde vor der Versuchsausführung varianzanalytisch überprüft. Jede Wiederholung bestand aus 13 Stöcken einer Rebzeile, von denen nur die inneren neun zu Auswertungen herangezogen wurden. In allen Varianten wurde Dipel (*Bacillus thuringiensis*, 0,1 %) der Spritzbrühe zugesetzt, um auch in der Kontrolle den Schutz der Reben vor Traubenwicklerbefall zu gewährleisten. Alle anderen Pflanzenschutzmaßnahmen wurden durch den Winzer für alle Varianten gleich ausgeführt. Vor und während des Versuchs erfolgten jeweils 2 Fungizidanwendungen (Bayleton spezial und Aktuan).

Die Insektizidapplikation erfolgte mit einem Rückensprüngerät bei einer Wasseraufwandmenge von 25 l / 100 Stock. Aufgrund der reduzierten Wasseraufwandmenge wurden die Präparate praxisüblich in vierfacher Konzentration eingesetzt. Die Anwendung erfolgte bei 14 °C und bedecktem Himmel; eine halbe Stunde nach der Applikation setzte Nieselregen ein.

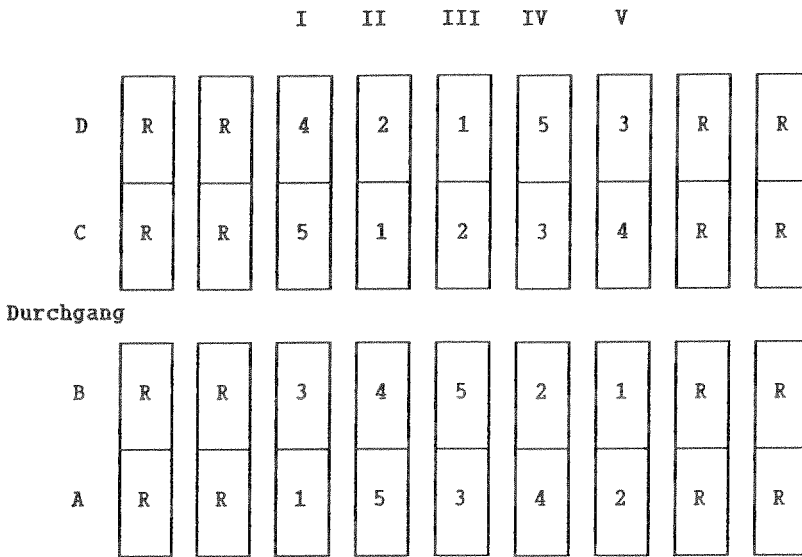
Eine, zwei, drei und vier Wochen nach der Insektizidanwendung wurden Bonituren durchgeführt. In jeder Wiederholung wurden aus den inneren 9 Stöcken, jeweils aus dem mittleren Blattinsertionsbereich, 25 gesunde Blätter ohne Pockenmilbenbefall entnommen und im Labor ausgewaschen. Die Proben wurden ausgezählt und aus den Daten der Versuchs- und Kontrollpartellen Relationswerte nach AB-BOTT (1925) berechnet.

#### 2.4.2 Durchführung im Labor

Unmittelbar vor der Insektizidanwendung im Freiland wurden aus jeder Wiederholung der Versuchspartelle 100 Blätter entnommen und im Labor ausgewaschen. Die dabei gewonnenen adulten Weibchen wurden für die Laborversuche verwendet. Glasplatten wurden mit Ultracid 40 in sieben Konzentrationen (4 K, 2 K, 1 K, 1/2 K, 1/4 K, 1/8 K, 1/16 K) und mit destilliertem Wasser als Kontrolle behandelt. Jede Variante wurde in fünf Wiederholungen mit jeweils 20 Raubmilben angelegt. Die Zahl der überlebenden Raubmilben wurde nach ein, zwei und sieben Tagen ermittelt und die effektiven Mortalitätsraten berechnet.

#### 2.4.3 Vergleich der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche

Mit den Daten aus den Feld- und Laborversuchen wurden Probitanalysen zur Berechnung der LC<sub>50</sub>-Werte durchgeführt. Grundlage dafür waren die Mortalitätswerte (Labor) bzw. die Wirkungsgrade (Feld). Als Bezugsgrößen wurden sowohl die Anwendungskonzentration als auch die Konzentration des aktiven Wirkstoffes in ppm gewählt. Die letalen Konzentrationswerte und die Steigungen der Regressionsgeraden aus den Labor- und Freilandversuchen wurden verglichen.



Legende: R - Unbehandelte Randparzellen  
 1 - Ultracid 40 - 1 K  
 2 - Ultracid 40 - 1/2 K  
 3 - Ultracid 40 - 1/4 K  
 4 - Ultracid 40 - 1/8 K  
 5 - Kontrolle

Abb. 4: Versuchsplan des Freilandversuchs zur Wirkung von Ultracid 40 (Methidathion) auf *T. pyri* in der Lage "Brauneberger Mandelgraben" im Jahr 1988.

## 2.5 Einfluß des Eriophyidenbefalls der Rebblätter auf die Populationsdichte der Raubmilben

In zwei Rieslingparzellen in den Lagen "Wehlener Sonnenuhr" und "Erdener Prälät" mit starkem Befall durch die Blattgallmilbe *Colomerus (=Eriophyes) vitis* wurden im August 1988 die Beziehungen zwischen Blattgallmilbenbefall und Populationsdichte der Raubmilben untersucht. In den Parzellen wurden jeweils 20 Proben à 10 Blätter mit vergleichbarem Blattgallmilbenbefall entnommen und die Raubmilben im Labor ausgewaschen und gezählt. Die Befallsstärke der Blätter wurde geschätzt und einer der folgenden Befallsklassen zugeordnet: 0 = 0 %, 1 = 1-20 %, 2 = 21-40 %, 3 = 41-60 %, 4 = 61-80 %, 5 = 81-100 % befallene Blattfläche. Für jede Probe wurde das gewogene Mittel aus den Befallszahlen gebildet. Mit Hilfe einer Regressionsberechnung wurde der Zusammenhang zwischen der Befallsstärke der Blätter und der Raubmilbendichte überprüft.

## 2.6 Jahreszeitliche Änderungen in der Verteilung der Raubmilben auf den Reben

Die Untersuchungen zur Verteilung der Raubmilben auf den Reben im Laufe einer Vegetationsperiode wurden in einer Rieslinganlage in Wolf, Lage "Klosterberg", durchgeführt. Es handelte sich um eine Weitraumanlage mit 3,50 x 1,75 m Stockabstand in Hanglage, in der die Reben nach der Lenz-Mo-



Tab. 3: Daten der Rebenentnahme in einer Parzelle der Lage Wolfer Klosterberg. Bezeichnung der Rebstadien nach EICHHORN und LORENZ (1977).

Nr.	Datum	Stock- nummer	Rebsta- dium	Witterung	Temp. [°C]
1	3. 5.	11 / 34	07 - 09	Bewölkt	14
2	17. 5.	5 / 37	12 - 15	Sonnig	18
3	31. 5.	9 / 35	15 - 17	Regen	14
4	13. 6.	25 / 47	17 - 19	Sonnig	26
5	27. 6.	8 / 24	23	Bedeckt	19
6	12. 7.	3 / 32	27	Sonnig	20
7	25. 7.	2 / 21	27 - 29	Sonnig	23
8	9. 8.	13 / 28	31 - 33	Wechselhaft	22
9	22. 8.	6 / 39	33	Wechselhaft	20
10	19. 9.	14 / 42	33 - 35	Bedeckt	14
11	3.10.	22 / 33	38	Nebel	11
12	24.10.	18 / 43	38 - 41	Regen	9
13	8.11.	7 / 29	47	Nebel	5

ser-Methode erzogen sind. Bei dieser Erziehungsmethode wird das alte Rebholz ca. 1 m hochgezogen und in der Regel sechs Bogen an Drähten befestigt. Die Anlage wurde 1958 gepflanzt. Je zwei Rebstöcke wurden in der Regel in zweiwöchigem Abstand aus einer Zeile mit insgesamt 42 Rebstöcken entnommen. Da die Hangneigung in der Zeilenrichtung stark zunahm, wurde jeweils ein Stock aus der oberen und der unteren Hälfte der Anlage entnommen. Die Daten der Rebenentnahme sind aus Tabelle 3 ersichtlich.

Alle Entnahmen wurden zur gleichen Tageszeit, zwischen 800 und 1030 durchgeführt und Temperatur- und Witterungsdaten registriert. Alle Rebteile wurden sofort nach der Entnahme in 2 l-Plastikdosen mit Schraubverschluß verpackt, um ein Entweichen der Raubmilben zu verhindern. Für jeden Bogen getrennt wurden Blätter, Triebe und Gescheine bzw. Trauben entnommen und gezählt. Die Geiztriebe wurden getrennt abgesammelt, wobei ebenfalls die Zahl der Triebe und Blätter festgehalten wurde. Noch am Stock wurden Länge und Umfang der Triebe, Bogen und des zweijährigen Holzes gemessen. Die Länge des Rebstammes und sein Umfang oben, in der Mitte und unten wurde gemessen. Danach wurden die Bogen und die Teile des zweijährigen Holzes getrennt verpackt. Der Rebstamm wurde in ca. 15 cm lange Stücke zersägt, die nach ihrer Position geordnet getrennt verpackt wurden. Kleinere Teile des alten Holzes wurden in einer Dose zusammengefaßt.

Die Proben wurden innerhalb von 48 h in der Reihenfolge: Blätter, Geiztriebe, Gescheine/Trauben, Triebe, Bogen, zweijähriges Holz und altes Holz aufgearbeitet. Alle Proben wurden 10 Minuten unter Zugabe von Netzmittel und Schaumstopp geschüttelt. Bei geringer Verschmutzung wurde zum Auffangen der Raubmilben nur ein Sieb (0,063 mm), bei stärkerer Verschmutzung wurden zwei Siebe (0,063 mm, 0,2 mm) benutzt und getrennt ausgezählt. Auch das alte Holz wurde ausgewaschen, da dieses Verfahren weniger zeitaufwendig und genauer als das Austreiben durch Wärme ist. Aufgrund der starken Verschmutzung war es dabei jedoch nicht möglich, den Inhalt der Siebe direkt auszuzählen. Der

Inhalt jedes Siebs wurde daher in ein geeichtes Becherglas gespült und mit Wasser auf 80 ml aufgefüllt. Unter ständigem Rühren mit einem Magnetrührer wurden mit einer Pipette 20 ml der Suspension entnommen und auf Filterpapier pipettiert. Die Proben wurden ausgezählt und die Zahl der Milben mit vier multipliziert.

Von allen Organen der Rebstöcke wurden die Oberflächen näherungsweise bestimmt. Holz, Bogen und Triebe wurden als Zylinder behandelt und aus ihrer Länge und dem mittleren Umfang die Oberfläche berechnet. Von jedem Stock wurden zehn Blätter nach dem Auswaschen zufällig ausgewählt, auf Papier kopiert und die Flächen mit Hilfe eines Planimeters bestimmt. In alle Flächenberechnungen ging nur die Fläche der Blattunterseiten ein, da sich die Raubmilben nach eigenen Beobachtungen wie auch nach Literaturangaben ausschließlich auf den Blattunterseiten aufhalten. Zur Bestimmung der Oberfläche der Gescheine bzw. Trauben wurden die Hauptachsen des Stielgerüsts als Zylinder und die Blüten bzw. Beeren als Kugeln behandelt. Ihre Durchmesser wurden mit Hilfe einer Mikrometereinteilung unter dem Binokular gemessen und die Kugel- bzw. Zylinderoberflächen berechnet. Die durchschnittliche Zahl der Beeren einer Traube wurde aus zehn Trauben jedes Stockes berechnet.

Für alle Organe eines Rebstocks wurden die Gesamtfläche und ihr Anteil an der Gesamtfläche des Rebstocks berechnet. Ebenso wurde die Gesamtzahl der auf ihnen gefundenen Raubmilben und ihr Anteil an der Gesamtzahl der Raubmilben des Rebstocks sowie die Raubmilbendichte (RM/cm<sup>2</sup>) ermittelt.

## 2.7 Statistische Methoden

Alle Mortalitätswerte wurden nach ABBOTT (1925) mit der Mortalität von Kontrolltieren korrigiert.

Bei allen Versuchen mit mehreren Wiederholungen wurden Mittelwert, Standardabweichung und Standardfehler des Mittelwertes (Standard-error) berechnet. Für die mittleren Mortalitätswerte der Freilandstämme wurden zusätzlich die Variationskoeffizienten  $V=100 \cdot \sigma/x$  berechnet.

Mit den in Freilandversuchen ermittelten log-transformierten  $[\log(x+1)]$  Raubmilbenzahlen wurden zweifache Varianzanalysen mit den Merkmalen "Zahl der Raubmilben in den Versuchsvarianten" und "Zahl der Raubmilben in den Wiederholungen" durchgeführt. Bei signifikanten F-Werten der Varianzanalyse wurde ein DUNCAN-Test zum Vergleich der Mittelwerte aus den transformierten Daten durchgeführt.

Die Mittelwerte der Mortalitätsraten für die einzelnen Großlagen des Untersuchungsgebiets aus den Versuchen mit Freilandpopulationen von *T. pyri* wurden ebenfalls varianzanalytisch verrechnet. Sie wurden dazu in der Form  $[\arcsin \cdot \sqrt{x}]$  transformiert. Die zu vergleichenden Merkmale waren "Mortalitätsraten in den Insektizidvarianten" und "Mortalitätsraten in den Großlagen". Auch hier wurde bei signifikanten F-Werten ein DUNCAN-Test mit den transformierten Werten angeschlossen.

Mit den Mortalitätswerten aus den Versuchen mit Freilandpopulationen von *T. pyri* wurden Korrelationsberechnungen durchgeführt, um eventuelle Zusammenhänge der Sensibilität der Raubmilben für verschiedene Insektizide zu überprüfen sowie die Sensibilität der Raubmilben mit der Vorgeschichte ihrer Insektizidkontakte in Beziehung zu setzen. Dazu wurden den Stämmen aufgrund ihrer mittleren Mortalitätsraten in jeder Insektizidvariante Rangzahlen zugeordnet und die SPEARMANschen Rangkorrelationskoeffizienten bestimmt.

Aus den Daten der Versuche, in denen mehrere Konzentrationen eines Insektizids eingesetzt wurden, konnten LC<sub>50</sub>-Werte mit Hilfe einer Probitanalyse bestimmt werden. Die Mortalitätswerte wurden dazu mit Hilfe eines von NOACK und REICHMUTH (1978) entwickelten Algorithmus in Probitwerte transformiert; die Konzentrationswerte wurden logarithmiert. Um negative Logarithmen der Konzentrationswerte zu vermeiden, wurde die niedrigste der in den zu vergleichenden Versuchen verwendeten Konzentrationen gleich zehn gesetzt und die übrigen Konzentrationswerte darauf bezogen. Mit den transformierten Konzentrations- und Mortalitätswerten wurde eine Regressions- und Korrelationsberechnung durchgeführt. Aus den Standardabweichungen der berechneten LC<sub>50</sub>-Werte und den 95 %-Signifikanzschranken der t-Verteilung wurden ihre Konfidenzintervalle berechnet. LC<sub>50</sub>-Werte, deren 95 %-Konfidenzintervalle sich nicht überlappen, können als auf diesem Niveau signifikant verschieden betrachtet werden.

Zum Vergleich von Mittelwerten der Eiablagerraten wurde, wenn sie sich im F-Test als normalverteilt erwiesen, ein t-Test durchgeführt.

Die Verteilung der Raubmilben auf behandelten und unbehandelten Glasflächen (Kap. 2.3.5) wurden mit Hilfe des U-Tests von WILKOXON, MANN und WHITNEY (MÜLLER und KICK, 1983) auf statistisch signifikante Unterschiede überprüft.

Zum Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der Eiablagerraten von Raubmilben (Kap. 2.3.4) wurde der Homogenitätstest nach BRANDT-SNEDECOR verwendet (SACHS, 1984).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Milben, Spinnen und Insekten auf Reben

Beim Abwaschen der Rebblätter im Sommer und Austreiben der Raubmilben von Rebholz im Winter wurden neben Phytoseiiden zahlreiche andere Milben- und Insektenarten gefunden (Mengenangaben beziehen sich bei Blattproben auf 300 Blätter).

##### Milben:

##### Mesostigmata:

Gamasina: Neben den Phytoseiiden wurden auf Reben noch zwei weitere Raubmilben gefunden. Im Winter traten auf dem Rebholz häufig *Leioseius bicolor* und vereinzelt eine Raubmilbe der Gattung *Iphidosoma* auf. Versehentlich in die Laborzucht eingeschleppt, verursachte sie großen Schaden durch die Erbeutung von *T.pyri*.

##### Prostigmata:

Trombididae: *Allothrombium fuliginosum* wurde an einigen Standorten relativ häufig angetroffen. In einer Blattprobe aus Brauneberg wurden 17 Milben dieser Art gefunden.

Anystidae: Im Sommer 1987 wurden nur sehr selten Milben dieser Familie gefunden, 1988 dagegen waren sie in den Proben mit durchschnittlich ein bis zwei Exemplaren der Gattung *Anystis* vertreten.

Eriophyidae: Die Blattgallmilbe *Colomerus vitis* war in nahezu jeder Parzelle anzutreffen, der Befall war jedoch meist nur gering. In einigen wenigen Parzellen war der Befall jedoch so stark, daß außer den Blättern auch die Gescheine und später die Trauben befallen waren. Im Winter wurden die Eriophyiden unter den Knospenschuppen, aber auch in der Borke des zwei- und mehrjährigen Holzes, gefunden.

Tetranychidae: Die am häufigsten beobachtete Art dieser Familie war *Panonychus ulmi*. In der Regel waren Parzellen mit für die Laborversuche ausreichendem Raubmilbenbesatz bei visueller Kontrolle frei von Spinnmilben, in einigen Parzellen konnten jedoch gleichzeitig hohe Raubmilben- und Spinnmilbendichten beobachtet werden. Ab August wurde *P. ulmi* in nahezu allen Proben in einer Größenordnung von 10 bis 50 Milben gefunden. Die höchste Dichte von *P. ulmi* wurde im Juli 1988 in einer dreijährigen Rieslinganlage der Lage Kueser Rosenberg mit durchschnittlich 123 Spinnmilben/Blatt beobachtet. *Tetranychus urticae* trat auf Rebblättern nur sehr selten im August/September auf. Vereinzelt wurden überwinternde Weibchen in der Borke des Rebholzes angetroffen.

Tarsonemidae: Milben dieser Familie wurden hauptsächlich auf dem Rebholz angetroffen.

Bdellidae: Milben der Gattung *Bdella* fanden sich im Sommer 1987 nur sehr selten in Blattproben, 1988 waren sie häufiger anzutreffen. In jeder zweiten bis dritten Probe wurde eine Bdellide gefunden.

Tydeidae: Diese Milben wurden sehr häufig auf Rebblättern gefunden. Besonders im August/September waren sie oft häufiger als die Phytoseiiden. Im Winter konnten auch auf dem Rebholz zahlreiche Tydeiden beobachtet werden.

##### Astigmata:

Acaridae: Diese Milben waren in geringer Dichte (0-30/Probe) regelmäßig auf den Rebblättern anzutreffen. Im Winter wurden sie auch auf Holzproben festgestellt.

### **Cryptostigmata:**

Oribatei: Hornmilben fanden sich zu jeder Jahreszeit in großer Zahl auf dem Rebholz.

### **Spinnen:**

Die Spinnenfauna auf den Reben war sehr reichhaltig. Besonders häufig wurden Arten der Familien Araneae und, vor allem auf den Gescheinen und Trauben, Thomisidae beobachtet.

### **Insekten:**

Collembola: Collembolen der Gattung *Tomocerus* fanden sich im Winter regelmäßig auf Rebholz. Im Sommer wurden sie nur selten auf Reben festgestellt.

Psocoptera: Verschiedene Arten von Staubläusen waren das ganze Jahr über auf dem Rebholz anzutreffen.

Thysanoptera: Thripse waren sowohl im Sommer auf Reblättern als auch im Winter auf Rebholz häufig. Blattproben mit 30-50 Thripsen waren nicht selten, wobei es sich überwiegend um Larven handelte, die nicht bestimmt wurden. Die Larven einer Art waren auffällig gelb-rot quergestreift.

Heteroptera: Regelmäßig angetroffen wurden nur die Larven der Anthocoride *Orius minutus*, ab Mitte Juli mit 1-2 Exemplaren pro Probe und im Winter auf Rebholz. Auf einem Reblatt befand sich ein Eigelege, aus dem mehr als 80 Exemplare der Reduviide *Rhinocorus iracundus* schlüpften. Dies war der einzige Nachweis dieser Art.

Homoptera: Larven der Jasside *Empoasca vitis* wurden im Sommer 1987 vereinzelt, 1988 dagegen regelmäßig in den Blattproben mit 5-10 Exemplaren angetroffen. Blattläuse befanden sich nur vereinzelt in den Blattproben. Sehr zahlreich waren von Juli bis September Psyllidenlarven. Mehr als 100 Exemplare in einer Probe waren keine Seltenheit.

Planipennia: Chrysopidenlarven konnten regelmäßig gefunden werden. Ab Anfang Juli befanden sich durchschnittlich 1-2 Exemplare in jeder Probe.

Diptera: Sehr häufig waren im Sommer Cecidomyidenlarven mit durchschnittlich 10-20 Individuen pro Probe. Vereinzelt konnten auch Syrphidenlarven gefunden werden.

## **3.2 Biologie von *Typhlodromus pyri***

Im Januar 1988 wurden Teile von Rebholz auf ihren Raubmilbenbesatz untersucht. In einem Berlesetrichter wurden von altem Rebholz von insgesamt 182,5 cm Länge und einem Umfang von 13,5 cm 1238 Raubmilben ausgetrieben. Davon wurden 600 Milben bestimmt. Bis auf ein Exemplar der Art *Amblyseius andersoni* waren alle Milben adulte Weibchen von *T. pyri*. Auf einem Rebstock in einem verwilderten Hausgarten in Mainz wurden die drei Arten *Amblyseius finlandicus*, *A. andersoni* und *T. pyri* gefunden. Von den Weinbergen benachbarten Apfelbäumen, Kastanien, Brombeeren und Himbeeren wurden ebenfalls Raubmilben entnommen. Hier dominierte *A. finlandicus*, die zweithäufigste Art war *T. subsoleiger*.

Von einem Rebschenkel von 20 cm Länge und 14 cm Umfang wurden im April 1987 außer 102 lebenden 276 tote Raubmilben gefunden. Dies entspricht einer Wintermortalität von 73 %.

Die Spinnmilbenarten *Panonychus ulmi* und *Tetranychus urticae* sowie die Blattgallmilbe *Eriophyes viis* wurden von den Raubmilben attackiert und erbeutet, das Aussaugen von Eiern der Roten Spinne konnte dagegen in keinem Fall beobachtet werden. In Blattproben mit hoher Spinnmilbendichte wurden neben zahlreichen rotgefärbten Raubmilben regelmäßig auch solche gefunden, die nicht gefärbt

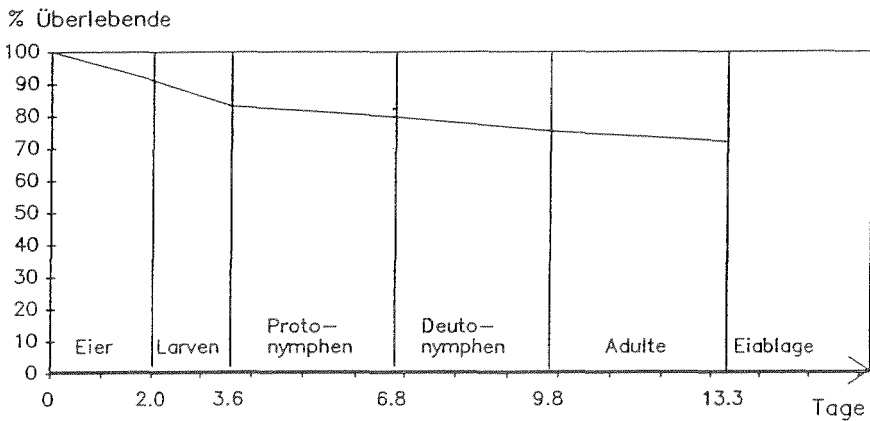


Abb. 5: Entwicklung von *Typhlodromus pyri*. Durchschnittliche Dauer und Mortalität der einzelnen Stadien von drei Zuchtstämmen bei 25 °C und 80 % r.F.

waren. Modernmilben wurden zwar attackiert, die Raubmilben waren jedoch nicht in der Lage, diese Milben zu penetrieren. Tydeiden und Oribatiden wurden von den Raubmilben nicht angegriffen. Wenn Raubmilben zufällig mit ihnen zusammentrafen, betasteten sie diese kurz mit den Vorderbeinen und den Tarsen und wandten sich danach ab. Von den auf den Blattproben vorkommenden Insekten dienten den Raubmilben nur die verschiedenen Thysanopterenlarven als Nahrung.

Die Raubmilben wurden selbst von zahlreichen Prädatoren erbeutet. Die größte Bedeutung hatten unter den Milben die Anystiden und die auf dem Rebholz gefundene Gamaside *Iphidosoma* sp., aber auch junge Spinnen erbeuteten Raubmilben. Die wichtigsten Freßfeinde unter den Insekten waren *Orius minutus* und Chrysopidenlarven. Von geringerer Bedeutung waren die adulten Thysanopteren. Die Cecidomyidenlarven erbeuteten keine Raubmilben.

Bei drei Zuchtstämmen wurde die Entwicklung beobachtet (Abb. 5). Unterschiede zwischen diesen Stämmen konnten hierbei nicht nachgewiesen werden. Bei 25 °C und 80 % r.F. betrug die mittlere Generationszeit 13,3 Tage. Die durchschnittliche Dauer der einzelnen Stadien betrug 2 Tage für Eier, 1,6 Tage für Larven, 3,2 Tage für Protonymphen und 3,0 Tage für Deutonymphen. Die Präovipositionszeit währte 3,5 Tage. Der Anteil der erfolgreich entwickelten Eier betrug 91 %, während unter den Entwicklungsstadien die Larven mit 11 % die höchsten Verluste erlitten. Die durchschnittliche Mortalität über die gesamte Entwicklungsdauer betrug 28 %. Das Geschlechtsverhältnis variierte stark. Der Anteil der Männchen reichte von 31 % bis 53 %. Ein Anstieg der Temperatur im Zuchtraum von 25 °C auf ca. 31 °C für die Dauer von 3 Tagen aufgrund eines Fehlers der Temperaturregulation beeinträchtigte die Weibchen nicht, es starben jedoch über 90 % der Männchen.

Raubmilben, die während der Vegetationszeit in die Zucht übernommen wurden, setzten die Eiablage ohne Unterbrechung fort. Die im Winter von Holz abgesammelten Weibchen dagegen begannen erst nach 2 bis 3 Wochen mit der Oviposition. In den ersten Tagen nahmen sie ausschließlich Wasser auf, danach wurde Pollen als Nahrung akzeptiert. Aus den während der ersten beiden Wochen von den

Winterweibchen abgelegten Eiern entwickelten sich zu über 80 % Männchen, danach überwogen die Weibchen.

### 3.3 Laborversuche

#### 3.3.1 Einfluß der Ernährung auf die Eiablage rate von *T. pyri*

Die Art der Pollennahrung beeinflusste die Eiablage rate der Raubmilbenweibchen deutlich (Abb. 6). Die Werte der Eiablage raten sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Die höchsten Eiablage raten wurden bei Fütterung mit den Pollen der Fabaceen *Sarothamnus scoparius* (Ginster) mit 1,36 Eiern/Weibchen/Tag (E/W/d) und *Lupinus* spp. (Lupinen) mit 1,23 E/W/d erzielt. Die Eiablage raten dieser beiden Varianten unterschieden sich nicht signifikant. Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede wurden bei Fütterung der Raubmilben mit Tulpenpollen (1,06 E/W/d) und *Helianthus tuberosus* (Topinambur) (0,84 E/W/d) festgestellt. Bei ausschließlicher Ernährung mit Kiefernpollen (*Pinus sylvestris*) war die Eiablage rate mit 0,25 E/W/d zu gering, um die Zucht zu erhalten. Haselpollen (*Corylus avellana*) wurde von den Milben zwar angenommen, es wurden jedoch keine Eier abgelegt. Die Raubmilben nahmen die Farbe des jeweils gebotenen Pollens an. Sie färbten sich intensiv gelb von Ginster- und Topinamburpollen, rot nach Aufnahme von Lupinen- und bläulich von Tulpenpollen.

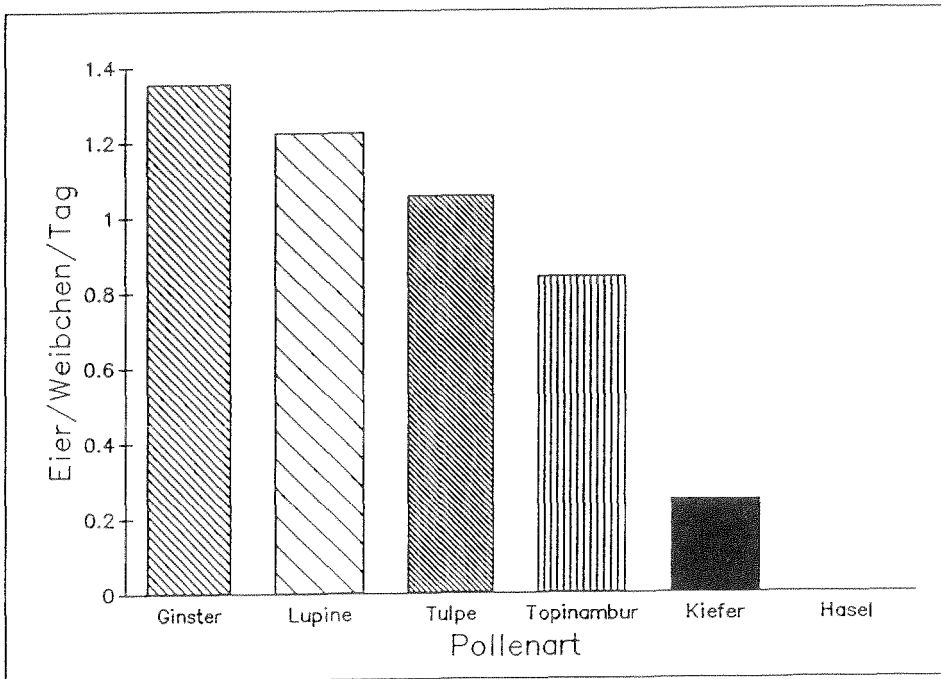


Abb. 6: Durchschnittliche Eiablage raten von *Typhlodromus pyri* bei Ernährung mit verschiedenen Pollenarten.

Tab. 4: Durchschnittliche Eiablagerraten der Weibchen von *T. pyri* bei Ernährung mit verschiedenen Pollenarten.

Pollenart	Einsatz Weib- chen	Vers. dauer [Tage]	Eier/Weib./Tag		t-Test $\alpha=5\%$
			MW	SE	
Ginster <i>Sarothamnus scoparius</i>	20	13	1.357	0.123	A
Lupinen <i>Lupinus spp.</i>	24	8	1.227	0.127	AB
Tulpen <i>Tulipa spp.</i>	44	9	1.059	0.088	BC
Topinambur <i>Helianthus tuberosus</i>	32	10	0.843	0.059	C
Kiefer <i>Pinus sylvestris</i>	13	13	0.249	0.035	D
Hasel <i>Corylus avellana</i>	21	13	0.000	—	E

MW = Mittelwert    SE = Standardfehler des Mittelwerts

### 3.3.2 Toxizitätsversuche mit Laborstämmen von *T. pyri*

#### 3.3.2.1 Mortalität

Neun verschiedene Laborstämme wurden mit Insektiziden und einem Akarizid in der für die Traubenwickler bzw. Spinnmilbenbekämpfung vorgeschriebenen Anwendungskonzentration behandelt und ihre Mortalitätsraten sowie der Einfluß der Präparate auf ihre Fekundität verglichen (Tab. 5). Die Wirkung der Phosphorsäureester war sehr unterschiedlich. Selbst bei den vergleichsweise sensiblen Stämmen "Mi" und "Wo-1" stieg die effektive Mortalität bei Behandlung mit E 605 forte (Parathion) auch nach sieben Tagen nicht über 40 %. Als deutlich toxischer erwiesen sich Gusathion MS (Azinphosmethyl + Demeton-S-methylsulfon) und Orthen (Acephat). Die Stämme "Wo-1" und "Be" zeigten nach sieben Tagen 100 % Mortalität, der Stamm "Br-1" erwies sich als weniger sensibel mit Mortalitätsraten von 38 % bzw. 63 %. Bei Behandlung mit den Phosphorsäureestern Diptorex SL (Trichlorfon) und Ultracid 40 (Methidathion) wurde bei allen Stämmen 100 % Mortalität nach sieben Tagen festgestellt. Die gleiche Toxizität zeigte auch das synthetische Pyrethroid Somicidin 30 (Fenvalerat). Während jedoch bei dem Stamm "Br-1" in der Ultracid 40-Variante auch noch nach zwei Tagen lebende Raubmilben beobachtet wurden, betrug die Zeit zum Erreichen der 100 % Mortalität Marke bei Diptorex SL weniger als 24 h und beim Somicidin 30 weniger als acht Stunden. Mit Torak



Tab. 5: Wirkung von 7 Insektiziden und einem Akarizid auf Deutonymphen von *T. pyri*. Effektive Mortalität, Eiablagerraten von Kontroll- und Versuchstieren sowie Effektivität der Präparate.

Präparat	Stamm	Mortalität			Eiablage				Effektivität %
		Tag 1 %	Tag 2 %	Tag 7 %	Kontr. Eier/Weib./Tag	Vers. %	R*	Sig*	
E 605 forte	Br-1	1.4	3.6	14.6	0.473	0.817	172.8	*	-47.6
	Be	3.1	4.1	10.8	1.250	1.016	81.3		27.5
	Wo-1	4.0	10.5	25.0	0.297	0.643	216.3	*	-62.5
	Mi	11.5	38.5	38.5	0.060	0.143	205.7		-26.5
Gusathion MS	Br-1	1.1	9.5	37.9	0.792	0.500	63.2	*	60.8
	Be	58.9	85.9	100.0	-	-	-		100.0
	Wo-1	44.6	93.8	100.0	-	-	-		100.0
Orthen	Br-1	21.0	51.0	63.0	0.513	0.071	13.9	*	94.9
	Be	63.0	97.0	100.0	-	-	-		100.0
	Wo-1	80.5	99.0	100.0	-	-	-		100.0
Dipterex SL	Br-1	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
	Be	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
	Wo-1	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
	Mi	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
Ultracid 40	Br-1	90.6	97.5	100.0	-	-	-		100.0
	Be	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
	Wo-1	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
	Mi	95.4	98.7	100.0	-	-	-		100.0
Torek	Br-2	4.2	13.5	78.1	0.166	0.146	73.7		83.9
	Er	3.9	8.6	49.1	0.158	0.145	91.6		53.4
	K1	4.9	22.1	74.7	0.162	0.150	92.9		76.5
	Tr	12.9	24.5	57.8	0.150	0.123	81.7		65.5
	Wo-2	10.9	18.6	41.9	0.180	0.178	98.8		42.6
Sunicidin 30	Br-1	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
	Be	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
	Wo-1	100.0	100.0	100.0	-	-	-		100.0
Shell Torque	Br-1	0.5	1.5	12.8	0.794	0.567	71.4	*	37.7
	Be	2.1	5.3	9.5	0.994	0.943	94.9		14.1
	Wo-1	2.6	5.6	13.8	0.519	0.345	75.3	*	35.1

\*R: Fekundität der Versuchstiere/Fekundität der Kontrolltiere

\*Sig: Signifikante Unterschiede der Eiablagerraten ( $\alpha=5\%$ ) sind durch \* gekennzeichnet

Tab. 6: Mortalitätsraten nach 1, 2 und 7 Tagen von Deutonymphen aus vier Laborstämmen von *T. pyri* nach Behandlung mit E 605 forte (Parathion) in mehreren Konzentrationen.

Stamm	% Mortalität nach Parathionbehandlung											
Konz.	0.5		1		2		2.5		5		10	
K	37.5		75		150		187.5		375		750	
ppm	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE
<u>Br-1</u>												
Tag 1	4.5	1.7	1.4	0.9	6.1	1.5	-	-	22.9	6.5	53.7	5.6
Tag 2	9.8	2.9	3.6	2.2	20.4	5.1	-	-	55.8	5.8	79.5	6.5
Tag 7	16.8	1.5	14.6	6.1	26.2	5.4	-	-	58.0	6.0	88.9	5.6
<u>Be</u>												
Tag 1	2.7	1.5	3.1	1.3	17.5	2.5	4.7	2.3	44.6	5.9	67.5	2.6
Tag 2	2.7	1.5	4.1	2.2	27.9	2.0	8.9	3.5	68.7	5.1	92.5	1.7
Tag 7	9.9	3.3	10.8	2.6	32.3	2.9	29.8	6.7	70.8	4.8	96.8	1.2
<u>Wo-1</u>												
Tag 1	5.2	1.8	4.0	1.3	9.0	1.5	25.0	7.8	46.7	4.2	78.4	3.5
Tag 2	6.8	2.1	10.5	2.1	21.6	2.6	38.3	11.3	77.4	2.8	93.7	1.6
Tag 7	15.6	3.2	25.0	5.0	29.4	3.5	45.8	9.6	77.9	2.8	98.9	0.8
<u>Mi</u>	1 K		5 K		10 K		20 K					
Tag 1	11.5	2.9	43.8	9.1	61.5	7.8	62.5	7.6				
Tag 2	38.5	2.6	51.8	13.2	67.7	7.1	79.2	7.0				
Tag 7	38.5	3.5	57.0	13.0	71.9	7.1	84.4	6.8				

MW = Mittelwert SE = Standard-Error / Standardfehler des Mittelwerts

(Dialifos), einem weiteren Phosphorsäureester, wurden fünf Raubmilbenstämmen getestet. Die Mortalitätswerte bewegten sich nach 7 Tagen zwischen 42 % und 79 %. Dieses Insektizid ist aufgrund seiner Toxizität somit zwischen E 605 forte und Gusathion MS bzw. Orthen einzustufen.

Das selektive, raubmilbenschonende Akarizid Shell Torque (Fenbutatin-oxid) wurde zum Vergleich mit den Insektiziden eingesetzt. Die Mortalitätsraten waren gering. Bei den drei geprüften Stämmen lagen sie zwischen 10 % und 14 %.

Die Stämme "Br-1", "Be", "Wo-1" wurden mit E 605 forte (Parathion-ethyl) in sechs Konzentrationen, der Stamm "Mi" in vier Konzentrationen behandelt (Tab. 6) und die LC<sub>50</sub>-Werte für dieses Insektizid bestimmt (Abb. 7). Die Daten der Regressionsanalyse und die LC<sub>50</sub>-Werte sind Tabelle 7 zu entnehmen. Geringfügige Abnahmen der Mortalitätswerte und LC<sub>50</sub>-Werte von einem Kontrolltermin zum nächsten sind auf den Anstieg der Mortalität der Kontrollen zurückzuführen, da in allen Fällen die effektiven Mortalitätswerte (nach ABBOTT korrigiert) angegeben sind. Bei allen Stämmen waren die Werte nach zwei Tagen signifikant niedriger als nach dem ersten Tag. Vom zweiten

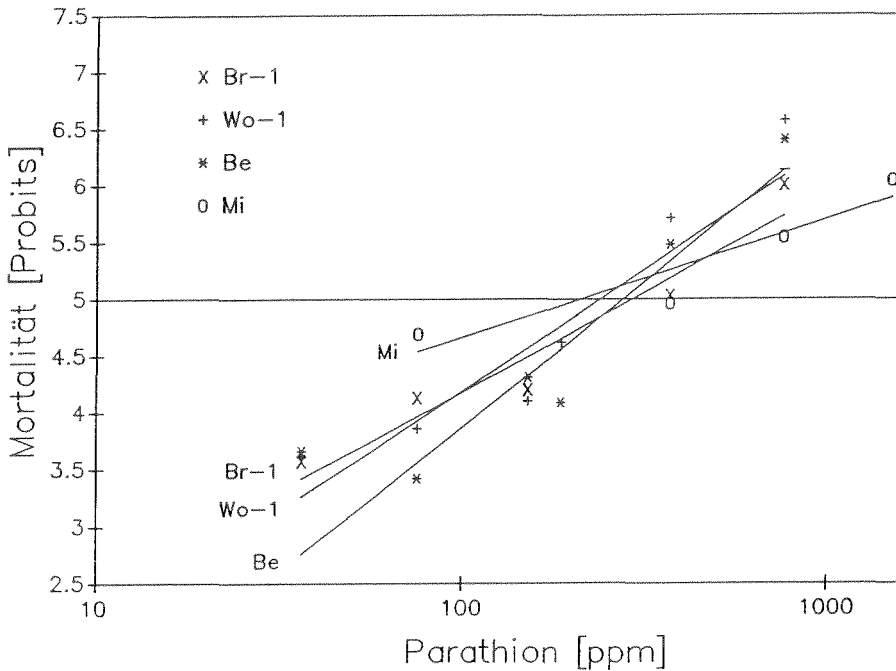


Abb. 7: Mortalität bei vier Laborstämmen von *T. pyri* nach Behandlung von Deutonymphen mit E 605 forte in mehreren Konzentrationen. Mittelwerte (Probits) und Regressionsgeraden.

zum siebten Versuchstag trat keine signifikante Abnahme der LC<sub>50</sub>-Werte mehr ein. Zu diesem Zeitpunkt waren auch keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den LC<sub>50</sub>-Werten der vier Laborstämme zu beobachten. Dagegen war der LC<sub>50</sub>-Wert von Stamm "Br-1", der von den geprüften Stämmen am wenigsten sensibel reagierte, nach 24 h signifikant höher als die Werte der anderen Stämme. Nach 48 h unterschieden sich nur noch die LC<sub>50</sub>-Werte von diesem Stamm und dem Stamm "Wo-1" signifikant. Nach sieben Tagen lagen die LC<sub>50</sub>-Werte zwischen der 2,5-fachen und der 4-fachen Anwendungskonzentration von E 605 forte.

Die Steigungen der Regressionsgeraden unterscheiden sich deutlich (Tab. 7). Am siebten Versuchstag variierten sie von 1,0 beim Stamm "Mi" bis 2,6 beim Stamm "Be". Dementsprechend nahm die Mortalität beim ersten Stamm von der einfachen bis zur zehnfachen Anwendungskonzentration nur von 39 % auf 72 %, beim zweiten Stamm dagegen von 11 % auf 97 % zu (Tab. 6).

### 3.3.2.2 Einfluß der Präparate auf die Fekundität

Die Auswirkungen der Insektizide auf die Fekundität der Raubmilben waren sehr unterschiedlich. Besonders auffällig war die Steigerung der Eiablage durch E 605 forte bei drei der vier untersuchten Stämme (Tab. 5), die Unterschiede waren jedoch nur bei zwei Stämmen auf dem 5 %-Niveau signifikant. Die Eiablageraten der behandelten Tiere überstiegen bei den Stämmen "Mi" und "Wo-1" die Werte der Kontrolltiere um mehr als das Doppelte, wobei der Effekt um so deutlicher wurde, je geringer die

Tab. 7: Kenndaten der Probitanalyse und LC50-Werte von E 605 forte für Deutonymphen aus vier Laborstämmen von *T. pyri*.

Stamm	Kennwerte der Probitanalyse					LC <sub>50</sub> -Werte (K)			LC <sub>50</sub> -Werte (ppm)			
	m	b	r	Sign.	n	LC <sub>50</sub>	95 % K.I.		LC <sub>50</sub>	95 % K.I.		
<b><u>Br-1</u></b>												
Tag 1	1.3762	1.6578	0.7277	0.001	33	13.41	9.83 -18.29		1005.8	737.2 -1372.1		
Tag 2	1.9400	1.2451	0.8262	0.001	32	4.31	3.73 - 4.99		323.3	279.7 - 373.9		
Tag 7	1.7757	1.6486	0.7915	0.001	26	3.86	3.24 - 4.59		289.3	243.3 - 344.0		
<b><u>Be</u></b>												
Tag 1	2.0466	0.6595	0.8838	0.001	40	6.46	5.63 - 7.39		484.6	422.2 - 554.4		
Tag 2	3.3198	-1.1310	0.8861	0.001	37	3.98	3.66 - 4.33		298.4	274.3 - 324.6		
Tag 7	2.5895	0.1751	0.8456	0.001	33	3.64	3.27 - 4.07		273.3	245.5 - 305.1		
<b><u>Wo-1</u></b>												
Tag 1	1.8864	1.2088	0.8251	0.001	46	5.11	4.45 - 5.87		383.5	334.1 - 440.3		
Tag 2	1.5871	0.5050	0.8715	0.001	39	3.23	2.91 - 3.59		242.1	218.1 - 268.9		
Tag 7	2.1700	1.087	0.7627	0.001	38	3.18	2.79 - 3.61		238.3	209.1 - 271.6		
<b><u>Mi</u></b>												
Tag 1	1.3121	2.1268	0.8299	0.001	20	7.74	5.98 - 9.74		580.5	448.5 - 730.8		
Tag 2	0.8047	3.6156	0.5769	0.050	18	2.62	1.54 - 4.46		196.8	115.8 - 334.5		
Tag 7	1.0379	3.1889	0.6297	0.010	18	2.78	1.85 - 4.18		208.5	138.8 - 313.2		

m=Steigung; b=Achsenschnittpunkt der Regressionsgeraden; r=Korrelationskoeffizient; Sign.=Signifikanz des Korrelationskoeffizienten; K.I.=Konfidenzintervall

Eiablageraten der Kontrollen waren. Die Effektivität als Maß für die kombinierte Wirkung eines Präparates auf Mortalität und Fekundität nahm durch die hohen Eiablageraten bei diesen Varianten negative Werte an.

Die Behandlung mit Gusathion MS und Orthen führte zu einer deutlichen Reduktion der Eiablageraten auf 63 % bzw. 14 % der Werte der Kontrolliere. Dies wirkte sich auf die Effektivität dieser beiden Insektizide aus. Sie betrug bei Gusathion MS 61 %, bei Orthen jedoch 95 %.

Bei fünf mit Torak behandelten Laborstämmen wurde die Fekundität um 1 % bis 24 % reduziert, die Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Milben waren jedoch in keinem Fall signifikant. Die Fekundität wurde um so weniger beeinflusst, je niedriger die Mortalitätsraten waren. Dagegen wurde die Eiablagerate durch Shell Torque bei zwei von drei Stämmen signifikant auf etwa 75 % des Kontrollwertes vermindert.

### 3.3.3 Einfluß von E 605 forte auf die Eiablage von *T. pyri*

Die Versuche mit Raubmilben der Laborstämme "KI" und "Br-2" wurden nach 15 bzw. 13 Tagen beendet, da die Weibchen zunehmend die Barrieren der gealterten Versuchsarenen überwandten. Die Daten der Eiablage behandelter und unbehandelter Raubmilben sind in Tabelle 8 zusammengefaßt. Da

Tab. 8: Vergleich der Eiablagerraten von Raubmilben aus zwei Laborstämmen, die in verschiedenen Entwicklungsstadien mit E 605 forte behandelt wurden, und unbehandelten Kontrolltieren.  
\* = Auf dem 10 % Niveau signifikante Unterschiede.

Behandeltes Stadium	Zahl Weibchen		Mort. %	Summe Eier	Eier/Weibchen/Tag		
	Beginn	Ende			MW	SE	n
<b>Stamm "K1"</b>							
Protonymphen							
unbehandelt	15	7	53.33	119	0.6973	0.0894	15
behandelt	29	21	27.58	335	0.8691	0.1241	15
Deutonymphen							
unbehandelt	14	9	35.71	150	0.8146	0.1101	15
behandelt	27	22	18.52	292	0.7689	0.0992	15
Adulte							
unbehandelt	15	11	26.67	107	* 0.5725	0.0861	15
behandelt	30	18	40.00	265	* 0.7459	0.0944	15
<b>Stamm "Br-2"</b>							
Protonymphen							
unbehandelt	15	11	26.67	82	0.4715	0.0905	13
behandelt	24	11	54.17	117	0.5961	0.0890	13
Deutonymphen							
unbehandelt	15	6	60.00	65	0.6300	0.1050	13
behandelt	28	21	25.00	211	0.6856	0.0880	13
Adulte							
unbehandelt	15	8	46.67	80	* 0.5356	0.1021	13
behandelt	30	18	40.00	259	* 0.8043	0.1383	13

MW = Mittelwert SE = Standardfehler des Mittelwerts

die Mortalität der Tiere in den verschiedenen Varianten nicht gleich war, mußte im Gegensatz zu dem standardisierten Verfahren zur Bestimmung der Effektivität von Pestiziden die Zahl der täglich noch lebenden und nicht die Zahl der am Versuchsbeginn eingesetzten Weibchen für die Berechnung der Vergleichsgröße "Eier pro Weibchen und Tag (E/W/d)" gewählt werden. Dieser Wert war bei Stamm "K1" in allen Varianten höher als bei "Br-2", der Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Die Eiablagerraten der mit E 605 behandelten Raubmilben übertrafen mit Ausnahme der als Deutonymphen behandelten Milben des Stammes "K1" in allen Fällen die Werte der unbehandelten Tiere (Abb. 8). Die Unterschiede waren jedoch in den Varianten, bei denen die Milben als Protonymphen oder Deutonymphen behandelt wurden, gering. Sie lagen zwischen 8 % und 24 % und waren nicht signifikant.

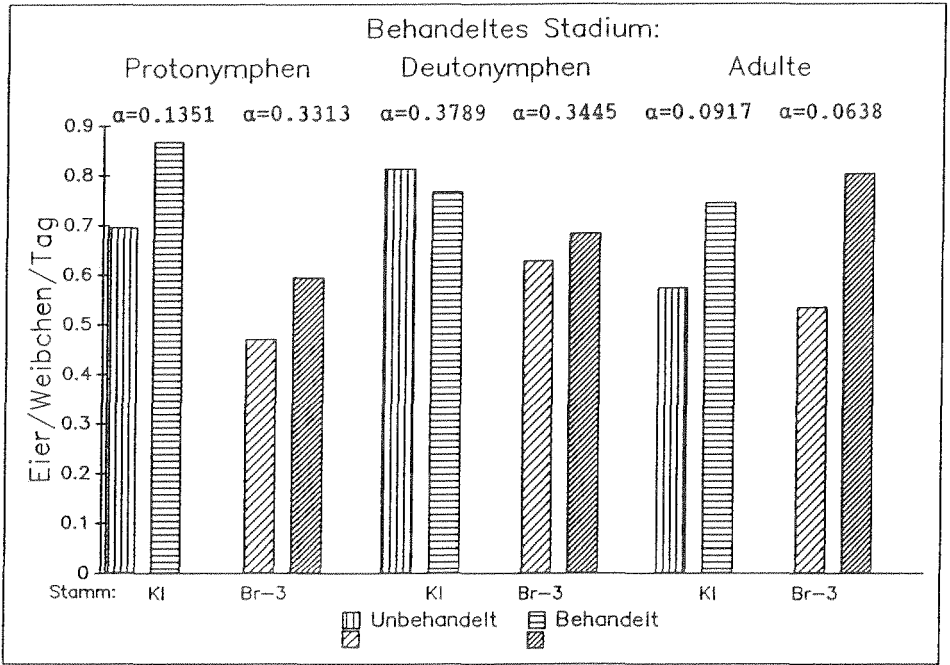


Abb. 8: Eiablageraten von Raubmilben aus zwei Laborstämmen ("KI" und "Br-3"), die in verschiedenen Entwicklungsstadien mit E 605 forte behandelt wurden, und von unbehandelten Kontrolltieren.  $\alpha$ = Signifikanz der Unterschiede.

Deutlich höher war die Eiablage der behandelten Raubmilben gegenüber den Kontrollen bei den Varianten, in denen die adulten Milben behandelt wurden. Die Eiablageraten der behandelten Raubmilben übertrafen hier die Werte der Kontrolltiere um 30 % ("KI") bzw. 50 % ("Br-2"). Die durch einen t-Test errechnete Irrtumswahrscheinlichkeit lag in dieser Gruppe zwischen 5 % und 10 %.

Die Verteilungen der behandelten und unbehandelten Gruppen waren sehr ähnlich; aufgrund der geringen Zahl der Versuchstiere lassen sich jedoch keine Aussagen über die Art der Verteilung machen. Bei den als Adulten behandelten Raubmilben scheinen die Werte gegenüber den Kontrollen etwas erhöht, ein Homogenitätstest nach BRANDT-SNEDECOR ergab jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verteilungen.

### 3.3.4 Repellentwirkung von Insektiziden auf *T. pyri*

Die Verteilung der Raubmilben auf Glasplatten, die schachbrettartig in je 25 mit Insektiziden behandelte und unbehandelte Flächen eingeteilt waren, ist in Abbildung 9 für vier Kontrolltermine dargestellt. Die Einzelwerte und die Ergebnisse der statistischen Auswertung sind Tabelle 9 zu entnehmen.

Tab.9: Repellentwirkung verschiedener Insektizide auf Deutonymphen von *T. pyri*. Verteilung der Versuchstiere auf behandelten und unbehandelten Glasflächen.

Behandlung	Mortalität %				Verteilung der Raubmilben				
	2 h	12 h	24 h	36 h	2 h	12 h	24 h	36 h	Ø
<u>Kontrolle</u>	1.3	5.0	16.0	11.3					
n unbehandelt					142	138	111	124	
n behandelt					154	147	141	112	
% u/b					92.2	93.9	78.7	110.7	93.9
α (U-Test)					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
<u>E 605</u>	7.3	20.0	20.0	28.3					
n unbehandelt					148	142	106	113	
n behandelt					130	98	134	99	
% u/b					113.8	144.9	79.1	114.1	113.4
α (U-Test)					n.s.	0.10	n.s.	n.s.	
<u>Gusathion MS</u>	8.0	19.0	20.7	23.0					
n unbehandelt					156	154	142	148	
n behandelt					120	89	96	83	
% u/b					130.0	173.0	147.9	178.3	157.0
α (U-Test)					n.s.	0.05	n.s.	0.05	
<u>Orthen</u>	3.3	10.0	17.0	21.0					
n unbehandelt					151	156	166	130	
n behandelt					139	114	113	107	
% u/b					108.6	136.8	146.9	121.5	128.7
α (U-Test)					n.s.	n.s.	0.10	n.s.	
<u>Dipterex SL</u>	9.7	15.3	21.3	30.7					
n unbehandelt					152	127	129	119	
n behandelt					119	127	107	89	
% u/b					127.7	100.0	120.6	133.7	120.5
α (U-Test)					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
<u>Somicidin 30</u>	40.7	46.3	48.7	69.5					
n unbehandelt					74	46	38	-	
n behandelt					104	115	116	-	
% u/b					71.2	40.0	32.8	-	48.0
α (U-Test)					0.10	0.001	0.001	-	

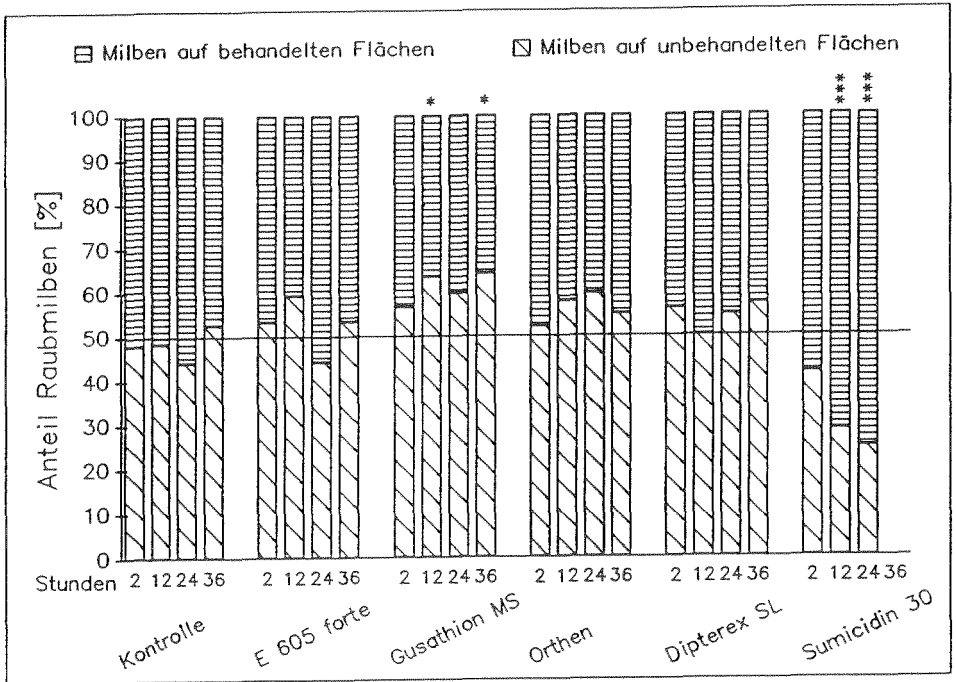


Abb. 9: Repellentwirkung verschiedener Insektizide auf Deutonymphen von *T. pyri*. Verteilung der Versuchstiere auf behandelten und unbehandelten Glasflächen. Signifikanz der Unterschiede: \*  $\alpha = 0.05$ ; \*\*\*  $\alpha = 0.001$ .

In der Kontrolle sowie der mit E 605 forte behandelten Variante differierte die Verteilung der Milben stark zwischen den einzelnen Beobachtungsterminen. So waren in der E 605-Variante nach 12 h ca. zwei Drittel der Raubmilben auf unbehandelten Flächen zu finden, 12 Stunden später hielten sich dagegen die meisten Tiere auf den behandelten Quadraten auf.

In keiner Variante waren 2 Stunden nach dem Aufsetzen der Milben signifikante Unterschiede der Verteilung der Raubmilben zwischen behandelten und unbehandelten Flächen nachzuweisen. Diese konnten nur bei der Gusathion MS- und der Somicidin 30-Variante nachgewiesen werden ( $\alpha=0.05$  bzw.  $\alpha=0.001$ ), wobei beim Gusathion MS die Milben auf den unbehandelten Flächen überwogen, während sich in der Somicidin 30-Variante signifikant mehr Raubmilben auf den behandelten Flächen aufhielten. Bei der überwiegenden Zahl dieser Milben handelte es sich um Tiere mit starken Vergiftungssymptomen, insbesondere deutlichen Lähmungserscheinungen. Bei der Versuchskontrolle wurden jedoch alle noch lebenden Raubmilben registriert.

Die Mortalität der Raubmilben war in den Phosphorsäureestervarianten gering, nach 36 h betrug sie zwischen 20 und 30 %. In der Somicidin 30-Variante betrug die Mortalität trotz der niedrigen Konzentration (1/50 K) schon nach 24 Stunden 70 %, nach 36 h konnte der Versuch nicht mehr ausgewertet werden.



### 3.3.5 Wirkungsdauer von Insektiziden unter Laborbedingungen

Die Wirkungsdauer von Insektiziden unter Laborbedingungen wurde durch Aufsetzen von Raubmilben auf frische sowie ein bis sechs Tage alte Insektizidbeläge überprüft. Die Mortalitätsraten der Raubmilben in Abhängigkeit vom Alter des Spritzbelages sind aus Tabelle 10 zu entnehmen. In Abbildung 10 sind nur die nach 48 Stunden ermittelten Mortalitätswerte dargestellt, da sich die toxische Wirkung der getesteten Insektizide unterschiedlich schnell entfaltete. So änderte sich die Mortalität der auf einen frischen Belag von E 605 forte aufgesetzten Raubmilben nach 24 h nur noch um 1 %, während die Mortalität in der Orthen-Variante von 63 % auf 85 % zunahm.

Die Toxizität der Phosphorsäureester nahm rasch ab. Regressionsberechnungen zeigten bei dieser Wirkstoffgruppe die besten Korrelationen bei der Anpassung an eine Potenzkurve der Form  $y = a \cdot (t+1)^b$ , mit  $t(0, \dots, 6$  Tage). Die Daten der Regressionsberechnungen sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Während bei E 605 forte, Gusathion MS, Orthen und Dipterex SL die Mortalitätswerte auf einem Tag alten Spritzbelägen nur noch etwa 50 % der Werte auf frischen Spritzbelägen erreichten, betrug das Verhältnis bei Ultracid 40 noch 90 %, beim Somicidin 30 konnte nach einem Tag keine Abnahme der Toxizität beobachtet werden. Im Gegensatz zu den Phosphorsäureestern nahm die Toxizität dieses Insektizids erst nach fünf Tagen auf ca. 76 % des Anfangswertes ab.

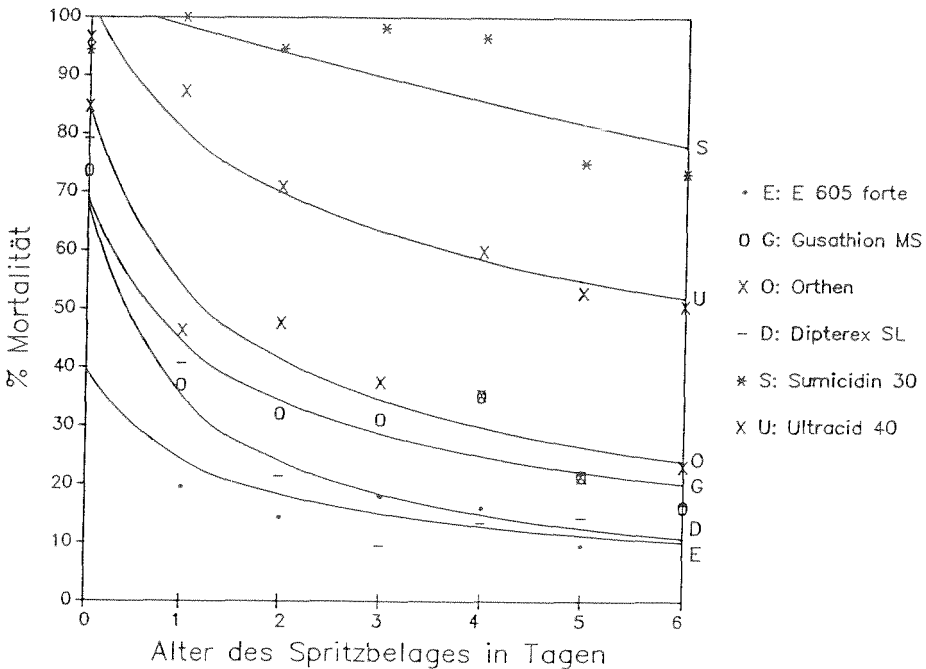


Abb. 10: Mittelwerte der Mortalitätsraten nach 48 h von Deutonymphen von *T. pyri* in Abhängigkeit vom Alter der Spritzbeläge.

Tab. 10: Mortalität von Deutonymphen von *T. pyri* in Abhängigkeit vom Alter der Insektizidbeläge nach 24 h und 48 h Versuchsdauer. (" % Mort. TO": Höhe der Mortalitätswerte bezogen auf die Mortalität auf frischen Spritzbelägen).

Insektizid	Alter der Insektizidbeläge in Tagen													
	0		1		2		3		4		5		6	
	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE
Mortalität nach 24 Stunden														
<u>E 605 forte</u>														
% Mortalität	46.7	3.1	14.7	5.7	14.0	6.3	15.8	4.3	12.6	5.4	9.5	4.2	8.9	1.8
% Mort. TO	100.0		31.5		30.0		33.8		27.0		20.3		19.1	
<u>Gusathion MS</u>														
% Mortalität	54.7	10.3	21.8	4.1	24.6	3.4	20.0	3.2	19.0	3.3	21.4	0.0	8.9	6.8
% Mort. TO	100.0		39.9		45.0		36.6		34.7		39.1		16.3	
<u>Orthen</u>														
% Mortalität	62.7	2.2	30.5	2.9	36.8	2.9	24.6	5.3	20.7	6.7	10.7	4.7	7.1	5.5
% Mort. TO	100.0		48.6		58.7		39.2		33.0		17.1		11.3	
<u>Dipterex SL</u>														
% Mortalität	73.3	8.7	34.2	10.2	14.0	7.8	4.1	1.8	9.5	3.6	5.4	1.8	9.5	4.7
% Mort. TO	100.0		46.4		19.0		5.6		12.9		7.3		12.9	
<u>Ultracid 40</u>														
% Mortalität	87.3	3.5	59.2	4.4	38.2	9.2	-	-	43.4	6.1	45.6	12.4	31.6	6.0
% Mort. TO	100.0		67.8		43.8		-		49.7		52.2		36.2	
<u>Sumicidin 30</u>														
% Mortalität	94.7	2.0	87.6	4.5	82.5	2.1	87.7	3.4	81.0	5.9	69.6	7.9	58.9	5.4
% Mort. TO	100.0		92.5		87.1		92.6		85.5		73.5		62.2	
Mortalität nach 48 Stunden														
<u>E 605 forte</u>														
% Mortalität	47.2	5.3	19.4	6.6	14.3	5.7	17.9	5.4	15.8	6.0	9.5	4.2	10.7	5.1
% Mort. TO	100.0		41.1		30.3		37.9		33.5		20.1		22.7	
<u>Gusathion MS</u>														
% Mortalität	73.6	4.8	37.0	8.8	32.1	2.1	31.1	6.1	35.1	6.7	21.4	0.0	16.1	9.4
% Mort. TO	100.0		50.3		43.6		42.3		47.7		29.1		21.9	
<u>Orthen</u>														
% Mortalität	84.7	1.4	46.3	1.9	47.6	6.2	37.5	6.1	35.3	2.8	21.4	7.8	23.1	4.5
% Mort. TO	100.0		54.7		56.2		44.3		41.7		25.3		27.3	
<u>Dipterex SL</u>														
% Mortalität	79.2	2.7	40.7	10.9	21.4	7.3	9.5	4.3	13.4	5.6	14.3	2.9	16.6	0.0
% Mort. TO	100.0		51.4		27.0		12.0		16.9		18.1		21.0	
<u>Ultracid 40</u>														
% Mortalität	96.5	3.2	87.3	3.0	70.9	2.6	-	-	59.9	9.2	52.8	11.5	50.5	12.3
% Mort. TO	100.0		90.5		73.5		-		62.1		54.7		52.3	
<u>Sumicidin 30</u>														
% Mortalität	98.4	2.8	100.0	0.0	94.6	3.5	98.2	1.8	96.5	2.1	75.0	6.5	73.2	4.5
% Mort. TO	100.0		101.6		96.2		99.8		98.1		76.2		74.4	

MW = Mittelwert SE = Standardfehler des Mittelwerts

Tab. 11: Daten der Regressionsberechnung für die Beziehung zwischen dem Alter von Insektizidbelägen und den Mortalitätsraten von Deutonymphen von *T. pyri*. r: Korrelationskoeffizienten; Sign.: Signifikanzniveau der Korrelationskoeffizienten.

Insektizid	Kurventyp	a	b	r	Sign.
E 605	$y = a \cdot (x+1)^b$	39.619	-0.7048	0.8472	0.050
Gusathion MS	$y = a \cdot (x+1)^b$	69.021	-0.6363	0.8392	0.050
Orthen	$y = a \cdot (x+1)^b$	84.678	-0.6502	0.9049	0.010
Dipterex SL	$y = a \cdot (x+1)^b$	68.025	-0.9479	0.7825	0.050
Ultracid 40	$y = a \cdot (x+1)^b$	102.580	-0.3506	0.9642	0.010
Sumicidin 30	$y = a \cdot x + b$	-4.418	104.09	-0.8247	0.050

Tab. 12a: Sensibilität verschiedener Stadien des Laborstammes "K1" gegenüber E 605 forte. Kenndaten der Probitanalysen und LC50-Werte.

Stamm "K1"	Kennwerte der Probitanalyse					LC50-Werte (K)			LC50-Werte (ppm)		
	m	b	r	Sign.	n	LC50	95 % K.I.		LC50	95 % K.I.	
Eier	1.0498	2.6075	0.7780	0.010	9	19.02	7.00	-51.63	1426.5	525.0	3872.3
Larven											
Tag 1	0.8936	3.4960	0.4587	n.s.	13	4.82	2.66	-8.75	361.5	199.5	-656.3
Tag 2	2.0928	2.0593	0.8001	0.010	13	2.54	1.90	3.39	190.5	142.5	254.3
Tag 7	1.9034	2.5779	0.9037	0.001	13	1.87	1.30	2.67	140.3	97.5	200.3
Protonymphen											
Tag 1	0.9034	3.5505	0.5949	0.050	15	4.02	2.58	6.27	301.5	193.5	470.3
Tag 2	1.6137	2.7166	0.8076	0.001	15	2.60	2.04	3.31	195.0	153.0	248.3
Tag 7	2.1983	2.0684	0.8409	0.001	15	2.15	1.73	2.64	161.3	129.8	198.0
Deutonymphen											
Tag 1	1.0266	3.0233	0.8063	0.001	20	8.42	5.72	12.41	631.5	429.0	930.8
Tag 2	1.7388	2.2184	0.8291	0.001	20	3.98	3.29	4.81	298.5	246.8	360.8
Tag 7	1.7633	2.2901	0.8374	0.001	20	3.44	2.86	4.15	258.0	214.5	311.3
Adulte Männchen											
Tag 1	1.7315	2.2001	0.8020	0.001	16	4.14	3.12	5.49	310.5	234.0	411.8
Tag 2	2.3292	1.8761	0.8349	0.001	16	2.19	1.77	2.73	164.3	132.8	204.8
Tag 7	2.0051	2.5344	0.7536	0.010	16	1.70	1.28	2.26	127.5	96.0	169.5
Adulte Weibchen											
Tag 1	1.0771	2.4726	0.7669	0.001	16	22.21	7.23	68.3	1665.8	542.3	5122.5
Tag 2	1.2429	2.5732	0.7634	0.001	20	8.97	6.21	12.96	672.8	465.8	972.0
Tag 7	1.6396	2.3794	0.9203	0.001	20	3.97	3.19	4.93	297.8	239.3	369.8

m=Steigung; b=Achsenschnittpunkt der Regressionsgeraden; r=Korrelationskoeffizient; Sign.=Signifikanz des Korrelationskoeffizienten; K.I.=Konfidenzintervall

Tab. 12b: Sensibilität verschiedener Stadien des Laborstammes "Br-3" gegenüber E 605 forte. Kenndaten der Probitanalysen und LC<sub>50</sub>-Werte.

Stamm "Br-3"	Kennwerte der Probitanalyse					LC <sub>50</sub> -Werte (K)			LC <sub>50</sub> -Werte (ppm)		
	m	b	r	Sign.	n	LC <sub>50</sub>	95 % K.I.		LC <sub>50</sub>	95 % K.I.	
Eier	0.9384	2.9202	0.8530	0.010	10	14.60	9.91	21.73	1095.0	743.3	1629.8
Larven											
Tag 1	2.6467	0.8326	0.7598	0.050	11	3.76	2.76	5.11	282.0	207.0	383.3
Tag 2	2.4576	1.3507	0.7272	0.050	8	3.08	2.12	4.45	231.0	159.0	333.8
Tag 7	1.8701	2.4904	0.6596	n.s.	8	2.19	1.37	3.53	164.3	102.8	264.8
Protorymphen											
Tag 1	2.0607	1.6084	0.8990	0.001	16	4.43	3.65	5.37	332.3	273.8	402.8
Tag 2	2.0351	1.9028	0.8814	0.001	15	3.33	2.73	4.06	249.8	204.8	304.5
Tag 7	2.5305	1.1159	0.8327	0.010	11	3.43	2.79	4.21	257.3	209.3	315.8
Deutonymphen											
Tag 1	1.6809	1.7784	0.8065	0.001	20	8.25	6.46	10.55	618.8	484.5	791.3
Tag 2	1.8669	1.8397	0.8222	0.001	17	4.93	3.96	6.14	369.8	297.0	460.5
Tag 7	1.8041	1.9648	0.8050	0.001	18	4.81	3.86	5.99	360.8	289.5	449.3
Adulte Männchen											
Tag 1	1.8399	1.7661	0.8297	0.001	16	5.72	4.30	7.62	429.0	322.5	571.5
Tag 2	1.8324	1.9805	0.7922	0.001	14	4.45	3.28	6.03	333.8	246.0	452.3
Tag 7	2.0172	1.9366	0.8242	0.001	14	3.30	2.59	4.20	247.5	194.3	315.0
Adulte Weibchen											
Tag 1	1.0050	2.6990	0.7507	0.050	10	19.50	10.33	36.80	1462.5	774.8	2760.0
Tag 2	1.9100	1.4800	0.8895	0.001	11	7.07	5.37	9.30	530.3	402.8	697.5
Tag 7	2.0801	1.1054	0.9488	0.001	12	7.45	5.84	9.52	558.8	402.8	697.5

m=Steigung; b=Achsenabschnitt der Regressionsgeraden; r=Korrelationskoeffizient; Sign.=Signifikanz des Korrelationskoeffizienten; K.I.=Konfidenzintervall

Trotz der anfänglich schnellen Abnahme der toxischen Wirkung wurden die Raubmilben auch auf den sechs Tage alten Spritzbelägen noch geschädigt. Die Mortalitätswerte waren jedoch mit 10-23 % bei allen Phosphorsäureestern mit Ausnahme von Ultracid 40 nur von geringer Bedeutung. Dieses Präparat entfaltete auch nach sechs Tagen mit 51 % Mortalität ebenso wie das Pyrethroid Sumicidin 30 mit 73 % noch eine erhebliche toxische Wirkung.

### 3.3.6. Sensibilität verschiedener Entwicklungsstadien von *T. pyri*

Eier, bewegliche Entwicklungsstadien und adulte männliche und weibliche Raubmilben der Stämme "KI" und "Br-3" wurden mit E 605 forte in mehreren Konzentrationen behandelt, um eventuelle Unterschiede der Sensibilität dieser verschiedenen Stadien für das Insektizid aufzudecken. Die LC<sub>50</sub>-Werte und die übrigen Daten der Probitanalysen sind in den Tabellen 12a und 12b dargestellt.

Der Stamm "KI" reagierte sensibler auf die Insektizidbehandlung. Seine LC<sub>50</sub>-Werte betragen bei allen Stadien im Durchschnitt 65 % der Werte des Stammes "Br-3". Zwischen den verschiedenen Stadien ließen sich deutliche Unterschiede der Sensibilität gegenüber Parathion beobachten (Abb. 11).

Die ovizide Wirkung des Insektizids war gering. Die LC<sub>50</sub>-Werte für die Schlupfrate lagen über 1400 ppm des aktiven Wirkstoffs bei Stamm "KI" bzw. über 1000 ppm bei Stamm "Br-3". Dies entspricht der 13-19fachen Anwendungskonzentration von E 605 forte (75 ppm a.i.). Zum Vergleich der Sensibilität der beweglichen Stadien wurden die LC<sub>50</sub>-Werte nach sieben Tagen Versuchsdauer herangezogen. Die geringste Sensibilität unter allen beweglichen Stadien wurde bei den adulten Weibchen mit LC<sub>50</sub>-Werten von 300 ppm bzw. 550 ppm beobachtet. Die Sensibilität der Deutonymphen war zwar größer als die der Weibchen (LC<sub>50</sub>-Werte: 260 ppm bzw. 361 ppm), die Überdeckung der Konfidenzintervalle der LC<sub>50</sub>-Werte zeigt jedoch, daß die Unterschiede nicht signifikant sind.

Die LC<sub>50</sub>-Werte der adulten Männchen (128 ppm bzw. 248 ppm) waren dagegen signifikant geringer und erreichten nur 40 % bis 45 % der Werte der Weibchen. Zwischen Larven, Protonymphen und adulten Männchen waren die Sensibilitätsunterschiede gering und nicht signifikant. Die LC<sub>50</sub>-Werte der Deutonymphen lagen etwa um die Hälfte über denen der anderen Entwicklungsstadien.

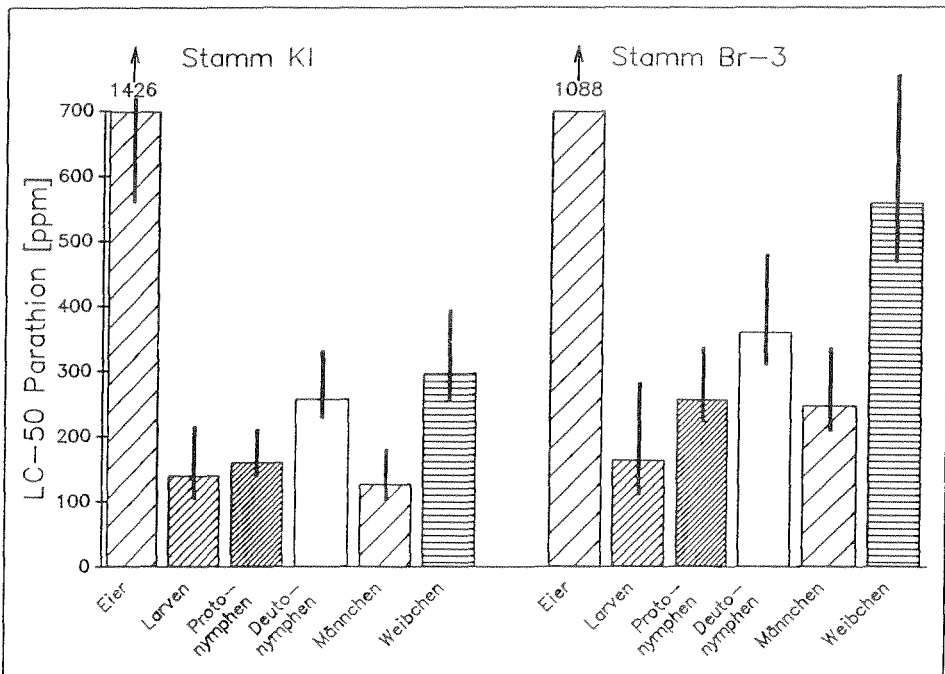


Abb. 11: Sensibilität verschiedener Stadien aus zwei Laborstämmen von *T. pyri*. LC<sub>50</sub>-Werte (Fehlerbalken repräsentieren die 95 %-Konfidenzintervalle) von E 605 forte (Parathion) sieben Tage nach der Behandlung.

### 3.3.7 Einfluß der Alkyl-Gruppen auf die Toxizität von Parathion

Mit diesem Versuch sollte untersucht werden, inwieweit die Alkylreste eines Phosphorsäureesters dessen Toxizität für die Raubmilben beeinflussen. Die LC<sub>50</sub>-Werte von Deutonymphen des Stammes "Br-3" für E 605 forte (Parathion-ethyl) und ME 605 Spritzpulver (Parathion-methyl) sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Der Vergleich der LC<sub>50</sub>-Werte ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Varianten, wenn die Anwendungskonzentrationen der beiden Präparate zugrundegelegt wurden. Am siebten Versuchstag waren die LC<sub>50</sub>-Werte mit 0,036 % für E 605 forte und 0,11 % für ME 605 gleich der 2,4- bzw. 2,2-fachen Anwendungskonzentration. Aufgrund des unterschiedlichen Wirkstoffgehalts der beiden Insektizide (E 605: 500 g/l Parathion-ethyl; ME 605: 40 % Parathion-methyl) und der Differenz der Anwendungskonzentrationen (0,015 % bzw. 0,05 %) wurde jedoch deutlich, daß die Sensibilität gegenüber Parathion-methyl signifikant geringer war als gegenüber Parathion-ethyl (Abb. 12). Nach sieben Tagen betrug der LC<sub>50</sub>-Wert für den Methyl ester 445 ppm, für Ethylester dagegen 181,4 ppm.

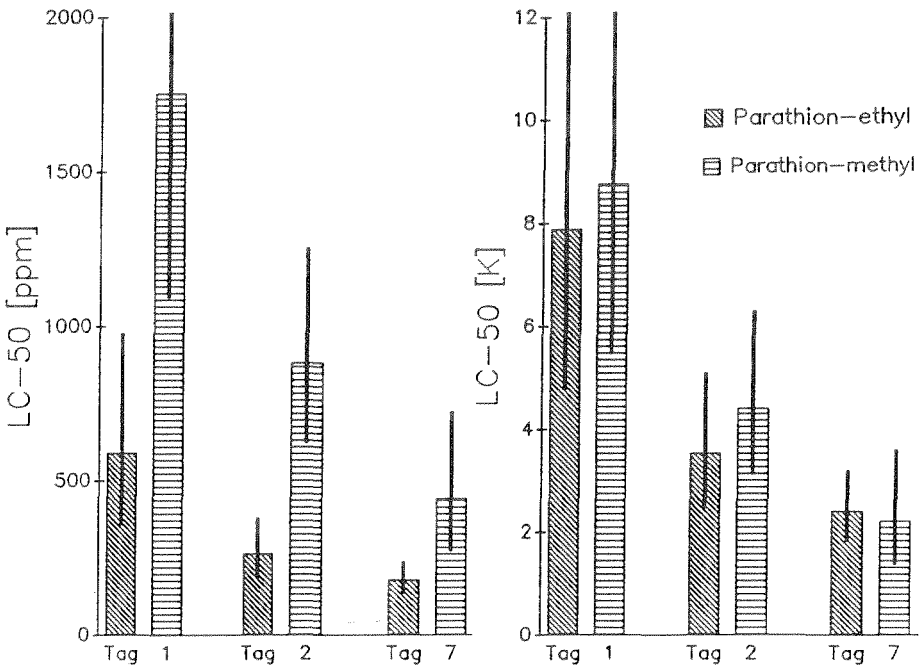


Abb. 12: Toxizität von Parathion in Abhängigkeit vom Alkylrest. LC<sub>50</sub>-Werte (Fehlerbalken repräsentieren die 95 %-Konfidenzintervalle) von Deutonymphen des Laborstammes "Br-3" bezogen auf die Anwendungskonzentration (K) bzw. den aktiven Wirkstoff (ppm a.i.).

Tab. 13: Toxizität von Parathion-ethyl und Parathion-methyl für Deutonymphen des Laborstammes "Br-3". Kenndaten der Probitanalysen und LC<sub>50</sub>-Werte.

	Kennwerte der Probitanalyse					LC <sub>50</sub> -Werte (K)			LC <sub>50</sub> -Werte (ppm)		
	a	b	r	Sign.	n	LC <sub>50</sub>	95 % K.I.		LC <sub>50</sub>	95 % K.I.	
	<u>Parathion-ethyl</u>										
Tag 1	1.4936	1.7164	0.7234	0.001	20	7.90	4.78	-13.05	592.1	358.2	- 978.8
Tag 2	1.5381	2.1536	0.7434	0.001	18	3.55	2.47	- 5.08	265.9	185.5	- 381.0
Tag 7	1.6896	2.1540	0.8214	0.001	19	2.42	1.83	- 3.19	181.4	137.3	- 239.6
	<u>Parathion-methyl</u>										
Tag 1	1.7038	1.1757	0.8110	0.001	18	8.78	5.47	-14.10	1756.0	1093.0	-2819.0
Tag 2	1.73186	1.6155	0.7728	0.001	14	4.42	3.12	- 6.28	884.6	623.4	-1255.0
Tag 7	0.9923	3.3641	0.6125	0.050	16	2.23	1.37	- 3.63	445.2	273.0	- 725.0

m=Steigung; b=Achsenschnittpunkt der Regressionsgeraden; r=Korrelationskoeffizient; Sign.=Signifikanz des Korrelationskoeffizienten; K.I.=Konfidenzintervall

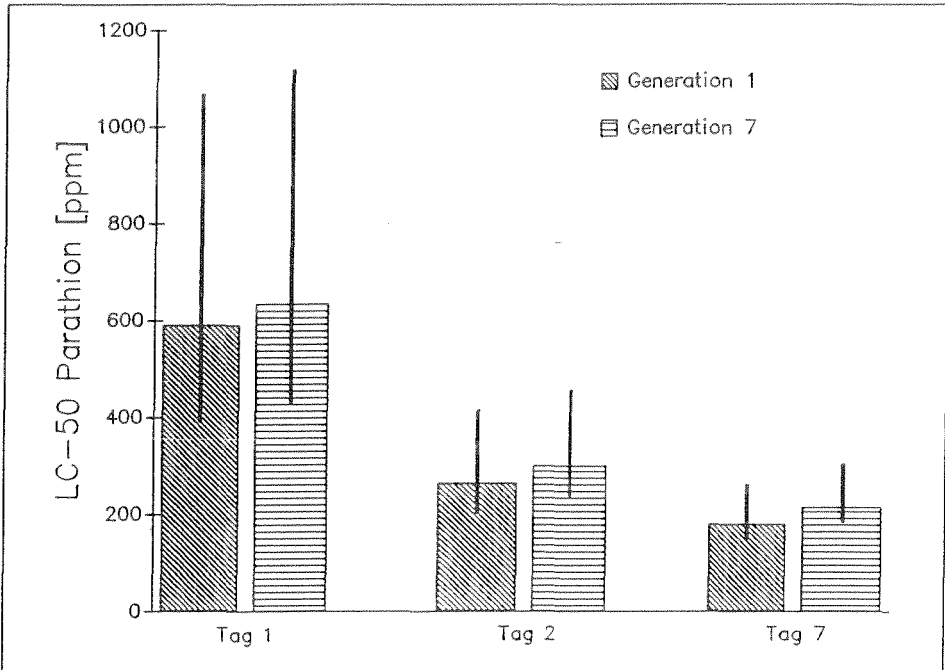


Abb. 13: Sensibilität von Deutonymphen von *T. pyri* aus verschiedenen Generationen. LC<sub>50</sub>-Werte (Fehlerbalken repräsentieren die 95 %-Konfidenzintervalle) von E 605 forte (Parathion).

Tab. 14: Toxizität von E 605 forte für Deutonymphen von *T. pyri* aus verschiedenen Generationen. Kenndaten der Probitanalysen und LC<sub>50</sub>-Werte.

	Kennwerte der Probitanalyse					LC <sub>50</sub> -Werte (K)			LC <sub>50</sub> -Werte (ppm)		
	m	b	r	Sign.	n	LC <sub>50</sub>	95 % K.I.		LC <sub>50</sub>	95 % K.I.	
	<u>Generation 1</u>										
Tag 1	1.4936	1.7164	0.7234	0.001	20	7.90	4.78	-13.05	592.1	358.2	- 978.8
Tag 2	1.5381	2.1536	0.7434	0.001	18	3.55	2.47	- 5.08	265.9	185.5	- 381.0
Tag 7	1.6896	2.1540	0.8214	0.001	20	2.42	1.83	- 3.19	181.4	137.3	- 239.6
	<u>Generation 7</u>										
Tag 1	1.2508	2.2115	0.7018	0.001	19	8.48	5.26	-13.67	636.0	394.5	-1025.3
Tag 2	1.3315	2.4636	0.8012	0.001	19	4.02	2.90	- 5.57	301.3	217.5	- 417.6
Tag 7	1.4692	2.4123	0.8142	0.001	19	2.88	2.24	- 3.71	216.0	168.2	- 278.3

m=Steigung; b=Achsenschnittpunkt der Regressionsgeraden; r=Korrelationskoeffizient; Sign.=Signifikanz des Korrelationskoeffizienten; K.I.=Konfidenzintervall

### 3.3.8 Vergleich der Sensibilität verschiedener Generationen von *T. pyri*

Der Versuch wurde durchgeführt, um Informationen über den Einfluß der Laborzucht auf die Sensibilität der Raubmilben zu erhalten. Die LC<sub>50</sub>-Werte von E 605 forte (Parathion-ethyl) wurden für Deutonymphen der Raubmilbenstämme "Br-2" und "Br-3" ermittelt, die der gleichen Population der Lage "Brauneberger Mandelgraben" entstammten, sich jedoch um sechs Generationen unterschieden. Die LC<sub>50</sub>-Werte für den siebten Versuchstag sind in Abbildung 13 dargestellt. Die Daten der Probitanalyse sind Tabelle 14 zu entnehmen.

Die Steigungen der Regressionsgeraden waren bei Stamm "Br-2" geringfügig niedriger als bei Stamm "Br-3". Die LC<sub>50</sub>-Werte dieses Stammes dagegen waren 5-15 % niedriger als die von "Br-2". Sie entsprachen am Tag 7 der 2,9fachen bzw. 2,4fachen Anwendungskonzentration. Signifikant waren diese Unterschiede zu keinem Zeitpunkt.

### 3.3.9 Vergleich der Sensibilität von reproduzierenden und diapausierenden Weibchen von *T. pyri*

Die Möglichkeit unterschiedlicher Sensibilität aktiver und diapausierender Weibchen gegenüber Phosphorsäureestern sollte mit diesem Versuch überprüft werden. Die Versuchstiere wurden mit E 605 forte in mehreren Konzentrationen behandelt. Die Daten der Probitanalyse sind in Tabelle 15 zusammengestellt. Abbildung 14 gibt den Vergleich der LC<sub>50</sub>-Werte der beiden Versuchsgruppen wieder.

Am ersten Versuchstag war der LC<sub>50</sub>-Wert bei den aktiven Weibchen mit 1463 ppm a.i. deutlich höher als der Wert der Winterweibchen mit 938 ppm. Aufgrund der breiten Konfidenzintervalle ist der Unterschied jedoch nicht signifikant. Am zweiten und siebten Versuchstag waren die LC<sub>50</sub>-Werte der beiden Versuchsgruppen gleich, die Steigungen der Regressionsgeraden waren jedoch bei den



Tab. 15: Toxizität von E 605 forte für reproduzierende und diapausierende Weibchen von *T. pyri*. Kenndaten der Probitanalysen und LC50-Werte.

	Kennwerte der Probitanalyse					LC <sub>50</sub> -Werte (K)			LC <sub>50</sub> -Werte (ppm)		
	m	b	r	Sign.	n	LC <sub>50</sub>	95 % K.I.		LC <sub>50</sub>	95 % K.I.	
<b>Reproduzierende Weibchen</b>											
Tag 1	1.0050	2.6990	0.7507	0.050	10	19.50	10.33	-36.80	1462.5	774.8	-2760.0
Tag 2	1.9100	1.4800	0.8895	0.001	11	7.07	5.37	- 9.30	530.3	402.8	- 697.5
Tag 7	2.0801	1.1054	0.9488	0.001	12	7.45	5.84	- 9.52	558.8	438.8	- 714.0
<b>Weibchen in Diapause</b>											
Tag 1	1.2144	2.0876	0.6846	0.001	20	12.5	9.47	-16.5	937.5	710.3	-1237.5
Tag 2	1.5871	1.5854	0.7982	0.001	16	7.1	5.40	- 9.3	532.5	405.0	- 697.5
Tag 7	1.4076	1.9406	0.6633	0.010	14	7.5	5.58	-10.1	562.5	412.5	- 757.5

m=Steigung; b=Achsenschnittpunkt der Regressionsgeraden; r=Korrelationskoeffizient; Sign.=Signifikanz des Korrelationskoeffizienten; K.I.=Konfidenzintervall

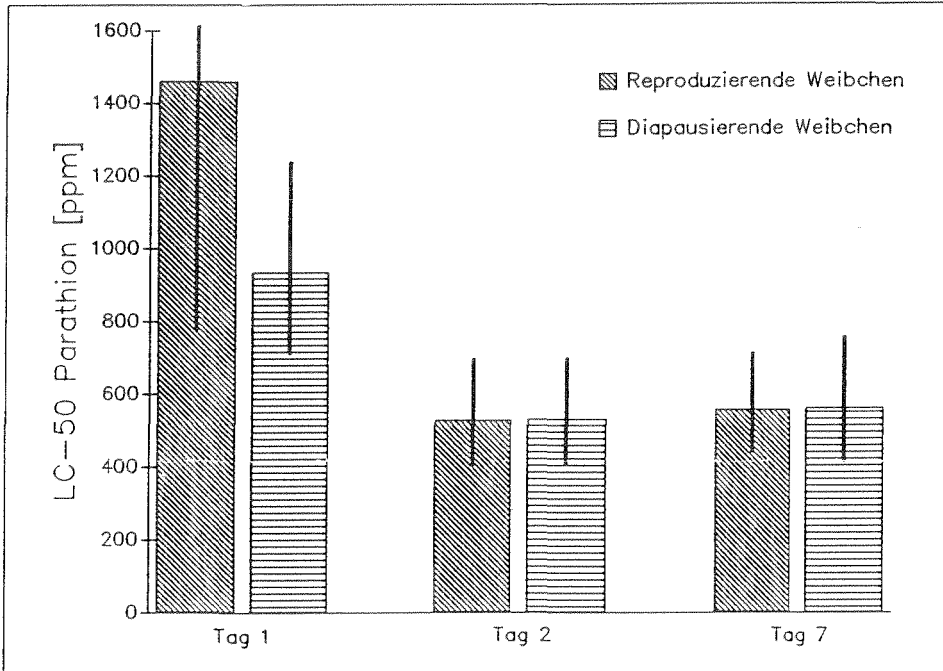


Abb. 14: Sensibilität reproduzierender und diapausierender Weibchen von *T. pyri*. LC<sub>50</sub>-Werte (Fehlerbalken repräsentieren die 95 %-Konfidenzintervalle) von E 605 forte (Parathion).

Winterweibchen mit 1,5 niedriger als in der Vergleichsgruppe (2,0). Der Versuch zeigte, daß sich reproduzierende Weibchen und Winterweibchen in Bezug auf die Sensibilität gegenüber E 605 forte nicht unterscheiden.

### 3.4 Toxizität von Insektiziden für Freilandstämme von *T. pyri*

Die Häufigkeit der Raubmilben schwankte im Untersuchungsgebiet stark. So mußten, um eine Rebfläche mit ausreichendem Raubmilbenbesatz für die Entnahme von Rebblättern zu finden (ca. 1 Raubmilbe/Blatt bei Kontrolle mit bloßem Auge), im Bereich Bernkastel zwei bis drei Parzellen geprüft werden, während im Bereich Zell nur etwa jede fünfte, im Bereich Obermosel sogar nur jede Zehnte der geprüften Parzellen eine genügend hohe Raubmilbendichte aufwies. Im Durchschnitt konnte beim Auswaschen der Raubmilben mit der zwei- bis dreifachen Zahl der im Feld bei der Schnellkontrolle ermittelten Raubmilben gerechnet werden.

#### 3.4.1 Merkmale der Gesamtstichprobe

Die Mittelwerte der nach 24 und 48 Stunden ermittelten Mortalitätsraten sowie der nach 48 Stunden bestimmten Mortalität derjenigen Milben, die nach den ersten 24 Stunden überlebt hatten, und der Repellentwirkung sind für die fünf geprüften Insektizide E 605 forte, Gusathion MS, Orthen, Dipterex SL und Somicidin 30 in Tabelle 16 zusammengestellt. Die Mittelwerte der vier Parameter aus allen 80 Stämmen sind für jede Variante in Abbildung 15 dargestellt.

Unter allen Insektiziden zeigte E 605 forte die geringste toxische Wirkung. Die mittlere Mortalitätsrate betrug bei diesem Präparat 52 % nach 24 h bzw. 63 % nach 48 h Versuchsdauer. Deutlich höher waren die Mittelwerte in der Gusathion MS- und Orthenvariante mit 66 % bzw. 60 % nach 24 h

Tab. 16: Effektive Mortalitätsraten von im Labor mit fünf Insektiziden behandelten adulten Weibchen aus 80 Freilandpopulationen von *T. pyri* und Repellentwirkung dieser Insektizide.

Insektizid	Mortalität nach 24 h		Mortalität nach 48 h		Mortalität von 24-48 h		Repellenteffekt	
	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE
E 605 forte	52.3	2.7	63.6	2.6	30.7	2.6	8.39	1.13
Gusathion MS	65.7	2.8	81.9	2.1	56.5	3.3	5.38	0.58
Orthen	59.9	2.9	81.0	1.7	61.3	2.7	6.35	0.68
Dipterex SL	91.1	1.7	95.4	1.1	68.6	5.3	1.58	0.36
Somicidin 30	88.8	1.0	96.4	0.5	67.2	3.5	25.80	2.10

MW = Mittelwert      SE = Standardfehler des Mittelwerts

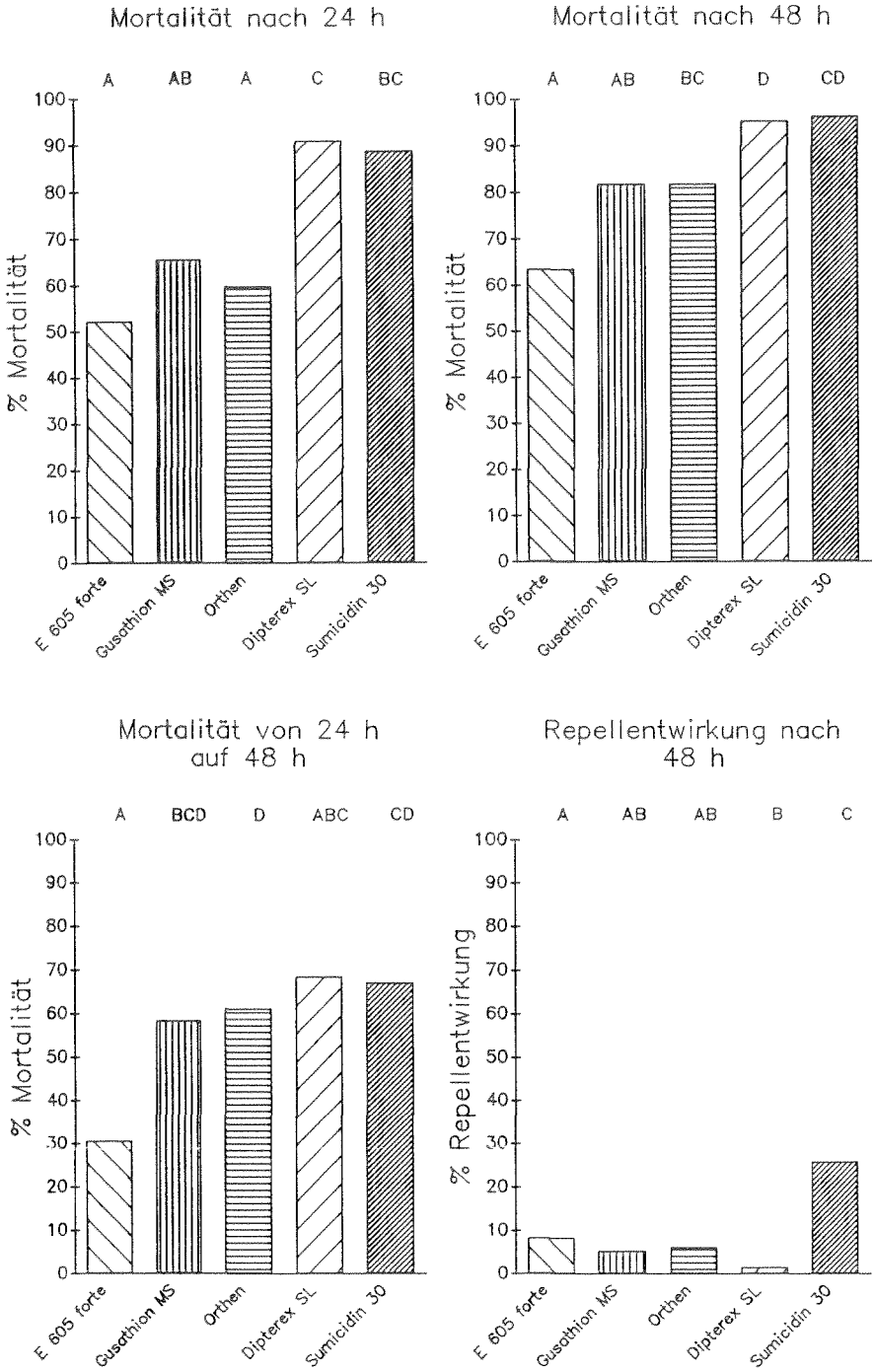


Abb. 15: Mittlere Mortalitätsraten von 80 Stämmen von *T. pyri* und Repellenteffekte nach Behandlung mit fünf Insektiziden. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen auf dem 5 %-Niveau signifikante Unterschiede.

Tab. 17: Ergebnisse der Varianzanalyse und des DUNCAN-Tests zum Vergleich der Mittelwerte der Mortalitätsraten in den einzelnen Insektizidvarianten und den verschiedenen Großlagen. Signifikanz der F-Werte: \*  $\alpha=0.05$  \*\*  $\alpha=0.01$  \*\*\*  $\alpha=0.001$ . Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen auf dem 5 %-Niveau signifikante Differenzen.

Variante	Mortalität nach 24 h	Mortalität nach 48 h	Mortalität 24 - 48 h	Repellent- effekt
Vergleich der Insektizide				
Insektizide	F=20.2 ***	F=18.9 ***	F=4.65 **	F=39.6 ***
E 605	A	A	A	A
Gusathion MS	A	A B	B C	A B
Orthen	A B	B C	C	A B
Dipterex SL	C	D	A B	B
Sumicidin 30	B C	C D	B C	C
Vergleich der Großlagen				
Großlage	F=1.83 n.s.	F=2.08 *	F=1.55 n.s.	F=5.56 ***
1 WH	A	A	A	A
2 GB	B C	A B	A	A
3 GS	A B	A B	A B	A B
4 SL	A B C	A B	A B	A B
5 ML	C	B	A B	C D E
6 KL	A B C	A B	A B	D E
7 MB	A B C	A B	B	E
8 SM	A B C	A B	A B	A B C D
9 RL	A B C	A B	A B	B C D E
10 KB	B C	A B	A	A B
11 SB	A B C	A B	A	A B

und 82 % nach 48 h. Die mittleren Mortalitätsraten der Raubmilben, die mit Dipterex SL und Sumicidin 30 behandelt wurden, lagen schon nach 24 h um 90 % und nach 48 h über 96 %. Mit den Mittelwerten der Mortalitätsraten nach 24 und 48 Stunden jeder Variante wurde eine Varianzanalyse mit nachfolgendem DUNCAN-Test durchgeführt (Tab. 17). Nach 48 h Versuchsdauer waren die Mortalitätswerte signifikant höher als nach 24 h. Die Varianten E 605 forte und Gusathion MS sowie Gusathion MS und Orthen unterschieden sich nicht signifikant. Auf dem 5 %-Niveau signifikante Unterschiede zeigten sich

Tab. 18: Vergleich der Variationskoeffizienten (V) der 48 h nach Behandlung mit fünf Insektiziden ermittelten mittleren Mortalitätsraten von adulten Weibchen von *T. pyri* aus 80 Freilandpopulationen ( $z$  = Standardnormalvariable).

Insektizid	E 605 forte V = 36.13	Gusathion MS V = 21.30	Orthen V = 19.79	Dipterex SL V = 10.37
Gusathion MS V = 21.30	$z = 3.849$ $\alpha = 0.001$			
Orthen V = 19.79	$z = 4.914$ $\alpha = 0.001$	$z = 1.240$ n.s.		
Dipterex SL V = 10.37	$z = 8.802$ $\alpha = 0.001$	$z = 6.557$ $\alpha = 0.001$	$z = 5.657$ $\alpha = 0.001$	
Sumicidin 30 V = 4.35	$z = 11.059$ $\alpha = 0.001$	$z = 10.109$ $\alpha = 0.001$	$z = 9.708$ $\alpha = 0.001$	$z = 7.050$ $\alpha = 0.001$

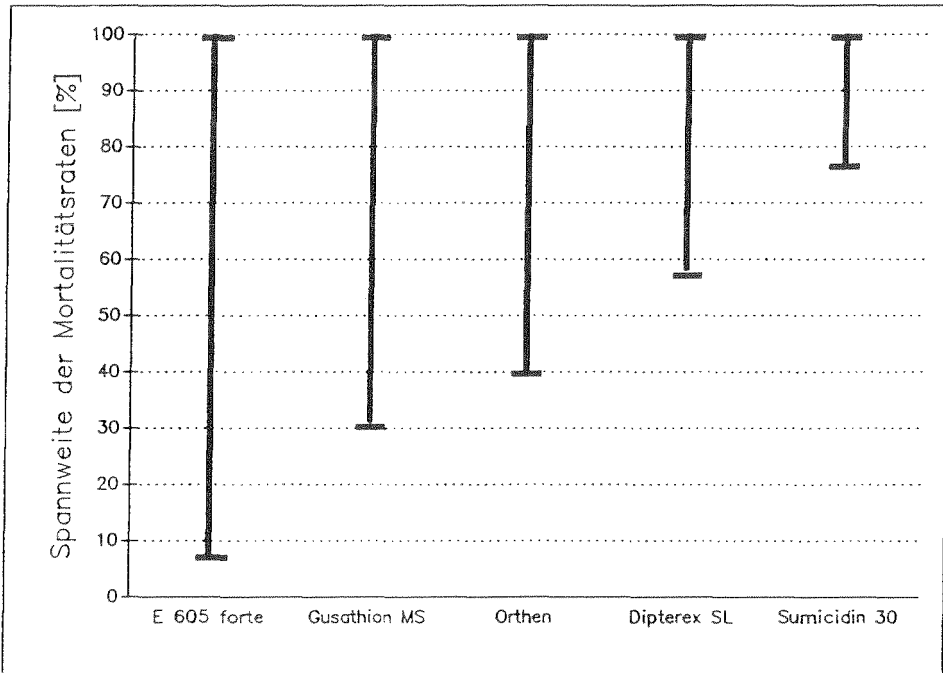


Abb. 16: Spannweiten der Mortalitätsraten nach 48 h von adulten Weibchen von *T. pyri* aus 80 Freilandpopulationen nach Behandlung mit fünf Insektiziden.

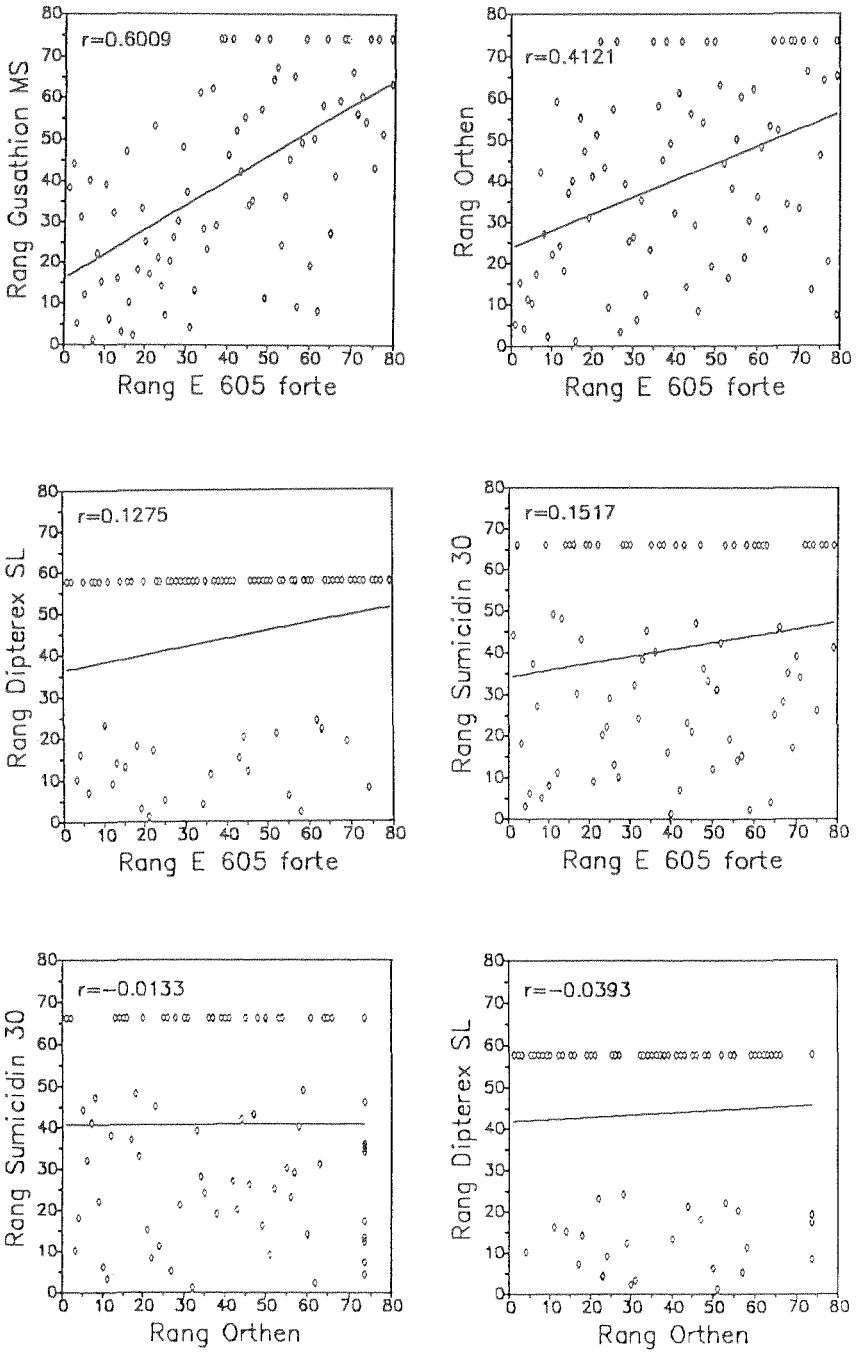


Abb. 17: Korrelation der Sensibilität adulter Weibchen von *T. pyri* für fünf Insektizide. Die Punkte geben die Rangwerte der Mortalitätsraten nach 48 h für 80 Raubmilbenstämme wieder.

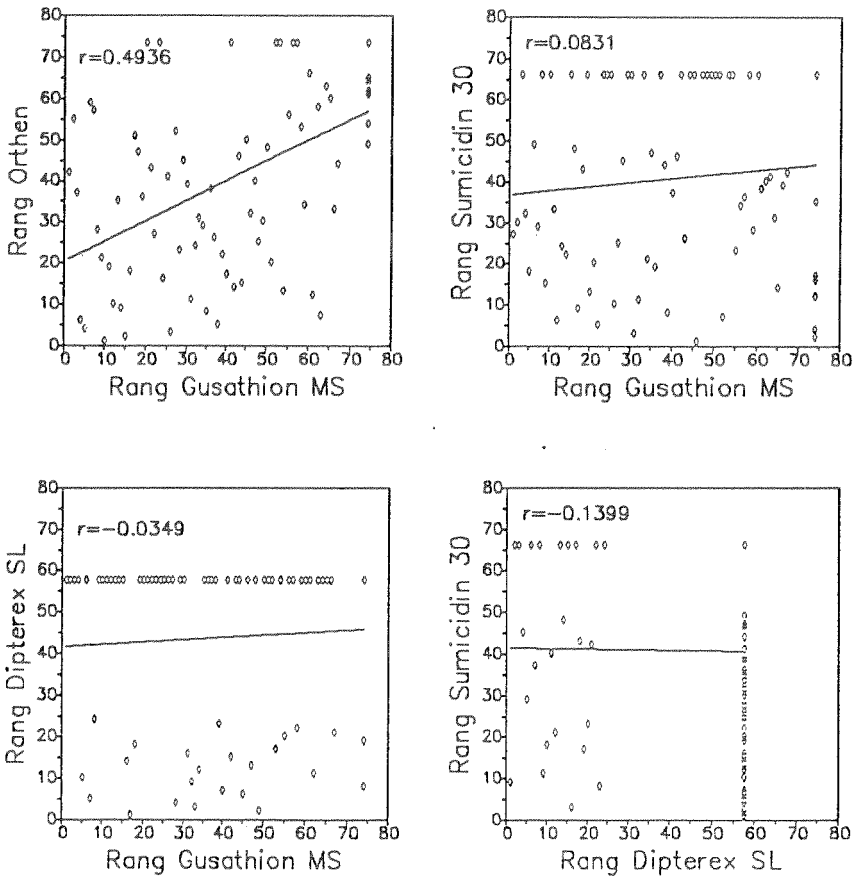


Abb. 17 Forts.: Korrelation der Sensibilität adulter Weibchen von *T. pyri* für fünf Insektizide. Die Punkte geben die Rangwerte der Mortalitätsraten nach 48 h für 80 Raubmilbenstämme wieder.

jedoch zwischen Diptorex SL und den übrigen Phosphorsäureestern sowie E 605 forte und Gusathion MS auf der einen und Somicidin 30 auf der anderen Seite.

Auch in Bezug auf den zeitlichen Verlauf der toxischen Wirkung wurden Unterschiede zwischen den Varianten deutlich. Während in der Parathionvariante die mittlere Mortalitätsrate der Raubmilben, die die ersten 24 h überlebt hatten, 30 % betrug, war dieser Wert bei Gusathion MS mit 56 % und Orthen mit 61 % deutlich höher. Die höchsten Mortalitätsraten aber waren auch hier bei den mit Diptorex SL und Somicidin 30 behandelten Raubmilben mit 68 % bzw. 67 % zu beobachten.

Die Variationskoeffizienten der Mortalitätsraten der einzelnen Varianten wurden als Maß für die Homogenität der Reaktion auf die Insektizidbehandlungen innerhalb der Stichprobe berechnet und nach SACHS (1984) verglichen (Tab. 18). Die größte Variationsbreite der Sensibilität wurde gegenüber Parathion beobachtet. Die Spannweite der Mortalitätsrate reicht von 6,9 % bis 100 % (Abb. 16). Der Variationskoeffizient ist mit 0,36 signifikant höher als die aller anderen Varianten. Die Variabilität nimmt

Tab. 19: Rangkorrelationskoeffizienten ( $r_s$ ) für die Korrelation der Mortalitätsraten in fünf Insektizidvarianten. Werte adulter Weibchen von *T. pyri* (nach 48 h) aus 80 Freilandpopulationen.  $\alpha$ =Signifikanz der Korrelationskoeffizienten.

Insektizid	E 605 forte	Gusathion MS	Orthen	Dipterex SL
Gusathion MS	$r_s = 0.6009$ $\alpha = 0.001$			
Orthen	$r_s = 0.4121$ $\alpha = 0.001$	$r_s = 0.4936$ $\alpha = 0.001$		
Dipterex SL	$r_s = 0.1275$ $\alpha = n.s.$	$r_s = -0.0349$ $\alpha = n.s.$	$r_s = -0.0393$ $\alpha = n.s.$	
Sumicidin 30	$r_s = 0.1517$ $\alpha = n.s.$	$r_s = 0.0831$ $\alpha = n.s.$	$r_s = -0.0133$ $\alpha = n.s.$	$r_s = 0.1399$ $\alpha = n.s.$

Tab. 20: Aufteilung von 80 Stämmen von *T. pyri* aufgrund der effektiven Mortalitätsraten adulter Weibchen nach 24 h und 48 h Versuchsdauer auf drei Mortalitätsklassen. Zahl der Stämme pro Klasse (N) und prozentualer Anteil an der Gesamtzahl der Stämme.

Insektizid	Mortalitätsklassen					
	0 - 40 %		41 - 80 %		81 - 100 %	
	N	%	N	%	N	%
24 Stunden nach Versuchsbeginn						
E 605 forte	26	32.50	44	55.00	10	12.50
Gusathion MS	16	20.00	38	47.50	26	32.50
Orthen	23	28.75	34	42.50	23	28.75
Dipterex SL <sup>1</sup>	1	1.28	12	15.38	65	83.33
Sumicidin 30 <sup>2</sup>	0	0.00	15	19.48	62	80.52
48 Stunden nach Versuchsbeginn						
E 605 forte	14	17.50	46	57.50	20	25.00
Gusathion MS	4	5.00	22	27.50	54	67.50
Orthen	1	1.25	29	36.25	50	62.50
Dipterex SL <sup>1</sup>	0	0.00	8	10.26	70	89.74
Sumicidin 30 <sup>2</sup>	0	0.00	1	1.30	76	98.70

<sup>1</sup> Mit Dipterex SL wurden 78 Stämme getestet; <sup>2</sup> Mit Sumicidin 30 wurden 77 Stämme getestet.



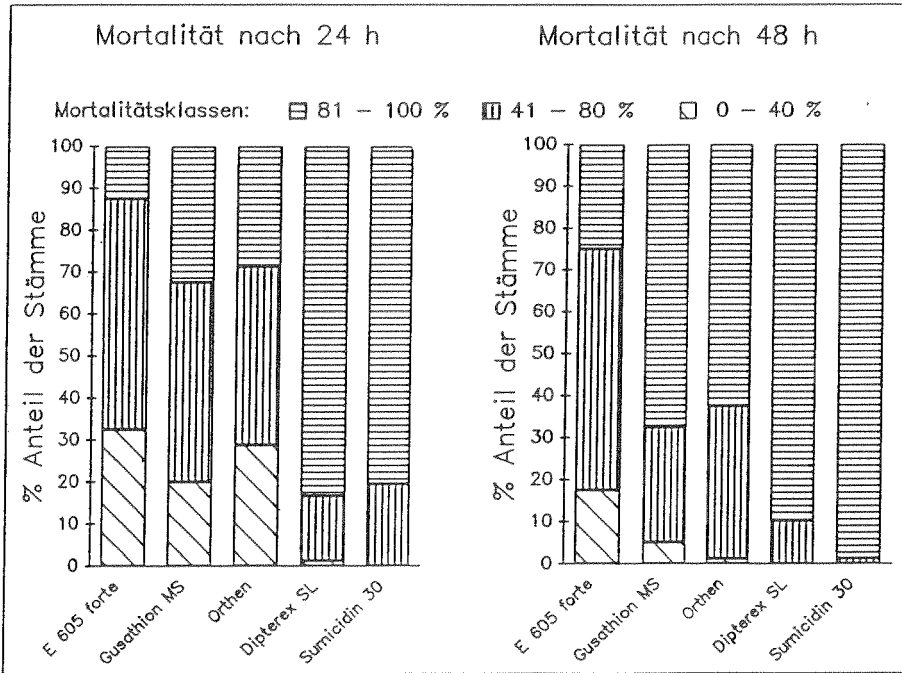


Abb. 18: Aufteilung von 80 Stämmen von *T. pyri* aufgrund ihrer Mortalitätsraten nach 24 h und 48 h in drei Mortalitätsklassen nach Behandlung mit fünf Insektiziden.

in der Reihenfolge E 605, Gusathion MS, Orthen, Diptorex SL und Sumicidin 30 ab. Mit Ausnahme der mit Gusathion MS und Orthen behandelten Varianten sind alle Unterschiede der Variationskoeffizienten signifikant.

Für jede Variante wurden den untersuchten Stämmen aufgrund ihrer Mortalitätsraten Ränge zugeordnet und für die verschiedenen Mittelkombinationen die Rangkorrelationskoeffizienten berechnet (Tab. 19; Abb. 17). Signifikante Korrelationen ergaben sich nur für die Kombination von E 605 forte mit Gusathion MS, E 605 forte mit Orthen sowie Gusathion MS mit Orthen. Zwischen der Sensibilität für Sumicidin 30 und allen anderen Präparaten, aber auch der für Diptorex SL und den übrigen Phosphorsäureestern, war keine Korrelation zu beobachten. Allerdings könnte der hohe Anteil von Stämmen mit 100 % Mortalität und die daraus resultierende große Zahl von Bindungen eine mögliche Korrelation verdeckt haben.

Die Raubmilbenstämme wurden aufgrund ihrer Mortalitätsraten in drei Sensibilitätsklassen eingeteilt (Tab. 20). Aufgrund der nach 48 Stunden ermittelten Mortalitätsraten wurden nach Behandlung mit E 605 forte 75 % der Stämme in die beiden untersten Mortalitätsklassen eingeteilt (Abb. 18). Nach Behandlung mit Gusathion MS und Orthen verringerte sich der Anteil der Stämme mit Mortalitätsraten unter 80 % auf etwa ein Drittel, während in den mit Diptorex SL und Sumicidin 30 behandelten Varianten mehr als 90 % der Stämme in die höchste Mortalitätsklasse einzustufen waren.

Mit Ausnahme von Somicidin 30 (26 %) hatte keines der untersuchten Insektizide eine ausgeprägte Repellentwirkung auf *T. pyri*. Der niedrigste Mittelwert wurde mit 1,8 % bei den mit Dipterox SL behandelten Raubmilben beobachtet, den höchsten Wert unter den Phosphorsäureestern zeigte E 605 forte mit 8,4 %.

### 3.4.2 Regionale Unterschiede der Sensibilität der Raubmilben

In Tabelle 21 sind die mittleren Mortalitätswerte der getesteten Stämme von *T. pyri* getrennt für die einzelnen Großlagen des Untersuchungsgebiets dargestellt. Benachbarte Großlagen wurden zusammengefaßt, wenn weniger als vier Raubmilbenstämme aus ihnen entnommen wurden. Es zeigten sich deutliche Unterschiede in der Sensibilität der Raubmilben aus diesen regionalen Einheiten (Abb. 19), die sich in einer Varianzanalyse jedoch nur zwischen den beiden Extremen, Großlage 5 (Münzlay + Badstube) mit einer mittleren Mortalitätsrate aller Varianten von 70,5 % und Großlage 1 (Weinhex) mit 90,8 % als auf dem 5 % Niveau signifikant erwiesen (Tab. 17). Die Großlage 5 fiel durch besonders niedrige Mittelwerte der Mortalitätsraten für Dipterox SL (69 %, Durchschnitt: 93 %) und Somicidin 30 (74 %, Durchschnitt: 93 %) auf. Die Variabilität der mittleren Mortalitätswerte zwischen den Großlagen verhält sich wie die Variabilität der Reaktion gegenüber den getesteten Insektiziden in der Gesamtstichprobe. Sie ist am größten für E 605 forte (49,3 bis 84 %) und nimmt über Gusathion MS (54,6 bis 92,9 %), Orthen (69,1 bis 97,7 %) und Dipterox SL (69,3 bis 99,7) bis zu Somicidin 30 (74,3 bis 99,3) ab.

### 3.4.3 Anwendungshäufigkeit der verschiedenen Insektizide

Wie aus Tabelle 22 zu entnehmen ist, bestehen auch in der Anwendungshäufigkeit der wichtigsten Insektizide Unterschiede zwischen den Großlagen (Abb. 20). Die Daten sind jedoch nicht vollständig und beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Insektiziden bei Hubschrauberspritzungen, soweit sie für die einzelnen Parzellen, aus denen Raubmilben entnommen wurden, bekannt sind. Die in den Jahren von 1974 bis 1988 am häufigsten angewandten Insektizide waren Phosphorsäureester, unter denen mit 34,5 % der Anwendungen Parathion (E 605 forte, E 605 combi, ME 605, PO-X) an erster Stelle steht, gefolgt von Acephat (Orthen; 18,7 %) und Metasystox (Oxidemeton-methyl; 12,1 %). Die Wirkstoffkombination Azinphosmethyl + Demeton-S-methylsulfon (Gusathion MS, Rospin, Multapon, Rhodiatox combi) liegt mit 3,7 % in der Anwendungshäufigkeit gleichauf mit den Pyrethroiden Delta-methrin (Decis) und Fenvalerat (Somicidin 30). Noch seltener wurde Dipterox SL (Trichlorfon; 2,9 %) angewandt. Unter den sonstigen Insektiziden (23,7 %) hat Tetrachlorvinphos (Gardona), ein weiterer Phosphorsäureester, mit einem Anteil von 8,6 % die größte Bedeutung.

Die Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten für die Anwendungshäufigkeit der Insektizide in den einzelnen Großlagen und die Sensibilität der Raubmilben gegenüber den entsprechenden Wirkstoffen führte nur beim Parathion zu einem auf dem 5 % Niveau signifikanten Ergebnis ( $r_s = -0,5800$ ;  $n=11$ ;  $\alpha < 0,05$ ). Deutlich wird, daß die Sensibilität der untersuchten Raubmilbenstämme gegenüber den häufiger angewandten Wirkstoffen wie Parathion, Demeton-S-methyl/Oxydemeton-methyl und Acephat geringer war als gegenüber Trichlorfon oder den Pyrethroiden, welche in weitaus geringerem Maße zur Anwendung kamen. Ein Unsicherheitsfaktor für Schlußfolgerungen aus den vorliegenden Daten bleibt

Tab. 21: Mortalitätsraten adulter Weibchen von *T. pyri* nach 24 h und 48 h Versuchsdauer. Mittelwerte der untersuchten Stämme aus den einzelnen Großlagen des Untersuchungsgebiets.

Großlage		n	E 605 forte		Gusathion MS		Orthen		Dipterex SL		Sumicidin 30		
Nr.	Bez.		MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE	
Mortalität nach 24 Stunden													
1	WH	7	65.8	4.9	86.6	7.0	78.1	7.4	99.2	0.8	86.5	3.8	
2	GB	9	32.5	6.2	57.8	9.9	51.9	10.8	94.2	3.2	86.0	3.1	
3	GS	6	56.3	7.4	85.9	5.1	91.1	4.0	82.4	8.4	71.8	14.4	
4	SL	16	61.5	4.9	75.9	5.3	62.1	7.7	94.9	3.1	88.1	1.7	
5	ML	4	48.9	15.7	48.7	17.9	67.1	11.2	55.8	23.1	69.9	21.5	
6	KL	4	47.7	16.1	36.5	14.8	74.7	13.2	97.5	1.5	97.3	1.0	
7	MB	7	73.3	8.1	60.4	8.2	48.8	9.2	96.5	1.3	88.5	3.1	
8	SM	5	43.6	7.2	50.8	9.0	44.5	4.5	94.2	5.8	90.5	4.7	
9	RL	5	57.6	5.9	59.6	11.9	53.8	6.0	89.9	8.2	92.5	3.0	
10	KB	10	29.5	4.9	61.5	5.7	41.0	4.0	82.7	5.5	92.5	2.8	
11	SB	6	56.5	9.7	70.6	2.8	59.9	8.3	83.8	7.3	83.6	4.2	
Mortalität nach 48 Stunden													
1	WH	7	76.2	5.9	91.9	5.3	90.2	5.6	99.6	0.5	96.2	1.7	
2	GB	9	40.4	7.8	76.2	6.9	71.1	7.6	97.0	2.1	96.3	1.1	
3	GS	6	67.6	8.2	92.9	4.7	97.7	1.8	88.7	6.9	79.2	15.4	
4	SL	16	70.1	4.1	88.3	3.5	83.3	4.3	99.3	0.4	96.9	1.0	
5	ML	4	55.6	15.0	63.4	15.0	90.1	3.4	69.3	22.1	74.3	22.7	
6	KL	4	60.2	13.9	54.6	11.5	89.5	5.1	99.7	0.4	99.3	0.4	
7	MB	7	83.8	6.8	89.6	4.3	77.3	5.6	99.6	0.3	97.9	0.9	
8	SM	5	56.1	7.8	71.6	10.9	69.1	6.6	97.4	2.6	92.5	4.3	
9	RL	5	67.2	5.4	73.8	8.7	84.4	3.9	96.8	3.2	97.0	1.0	
10	KB	10	49.3	7.3	86.5	2.6	74.1	4.6	88.3	4.5	96.1	1.5	
11	SB	6	69.2	9.9	87.1	2.9	83.6	4.2	87.0	6.0	96.0	1.1	
Bezeichnung der Großlagen													
1	WH	Weinhex					7	MB	Michelsberg				
2	GB	Goldbäumchen, Rosenhang					8	SM	St. Michael				
3	GS	Grafschaft					9	RL	Römerlay				
4	SL	Schwarze Katz, Schwarzlay, Nacktarsch, Vom heißen Stein					10	KB	Königsberg, Gipfel, Schloß Bübinger				
5	ML	Münzlay, Badstube					11	SB	Scharzberg				
6	KL	Kurfürstlay											

MW = Mittelwert    SE = Standardfehler des Mittelwerts

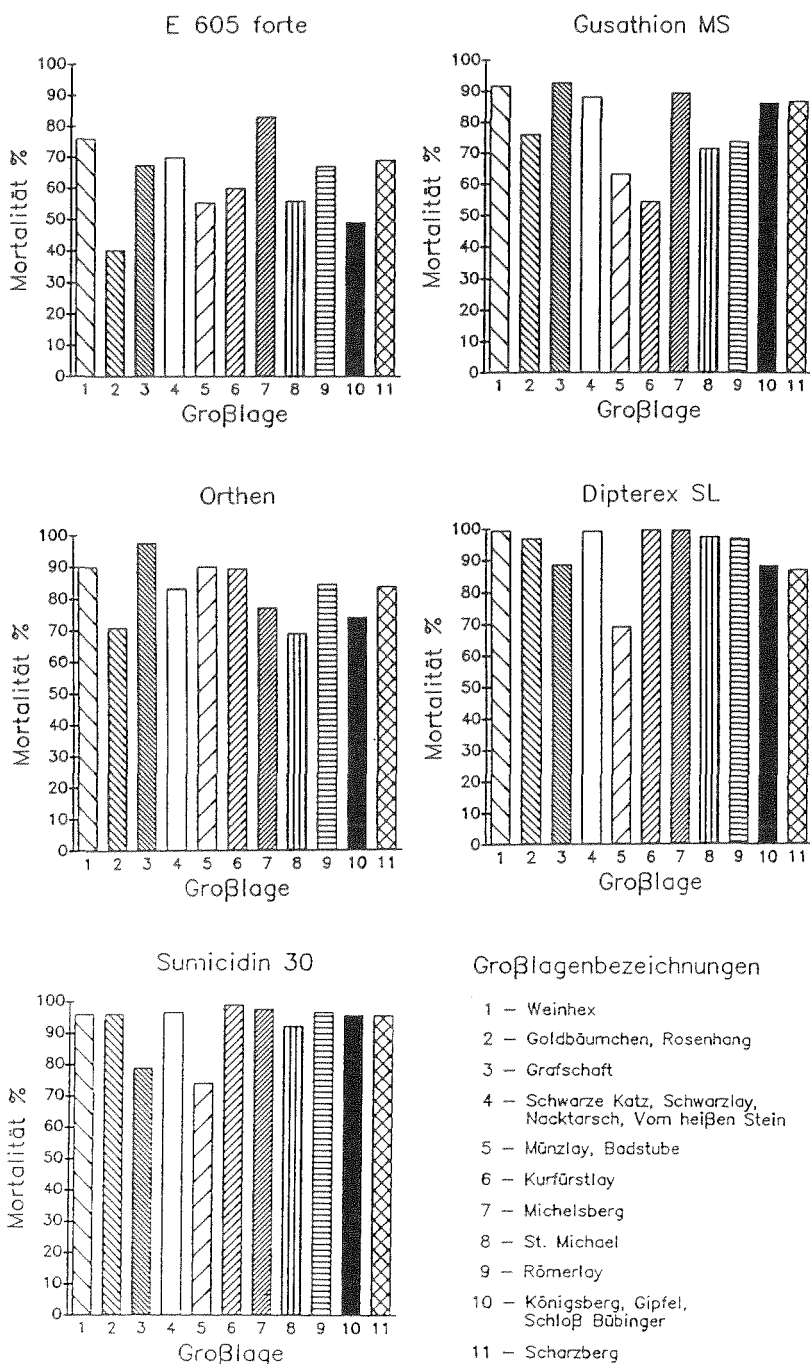


Abb. 19: Mittlere Mortalitätsraten (nach 48 h) adulter Weibchen von *T. pyri* aus den einzelnen Großlagen des Untersuchungsgebiets nach Behandlung mit fünf Insektiziden.

Tab. 22: Insektizidanwendungen bei Hubschrauberspritzungen in den einzelnen Großlagen des Weinbaugebiets Mosel-Saar-Ruwer. Daten aus den Jahren 1974 bis 1988.

Insektizid- anwendungen		Großlage											
		Ge- samt	1 WH	2 GB	3 GS	4 SL	5 ML	6 KL	7 MB	8 SM	9 RL	10 KB	11 SB
Theoret. max. Anzahl	N	2370	210	270	180	480	120	120	210	150	150	300	180
Zahl der bekannten Anwendungen	N %	850 35.9	8 3.8	119 44.1	87 48.3	249 51.9	110 91.7	49 40.8	62 29.5	78 52.0	24 16.0	26 8.7	34 18.9
Davon mit Insekti- zideinsatz	N %	455 53.5	1 12.5	62 52.1	45 51.7	130 52.2	63 57.3	25 51.0	39 62.9	39 50.0	13 54.2	13 50.0	21 51.8
Endosulfan (Thiodan)	N %	12 2.6	0 0.0	4 6.5	1 2.2	0 0.0	3 4.8	1 4.0	3 7.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
Acephat (Orthen)	N %	85 18.7	0 0.0	3 4.8	20 44.4	36 27.7	12 19.0	6 25.0	8 20.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
AZPM + Dem.-S-meth.sulfon (Gusathion MS, Multapon, Rospin, Rhodiatox Kombi)	N %	17 3.7	0 0.0	4 6.5	2 4.4	6 4.6	4 6.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 4.8
Dialifos (Torak)	N %	26 5.7	0 0.0	3 4.8	0 0.0	10 7.7	3 4.8	0 0.0	1 2.6	6 15.4	0 0.0	0 0.0	3 14.3
Methidathion (Ultracid 40)	N %	3 0.7	0 0.0	2 3.2	0 0.0	0 0.0	1 1.6	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
Parathion (Eftol, PO-X, (E605 combi (+Oxydemet.- methyl), E605 forte	N %	93 20.4	0 0.0	22 35.5	6 13.3	13 10.0	17 27.0	5 20.0	13 33.3	7 17.9	0 0.0	7 53.8	3 14.8
Parathion-methyl (ME 605 Spritzpulver)	N %	64 14.1	0 0.0	12 19.4	10 22.2	25 19.2	6 9.5	1 4.0	0 0.0	3 7.7	1 7.7	6 46.2	0 0.0
Phosalon (Rubitox-Spritzpulver)	N %	33 7.3	0 0.0	2 3.2	3 2.2	19 14.6	3 4.8	3 12.0	3 7.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
Oxydemeton-methyl (Metasystox R)	N %	55 12.1	0 0.0	4 6.5	2 4.4	10 7.7	5 7.9	5 20.0	9 23.1	12 30.8	0 0.0	0 0.0	4 19.0
Tetrachlorvinphos (Gardona)	N %	39 8.6	1 100.0	6 9.7	3 6.7	2 1.5	2 3.2	1 4.0	0 0.0	8 20.5	10 76.9	0 0.0	6 28.6
Trichlorfon (Dipterex SL)	N %	13 2.9	0 0.0	0 0.0	0 0.0	7 5.4	2 3.2	2 8.0	1 2.6	0 0.0	1 7.7	0 0.0	0 0.0
Deltamethrin (Decis)	N %	1 0.2	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 1.6	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
Fenvalerat (Sumicidin 30)	N %	16 3.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	2 1.5	4 6.3	1 4.0	1 2.6	3 7.7	1 7.7	0 0.0	4 19.0

Prozentzahlen beziehen sich auf die Gesamtzahl der Insektizidanwendungen

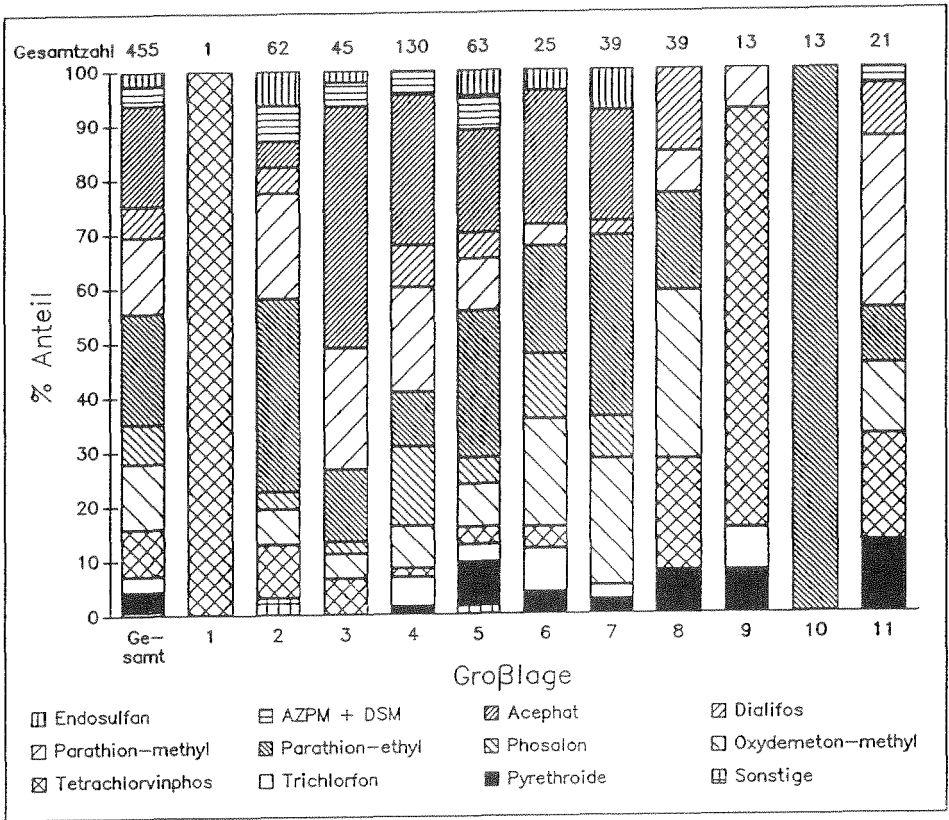


Abb. 20: Relative Anwendungshäufigkeit (% Anteil an der Gesamtzahl der bekannten Insektizidanwendungen) von Insektiziden bei Hubschrauberspritzungen in den einzelnen Großlagen des Weinbaugebiets Mosel-Saar-Ruwer. Daten aus den Jahren 1974 bis 1988.

jedoch dadurch bestehen, daß alle vom Boden aus durchgeführten Insektizidanwendungen nicht in die Betrachtung einbezogen werden konnten.

### 3.5 Vergleich der Toxizität von Ultracid 40 (Methidathion) für *T. pyri* im Labor und im Freiland

Die Mortalitätswerte bzw. Wirkungsgrade der Behandlung von Raubmilben aus der Lage "Brauneberger Mandelgraben" mit Ultracid 40 (Methidathion) im Labor sowie im Freiland sind in Tabelle 23 dargestellt. Im Laborversuch waren nach 24 Stunden über die gesamten Konzentrationsspanne von 25 bis 1600 ppm a.i. (1/16 K - 4 K) noch überlebende Milben zu finden. Die Mortalitätswerte variierten von sieben bis 95 %. 48 Stunden nach Versuchsbeginn war die Mortalität schon in der 400 ppm Variante auf 99 % angestiegen, nach sieben Tagen gab es nur noch bis in den 100 ppm Bereich lebende Versuchstiere. Die Mortalitätswerte reichten von 44 % bei 25 ppm bis zu 87 % bei 100 ppm Methidathion.

Tab. 23: Wirkung von Ultracid 40 (Methidathion) auf *T. pyri* im Labor und im Freiland. Mittelwerte der Mortalitätsraten (Labor) und Wirkungsgrade (Freiland) zu den einzelnen Boniturterminen.

Laborversuch: Mortalitätswerte %								
Konzentration	Tag 1		Tag 2		Tag 7			
	MW	SE	MW	SE	MW	SE		
25 ppm	6.6	4.9	11.1	5.3	43.9	7.3		
50 ppm	35.4	5.7	47.1	5.4	77.8	6.0		
100 ppm	48.8	7.3	66.1	4.9	87.0	4.1		
200 ppm	63.6	5.3	90.5	1.7	100.0	0.0		
400 ppm	80.4	3.0	98.9	1.1	100.0	0.0		
800 ppm	90.4	4.4	100.0	0.0	100.0	0.0		
1600 ppm	94.8	3.4	100.0	0.0	100.0	0.0		
Feldversuch: Wirkungsgrade %								
Konzentration	Woche 1		Woche 2		Woche 3		Woche 4	
	MW	SE	MW	SE	MW	SE	MW	SE
200 ppm	-1.8	7.5	12.2	6.7	34.3	13.7	13.9	9.0
400 ppm	6.7	15.3	18.0	9.0	25.9	2.6	15.3	11.6
800 ppm	54.3	5.0	48.3	5.4	64.8	3.9	59.0	3.1
1600 ppm	68.9	11.0	72.7	5.9	84.3	5.9	74.3	7.1

MW = Mittelwert SE = Standardfehler des Mittelwerts

Im Freilandversuch reichte der Konzentrationsbereich von 200 ppm bis 1600 ppm Methidathion. Da hier wegen der Verwendung eines Sprühgerätes und der damit verbundenen geringeren Wasseraufwandmenge die Spritzbrühe praxisüblich vierfach konzentriert wurde, entsprechen diese Konzentrationen 1/8 K bis 1 K. Die Wirkungsgrade der Varianten mit 200 ppm und 400 ppm Methidathion bewegten sich über den gesamten Versuchszeitraum zwischen -2 % und 34 %, sie unterschieden sich bei keiner Bonitur signifikant. Signifikante Unterschiede zwischen der Raubmilbendichte dieser Varianten und der Kontrolle wurden jedoch bei einer zweifachen Varianzanalyse mit den Merkmalen "Nummer der Bonitur" und "Konzentration von Methidathion" festgestellt (Tab. 24). Deutlich höhere Wirkungsgrade wurden in den Varianten mit 800 ppm bzw. 1600 ppm des Insektizids beobachtet, die sich von der unbehandelten Kontrolle wie auch von den anderen Versuchsvarianten signifikant unterschieden. Mit Ausnahme der Bonitur vier Wochen nach der Behandlung waren auch die Differenzen zwischen diesen beiden Varianten signifikant. Ein maximaler Wirkungsgrad aller Varianten wurde bei der Bonitur drei Wochen nach der Behandlung in der 1600 ppm-Variante mit 84,3 % ermittelt.

Tab. 24: Mittlere Zahl der Raubmilben in den einzelnen Varianten des Freilandversuchs zur Wirkung von Ultracid 40 (Methidathion) auf *T. pyri* und Daten der Varianzanalyse und des DUNCAN-Tests. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen auf dem 5 %-Niveau signifikante Differenzen.

Variante	Vorbonitur RM	Woche 1 RM	Woche 2 RM	Woche 3 RM	Woche 4 RM	Woche 1 - 4
Unbeh.	32.3 A	41.3 A	43.0 A	27.3 A	35.5 A	A
200 ppm	38.3 A	41.8 A	37.8 A	17.8 A B	31.0 A	B
400 ppm	43.0 A	38.3 A	35.3 A	20.5 A	30.5 A	B C
800 ppm	28.5 A	18.8 B	22.3 B	9.5 B	14.8 B	C
1600 ppm	38.3 A	12.8 C	11.8 C	5.3 C	9.3 B	D
F-Wert	0.77	17.06	19.50	13.61	12.06	161.50
$\alpha$	n.s.	0.001	0.001	0.001	0.01	0.001
Vergleich der Bonituren F = 63.3 $\alpha$ = 0.001		A	A B	C	B	

RM = Zahl der Raubmilben auf 25 Blättern

Die Wirkungsgrade stiegen in allen Varianten in den ersten drei Wochen nach der Behandlung an, von der dritten bis zur vierten Woche konnte ein leichter Rückgang beobachtet werden. Allerdings entsprach dies dem Verlauf der Populationsdichte in der unbehandelten Variante, in der die Raubmilbendichte ebenfalls bei der dritten Bonitur mit 27,3 Raubmilben pro 25 Blatt ein Minimum erreichte. Nach vier Wochen hatte die Raubmilbendichte der Kontrolle mit 35,5 Raubmilben pro 25 Blatt jedoch wieder etwa den gleichen Wert wie zu Versuchsbeginn.

Bei der varianzanalytischen Verrechnung erwiesen sich die Boniturergebnisse der ersten und zweiten Woche sowie der zweiten und vierten Woche als gleich (Tab. 24). Die Daten der dritten Woche unterschieden sich von denen aller anderen Boniturtermine signifikant.

In Abbildung 21 sind die Mortalitätswerte des Laborversuchs sowie die Wirkungsgrade des Feldversuchs mit den mittels einer Probitanalyse berechneten Regressionsgeraden wiedergegeben. Die Laborwerte liegen in einem deutlich niedrigeren Konzentrationsbereich als die im Feldversuch ermittelten Daten. Dementsprechend unterschiedlich sind die Schnittpunkte der Regressionsgeraden mit dem Probitwert fünf, also die LC<sub>50</sub>-Werte. Während sich die Lage der Regressionsgeraden der einzelnen Bonituren bei den Feldversuchen nicht wesentlich ändert, tritt in den Laborversuchen neben einer Änderung der Steigung nach dem ersten Versuchstag eine deutliche Verschiebung der Geraden in den unteren Konzentrationsbereich auf.

Die Daten der Probitanalyse sind Tabelle 25 zu entnehmen. Die LC<sub>50</sub>-Werte nahmen im Laborversuch über den Versuchszeitraum deutlich von 120 ppm auf 29 ppm ab, etwa ein Viertel des Anfangswertes (Abb. 22). Die Unterschiede der drei Kontrolltermine sind signifikant. Die Abnahme der LC<sub>50</sub>-Werte betrug im Feldversuch nur 17 % des Anfangswertes von 850 ppm, der minimale Wert wurde



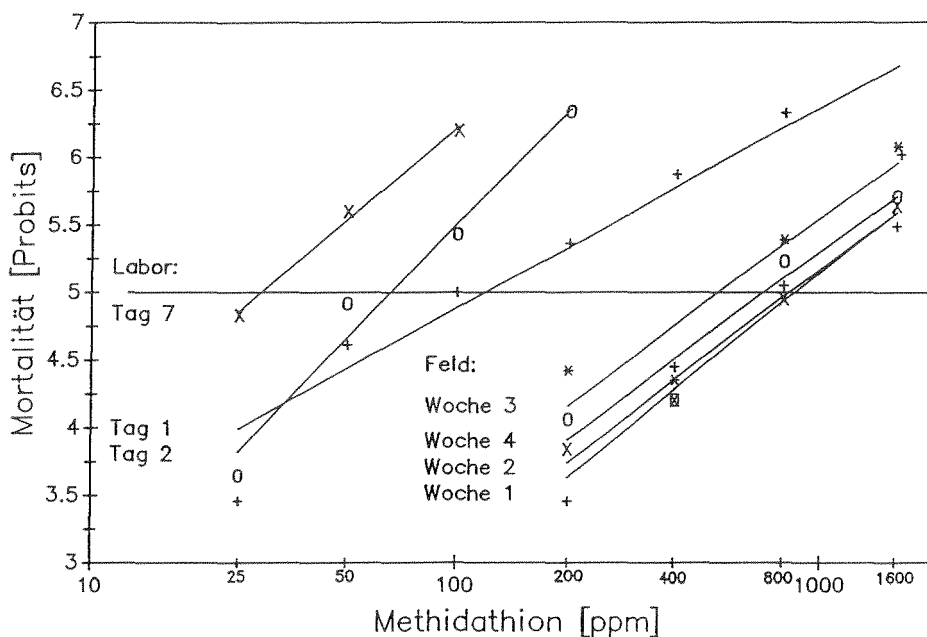


Abb. 21: Mortalität von *T. pyri* nach Behandlung mit Ultracid 40 (Methidathion) im Labor und im Freiland zu den verschiedenen Boniturterminen. Mittelwerte (Probits) und Regressionsgeraden.

Tab. 25: Wirkung von Ultracid 40 (Methidathion) auf *T. pyri* im Labor- und im Freiland. Kenndaten der Probitanalysen und LC<sub>50</sub>-Werte zu den einzelnen Boniturterminen.

	Kennwerte der Probitanalyse					LC <sub>50</sub> -Werte (K)		LC <sub>50</sub> -Werte (ppm)	
	m	b	r	Sign.	n	LC <sub>50</sub>	95 % K.I.	LC <sub>50</sub>	95 % K.I.
<b>Laborversuch</b>									
Tag 1	1.4896	2.4954	0.8610	0.001	33	0.300	0.249 - 0.362	120.0	99.7 - 144.6
Tag 2	2.8115	1.0053	0.9266	0.001	20	0.164	0.145 - 0.187	65.9	58.0 - 74.9
Tag 7	2.2703	2.5913	0.8460	0.001	14	0.067	0.022 - 0.091	26.8	9.1 - 36.4
<b>Feldversuch</b>									
Woche 1	2.1636	-0.4777	0.8627	0.001	12	0.531	0.456 - 0.619	849.6	730.2 - 991.0
Woche 2	2.0507	-0.1673	0.8452	0.001	14	0.517	0.448 - 0.575	827.5	717.0 - 955.0
Woche 3	1.9963	0.3586	0.7621	0.001	16	0.330	0.279 - 0.391	528.4	446.8 - 625.0
Woche 4	1.9908	0.1234	0.8345	0.001	14	0.440	0.376 - 0.514	703.7	601.8 - 822.8

m=Steigung; b=Achsenschnittpunkt der Regressionsgeraden; r=Korrelationskoeffizient; Sign.=Signifikanz des Korrelationskoeffizienten; K.I.=Konfidenzintervall

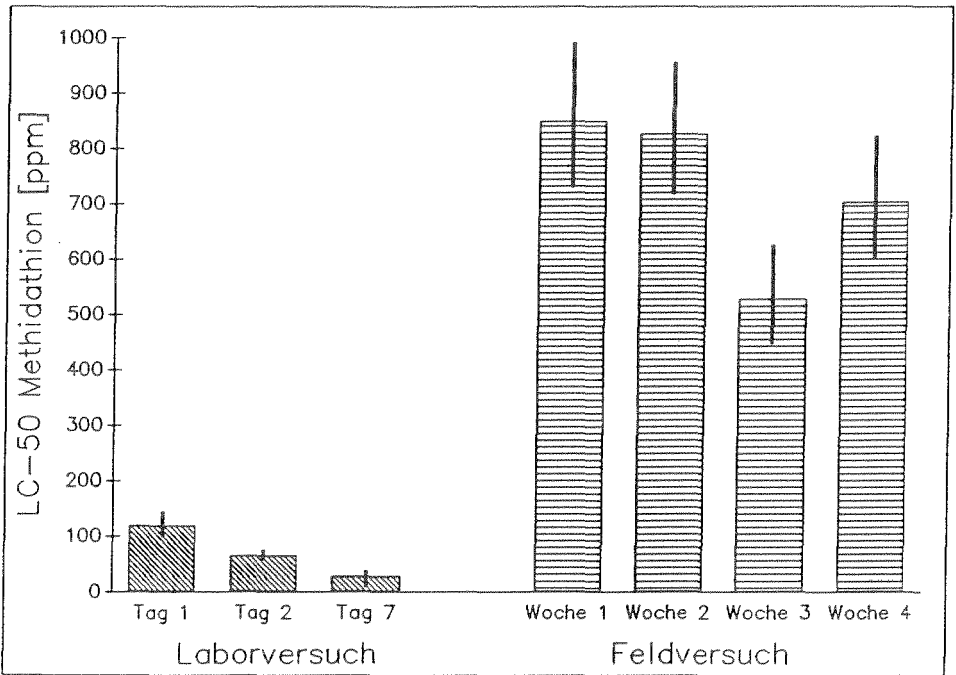


Abb. 22: LC<sub>50</sub>-Werte (Fehlerbalken repräsentieren die 95 %-Konfidenzintervalle) von Ultracid 40 (Methidathion) für adulte Weibchen von *T. pyri* im Labor- und Freilandversuch.

aus den Daten der dritten Bonitur mit 528 ppm berechnet. Dieser Wert ist signifikant niedriger als die LC<sub>50</sub>-Werte der ersten beiden Bonituren, alle anderen Werte unterscheiden sich nicht signifikant.

Der Vergleich der im Labor- und im Freilandversuch gewonnenen LC<sub>50</sub>-Werte macht die unterschiedliche Toxizität von Ultracid 40 unter den gewählten Versuchsbedingungen deutlich. Die LC<sub>50</sub>-Werte, bezogen auf die Wirkstoffkonzentration, erreichten im Freilandversuch das Vier- bis Siebenfache der Laborwerte des ersten Tages. Das Verhältnis stieg weiter über das Acht- bis 13-fache zum 18- bis 30-fachen am siebten Tag.

### 3.6 Einfluß des Eriophyidenbefalls der Rebblätter auf die Populationsdichte der Raubmilben

Bei den Kontrollen des Raubmilbenbesatzes auf Rebblättern war immer wieder aufgefallen, daß sich die Raubmilben nicht nur sehr häufig in den Blattachseln, sondern besonders auch in den Erineen von *C. vitis* aufhielten. Auch Raubmilbeneier befanden sich häufig in dem dichten Haarfilz der Erineen.

Die Zahl der durch *C. vitis* befallenen Blätter und auch die Befallsstärke waren in Erden deutlich höher als in Wehnen. Besonders in der Wehlerer Parzelle waren schon einige Erineen braun verfärbt, ein Zeichen, daß sie bereits von den Blattgallmilben verlassen waren.

In Tabelle 26 sind die durchschnittliche Zahl der Raubmilben pro Blatt sowie die durchschnittlichen Befallsstärken durch *C. vitis* für die einzelnen Blattproben (je 10 Blätter) der beiden

Tab. 26: Einfluß von *Colomerus vitis* auf die Dichte von *T. pyri*. Durchschnittswerte der Befallsstärke und der Raubmilben pro Blatt in den Lagen "Erdener Prälat" und "Wehlener Sonnenuhr". r: Regressionskoeffizienten der berechneten Ausgleichskurven;  $\alpha$ : Signifikanz der Regressionskoeffizienten.

Probe Nr.	Erden			Wehlen		
	Befallsstärke MW	SE	RM/ Blatt	Befallsstärke MW	SE	RM/ Blatt
1	1.00	0.21	0.6	0.50	0.17	0.5
2	0.60	0.16	0.6	0.80	0.25	0.7
3	0.60	0.16	1.0	2.70	0.21	0.8
4	0.50	0.17	1.2	1.80	0.29	1.0
5	0.90	0.23	1.2	1.10	0.28	1.0
6	0.70	0.21	1.3	1.10	0.23	1.2
7	0.70	0.15	1.5	2.00	0.30	1.5
8	1.10	0.18	1.7	1.30	0.26	2.3
9	1.20	0.29	1.8	0.40	0.16	3.6
10	1.20	0.20	2.4	1.90	0.23	6.5
11	1.20	0.25	2.8	1.10	0.31	7.3
12	1.80	0.25	7.0	2.60	0.16	8.8
13	2.80	0.20	10.0	3.10	0.35	9.0
14	2.60	0.22	13.6	2.30	0.26	9.3
15	2.20	0.13	14.7	3.80	0.25	10.5
16	2.10	0.23	16.5	4.00	0.26	12.5
17	2.70	0.21	19.0	4.10	0.23	17.5
18	3.20	0.25	20.5			
19	4.60	0.22	57.3			
20	4.50	0.17	57.5			
	$n_{(RM)} = 1.958 \cdot n_{(EV)}^{2.09}$ $r = 0.9556 \quad \alpha = 0.001$			$n_{(RM)} = 3.37 \cdot n_{(EV)} - 1.33$ $r = 0.7897 \quad \alpha = 0.001$		

Parzellen dargestellt. In beiden Parzellen zeigt sich eine deutliche Beziehung zwischen der Befallsstärke von *C. vitis* und der Raubmilbendichte.

Die minimale Dichte betrug in der Erdener Probe 0,6 Raubmilben/Blatt bei einer durchschnittlichen Befallsstärke von 0,6. Die maximale Zahl von 57,5 Raubmilben/Blatt wurde bei einer Befallsstärke von 4,5 registriert. Die Abhängigkeit der Raubmilbendichte vom Befall der Blätter durch *C. vitis* ließ sich für diese Parzelle am besten durch eine Potenzfunktion (Abb. 23) beschreiben.

In der Wehlener Parzelle war die Raubmilbendichte allgemein niedriger, aber auch der Unterschied zwischen minimalem (0,5 RM/Blatt) und maximalem Raubmilbenbesatz (17,5 RM/Blatt)

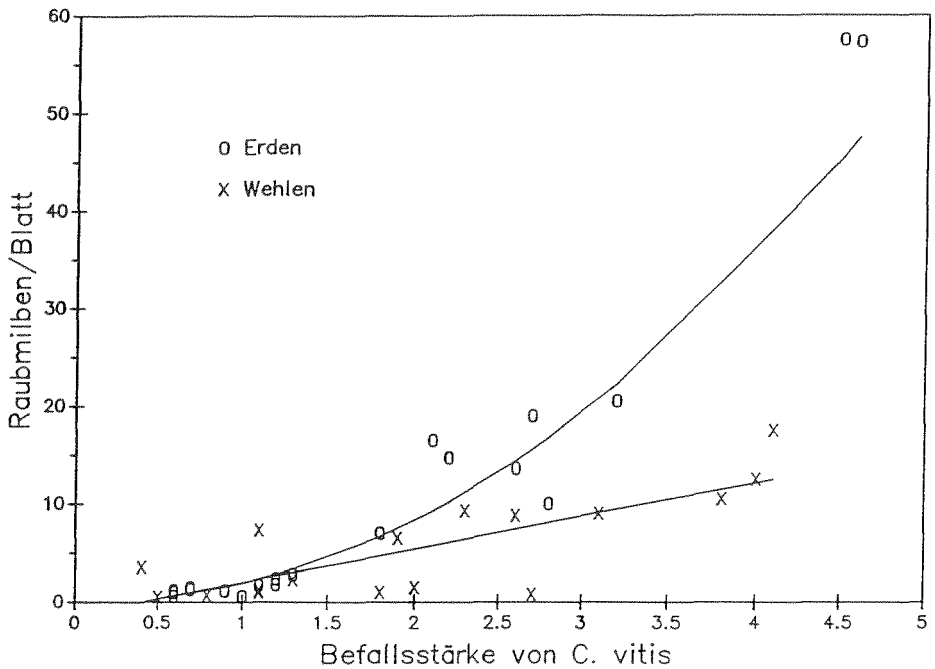


Abb. 23: Durchschnittliche Zahl der Raubmilben pro Blatt in Abhängigkeit von der Befallsstärke von *Colomerus vitis* in den Lagen "Erdener Prälat" und "Wehlener Sonnenuhr" (Zur Berechnung der Befallsstärke siehe Text).

war mit 35-fach deutlich geringer als in Erden. In dieser Probe wurde eine lineare Beziehung zwischen Blattgallmilbenbefall und Raubmilbendichte festgestellt.

### 3.7 Jahreszeitliche Änderungen in der Verteilung der Raubmilben auf den Reben

Zur Ermittlung der Verteilung der Raubmilben auf Reben wurden an jedem Entnahmedatum die Rebstöcke aus einer Zeile in der Lage Wolfer Klosterberg entnommen. Die zufällig ausgewählten Stöcke unterschieden sich zum Teil erheblich in der Größe, der Gesamtfläche und der Zahl der Raubmilben. Um die Daten besser vergleichen zu können, wurden die absoluten Raubmilbenzahlen daher auf die Flächen bezogen. Da die Raubmilben sich ausschließlich auf der Unterseite der Reblätter aufhalten, wurde nur die Fläche der Blattunterseiten in die Berechnungen einbezogen. Die Mittelwerte der Flächen, der Zahl der Raubmilben und der Raubmilben/cm<sup>2</sup> sind für die einzelnen Entnahmetermine und alle Reborgane in Tabelle 27 zusammengestellt. Die Gesamtfläche (ohne Blattoberseiten) nahm mit dem Beginn der Vegetationsperiode im Mai bis Mitte September kontinuierlich zu. Vor allem durch das Blattwachstum stieg sie von 3147 cm<sup>2</sup> bis auf 62000 cm<sup>2</sup>. Der Anteil der Blattunterseiten lag dabei durchgehend zwischen 55 % und 70 %. Aber auch die Geiztriebe, von denen die Blätter nicht entfernt wurden, trugen mit 10-20 % zu der Gesamtfläche bei. Der Anteil des Holzes machte zwischen Mitte Mai und Mitte Oktober nicht mehr als 10 % der Gesamtfläche aus.

Tab. 27: Verteilung von *T. pyri* auf Rebstöcken. Flächen (F cm<sup>2</sup>), Zahl der Raubmilben (RM) und Raubmilbendichte (RM/cm<sup>2</sup>) der einzelnen Reborgane.

Datum / Rebsta- dium	Para- meter	Rebe Gesamt	Organe						
			Altes Holz	Zweij. Holz	Bogen	Triebe	Geiz- triebe <sup>1</sup>	Blät- ter <sup>2</sup>	Gesch. Traub.
3. 5. 07-09	F cm <sup>2</sup>	3147	1277	382	1015	475	0	0	0
	% F	100.0	39.8	12.6	32.5	15.2	0.0	0.0	0.0
	RM	1048	145	565	150	189	0	0	0
	% RM	100.0	16.5	46.4	15.3	21.9	0.0	0.0	0.0
	RM/cm <sup>2</sup>	0.3501	0.1215	1.2860	0.1602	0.4044	--	--	--
17. 5. 12-15	F cm <sup>2</sup>	10730	1159	229	794	730	1289	6251	278
	% F	100.0	10.8	2.1	7.5	6.8	11.9	58.3	2.6
	RM	1480	27	19	19	55	187	1081	93
	% RM	100.0	1.8	1.4	1.3	3.6	13.1	72.5	6.4
	RM/cm <sup>2</sup>	0.1383	0.0239	0.0938	0.0253	0.0771	0.1727	0.1730	0.3649
31. 5. 15-17	F cm <sup>2</sup>	21996	1436	369	789	841	3772	13848	941
	% F	100.0	6.5	1.7	3.6	3.7	17.4	63.0	4.3
	RM	2543	16	4	48	41	407	1964	65
	% RM	100.0	0.6	0.2	1.9	1.6	16.5	72.6	2.3
	RM/cm <sup>2</sup>	0.1144	0.0111	0.0114	0.0696	0.0565	0.1081	0.1418	0.0609
13. 6. 17-19	F cm <sup>2</sup>	22270	1626	152	710	911	2471	15326	1074
	% F	100.0	7.3	0.7	3.2	4.0	10.5	69.4	4.9
	RM	2845	45	14	56	58	629	1991	55
	% RM	100.0	2.0	0.5	2.0	2.3	18.8	72.6	2.1
	RM/cm <sup>2</sup>	0.1248	0.0258	0.0894	0.0849	0.0693	0.2163	0.1298	0.0498
27. 6. 23	F cm <sup>2</sup>	34583	1510	202	547	2075	4540	24344	1366
	% F	100.0	4.7	0.7	1.6	5.8	14.4	68.8	4.0
	RM	3905	31	3	18	49	694	3083	29
	% RM	100.0	0.8	0.1	0.5	1.3	19.7	77.0	0.7
	RM/cm <sup>2</sup>	0.1113	0.0180	0.0110	0.0340	0.0264	0.1545	0.1266	0.0212
12. 7. 27	F cm <sup>2</sup>	37814	1564	267	749	2627	6226	24084	1982
	% F	100.0	4.1	0.7	2.0	7.0	16.5	63.7	5.2
	RM	2543	18	5	8	32	571	1889	22
	% RM	100.0	0.7	0.2	0.3	1.2	21.9	74.9	0.9
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0673	0.0099	0.0174	0.0106	0.0116	0.0521	0.0784	0.0108
25. 7. 27-29	F cm <sup>2</sup>	58017	1756	257	587	2802	7991	33429	11137
	% F	100.0	3.0	0.6	1.0	4.8	13.9	57.5	19.2
	RM	3938	6	5	15	34	967	2886	26
	% RM	100.0	0.2	0.1	0.4	0.9	23.8	74.1	0.6
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0681	0.0040	0.0242	0.0259	0.0121	0.1206	0.0868	0.0025

<sup>1</sup> Flächenangaben beziehen sich auf die Blattunterseiten

Tab. 27 Fortsetzung: Verteilung von *T. pyri* auf Rebstöcken. Flächen (F cm<sup>2</sup>), Zahl der Raubmilben (RM) und Raubmilbendichte (RM/cm<sup>2</sup>) der einzelnen Reborgane.

Datum / Rebstadium	Parameter	Rebe Gesamt	Organe						
			Altes Holz	Zweij. Holz	Bogen	Triebe	Geiz- triebe <sup>1</sup>	Blät- ter <sup>1</sup>	Gesch. Traub.
9. 8.  31-33	F cm <sup>2</sup>	53444	1722	265	851	3128	6242	32107	9128
	% F	100.0	3.2	0.5	1.6	5.9	11.7	60.2	17.0
	RM	2546	7	6	31	37	307	2084	74
	% RM	100.0	0.3	0.2	1.2	1.5	12.1	81.8	2.9
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0477	0.0040	0.0232	0.0395	0.0123	0.0486	0.0666	0.0025
22. 8.  33	F cm <sup>2</sup>	57276	1283	478	468	1844	10847	34478	7877
	% F	100.0	2.4	0.9	0.8	3.1	22.8	57.9	12.2
	RM	1329	9	10	31	23	469	770	18
	% RM	100.0	0.7	0.8	2.5	1.7	38.6	54.4	1.4
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0244	0.0070	0.0213	0.0962	0.0134	0.0409	0.0224	0.0034
19. 9.  33-35	F cm <sup>2</sup>	62000	1499	182	1051	1663	9478	35971	12166
	% F	100.0	2.4	0.3	1.8	2.9	14.3	58.3	20.0
	RM	684	80	7	65	28	153	281	72
	% RM	100.0	11.3	0.9	9.6	3.8	20.4	43.5	10.4
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0110	0.0540	0.0353	0.0649	0.0205	0.0225	0.0082	0.0057
3. 10.  38	F cm <sup>2</sup>	37303	1389	399	540	687	4124	22249	7899
	% F	100.0	3.8	1.1	1.5	1.9	11.0	59.8	21.1
	RM	432	184	29	54	31	23	97	15
	% RM	100.0	43.6	6.7	12.5	6.9	5.2	21.8	3.4
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0116	0.1266	0.0724	0.1076	0.0469	0.0055	0.0044	0.0021
24. 10.  38-41	F cm <sup>2</sup>	33682	1686	133	750	1936	4123	17386	7668
	% F	100.0	5.1	0.4	2.2	5.7	12.4	51.4	22.9
	RM	518	336	54	103	7	4	11	4
	% RM	100.0	64.9	10.3	20.0	1.3	0.8	2.0	0.8
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0154	0.2009	0.4079	0.1565	0.0046	0.0013	0.0006	0.0000
8. 11.  47	F cm <sup>2</sup>	4735	1404	93	623	1896	869	0	0
	% F	100.0	29.4	2.1	16.1	40.2	12.3	0.0	0.0
	RM	448	308	31	101	8	0	0	0
	% RM	100.0	67.6	7.0	23.4	2.0	0.0	0.0	0.0
	RM/cm <sup>2</sup>	0.0946	0.2200	0.3644	0.1519	0.0048	-.-	-.-	-.-

<sup>1</sup> Flächenangaben beziehen sich auf die Blattunterseiten

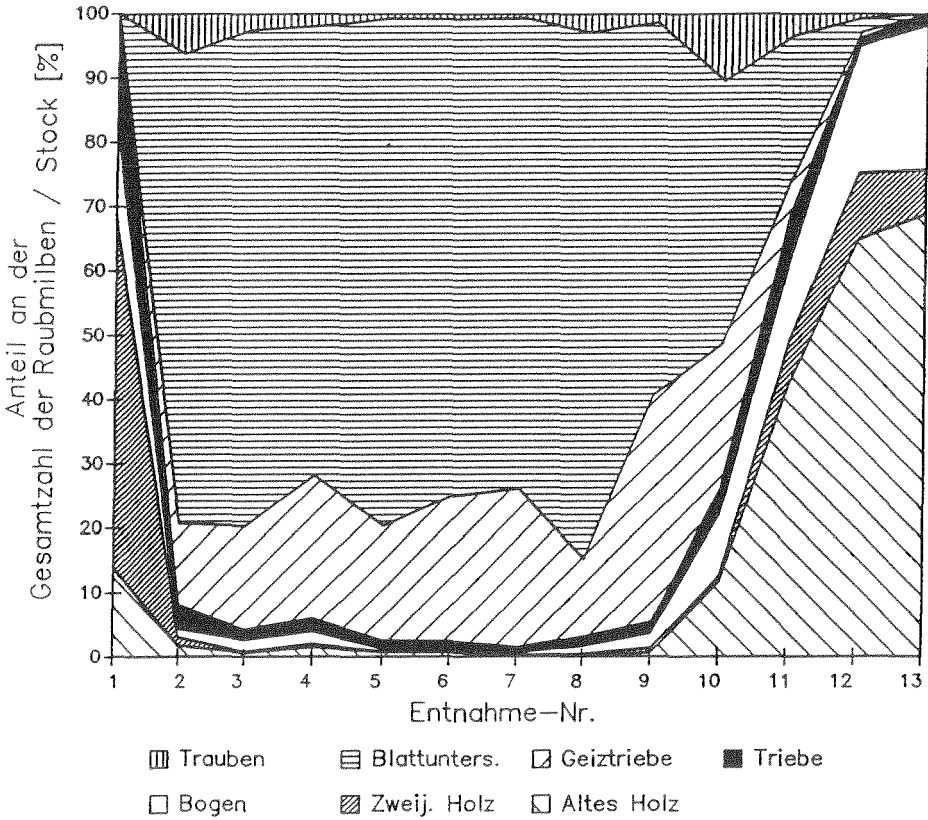


Abb. 24: Relativer Anteil der Raubmilben auf den verschiedenen Organen an der Gesamtzahl der Raubmilben eines Rebstocks im Jahresverlauf.

Die Gesamtzahl der Raubmilben pro Rebstock war starken Schwankungen unterworfen. Sie stieg von 1048 Anfang Mai auf über 3900 Ende Juni bis Ende Juli an. Schon im August nahm die Zahl der Raubmilben wieder ab, am 22. August waren noch 1300 Raubmilben/Stock zu finden. Das Minimum wurde im Oktober und November mit 440 Raubmilben/Stock erreicht. In Abbildung 24 ist der Anteil der Raubmilben auf den einzelnen Organen des Rebstocks an der Gesamtzahl der Raubmilben dargestellt. Zu Beginn der Vegetationsperiode war der größte Teil der Milben auf dem Rebholz, besonders dem zweijährigen Holz, zu finden. Von Mitte Mai bis Mitte September überwog der Anteil der Raubmilben auf den Rebblättern deutlich. Im Mai und September waren auch auf den Gescheinen bzw. den Trauben zahlreiche Raubmilben zu finden. Mitte September setzte der Rückzug der Milben auf das Rebholz ein.

Wird die Zahl der Raubmilben auf die verfügbare Fläche bezogen, so ergibt sich ein etwas anderes Bild (Abb. 25). Zu Beginn der Vegetationsperiode konzentrierten sich die Raubmilben auf dem alten (0,12 RM/cm<sup>2</sup>) und zweijährigen Holz (1,3 RM/cm<sup>2</sup>), ein erheblicher Teil war jedoch auch auf den Bogen und den jungen Trieben zu finden. Auch im Herbst war diese Verteilung wieder zu beobachten;

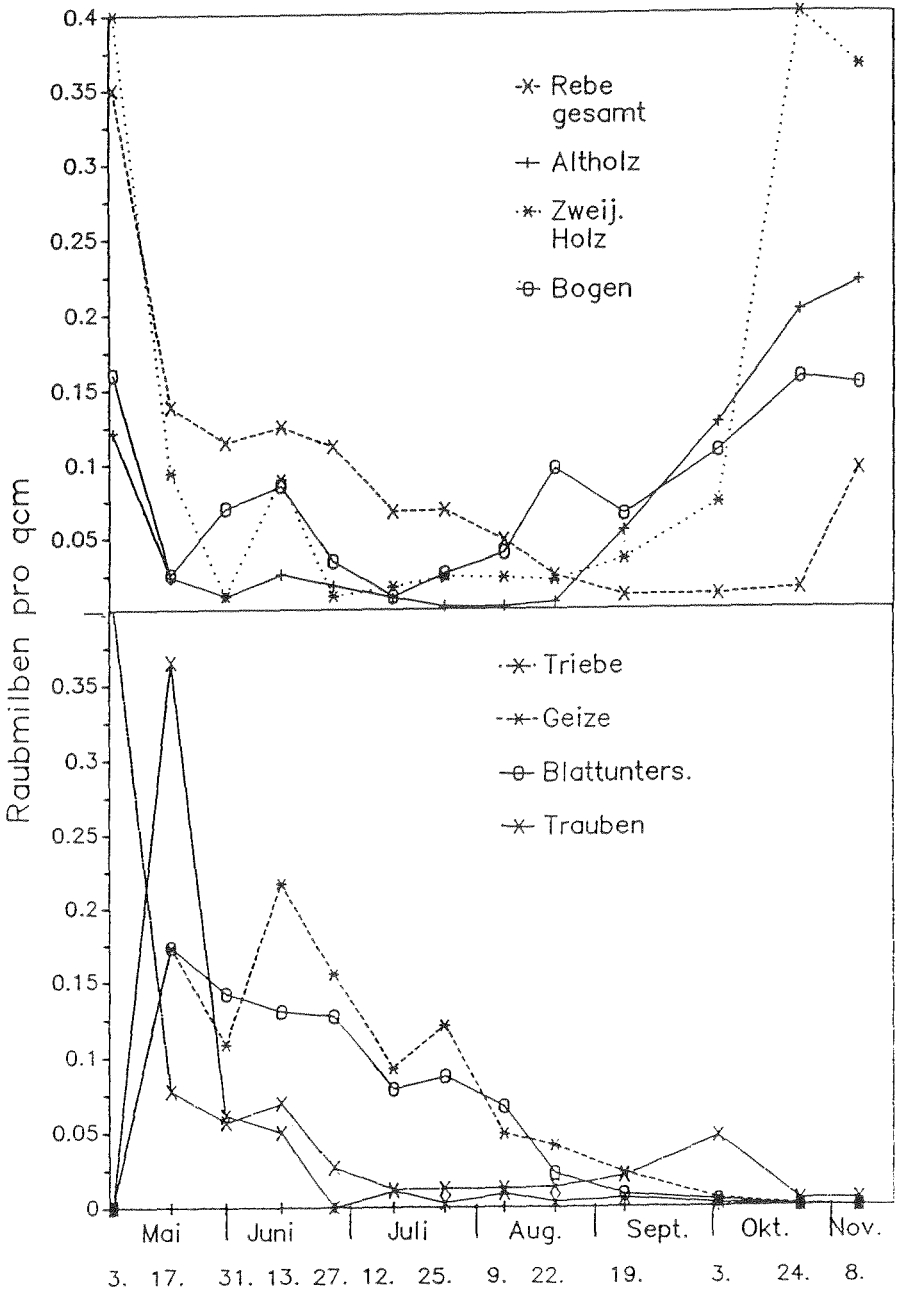


Abb. 25: Durchschnittliche Raummilbendichte (RM/cm<sup>2</sup>) auf den verschiedenen Reborganen im Jahresverlauf.



die Dichte betrug nach dem Blattfall auf dem alten Holz  $0,22 \text{ RM/cm}^2$ , auf dem zweijährigen Holz  $0,36 \text{ RM/cm}^2$ .

Die Raubmilbendichte auf den Rebblättern war am zweiten Boniturtermin mit  $0,173 \text{ RM/cm}^2$  maximal und nahm über die Vegetationszeit kontinuierlich ab. Noch höhere Dichten als auf den Blättern der Fruchtruten wurden auf den Blättern der Geiztriebe gefunden, am 13.6. betrug die Raubmilbendichte  $0,22 \text{ RM/cm}^2$  auf den Geiztrieben und  $0,13 \text{ RM/cm}^2$  auf den Fruchtruten. Die jungen Gescheine wiesen eine sehr hohe Raubmilbendichte auf; sie betrug am 17.5.88, dem zweiten Boniturtermin,  $0,37 \text{ RM/cm}^2$ . Zu diesem Zeitpunkt waren auf den Gescheinen sehr viele Perldrüsen zu finden. Schon zwei Wochen später war die Dichte auf ein Sechstel dieses Wertes gesunken. Ende Juli waren nur noch  $0,003 \text{ RM/cm}^2$  auf den Trauben zu finden, dieser Wert blieb bis zur Lese konstant.

4 Diskussion

4.1 Biologie von *Typhlodromus pyri*

Die Laborergebnisse zur Entwicklungsdauer von *T. pyri* stimmen mit den Daten anderer Autoren gut überein. Nach Beobachtungen von BÖHM (1960) dauert die Entwicklung dieser Raubmilben bei 25 °C durchschnittlich acht Tage, während sie nach den hier vorliegenden Ergebnissen 9,8 Tage beträgt. OVERMEER (1981) stellte bei Fütterung mit Pollen von *Vicia faba* bei 25 °C eine Entwicklungsdauer von 10 Tagen fest. Bei Ernährung mit *Tetranychus urticae* ist die Entwicklungsdauer geringer; sie beträgt bei 25 °C nach DOSSE (1956) 7,2 bis 8,4 Tage, nach OVERMEER (1981) 9 Tage. Auch in bezug auf die Dauer der einzelnen Entwicklungsstadien besteht eine gute Übereinstimmung mit den von OVERMEER (1981) gewonnenen Daten. Nur die Dauer des Deutonymphenstadiums war bei den hier durchgeführten Versuchen bei Fütterung mit Lupinenpollen mit 3 Tagen geringfügig länger als die von OVERMEER (1981) bei Ernährung mit Bohnenpollen beobachtete Stadiendauer von 2 bis 2,5 Tagen. Sowohl dieser Autor als auch ZAHER und SHEHATA (1971) beobachteten, daß die Entwicklungsdauer von *T. pyri* von der Qualität der Nahrung abhängig ist. Bei Pollennahrung ist sie regelmäßig verlängert. Die Dauer der bei der vorliegenden Untersuchung beobachteten Präovipositionszeit entspricht mit 3,5 Tagen den Daten von OVERMEER (1981) und BÖHM (1960), während ZAHER und SHEHATA (1971) eine Präovipositionszeit von ca. 12 Tagen selbst bei Ernährung mit Tetranychiden angeben. Die Mortalität während der Entwicklung betrug bei der vorliegenden Untersuchung 28 %, wenn die Raubmilben mit Lupinenpollen ernährt wurden. In gleicher Höhe liegt die Mortalität bei Fütterung mit *T. urticae*, während sie bei Ernährung mit Apfelpollen 40 % erreichte (OVERMEER, 1981).

Die Möglichkeit, *T. pyri* ausschließlich mit Pollennahrung zu züchten, wurde in dieser Arbeit ebenso deutlich wie die unterschiedliche Eignung verschiedener Pollenarten als alternative Nahrung. Die höchsten Eiablagerraten wurden mit 1,2 bis 1,4 Eiern/Weibchen/Tag bei Fütterung mit Papilionaceenpollen erreicht. Diese Werte entsprechen der von DOSSE (1961b) bei Fütterung mit *T. urticae* beobachteten Eiablagerrate, während OVERMEER (1981) auch bei Fütterung mit *T. urticae* nur eine Eiablage von 0,7 Eiern/Weibchen/Tag ermittelte. Er erzielte von allen Pollenarten mit *Vicia faba* die beste Eiablagerrate, die jedoch mit 0,3 Eiern/Weibchen und Tag deutlich unter der Rate bei Spinnmilbenernährung lag. Auch die "intrinsic rate of increase" war bei Ernährung mit Spinnmilben deutlich höher. ZAHER und SHEHATA (1971) beobachteten bei *T. pyri* dagegen bei Fütterung mit Dattelpollen nur eine geringe Verminderung der Gesamtzahl der abgelegten Eier gegenüber der Fütterung mit Spinnmilben. DOSSE (1961b) beobachtete bei Fütterung von *T. pyri* mit Apfelpollen zwar eine Eiablagerrate, die etwa der Hälfte des Wertes bei Fütterung mit *T. urticae* entsprach, die Raubmilben der F1-Generation waren jedoch steril. Er folgerte daraus, daß Pollen allgemein nicht als ausschließliche Nahrung für *T. pyri* geeignet sei. Die Aussagekraft dieser Versuche wird jedoch dadurch eingeschränkt, daß sie mit nur 15 Raubmilbenweibchen durchgeführt wurden. Bei der Anlage der Laborzuchten wurde in der vorliegenden Untersuchung jeder Stamm - mit einer Ausnahme - mit mehreren hundert Raubmilben begründet, so daß auch nach einer möglichen Selektion durch die Umstellung auf ausschließliche Pollennahrung noch genügend fertile Nachkommen vorhanden waren. OVERMEER (1981) bestätigte zwar die Beobachtung von DOSSE (1961b) in bezug auf Apfelpollen, wies aber gleichzeitig die Eignung von *Vicia faba*-Pollen als alleinige Nahrung für *T. pyri* nach.

Die Eignung von Pollen für Laborzuchten läßt nur eine begrenzte Aussage über seine Bedeutung im Freiland zu. Gerade die sehr häufigen Pollenarten der Windblüter wie Hasel- und Kiefernpollen, die auch auf Rebblättern sehr zahlreich zu finden sind, schränken die Eiablagerraten der Raubmilben stark ein, während in Versuchen von OVERMEER (1981) bei Fütterung mit Erlen- und Weidenpollen die Raubmilben schon vor Beendigung der Entwicklung starben. Aber auch Apfelpollen scheint für die auch in Apfelanlagen häufigen Raubmilben nicht besonders geeignet zu sein. Nach Untersuchungen von SCHROPP und HOOS (1985) ist dagegen Rebenpollen gut als ausschließliche Nahrung für *T. pyri* geeignet. Dagegen werden gerade die Pollen der Papilionaceen, die in Fütterungsversuchen hohe Eiablagerraten ermöglichten, nicht durch den Wind verbreitet, so daß sie auf den Rebblättern nicht zu finden sind. Da die Raubmilben jedoch im Freiland nicht ausschließlich auf Pollennahrung angewiesen sind, können vermutlich auch die bei ausschließlicher Ernährung weniger geeigneten Pollenarten eine wertvolle Ergänzung des Nahrungsspektrums darstellen.

Die Bedeutung der Blattgallmilbe *Colomerus vitis* für *T. pyri* wurde durch den Vergleich der Befallsstärke mit der Raubmilbenzahl deutlich. In den beiden untersuchten Parzellen waren auf stark von Blattgallmilben befallenen Blättern deutlich mehr Raubmilben zu finden. Dies entspricht den Beobachtungen von BAILLOD et al. (1982) und KETTNER (1986). Noch höhere Raubmilbenzahlen hätten wahrscheinlich im Frühsommer beobachtet werden können, da ein Teil der Erineen schon bräunlich verfärbt war, ein Zeichen, daß die Eriophyiden schon in ihre Winterquartiere unter den Hüllschuppen der Knospen abgewandert waren. Damit verlieren die Erineen ihre Attraktivität für *T. pyri* (KETTNER, 1986). Dies deutet aber darauf hin, daß sich die Raubmilbe nicht wegen der günstigen Luftfeuchte in den Erineen aufhält, wie DOSSE (1956a) und KETTNER (1986) vermuten, sondern die Erbeutung der Blattgallmilbe im Vordergrund steht.

Mit der Einführung organischer Fungizide gegen *Oidium tuckeri* verlor der Netzschwefel im Weinbau an Bedeutung, während *C. vitis*, auf die Netzschwefel hemmend wirkt (HAUB und STELLWAAG-KITTLER, 1979), sich stärker ausbreitete. Sowohl Raubmilben als auch Blattgallmilben werden im Frühjahr früher aktiv als *P. ulmi*. Die Blattgallmilben können somit als Nahrung genutzt werden, wodurch sich hohe Populationsdichten der Raubmilben schon vor dem Erscheinen der Spinnmilben entwickeln können. Dadurch wird die protektive Kapazität der Raubmilben gefördert. Die Funktion der Raubmilben als Schutzräuber wird durch die Fähigkeit, alternative Nahrung wie Pollen und Eriophyiden zu nutzen, nicht verringert sondern stabilisiert, wenn auch die begrenzende Wirkung auf vorhandene hohe Spinnmilbenpopulationen geringer ist als bei monophagen Prädatoren (HUFFAKER et al., 1970). Dagegen stellte COLLYER (1964) auf Pflaumen eine wirksamere Kontrolle von *P. ulmi* durch *T. pyri* bei Anwesenheit von *Aculus fockeui* fest als ohne diese Eriophyide. HUFFAKER et al. (1970) unterscheiden zwischen der Regulation von Spinnmilbengradationen, zu der die polyphagen Phytoseiiden weniger geeignet sind und der Kontrolle der Spinnmilbendichte auf niedrigem Niveau, die den Nutzen der Raubmilben wie *T. pyri* ausmacht.

KETTNER (1986) weist auf die positive Wirkung der Tolerierung eines leichten bis mittleren Befalls durch die Blattgallmilbe im Weinbau hin. Solange nicht starke Blattdeformationen auftreten oder die Gescheine befallen werden, kann die von OVERMEER (1985b) für *Aculus schlechtendali* gebrauchte Bezeichnung "beneficial pest" auch für *C. vitis* gelten.

Bei Versuchen, sowohl auf Rebblättern als auch auf Zuchtgefäßen, wurde deutlich, daß Tydeiden nicht als Nahrung angenommen wurden. Dies stimmt mit Beobachtungen von DOSSE (1956b) überein.

BAILLOD et al. (1982) konnten dagegen im Labor in seltenen Fällen die Erbeutung von Tydeiden durch *T. pyri* beobachten. Von den in Kapitel 3.2 genannten Prädatoren von *T. pyri* waren Chrysopidenlarven und Anthocoriden besonders wirkungsvoll. Eine Wanze, *Orius minutus*, erbeutete innerhalb einer Nacht mehr als fünfzig adulte Raubmilbenweibchen auf einem Zuchtgefäß. HAUB et al. (1983) stellten bei künstlicher Ausbringung von Chrysopidenlarven zur Spinnmilbenbekämpfung in Weinbergen zwar negative Wirkungen auf die Raubmilbendichte fest, die Zahl dieser Prädatoren war jedoch unnatürlich hoch. Unter natürlichen Bedingungen dürften diese Freßfeinde im Freiland aufgrund der unterschiedlichen Populationsdichten und Verteilung keine begrenzende Wirkung auf *T. pyri* ausüben.

Die Mortalität der überwinternden Weibchen wurde mit 73 % bestimmt. Dieser Wert stimmt mit den von CHANT (1959), BÖHM (1960) HERBERT (1962) und LIENK et al. (1980) im Obstbau beobachteten Werten von 60 % bis über 90 % gut überein, widerspricht jedoch den Ergebnissen von KETTNER (1986), die auf zwei- und mehrjährigem Rebholz an der Mosel nur eine Wintermortalität von 10 % bis 12,4 % beobachtete. Dies könnte auf die unterschiedlichen Minimaltemperaturen in dem Winter 1981/82 (-13,2 °C am Standort Bernkastel-Kues) und dem deutlich kälteren Winter 1986/87 (-21,6 °C) zurückzuführen sein. Zwar ist die Kältefestigkeit der diapausierenden Raubmilben erhöht (OVERMEER, 1985a), bei -25 °C beträgt die Mortalität von *T. pyri* aber 34 % nach einstündiger Exposition und annähernd 100 % nach acht Stunden (MCPHEE, 1963). LIENK et al. (1980) führen die hohe Wintermortalität von *T. pyri* in Apfelkulturen auf den Mangel an geeigneten Überwinterungsplätzen zurück, auf der Rebe mit ihrer stärker zerklüfteten Borke dürfte dies jedoch von geringer Bedeutung sein. Eine andere Möglichkeit wäre, daß die Mumien der toten Raubmilben sich über mehrere Jahre auf dem Holz ansammeln und somit nicht die jährliche Mortalitätsrate repräsentieren. HERBERT (1962) bestimmte die Wintermortalität jedoch nicht durch Zählen lebender und toter Raubmilben sondern durch den Vergleich der Populationsdichten im Herbst und im Frühjahr. Er kam zu dem Schluß, daß die Wintermortalität in Kanada annähernd 80 % beträgt.

Die Entnahme ganzer Rebstöcke im Jahr 1988 zeigte, daß die Gesamtzahl der Raubmilben pro Stock im Verlauf des Jahres stark schwankte. Schon beim Austrieb waren durchschnittlich 1048 Raubmilben pro Rebstock zu finden, wobei es sich ausschließlich um adulte Weibchen handelte. Eier und wenige juvenile Stadien wurden erst ab Mitte Mai nachgewiesen. Die höchsten absoluten Raubmilbenzahlen traten Ende Juni auf, als auf einem Rebstock 5135 Raubmilben gezählt wurden und, nach einem Rückgang Anfang Juli, noch einmal vier Wochen später Ende Juli mit jeweils mehr als 3900 Raubmilben pro Rebstock. Der Rückgang der Raubmilbenzahl ab Ende Juni könnte mit dem Absterben der überwinternden Weibchen zusammenhängen. KETTNER (1986) fand in dieser Zeit eine maximale Zahl toter Raubmilben auf den Reben. Ab Anfang August nahm die Gesamtzahl der Raubmilben pro Stock kontinuierlich ab. Schon ab Mitte September war sie unter 700 gesunken. Vergleicht man diese Zahl mit der Zahl der beim Austrieb vor Beginn der Reproduktionsphase vorhandenen Milben und berücksichtigt dazu die Wintermortalität, wird ein Widerspruch zwischen der im Herbst festgestellten geringen Zahl der Raubmilben und dem höheren Frühjahrbestand offensichtlich. Wie läßt sich diese Diskrepanz erklären ?

Der Besatz der einzelnen Rebstöcke war bei allen Bonituren unterschiedlich. So wurden bei der ersten Bonitur auf dem Stock Nr. 1 bei 2809 cm<sup>2</sup> Oberfläche 1430 Raubmilben gefunden, auf Stock Nr. 2 mit 3487 cm<sup>2</sup> Oberfläche dagegen nur 667 Raubmilben. Ähnliche Unterschiede waren bei zahlreichen Bonituren festzustellen. Eine zufällige Auswahl besonders schwach besetzter Rebstöcke im Herbst ist nicht auszuschließen. Auch die Abwanderung der Raubmilben von den Rebstöcken zur Überwinterung

könnte eine Erklärung bieten, CHANT (1959) fand jedoch im Boden um von *T. pyri* besiedelten Apfelbäumen keine Raubmilben. Auf einem Rebstock der Lage, in der auch die Reben für diese Untersuchung entnommen wurden, fand KETTNER (1986) 8902 überwinterte Raubmilbenweibchen, ein weiterer Hinweis, daß die Milben auf den Reben selbst überwintern. Ist das für diese Untersuchung angewandte Auswaschen die geeignete Methode zur Kontrolle der Raubmilben auf dem Rebholz ? Nach dem Abwaschen wurden die Holz- und Borkenteile stichprobenartig mit Hilfe eines Binokulars kontrolliert. Es wurden in keinem Fall noch Raubmilben gefunden. Denkbar wäre jedoch, daß ein Teil der Raubmilben durch den hohen Schmutzanteil in diesen Proben übersehen wurde.

Die Raubmilbendichte zeigte jahreszeitliche Unterschiede. Trotz der Zunahme der absoluten Raubmilbenzahlen nahm sie, bedingt durch das Wachstum der Reben, kontinuierlich ab. Besonders deutlich war diese Abnahme während des Austriebs. Zwei Wochen nach der ersten Bonitur war die Raubmilbendichte auf 40 % des Anfangswertes abgefallen. Zwei weitere deutliche Stufen wurden Ende Juni und Mitte August beobachtet. Erst mit dem Verlust der Blätter Ende Oktober stieg die Raubmilbendichte wieder an.

Die unterschiedlichen Raubmilbendichten auf den verschiedenen Reborganen machen die jahreszeitlich wechselnden Präferenzen der Raubmilben deutlich. Auffallend ist der sehr hohe Wert auf den Gescheinen bei der zweiten Bonitur. Die auf ihnen zu diesem Zeitpunkt gefundenen zahlreichen Perldrüsen, die besonders in Phasen starken Wachstums gebildet werden, könnten die Ursache für diese hohe Dichte sein, ebenso wie für die von Juni bis August beobachtete Konzentration der Raubmilben auf den Blättern der Geiztriebe. Von Mitte Mai bis Mitte August wurden die höchsten Raubmilbendichten auf den Blättern beobachtet. Die Raubmilben haben also eine Präferenz für diese Organe, die jedoch im August deutlich abnimmt. Dies widerspricht Beobachtungen von COLLYER (1964), KETTNER (1986) und STEINER (1987), die übereinstimmend von hohen Raubmilbendichten auf den Rebblättern noch im September berichten. Das unterschiedliche Nahrungsangebot könnte diese Unterschiede erklären. Alle drei Autoren berichten von mittleren bis hohen Spinnmilbendichten in den beobachteten Parzellen bis Ende September, während bei dieser Untersuchung maximal 23 Spinnmilben pro Stock gefunden wurden. Da schon im Laufe des Sommers die Abwanderung der Eriophyiden von den Blättern einsetzt (DIETER, 1966; GÄRTEL, 1972) ist es denkbar, daß aus diesem Grund die Raubmilbendichte der Blätter schon so früh abnahm. HADAM et al. (1986) stellten ebenfalls einen deutlichen Rückgang der Dichte von *T. pyri* ab Mitte August auf Reben fest. *T. occidentalis* geht bei Nahrungsmangel früher in Diapause (FIELD und HOY, 1985).

Von Mai bis Mitte September überwog der Anteil der Raubmilben auf den grünen Reborganen. Auf den Blättern der Fruchtruten fanden sich in diesem Zeitraum durchschnittlich 70 % aller Raubmilben eines Rebstockes, auf den Blättern der Geiztriebe weitere 20 %. Von den restlichen 10 % war der Anteil auf den Gescheinen bzw. Trauben mit 3,1 % am höchsten, gefolgt von den Trieben mit 2 %. Dieses Ergebnis weist auf die Bedeutung der Applikation raubmilbenschonender Pflanzenschutzmittel hin, da die hauptsächlich behandelten Reberteile auch den größten Anteil der Raubmilbenpopulation beherbergen. Das Rebholz hat als Refugium für die Raubmilben während der Vegetationszeit keine Bedeutung. Dagegen wird deutlich, daß durch eine gezielte Behandlung der Traubenzone, wie sie von BAILLOD und GUIGNARD (1988) empfohlen wird, ein erheblicher Teil der Raubmilbenpopulation geschont werden kann. Durch das Ausbrechen der Geiztriebe wird die Raubmilbenpopulation um etwa ein Fünftel verringert. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß die Raubmilben wieder auf die Reben aufwandern.

Der Rebstamm beherbergte mit ca. 70 % den größten Teil der überwinterten Raubmilben, gefolgt von dem zwei- und mehrjährigen Holz. Die gleiche Verteilung wurde auch von KETTNER (1986) beobachtet, ebenso wie die Konzentration der Raubmilben auf dem oberen Teil des Rebstammes. Der Verlust an Raubmilben durch den Rebschnitt ist somit gering.

#### 4.2 Versuchsmethoden

Zur Durchführung von Toxizitätstests und Untersuchungen zum Nachweis von Resistenz gegenüber Pflanzenschutzmitteln bei Raub- und besonders auch bei Spinnmilben wurden seit Anfang der siebziger Jahre verschiedene Testverfahren entwickelt (OVERMEER, 1985d). Entsprechend dem Ziel der vorliegenden Untersuchungen mußte ein geeignetes Testverfahren ausgewählt werden. Da die Sensibilität der Raubmilben von der Versuchsmethodik stark beeinflusst wird, sollen auch als Voraussetzung für den Vergleich von Toxizitätsdaten die wichtigsten Versuchsmethoden kurz dargestellt werden.

In Versuchen mit Raubmilben wurde der von VOSS (1961) für Spinnmilbenversuche eingeführte und von MOTOYAMA et al. (1970) sowie CROFT und JEPSON (1970) weiterentwickelte "slide-dip" oder "slide-spray" Test häufig angewandt. Raubmilben werden dabei mit Klebeband auf dem Rücken an Objektträgern fixiert und in Pestizidlösungen getaucht oder mit ihnen besprüht. Die Mortalität wird in der Regel nach 24 Stunden bestimmt. Der Vorteil dieser Methode liegt in der kurzen Versuchsdauer und guten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse (OVERMEER, 1985d). Mit dieser Methode kann jedoch nur die akute Toxizität geprüft werden, Effekte durch den Aufenthalt auf behandelten Oberflächen und subletale Phänomene werden nicht berücksichtigt. Da die Entwicklungsstadien sehr empfindlich sind, können nur adulte Milben getestet werden. STREIBERT (1981) gibt zu bedenken, daß die Toxizität langsamwirkender Präparate unterschätzt werden kann.

Bei der "leaf-dip" und der "leaf-spray" Methode werden anstatt Objektträgern Blattscheiben mit den Testpräparaten behandelt. Die Milben werden dabei auf die Blätter entweder vor dem Sprühen (BAILLOD und GUIGNARD, 1984; STÄUBLI und BAILLOD, 1988) oder danach aufgesetzt (CROFT und NELSON, 1972; ALINIAZEE und CRANHAM, 1980; OVERMEER und VAN ZON, 1981; SAMSOE-PETERSEN, 1983). Diese Testmethode ermöglicht nicht nur den Einsatz aller Stadien einschließlich der Eier, sondern es lassen sich auch chronische Wirkungen der Testpräparate und ihr Einfluß auf die Fertilität beobachten. Als Nachteile müssen der hohe Zeitbedarf und die Variabilität der Blätter als Testsubstrat gesehen werden. Bei allen Tauchmethoden kann die auf das Substrat aufgebrachte Wirkstoffmenge nicht exakt dosiert werden.

Mit der "glass-spray" Methode kann ausschließlich die Kontaktwirkung trockener Insektizidbeläge geprüft werden. Diese von OVERMEER und VAN ZON (1982) entwickelte Methode gilt als Standard-Methode nach den Empfehlungen der IOBC-Arbeitsgruppe "Pesticides and beneficial arthropods" (HASSAN et al., 1985). Vorteilhaft ist bei der Verwendung von Glasplatten, daß nicht nur, wie auch bei der "leaf spray" Methode, definierte Wirkstoffmengen mit Hilfe von Potter-Vernebelungsgeräten oder Präzisionsprühergeräten aufgetragen werden können, sondern auch schwer kalkulierbare Wechselwirkungen zwischen Insektizid und Substrat ausgeschlossen sind. Da sich Spinnmilben auf den Glasplatten nicht halten lassen, müssen die Versuchstiere mit Pollen gefüttert werden.

KAPETANAKIS und CRANHAM (1983) verglichen die Toxizität verschiedener Insektizide für drei Phytoseiidarten bei den drei dargestellten Testverfahren. Sie stellten bei allen Präparaten große Unterschiede der LC<sub>50</sub>-Werte in der gleichen Reihenfolge "slide-spray" > "leaf-spray" > "glass-spray"

fest. Der mit der "slide-spray" Technik bestimmte LC50-Wert für Azinphosmethyl übertraf den mit dem "glass-spray" Test ermittelten Wert um das 45-fache. Die Werte für Carbaryl unterschieden sich um den Faktor 6,2, für Permethrin um den Faktor 58. Das Verhältnis der LC50-Werte von zwei Raubmilbenstämmen war 1,6 im "slide-spray" Test und 2,9 im "glass-spray" Test.

Die Autoren führen diese Unterschiede zwischen den Versuchstechniken auf die unterschiedliche Aufnahme der Insektizide zurück. Bei der "slide-spray" Technik kommen die Raubmilben zwar in unmittelbarem Kontakt mit der Insektizidlösung, durch ihre Inaktivität wird aber nur wenig Wirkstoff über die Tarsen aufgenommen, die von MATSUMURA (1975) sowie HARTLEY und GRANHAM-BRYCE (1980) als bedeutende Organe für die Aufnahme von Insektiziden bei Arthropoden bezeichnet werden. Unterschiedlich starke Wechselwirkungen zwischen Wirkstoffen und Substrat können für die verschieden starke Toxizität auf Blättern und Glas eine Rolle spielen. HARTLEY und GRAHAM-BRYCE (1980) nennen zwei bestimmende Faktoren für die Beziehung von Substrat und Insektizid, die Oberflächenstruktur und die chemische Zusammensetzung der Oberfläche. Auf Blattscheiben wird ein Teil der applizierten Wirkstoffe von der Cuticula absorbiert oder so auf der unregelmäßigen Oberfläche abgelagert, daß die Versuchstiere nicht mehr in Kontakt mit ihm kommen. Auf den inerten Glasplatten bleibt dagegen ein höherer Anteil für die Raubmilben verfügbar.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde der Glasplattentest als am besten geeignete Methode ausgewählt. Schwer zu standardisierende Nebeneffekte wie Wechselwirkungen der Insektizide mit dem Substrat oder die Behinderung der Aufnahme der Insektizide durch Fixierung der Raubmilben auf einem Klebeband ließen sich dadurch vermeiden. Subletale Effekte, wie die Fruchtbarkeit hemmende Einflüsse, konnten beobachtet werden. Bei den häufig durchgeführten "slide-spray" Versuchen muß die Auswertung nach 24 Stunden, spätestens aber nach 48 Stunden durchgeführt werden, weil sonst Nahrungsmangel die Versuchsergebnisse verfälschen kann. Diese Beschränkung entfällt, wenn die Glasplattenmethode angewandt wird. In den Toxizitätsversuchen mit *T. pyri* wurde bei den meisten Präparaten eine deutliche Steigerung der Mortalität von 24 h auf 48 h beobachtet, während die Mortalitätswerte nach 48 h mit denen nach sieben Tagen mit Ausnahme der Torak-Variante gut übereinstimmten. Auch die LC50-Werte nahmen in den meisten Fällen vom ersten zum zweiten Versuchstag deutlich ab, während sich vom zweiten zum siebten Tag keine signifikanten Änderungen mehr ergaben. DUSO (1988) beobachtete dagegen bei Versuchen mit *A. andersoni* einen Anstieg der Mortalität bis zum vierten Versuchstag. Aufgrund der Vorversuche erschien es jedoch gerechtfertigt, die Toxizitätsversuche mit Freilandpopulationen nach 48 Stunden zu beenden.

Ein entscheidender Faktor der Wirkung von Insektiziden ist die Beeinflussung der Prädationskapazität von Nützlingen. Diese direkt zu bestimmen, ist mit der gewählten Versuchsanordnung nicht möglich. OVERMEER und VAN ZON (1982) weisen jedoch darauf hin, daß die Eiablage die Prädationskapazität begatteter Weibchen repräsentiert. Durch den Vergleich der Eiablagerraten behandelter und unbehandelter Versuchstiere konnte auch dieser wichtige Faktor bestimmt werden, wobei jedoch die Leistung der juvenilen und der männlichen Raubmilben vernachlässigt wurde. Im Gegensatz zur Versuchsdurchführung der genannten Autoren, die sieben Tage nach Beginn der Eiablage die Zahl der Eier und der geschlüpften juvenilen Stadien ermittelten, wurden in den hier durchgeführten Versuchen die abgelegten Eier täglich entfernt, da sonst die Fekunditätswerte durch den Kannibalismus der Versuchstiere verfälscht wurden. Die Menge der abgelegten Eier wurde auf die Zahl der zu Beginn der Eiablage noch lebenden Weibchen bezogen. Die Fekunditätswerte repräsentieren somit nicht die physiologische Eiablageleistung

der Weibchen, sondern die "ökologische Eiablagerrate" (SWIRSKI et al., 1967), in die die Mortalität der Weibchen während des Beobachtungszeitraums mit eingeht.

Aus den Mortalitäts- und Fekunditätsdaten wurde die Effektivität der Insektizide nach der von OVERMEER und VAN ZON (1982) angegebenen Formel berechnet. Diese Größe wird zwar als ein Maß für die gesamte Beeinflussung einer Prädatorpopulation durch ein Präparat angesehen (STÄUBLI und BAILLOD, 1988), langdauernde Effekte, wie etwa Auswirkungen der Pestizide auf die Schlupfrate der von den behandelten Tieren abgelegten Eier oder Veränderungen des Geschlechtsverhältnisses, welche die Dynamik von Freilandpopulationen ebenfalls beeinflussen, können damit nicht beurteilt werden.

Die LC<sub>50</sub>-Werte wurden aus den Mortalitätsraten bei verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen nach einem rechnerischen Verfahren nach NOACK und REICHMUTH (1978) bestimmt. Neben der Regressionsberechnung mit den probit-transformierten Daten wird dabei die Korrelation zwischen den Probit- und den logarithmierten Konzentrationsdaten überprüft und für die LC-Werte Vertrauensgrenzen berechnet. Für die Mortalitätswerte 0 % und 100 % sind keine Probitwerte definiert. Um die willkürliche Definition von Grenzwerten zu vermeiden, wurden Versuchsergebnisse mit 0 % und 100 % Mortalität nicht in die Berechnung der LC<sub>50</sub>-Werte einbezogen.

Mit dem angewandten Rechenverfahren können zwar beliebige LC-Werte berechnet werden, ROBERTSON et al. (1984) weisen jedoch darauf hin, daß die Berechnung von LC<sub>90</sub>-Werten nicht sinnvoll ist, wenn die Versuchsdaten symmetrisch um den 50 % Mortalitätswert verteilt sind, wie es die Berechnung von LC<sub>50</sub>-Werten erfordert. Daher wurden nur die LC<sub>50</sub>-Werte mit ihren Vertrauensgrenzen ermittelt und für Vergleiche herangezogen. Die berechneten LC<sub>50</sub>-Werte wurden auf der Grundlage ihrer 95 % Vertrauensbereiche verglichen. Die Differenz zweier LC<sub>50</sub>-Werte wurde als nicht signifikant bewertet, wenn sich ihre Vertrauensbereiche überlappten.

#### 4.3 Versuche zur Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf *T. pyri* im Labor

Die meisten Informationen über die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Phytoseiiden liegen von den beiden in den USA wirtschaftlich bedeutsamen Arten *Typhlodromus occidentalis* und *Amblyseius fallacis* vor. Dagegen wurden mit *T. pyri* weit weniger Untersuchungen durchgeführt. Aufgrund der unterschiedlichen Sensibilität für verschiedene Wirkstoffgruppen innerhalb der Familie der Phytoseiiden (CROFT und STRICKLER, 1983) erscheint es jedoch wenig sinnvoll, die Ergebnisse der mit anderen Arten durchgeführten Toxizitätsversuche mit den hier vorliegenden Daten zu vergleichen. Die Diskussion beschränkt sich daher im wesentlichen auf die Literatur über Versuche mit *T. pyri*.

##### 4.3.1 Toxizität von Pflanzenschutzmitteln für Laborstämme von *T. pyri*

###### E 605 forte (Parathion 500 g/l)

Dieses Präparat zeigte die geringste Toxizität für *T. pyri* unter allen getesteten Insektiziden. Nach sieben Tagen betragen die Mortalitätsraten zwischen 11 % und 39 %. Die Stämme "Br-1" aus einer regelmäßig mit Phosphorsäureestern (OP) behandelten Parzelle und "Be" aus einer Hubschrauber-Parzelle mit häufiger OP-Anwendung reagierten am wenigsten sensibel. Höhere Werte wurden dagegen bei dem schon mehrere Jahre unbehandelten Stamm "Wo-1" und erstaunlicherweise auch bei dem regelmäßig mit OPs behandelten Stamm "Mi" festgestellt. Vergleicht man mit Literaturdaten wird deutlich, daß bei allen Stämmen von einer verminderten Sensibilität gegenüber Parathion ausgegangen werden muß. MATHYS (1958) beobachtete nach Behandlung adulter Weibchen auf Rebblättern im Labor schon nach zwei Stun-



den 100 % Mortalität, und auch GÜNTHART (1957) bezeichnet aufgrund der Ergebnisse von Freilandversuchen alle Phosphorsäureester als hochtoxisch. Dagegen ermittelten WATVE und LIENK (1975) bei einem Stamm aus einer Apfelanlage mit häufigen OP-Anwendungen mit dem "slide-dip" Test eine Mortalitätsrate von 33 % nach 24 Stunden. In schweizer Anwendungsempfehlungen für den Weinbau wird Parathion auch 1987 noch als stark toxisch eingestuft (ANONYMUS, 1987). BAILLOD und GUIGNARD (1985) beschränken diese Aussage auf einen von ihnen getesteten sensiblen Stamm und stufen das Insektizid als schwach toxisch für resistente Stämme ein. In Freilandversuchen wurden von SCHROPP (1985) Wirkungsgrade zwischen 50 % und 75 % beobachtet, während KETTNER (1986) in einer Versuchspartzele keine, in einer anderen mit einem Wirkungsgrad von 60 % eine mittlere Schädigung feststellte. STEINER (1987) ermittelte keine signifikanten Unterschiede des Raubmilbenbesatzes einer Parathionpartzele zur Kontrolle.

Die LC<sub>50</sub>-Werte der vier untersuchten Stämme unterschieden sich nach zwei und sieben Versuchstagen nicht signifikant. Nach 24 h wies nur der Stamm "Br-1" eine signifikant geringere Sensibilität als die anderen Stämme auf. Die Steigung der Regressionsgeraden von Probitanalysen ist ein Maß für die Homogenität der untersuchten Population. Je gleichförmiger die Versuchspopulation reagiert, desto größer ist der Steigungswert (CROFT et al., 1976b; PLAPP et al., 1979). Eine deutlich geringere Steigung als bei den anderen Stämmen (1,8 bis 2,6) wurde beim Stamm "Mi" mit 1,04 berechnet. Dies wurde möglicherweise dadurch verursacht, daß dieser Stamm mit Raubmilben aus zwei verschiedenen benachbarten Partzelelen angelegt wurde. Außerdem wurde er mit nur 56 Weibchen begründet, im Gegensatz zu einem Grundstock von 200-900 Weibchen bei den anderen Stämmen.

Die LC<sub>50</sub>-Werte bewegen sich am siebten Tag zwischen 209 und 290 ppm des aktiven Inhaltsstoffs. Dies entspricht dem 2,8- bis 3,9-fachen der Anwendungskonzentration von E 605 forte. Beim Vergleich dieser Werte mit Literaturangaben muß die Versuchsmethode berücksichtigt werden (siehe Kap. 4.2). Ein Glasplattentest für *T. pyri* wurde bisher nur von OVERMEER und VAN ZON (1983b) angewandt. Dabei betrug der LC<sub>50</sub>-Wert eines sensiblen Stammes nach 96 Stunden 8 ppm, bei einem resistenten Stamm wurde er dagegen mit 800 ppm bestimmt, was einem Resistenzfaktor von 100-fach entspricht. Vergleicht man diese Werte mit den hier ermittelten Daten, lassen sich für die untersuchten Stämme ohne Berücksichtigung der verschiedenen Versuchsdauer Resistenzfaktoren von 26 bis 36 errechnen. Selbst der Stamm "Wo-1" aus einer seit 1979 unbehandelten Partzelele zeigt eine 30-fache Resistenz. Von KETTNER (1986) wurden "slide-dip"-Versuche mit *T. pyri* durchgeführt. Sie testete einen Stamm aus der gleichen Partzelele, aus der die Raubmilben des Stammes "Wo-1" entnommen wurden. Es ergab sich ein Resistenzfaktor von 57 bei einem LC<sub>50</sub>-Wert, der dem 170-fachen der Anwendungskonzentration entspricht. Diese Differenz ist wahrscheinlich durch die unterschiedlichen Versuchsmethoden bedingt, daneben diente KETTNER ein sensibler Stamm aus der Schweiz als Referenz. Die Unterschiede zwischen den Versuchsmethoden werden noch einmal deutlich, wenn man den von OVERMEER und VAN ZON (1983) für einen sensiblen Stamm ermittelten LC<sub>50</sub>-Wert von 8 ppm mit dem von KETTNER (1986) im "slide-dip"-Test bestimmten Wert für den schweizer sensiblen Stamm von 285 ppm vergleicht. Von KAPETANAKIS und CRANHAM (1983) wurde jedoch auch mit der "slide-spray"- bzw. "slide-dip"-Methode bei einem sensiblen Stamm nach 24 h ein LC<sub>50</sub>-Wert von 37 ppm und von HADAM et al. (1986) von 17-19 ppm ermittelt. Resistente Stämme erreichten 60- bzw. 190-fache Werte.

Mit Ausnahme des Stammes "Be", bei dem die Eiablage rate der behandelten Raubmilben auf ca. 80 % des Wertes der Kontrolltiere reduziert wurde, waren die Fekunditätswerte bei allen Stämmen er-

höht. Dieses Phänomen, das bei keinem anderen Präparat beobachtet werden konnte, wird in Kapitel 4.3.2 diskutiert.

Die Effektivität von E 605 forte war bei Stamm "Be" gering. Bei den übrigen Stämmen nahm sie aufgrund der hohen Fekunditätswerte negative Werte an, es wurde also eine fördernde Wirkung des Insektizids festgestellt. KETTNER (1986) beobachtete in Freilandversuchen ebenfalls eine fördernde Wirkung von E 605 forte. Ihre Versuchsdaten zeigen, daß die Raubmilbenzahlen in den E 605 forte-Parzellen die der Kontrollen bis zu vier Wochen nach der Applikation übertrafen; sie konnte jedoch keine signifikanten Unterschiede zu den Kontrollen feststellen.

#### Gusathion MS (Azinphosmethyl 25 % + Demeton-S-methylsulfon 7,5 %)

Dieses Präparat war deutlich toxischer als E 605 forte. Bei den beiden Stämmen "Be" und "Wo-1" betrug die Mortalität schon nach 48 Stunden um 90 % und nach sieben Tagen 100 %. Bei Stamm "Br-1" zeigte sich eine erhebliche Wirkungssteigerung vom 2. zum 7. Versuchstag. Die Mortalitätsrate war jedoch bei diesem Stamm, der sich auch gegenüber E 605 forte als am wenigsten sensibel erwies, mit 45 % nach sieben Tagen gering.

Die höhere Toxizität von Gusathion MS im Vergleich zu Parathion wurde in Freilandversuchen von SCHROPP (1985), KETTNER (1986) und STEINER (1987) bestätigt, die das Insektizid übereinstimmend als stark- bis mitteltöxisch bezeichnen. KETTNER (1986) beobachtete auch im "slide-dip"-Test eine deutlich höhere Toxizität von Gusathion MS gegenüber E 605 forte. OVERMEER und VAN ZON (1981) ermittelten für adulte Weibchen einen LC<sub>50</sub>-Wert von 0,3 %, der der 1,5-fachen Anwendungskonzentration entspricht. BAILLOD et al. (1985) stellten im Labor auf besprühten Blattscheiben nach sechs Tagen eine Mortalität von 90 % bei der Anwendungskonzentration fest. Bei alleiniger Behandlung mit Azinphosmethyl, dem Hauptwirkstoff des Präparats, wurde nur eine Mortalitätsrate von 29 % beobachtet. Allerdings war bei diesem Stamm eine Resistenz gegenüber Azinphosmethyl bekannt. Der systemische Wirkstoff Demeton-S-methylsulfon könnte somit die besonders toxische Komponente des Präparats sein. HILL (1987) weist jedoch darauf hin, daß aufgrund des Verhältnisses der Wirkstoffkonzentrationen Gusathion MS eher die Wirkungscharakteristik von Azinphosmethyl aufweist. Bei einem sensiblen Stamm betrug die Mortalitätsrate nach Behandlung mit diesem Wirkstoff 100 %. Dagegen erwies sich Demeton, eine Vorstufe, die im Zielorganismus in Demeton-S-methylsulfon metabolisiert wird (BÖRNER, 1983), bei "slide-dip"-Tests als weniger toxisch als Azinphosmethyl. CRANHAM et al. (1983) stuften drei Phosphorsäureester nach ihrer Toxizität in der Reihenfolge Azinphosmethyl > Parathion > Demeton-S-methylsulfon ein. Azinphosmethylresistenz ist zwar von *T. pyri* bekannt, es wurden jedoch deutlich niedrigere Resistenzwerte als gegenüber Parathion beobachtet (PENMAN et al., 1976; OVERMEER und VAN ZON, 1983b; BAILLOD und GUIGNARD, 1985; HADAM et al., 1986).

Nur bei dem Stamm "Br-1", bei dem auch nach sieben Tagen noch überlebende Raubmilben zu finden waren, konnte die Eiablage beobachtet werden. Die Fekundität der behandelten Tiere war gegenüber den Kontrollen signifikant geringer, wodurch sich die Effektivität des Insektizids gegenüber der Mortalität um ein Drittel auf 60 % erhöhte. Dagegen wurde bei Versuchen von PENMAN et al. (1981) die Eiablage von *T. pyri* durch Azinphosmethyl nur wenig beeinflusst. Diese Reduktion der Fruchtbarkeit bei nur mittlerer akuter Toxizität könnte eine Ursache für die von SCHROPP (1985) und KETTNER (1986) in Freilandversuchen beobachtete verzögert einsetzende Wirkung des Präparats auf die Populationsdichte der Raubmilben sein.

### Orthen (Acephat 50 g/l)

Die Mortalitätsraten von Orthen waren bei allen Stämmen noch etwas höher als bei Gusathion MS. Wie bei diesem Präparat stieg die Mortalität der Stämme "Be" und "Wo-1" auf 100 % nach sieben Tagen. Die Mortalität war mit 63 % bei dem am wenigsten sensiblen Stamm "Br-1" etwa um ein Drittel höher als bei Gusathion MS und erreichte den vierfachen Wert der Mortalität nach Behandlung mit E 605 forte.

In "slide-dip" Tests wurde von KETTNER (1986) das gleiche Verhalten von Orthen beobachtet, dagegen erwies sich das Insektizid in Versuchen mit behandelten Blattscheiben als deutlich weniger toxisch als Gusathion MS (BAILLOD, im Druck). Auch aufgrund der Ergebnisse von Freilandversuchen wurde Orthen als weniger toxisch als Gusathion MS und als leicht bis mittel schädigend für *T. pyri* eingestuft (SCHMID, 1985; KETTNER, 1986; STEINER, 1987). Diese Diskrepanz zwischen Labor- und Freilandergebnissen könnte mit der Eigenschaft von Acephat zusammenhängen, teilweise in die Pflanze einzudringen, wodurch der für die Raubmilben "verfügbare" Anteil des Wirkstoffes verringert wird. Im Labortest dagegen wirkt zumindest bei "slide-dip"- und Glasplattentests die volle Wirkstoffkonzentration auf die Raubmilben ein.

Die Fekundität der Versuchstiere wurde durch Orthen sehr stark beeinträchtigt. Gegenüber den Kontrolltieren betrug die Eiablage rate nur noch 14 %. Somit war im Laborversuch die Effektivität dieses Insektizides mit 95 % deutlich höher als die Werte von Gusathion MS und E 605 forte.

### Dipterex SL (Trichlorfon 50 %)

Dipterex SL erwies sich im Laborversuch als stark toxisch für *T. pyri*. Ohne Unterschiede zwischen den Stämmen wurden alle Raubmilben innerhalb von 24 h abgetötet.

KETTNER (1986) stellte in "slide-dip" Versuchen ebenfalls eine deutlich höhere Sensibilität von *T. pyri* gegenüber Dipterex SL im Vergleich zu Orthen, Gusathion MS und E 605 forte fest. Dagegen wird die Freilandwirkung dieses Insektizids deutlich anders bewertet. SCHRUF (1982) bezeichnet es als bedingt schonendes Präparat. Aufgrund der Ergebnisse von Freilandversuchen wird es von SCHMID (1985), KETTNER (1986) und STEINER (1987) als leicht- bis mitteltoxisch eingestuft. BAILLOD et al. (1985) bezeichnen es als toxisch, weisen aber darauf hin, daß sich Freilandpopulationen nach Anwendung dieses Mittels schnell erholen. Dies läßt einen geringen Einfluß auf die Fekundität erwarten, die jedoch wegen der hohen Mortalität der Versuchstiere im Labor nicht überprüft werden konnte.

### Ultracid 40 (Methidathion 40 %)

Im Vergleich zu Dipterex SL setzte die Wirkung dieses Insektizids bei zwei Stämmen langsamer ein. Bei den Stämmen "Br-1" und "Mi" lebten nach zwei Tagen noch 2,5 % bzw. 1,3 % der Versuchstiere. Nach sieben Tagen betrug die Mortalität jedoch auch bei diesen Stämmen 100 %. Der Einfluß auf die Eiablage konnte nicht überprüft werden.

Die hohe Toxizität von Methidathion wird durch Laborversuche von KETTNER (1986) bestätigt. BAILLOD et al. (1985) sowie STÄUBLI und BAILLOD (1988) stellten nach vier Tagen 100 % Mortalität fest, wobei keine Unterschiede zwischen einem parathion- und azinphosmethylresistenten und einem sensiblen Stamm zu beobachten waren. Dagegen reagierte in der vorliegenden Untersuchung der Stamm "Br-1", der sich gegenüber den geprüften Phosphorsäureestern als der am wenigsten sensible erwies, auch gegenüber Ultracid 40 etwas weniger sensibel als die anderen Stämme. In der Literatur wird von Phytoseiden bisher nur ein Fall von Resistenz gegenüber Methidathion bei *Euseius hibisci* geschildert (TANIGOSHI und CONGDON, 1983), während alle anderen untersuchten Raubmilbenarten sehr sensibel rea-

gierten (OVERMEER und VAN ZON, 1982; CACCIA et al., 1985; HOY und CONLEY, 1987). Im Gegensatz zu Dipterox SL stimmen hier die Ergebnisse der Laboruntersuchungen gut mit der in Freilandversuchen ermittelten Wirkung überein, wobei sich Ultracid 40 durchgehend als stark toxisch erwies (SCHMID, 1985; SCHROPP, 1985, 1986; KETTNER, 1986; STEINER, 1987).

#### Torak (Dialifos 432 g/l)

In Bezug auf die Sensibilität gegenüber diesem Insektizid wurden erhebliche Unterschiede zwischen den behandelten Laborstämmen festgestellt. Die Mortalität des sensibelsten Stammes "Br-2" war mit 78 % nach sieben Tagen nahezu doppelt so hoch wie beim Stamm "Wo-2", der die geringste Mortalität aufwies. Die Reaktion der Raubmilben gegenüber diesem Insektizid zeigte keinen Zusammenhang mit der Sensibilität gegenüber anderen Phosphorsäureestern. Der gegenüber Torak sensibelste Stamm "Br-2" entstammt der gleichen Parzelle wie der Stamm "Br-1", der gegenüber den übrigen getesteten Phosphorsäureestern am wenigsten sensibel reagierte. Umgekehrt war der Stamm "Wo-1" mit der gleichen Herkunft wie Stamm "Wo-2" gegen andere Phosphorsäureester relativ sensibel.

Im Labor wurde Torak bisher nur von WATVE und LIENK (1975) mit einem "slide-dip" Test untersucht. Sie beobachteten eine Mortalitätsrate von 37 %, wie sie in ihren Versuchen auch von Parathion hervorgerufen wurde. In den vorliegenden Untersuchungen erwies sich Torak als geringfügig toxischer als E 605 forte. Aufgrund von Freilandversuchen wird Torak bei verschiedenen Untersuchungen übereinstimmend als leicht- bis mitteltoxisch eingestuft (SCHROPP, 1985; KETTNER, 1986; STEINER, 1987).

Torak beeinflusste die Fekundität nur geringfügig. Die Unterschiede zur Kontrolle waren bei keinem Stamm signifikant. Mit Ausnahme eines Stammes wurde die Eiablage um so stärker reduziert, je höher die akute Toxizität des Mittels für einen Stamm war. Der geringe Einfluß dieses Insektizids auf die Eiablage könnte unter anderem auch eine Ursache für die von KETTNER (1986) beobachtete sehr kurze Wirkungsdauer im Freiland sein.

#### Sumicidin 30 (Fenvalerat 300 g/l)

Gegenüber diesem synthetischen Pyrethroid erwiesen sich alle Raubmilben als hochsensibel. Schon acht Stunden nach der Applikation waren die Raubmilben bei allen Stämmen abgetötet. Ein erheblicher Teil der Versuchstiere flüchtete auf die Umrandung der Versuchsarenen. Dieses Verhalten wurde auch von PENMAN et al. (1981, 1986) beobachtet, die es als Repellenteffekt des Präparats deuten. RIEDL und HOYING (1983) stellten fest, daß auf frischen Belägen des Insektizids die direkte toxische Wirkung überwiegt, während mit zunehmendem Alter der Beläge der "run off" Effekt in den Vordergrund tritt.

Die hohe Toxizität der synthetischen Pyrethroide für alle Phytoseidenarten ist aus zahlreichen Untersuchungen bekannt. Von WONG und CHAPMAN (1979) und MARKWICK (1986) wurden selbst in "slide-dip" Tests für *T. pyri* LC50-Werte ermittelt, die etwa einem Zehntel der Anwendungskonzentration entsprechen. Im Freiland wurde übereinstimmend eine sehr hohe Schädigung der Raubmilbenpopulationen festgestellt (BAILLOD et al., 1985; SCHROPP, 1985, 1986). Von KETTNER (1986) und STEINER (1987) wird betont, daß selbst ein Jahr nach der Applikation noch hohe Wirkungsgrade zu beobachten waren. Neben der von BOSTANIAN et al. (1985) beobachteten langanhaltenden akuten Toxizität im Freiland ist dafür wohl auch die von Pyrethroiden hervorgerufene sehr starke Reduktion der Eiablage bei Phytoseiden (ABOU-AWAD und EL-BANHAWY, 1985) von Bedeutung.

### Shell Torque (Fenbutatin-oxid 50 %)

Shell Torque ist ein selektives Akarizid mit dem amtlichen Prädikat "Schont die Raubmilbe *Typhlodromus pyri*". Es wurde als Standard für ein raubmilbenschonendes Produkt zu den Versuchen hinzugezogen. Tatsächlich war die akute Toxizität dieses Präparates mit 10 % bis 14 % nach sieben Tagen sehr gering, wie auch Laborversuche von OVERMEER und VAN ZON (1981) bestätigen. Im Freiland wurde von KETTNER (1986) ebenfalls eine nur geringe Schädigung der *T. pyri*-Populationen festgestellt.

Trotz der geringen akuten Toxizität wurde bei zwei Laborstämmen eine signifikante Reduktion der Fekundität auf etwa 75 % des Kontrollwertes beobachtet. Dadurch erreichte die Effektivität des Akarizids bei diesen beiden Stämmen immerhin Werte zwischen 35 % und 40 %. OVERMEER und VAN ZON (1981) stellten mit einem Blattscheibentest bei zahlreichen Fungiziden eine im Hinblick auf die geringe akute Toxizität deutlich stärkere reduzierende Wirkung auf die Fekundität von *T. pyri* fest. Bei dem Akarizid Shell Torque wurden dagegen von ihnen keine Unterschiede zwischen akuter Toxizität und subletalen Effekten beobachtet.

Durch den Vergleich der Ergebnisse der in diesem Kapitel diskutierten Toxizitätsversuche mit den Resultaten anderer Arbeiten lassen sich Aussagen treffen, wieweit die angewandte Versuchsmethode für die Untersuchung der Toxizität von Pflanzenschutzmitteln für *T. pyri* geeignet ist. Die mit der hier angewandten Glasplattenmethode gewonnenen Ergebnisse stimmen zum Teil gut mit den Ergebnissen aus Blattscheibenversuchen überein. Dagegen waren die mit der "slide-dip"-Methode gewonnenen LC<sub>50</sub>-Werte in der Regel deutlich höher als bei den beiden anderen Methoden. Beim Vergleich verschiedener Mittel untereinander wurden dagegen, mit wenigen Ausnahmen, mit allen drei Methoden die gleichen Ergebnisse erzielt.

Gute Übereinstimmungen der in dieser Untersuchung gewonnenen Labordaten mit Freilandergebnissen anderer Autoren ergaben sich in bezug auf E 605 forte, Gusathion MS, Torak, Ultracid 40 und Shell Torque, während sich die Ergebnisse bei Orthen und Dipterox SL deutlich widersprechen. Auffallend ist, daß es sich bei diesen beiden chemisch nahe verwandten Insektiziden (Phosphonsäure-derivate) um Präparate handelt, von denen eine systemische Wirkung oder zumindest die Fähigkeit bekannt ist, in die Pflanzen einzudringen (MATSUMURA, 1975; HILL, 1987). Ein Teil der Wirkstoffe dringt somit im Freiland in die Reblätter ein und wirkt nicht mehr auf die Raubmilben, während sie auf den Glasplatten in Kontakt mit der gesamten Wirkstoffmenge bleiben. Darauf weisen auch Ergebnisse von BAILLOD (im Druck) hin, der sowohl im Freiland bei *T. pyri* als auch bei Blattscheibenversuchen im Labor mit *A. andersoni* nur eine sehr geringe Sensibilität gegenüber Orthen beobachtete.

Die Versuchsmethode erscheint somit gut geeignet, um im Labor Aussagen über die Wirkung nichtsystemischer Mittel auf *T. pyri* treffen zu können, während für die Abschätzung der toxischen Wirkung systemischer und tiefenwirksamer Präparate wohl eher ein Blattscheibentest vorzuziehen ist. Werden jedoch Versuche zu dem Zweck durchgeführt, die Sensibilität verschiedener Raubmilbenstämmen zu vergleichen, kann der Glasplattentest auch für systemische und teilsystemische Präparate angewandt werden, da die Raubmilbenstämmen auf die verschiedenen Insektizide gleichgerichtet reagierten.

Die in den Labortests eingesetzten Stämme unterschieden sich bezüglich der Sensibilität nur geringfügig. Nur der Stamm "Br-1" aus einer Parzelle mit regelmäßigen OP-Anwendungen reagierte gegenüber einigen Präparaten weniger sensibel als die anderen. Wie der Vergleich der LC<sub>50</sub>-Werte für Parathion mit Literaturdaten eines sensiblen Stammes zeigte, weisen alle untersuchten Stämme eine erhebliche Resistenz gegenüber Parathion auf. Die Mortalitätsdaten der untersuchten Raubmilbenstämmen deuten

auf eine Resistenz gegenüber Gusathion MS, Orthen und Torak hin. Da keine Daten eines sensiblen Stammes zur Verfügung stehen, lassen sich jedoch keine Resistenzfaktoren berechnen. Raubmilben zur Anlage eines sensiblen Laborstammes dürfen nicht aus landwirtschaftlich genutzten Flächen entnommen werden, da sonst Kontakte mit Insektiziden nicht ausgeschlossen werden können. Die Zahl der auf Wildpflanzen des Untersuchungsgebietes gefundenen *T. pyri* war jedoch zu gering, um Zuchtsämme damit anlegen zu können.

#### 4.3.2 Einfluß von E 605 forte auf die Fekundität von *T. pyri*

In den Toxizitätsversuchen mit E 605 forte hatte sich bei drei von vier Stämmen eine deutliche erhöhte Eiablage rate gezeigt. Zwei Gründe sind für diesen Effekt denkbar. Das Insektizid könnte eine Selektion der Weibchen mit der höchsten Vitalität bzw. Fertilität bewirken, wie sie im Freiland bei häufiger Applikation von Pflanzenschutzmitteln als Koadaptation bei der Ausbildung resistenter Spinnmilben- und Insektenpopulationen zu beobachten ist und als "vigour tolerance" bezeichnet wird (FRITZSCHE und MÜLLER, 1968; FOURNIER et al., 1985). Gegen diese Hypothese spricht, daß der Effekt wirkstoffunspezifisch ist, die Steigerung der Fekundität jedoch außer bei Parathion bei keinem anderen Insektizid beobachtet wurde. Als zweite Möglichkeit ist denkbar, daß Parathion eine direkte physiologische Wirkung auf die Raubmilben ausübt und dadurch die Eiablage stimuliert. Von Spinnmilben sind solche Effekte bekannt (CHABOUSSOU, 1966; HALL, 1979).

Die Gründe dafür, daß bei dem Stamm "Be" keine Wirkung von E 605 forte auf die Eiablage zu beobachten war, sind nicht bekannt. Es besteht jedoch kein Zusammenhang mit der Resistenz gegenüber dem Insektizid, da sich die untersuchten Stämme in dieser Beziehung nicht unterschieden. Die Eiablage rate war bei diesem Stamm jedoch schon in den Kontrollen sehr hoch, so daß durch die Einwirkung des Insektizids keine weitere Steigerung mehr möglich gewesen sein könnte.

Um den unerwarteten Effekt von E 605 forte auf die Fekundität zu überprüfen, wurden Proto- und Deutonymphen sowie adulte Weibchen mit dem Insektizid behandelt. Danach wurden sie zur Beobachtung der Eiablage einzeln auf insektizidfreie Versuchsarenen gesetzt. Die so gehaltenen Raubmilben starben häufig in den Tanglefoot-Barrieren, wenn sie versuchten, die kleinen Versuchsarenen zu verlassen. Daher war die Mortalität unabhängig von den Behandlungsvarianten während des Versuchszeitraums zum Teil sehr hoch, wodurch es sinnvoll erscheint, nur die "physiologische" Eiablage rate (Eier/Tag/nach lebenden Weibchen) zu vergleichen.

Signifikant höhere Eiablage rates als bei den Kontrolltieren wurden nur bei den als Adulten behandelten Weibchen beobachtet, dennoch war diese fördernde Wirkung von E 605 forte auf die Eiablage in weniger ausgeprägter Form auch bei den als Protonymphen behandelten Milben zu beobachten. Die großen Unterschiede bei den als Adulten behandelten Milben sprechen für die Hypothese, daß eine direkte physiologische Wirkung des Insektizids auf die Versuchstiere vorliegt. Eine Selektion der vitalsten Tiere hätte bei den juvenilen Stadien ebenfalls stattfinden und auch in diesen Varianten zu einer deutlichen Erhöhung der Eiablage rates führen müssen. Die im vorigen Kapitel dargestellten Versuche mit E 605 forte, bei denen ebenfalls eine erhöhte Eiablage rate der Versuchstiere festgestellt wurde, wurden zwar mit Deutonymphen angesetzt, die Versuchstiere blieben aber im Gegensatz zu den hier diskutierten Versuchen auch nach der Imaginalhäutung und während der Ovipositionsperiode in Kontakt mit dem Insektizid.

Eine geringfügig erhöhte Eiablage von mit Azinphosmethyl behandelten *Amblyseius fallacis* (21,6 zu 19,1 Eier in 14 Tagen) wurde von HISLOP und PROKOPY (1981) festgestellt. SWIRSKI et al. (1967)

behandelten *Amblyseius swirskii* mit dem Fungizid Antracol. In den ersten drei Tagen nach der Behandlung stieg die Eiablage stark an, danach schwankte sie zwischen null und dem Wert der Kontrolltiere. Dagegen war die Eiablagerrate der Versuchstiere in den hier diskutierten Versuchen über die gesamte Versuchszeit von 13 bis 15 Tagen erhöht. HOY und YU-LING OUYANG (1986) behandelten adulte Weibchen von *Tetranychus pacificus* und *Typhlodromus occidentalis* mit dem Akarizid Clofentezine. Beim Vergleich der Eiablagerraten von behandelten und unbehandelten Tieren stellten sie eine signifikant höhere Eiablagerrate sowohl bei den Spinnmilben als auch bei den Raubmilben fest. NEWSOM (1974) weist darauf hin, daß subletale Dosen von Insektiziden sowohl bei phytophagen als auch bei räuberischen Arthropoden eine physiologisch induzierte Steigerung der Fekundität hervorrufen können. Nähere Informationen über denkbare physiologische Mechanismen sind bei keinem der zitierten Autoren zu finden. Von Spinnmilben ist jedoch bekannt, daß DDT durch direkte Stimulation der Corpora allata die Fruchtbarkeit fördert (CHABOUSSOU, 1966).

Inwieweit der hier diskutierte Effekt im Freiland von Bedeutung ist, läßt sich schwer abschätzen. Eingehendere Untersuchungen, besonders unter Einbeziehung der Mortalität, der Lebensdauer sowie der Gesamtzahl der von behandelten und unbehandelten Milben gelegten Eier müßten dazu durchgeführt werden. Ob die von KETTNER (1986) in Freilandversuchen beobachtete Steigerungen der Raubmilbendichte nach E 605-forte Behandlung auf dem gleichen Effekt beruhen oder ob dort andere Effekte, etwa die Ausschaltung der Prädatoren von *T. pyri*, dominieren, bleibt offen.

#### 4.3.3 Bedeutung der Alkylgruppe für die Toxizität von Parathion

Von *Amblyseius fallacis* ist bekannt, daß die Toxizität verschiedener Phosphorsäureester für azinphosphomethylresistente Stämme wesentlich von der Art der Alkylgruppen abhängt (CROFT et al., 1976b; MOTOYAMA et al., 1977). Dies wird mit der Substratspezifität der Glutathion-S-transferase begründet, die sehr spezifisch Methyl-Reste von Phosphorsäureestern abspaltet. Die erhöhte Aktivität dieses Enzyms ist ein wesentlicher Resistenzfaktor bei *Amblyseius fallacis* (MOTOYAMA et al, 1970; CROFT, 1982). Für die Schonung dieser Raubmilbenart ist es daher bedeutsam, daß die chemische Struktur der angewandten Phosphorsäureester berücksichtigt wird. Bei *Phytoseiulus persimilis* wurde von KÖNIG und HASSAN (1986) ebenfalls eine unterschiedliche Toxizität von Ethyl- und Methylestern beobachtet. Sie schließen daraus, daß verschiedene Resistenzgene für die verminderte Sensibilität gegenüber diesen beiden Gruppen verantwortlich sind. Dagegen fanden VAN DER BAAN et al. (1985) bei *T. pyri* einen anderen Resistenzmechanismus. Bei dieser Art beruht die Resistenz gegen Parathion vornehmlich auf der verminderten Sensibilität der Acetylcholinesterase.

Mit dem Vergleich der LC<sub>50</sub>-Werte von E 605 forte und ME 605 für Raubmilben des Laborstammes "Br-3", die sich in vorhergehenden Versuchen als resistent gegenüber Parathion-ethyl erwiesen hatten (Kap. 4.3.1, die Stämme "Br-1" und "Br-3" unterscheiden sich nur im Entnahmedatum), sollte überprüft werden, inwieweit Sensibilitätsunterschiede gegenüber diesen beiden analogen Wirkstoffen existieren. In Bezug auf die Anwendungskonzentrationen der beiden Präparate wurden keine Sensibilitätsunterschiede festgestellt, so daß nicht von einer unterschiedlichen Wirkung der beiden Präparate im Freiland ausgegangen werden kann. SCHROPP (1985, 1986) beurteilt die Wirkung der beiden Insektizide aufgrund von Freilandversuchen ebenfalls als gleich.

Vergleicht man die LC<sub>50</sub>-Werte auf der Grundlage der Konzentration der aktiven Wirkstoffe, wird eine geringere Sensibilität der Raubmilben gegenüber Parathion-methyl deutlich. Dies deutet darauf hin,

daß auch bei *T. pyri* Detoxifikationsmechanismen existieren, die eine Substratspezifität für die Alkylreste der Phosphorsäureester aufweisen. Eindeutigere Aussagen erfordern Informationen über die Reaktion eines sensiblen Stammes von *T. pyri* zur Berechnung von Resistenzfaktoren sowie die Arbeit mit den reinen Wirkstoffen, da nicht ausgeschlossen werden kann, daß die unterschiedlichen Formulierungen von E 605 forte und ME Spritzpulver einen Einfluß auf die Mortalität ausüben.

#### 4.3.4 Repellentwirkung von Insektiziden auf *T. pyri*

Die Fähigkeit der Raubmilben, Pflanzenschutzmittel zu erkennen und den Kontakt mit ihnen zu vermeiden, kann ihre Überlebenswahrscheinlichkeit erhöhen und sich dadurch positiv auf die Nützlingspopulationen auswirken. Dies setzt voraus, daß auf den behandelten Pflanzen Refugien existieren, die eine geringere Konzentration der schädigenden Substanz aufweisen. Andererseits kann sowohl die Prädationskapazität als auch die Vermehrungsrate negativ beeinflusst werden, wenn die Raubmilben Beutetiere oder ihre Eier auf behandelten Oberflächen verschmähen, wie HISLOP et al. (1981) bei *Typhlodromus occidentalis* beobachteten.

In den hier dargestellten Versuchen unterschieden sich die Raubmilbenzahlen auf den mit E 605 forte und Diptorex SL behandelten und unbehandelten Glasflächen nur wenig. Die Versuchstiere konnten die Präparate entweder nicht wahrnehmen oder wurden durch sie nicht veranlaßt, diese zu vermeiden. Deutlich höhere Milbenzahlen auf den unbehandelten Flächen wurden dagegen in den mit Gusathion MS (Azinphosmethyl + Demeton-S-methylsulfon) und Orthen (Acephat) behandelten Varianten festgestellt. Für Acephat wird das aktive Aufsuchen unbehalteter Flächen erstmals beschrieben. PENMAN et al. (1981) beobachteten bei *Typhlodromus occidentalis* kein solches Verhalten, während *Amblyseius fallacis* bei Auswahlversuchen zwischen behandelten und unbehandelten Blatthälften (HISLOP et al., 1981) eindeutig die unbehandelten Flächen bevorzugte. Einen leichten Repellenteffekt schreiben diese Autoren auch der puderigen Trägersubstanz des Insektizids zu.

Unerwartet war das Ergebnis in der Somicidin 30- (Fenvalerat) Variante. Zu allen Beobachtungszeitpunkten wurde die überwiegende Zahl der Raubmilben auf den behandelten Flächen gefunden, obwohl aus der Literatur die starken Repellenteffekte dieses Insektizids bekannt sind (BOSTANIAN et al., 1981; MUELLER-BEILSCHMIDT und HOY, 1987). Die meisten der beobachteten Raubmilben zeigten starke Vergiftungssymptome und waren bewegungsunfähig. RIEDL und HOYING (1983) beobachteten bei *Typhlodromus occidentalis* und Fenvalerat hohe "run-off" Werte auf älteren Belägen. PENMAN et al. (1981) beschreiben die subletale Wirkung von Fenvalerat als Verhaltensänderung, die zu gesteigerter lokomotorischer Aktivität und einem ziellosen Umherlaufen führt und häufig in der Tanglefootbarriere der Versuchsarenen endet. Das gleiche Verhalten wurde in den Toxizitätsversuchen festgestellt (Kap. 4.3.1 und 4.5). HIRANO und ARENT (1983) berichten von einer Aktivitätserhöhung bei *Tetranychus urticae* durch Pyrethroide, wobei diese Spinnmilbe dennoch nicht in der Lage war, behandelte von unbehandelten Flächen zu unterscheiden. Sie führen daher den Begriff "locomotor-stimulant" ein, da unter Repellenteffekt eine aktive Vermeidungsreaktion verstanden wird.

Die Häufung der Raubmilben auf den mit Somicidin 30 behandelten Flächen wurde wahrscheinlich durch die noch zu hohe Konzentration (1/50 K = 0,0004 %) verursacht. Durch die sehr schnelle Initial- und paralyisierende Wirkung von Fenvalerat ("knock down" Effekt, HIRANO und ARENT, 1983) könnte die Ansammlung der Raubmilben mit einem Falleneffekt der behandelten Flächen erklärt werden.



Die Versuche machten deutlich, daß nur bei Gusathion MS und Acephat von einer deutlichen Repellentwirkung auf *T. pyri* gesprochen werden kann. Für das Überleben der Raubmilben im Freiland ist dabei jedoch entscheidend, ob den Raubmilben Refugien zur Verfügung stehen, die keine oder eine geringere Insektizidbelastung aufweisen. Eventuell könnten das Rebholz aber auch die Erineen der Blattgallmilben und die Blattachseln, die bevorzugten Aufenthaltsorte von *T. pyri* auf den Reblättern, diese Bedingungen erfüllen.

#### 4.3.5 Stabilität der Parathion-Resistenz in der Laborzucht

Vergleicht man die LC<sub>50</sub>-Werte des Laborstammes "Wo-1" (Kap. 4.3.1), der seit 1979 unbehandelt war, und eines von OVERMEER und VAN ZON (1983) geprüften sensiblen Stammes von *T. pyri*, so wird deutlich, daß die Resistenz gegen Parathion im Freiland auch ohne den Selektionsdruck der Insektizidanwendungen über längere Zeit stabil bleibt. Dies wurde bei verschiedenen Phytoseiidenarten in bezug auf Phosphorsäureesterresistenz beobachtet (CROFT, 1982; CROFT und HOYING, 1983; VAN DER BAAN et al., 1985). Die beobachtete Insektizidresistenz konnte regelmäßig auf ein einzelnes, dominantes oder teildominantes Gen zurückgeführt werden (CROFT, 1982; OVERMEER und VAN ZON, 1983; HOY, 1985). Über einer Verminderung der Fitness in Verbindung mit der Resistenz gegen Phosphorsäureester liegen im Gegensatz zu Spinnmilben (CRANHAM, 1982) keine Beobachtungen vor. SCHULTEN und VAN DE KLASHORST (1974) stellten keine Unterschiede in bezug auf Entwicklungszeit, Mortalität oder Fertilität zwischen OP-resistenten und sensiblen *Phytoseiulus persimilis* fest.

ROUSH und MCKENZIE (1987) sowie STÄUBLI und BAILLOD (1988) weisen auf die Problematik der Nutzung von Laborzuchten für die Bestimmung von Resistenzfaktoren hin. Die geringe genetische Variabilität der gewöhnlich aus wenigen Tieren bestehenden Startpopulationen, zusammen mit der während der Zucht wirksamen genetischen Drift, kann zu erheblichen Differenzen zwischen Labortieren und den Freilandpopulationen, aus denen sie hervorgingen, führen.

Zwischen den LC<sub>50</sub>-Werten für Parathion von Raubmilben aus dem Freiland und aus einer über sieben Generationen gehaltenen Laborzucht der gleichen Herkunft ließen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen; sie entsprachen der 2,9-fachen bzw. 2,4-fachen Anwendungskonzentration von E 605 forte. Die Zahl der Generationen in der Laborzucht ist zwar gering, während des beobachteten Zeitraums von ca. fünf Monaten stimmten der Zuchstamm und die Freilandpopulation in bezug auf die Sensibilität gegenüber E 605 forte jedoch überein.

#### 4.3.6 Einfluß der Diapause auf die Sensibilität von *T. pyri* für E 605 forte

Im Weinbau sind Applikationen von parathionhaltigen Mineralölpräparaten zur Bekämpfung überwinternder Stadien verschiedener Rebschädlinge möglich, durch die auch die auf dem Rebholz überwinternden Raubmilben betroffen werden. Da von *Panonychus ulmi* bekannt ist, daß die Sensibilität gegen Akarizide saisonalen Schwankungen unterworfen ist (WELTY et al., 1988), wurde die Toxizität von E 605 forte für in Diapause auf dem Rebholz überwinternde und im Sommer auf den Blättern lebende Weibchen untersucht. Die LC<sub>50</sub>-Werte nach zwei und sieben Tagen waren nahezu identisch; sie entsprachen der 7,5-fachen Anwendungskonzentration von E 605 forte. Es erscheint somit unwahrscheinlich, daß *T. pyri* auf Winter- oder Austriebsspritzungen mit parathionhaltigen Präparaten sensibler reagiert als auf Applikationen während der Vegetationszeit. KETTNER (1986) konnte bei "slide-dip" Tests ebenfalls keine Unterschiede in bezug auf die Toxizität von E 605 forte für Winter- und Sommer-

weibchen beobachten, stellte jedoch eine deutlich geringere Sensibilität der Winterweibchen für den Phosphorsäureester Phosalon fest.

#### 4.4 Versuche zur Vergleichbarkeit von in Labor- und Freilandversuchen gewonnenen Toxizitätsdaten

##### 4.4.1 Sensibilität der verschiedenen Stadien von *T. pyri*

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Labor- und Freilandwirkung von Pflanzenschutzmitteln auf *T. pyri* besteht darin, daß im Laborversuch in der Regel ein definiertes Stadium, meist Nymphen oder adulte Weibchen, behandelt wird, während im Freiland ab Ende Mai alle Stadien betroffen sind. Zur Übertragung von Laborergebnissen auf Freilandverhältnisse sind daher Informationen über die spezifische Sensibilität der verwendeten Stadien notwendig.

Die Bestimmung der LC<sub>50</sub>-Werte von Parathion für Eier und postembryonale Stadien von zwei Laborstämmen ließ vier Gruppen erkennen. Die Sensibilität nahm in der Reihenfolge Eier < adulte Weibchen < Deutonymphen < adulte Männchen, Protonymphen und Larven zu. Die geringe Sensibilität der Eier ist sicher auch auf die Versuchsmethode zurückzuführen, da die auf die behandelten Oberflächen aufgelegten Eier nur in geringen Kontakt mit dem Wirkstoff kamen. Bei direkt besprühten Eiern von *Phytoseiulus persimilis* stellten VAN ZON und WYSOKI (1978) eine höhere Sensibilität im Vergleich zu den postembryonalen Stadien fest. Die juvenilen Stadien reagierten auch in ihren Versuchen sensibler als adulte Raubmilben. Eine höhere Sensibilität der immaturren Stadien wurde bei *Amblyseius fallacis* (RISTICH, 1958) und von OVERMEER und VAN ZON (1981) bei zwei weiteren Arten der Gattung *Amblyseius* und *T. pyri* festgestellt.

Besonders auffallend war die im Vergleich zu den Weibchen hohe Sensibilität der Männchen, deren LC<sub>50</sub>-Werte weniger als die Hälfte der Werte der Weibchen betragen. Informationen über die Sensibilität der Männchen gegenüber Pestiziden liegen in der Literatur nur von ROUSH und PLAPP (1982) vor, die nicht nur eine höhere Sensibilität, sondern auch eine höhere Variabilität der Reaktion der Männchen von *T. occidentalis* gegen Insektizide beobachteten. Beides führen diese Autoren auf die Haploidie der Männchen zurück. SABELIS (1985) weist ebenfalls darauf hin, daß die haploiden Männchen auf schädliche Umwelteinflüsse sensibler reagieren können als die diploiden Weibchen.

Aus den Ergebnissen läßt sich schließen, daß der Einfluß einer Insektizidapplikation auf *T. pyri* mit dem Altersaufbau der Population variieren kann. Der Anteil juveniler Stadien ist Anfang Juni, der Zeit der ersten Traubenwicklerbekämpfung, besonders hoch (KETTNER, 1986). In dieser Zeit werden die Freilandpopulationen auf Insektizidanwendungen sensibler reagieren als zu anderen Terminen. Für Laboruntersuchungen, aus denen Informationen über eventuelle Schädigungen der Raubmilben im Freiland gewonnen werden sollen, ist daher die Verwendung von Nymphen als Versuchstieren auch unter diesem Aspekt angebracht. Werden aus versuchstechnischen Gründen andere Stadien, in der Regel adulte Weibchen, für Versuche eingesetzt, muß deren spezifische Sensibilität im Vergleich zur Gesamtpopulation in die Beurteilung der Wirkung eines Versuchspräparates einbezogen werden.

##### 4.4.2 Wirkungsdauer von Insektiziden unter Laborbedingungen

Die Toxizität der Phosphorsäureester nahm unter den Laborbedingungen (80 % r.F.; 25 °C) sehr schnell ab. Nur Ultracid 40 (Methidathion) und das synthetische Pyrethroid Somicidin 30 (Fenvalerat)

zeigten eine größere Beständigkeit. Von den Phosphorsäureestern ist bekannt, daß sie schon im schwach alkalischen Milieu leicht hydrolysieren (PERKOW, 1985). Der schnelle Abbau dieser Insektizide unter den feuchtwarmen Bedingungen im Labor ist somit verständlich.

ABOU-AWAD und EL-BANHAWY (1985) stellten bei Laborversuchen mit *Amblyseius gossipi* auf Erdbeerblättern ein ähnliches Verhalten der von ihnen eingesetzten Insektizide bei 60 % - 80 % r.F. und 28 °C fest. Die Wirkung der Phosphorsäureester war innerhalb eines Tages auf 50 % des Anfangswertes gesunken und nach zwei bis drei Tagen völlig verschwunden. Die Halbwertszeit der Wirkung von Fenvalerat betrug dagegen ca. vier Tage, noch nach sechs bis zehn Tagen ließ sich ein toxischer Effekt auf die Raubmilben nachweisen. Der im Vergleich zu den diskutierten Versuchen noch schnellere Wirkungsrückgang der Phosphorsäureester dürfte auf die Wechselwirkungen der Präparate mit der Blattoberfläche zurückzuführen sein. Von MATSUMURA (1975) wird für Parathion auf Apfelblättern eine Halbwertszeit von nur ein bis drei Tagen angegeben.

Von BELLOWS et al. (1985) sowie BELLOWS und MORSE (1987, 1988) wurde die Toxizität der Insektizidbeläge auf im Freiland behandelten Blättern überprüft, indem sie regelmäßig Blattproben entnahmen und sie im Labor mit *Euseius hibisci* besetzten. Die Wirkung von Parathion nahm innerhalb von drei Tagen auf 1/10 bis 1/100 des Anfangswertes ab, während bei Azinphosmethyl und Methidathion Halbwertszeiten der Toxizität von acht bis zehn Tagen beobachtet wurden. Dagegen ermittelten BOSTANIAN et al. (1985) bei *Amblyseius fallacis* noch sechs Wochen nach der Applikation von Azinphosmethyl im Freiland Mortalitätswerte um 40 %, nach Behandlung mit Fenvalerat um 90 %.

Labor- und Freilanddaten unterscheiden sich zwar zum Teil erheblich in bezug auf die beobachtete Wirkungsdauer von Insektiziden, die Vergleiche der Wirkungsdauer verschiedener Präparate ergaben jedoch bei allen Versuchsmethoden übereinstimmende Ergebnisse. Dies zeigt, daß mit der angewandten Versuchsmethode im Laborversuch Informationen über die relative Dauer der toxischen Effekte von Testpräparaten auf Raubmilben gewonnen werden können.

#### 4.4.3 Vergleich der Toxizität von Ultracid 40 (Methidathion) im Labor und im Freiland

Die Ergebnisse der Vorbonitur zeigten keine signifikanten Unterschiede der Raubmilbenverteilung innerhalb der Versuchsfläche, so daß der Versuch durchgeführt werden konnte. Die Wirkungsgrade der Anwendungskonzentration von Ultracid 40 sind geringer als die von SCHROPP (1985) und KETTNER (1986) ermittelten Werte. Wie bei deren Untersuchungen nahm jedoch auch in diesem Versuch die Populationsdichte von *T. pyri* innerhalb von vier Wochen nach der Applikation ab. Die besonders niedrigen Milbenzahlen der dritten Bonitur traten in allen Varianten, auch in der Kontrolle, auf und sind wohl eher eine Auswirkung der natürlichen Oszillation der Populationsdichte als ein Zeichen dafür, daß zu diesem Zeitpunkt die maximale Insektizidwirkung eingetreten war. Auch in anderen Lagen wurden Ende Juni deutlich niedrigere Raubmilbendichten beobachtet. Ein Grund dafür könnte das von KETTNER (1986) beobachtete Absterben der überwinterten Weibchen von *T. pyri* um diese Zeit sein.

Die aus den Wirkungsgraden im Freilandversuch berechneten LC<sub>50</sub>-Werte entsprachen etwa der halben Anwendungskonzentration. Mit Ausnahme der dritten Bonitur unterschieden sich die LC<sub>50</sub>-Werte der einzelnen Bonituren nicht signifikant. Dies weist auf eine schnelle Wirkung des Insektizids innerhalb der ersten Woche nach der Applikation hin. Da sich die Raubmilbenpopulation während des Beobachtungszeitraums von vier Wochen noch nicht erholt hat, ist es wahrscheinlich, daß das Insektizid neben einer akuten toxischen Wirkung auch die Fertilität der Milben beeinträchtigte.

Die LC<sub>50</sub>-Werte im Laborversuch waren geringer als die Freilandwerte und nahmen im Gegensatz zu diesen während der Versuchsdauer deutlich ab. Während nach dem ersten Versuchstag der LC<sub>50</sub>-Wert noch einem Drittel der Anwendungskonzentration entsprach, war er bis zum siebten Tag auf ein Fünftel abgesunken.

Vergleicht man die LC<sub>50</sub>-Werte der üblichen Boniturtermine (Tag 7; Woche 4) miteinander, läßt sich im Laborversuch eine sechs bis siebenfach höhere Sensibilität der Raubmilben in bezug auf die Anwendungskonzentration feststellen. Die Unterschiede werden noch größer, wenn die Konzentration des aktiven Wirkstoffs als Vergleichsbasis gewählt wird. Der LC<sub>50</sub>-Wert im Laborversuch (Tag 7) beträgt dann nur 1/25 des im Freilandversuch bei der vierten Bonitur ermittelten Wertes.

Die Steigungen der bei den Probitanalysen berechneten Regressionsgeraden für die Labor- und Freilandwerte waren mit Ausnahme des Laborwertes am ersten Versuchstag ähnlich steil mit Werten von 2 bis 2,8. Diese übereinstimmend homogene Reaktion der Raubmilben zeigt, daß neben dem Insektizid weder im Labor noch im Freiland weitere Faktoren die Mortalität beeinflussen.

Mit der angewandten Versuchsmethode wird die Wirkung von Methidathion im Laborversuch gegenüber der Freilandwirkung deutlich überschätzt. Die Ursachen gliedern sich in solche, die auf die Applikationsart sowie die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Insektizids zurückzuführen sind und andere, die auf Unterschiede zwischen den Versuchstieren im Labor und Freiland beruhen (Kap. 4.4.1). Die Wechselwirkungen zwischen Applikationsmethoden, Eigenschaften der Pflanzenschutzmittel und dem Substrat sind ausführlich bei HARTLEY und GRAHAM-BRYCE (1980) dargestellt. Eine gleichmäßige Benetzung als Voraussetzung für einen regelmäßigen Insektizidbelag ist auf glatten Oberflächen sehr viel wahrscheinlicher als auf ungleichmäßigen wie den Blattoberflächen. Durch ungleichmäßige Benetzung entstehen Refugien, auf die sich die Tiere zurückziehen können, während sie auf behandelten Glasplatten keine Möglichkeit haben, den Kontakt mit dem Insektizid zu vermeiden.

Im Freiland kann ein Teil der applizierten Menge eines Pflanzenschutzmittels dem Kontakt mit den Raubmilben entzogen werden. Im Laborversuch wurden bei der Anwendungskonzentration 0,9 g/cm<sup>2</sup> Methidathion auf die Versuchsplatten aufgetragen. Für Freilandversuche liegen keine Angaben über die genauen Mengen der pro Flächeneinheit auf den Blättern abgelagerten Wirkstoffe vor. Sie werden jedoch durch die Witterungsverhältnisse, die Struktur der Blattoberfläche, die Neigung der Blätter gegen den Sprühstrahl und die Applikationstechnik beeinflusst (HARTLEY und GRAHAM-BRYCE, 1980). Hierfür ist auch die Applikationsmethode bedeutsam. So fanden BELLOWS und MORSE (1988) in Parzellen, in denen Insektizide durch Sprühgeräte mit verminderter Wasseraufwandmenge ausgebracht worden waren, deutlich höhere Insektizidmengen auf Blättern und eine dementsprechend längere Wirkungsdauer als in Parzellen, die im Spritzverfahren behandelt wurden. Dies wird dadurch verursacht, daß bei hohen Wasseraufwandmengen ein Teil der applizierten Wirkstoffe durch Abtropfen von den behandelten Pflanzen verloren geht (LOUIS, 1986; HAUSER, 1988).

Im Gegensatz zu den standardisierten Laborbedingungen wird der Abbau der Präparate im Freiland durch die Witterungsverhältnisse beeinflusst. Ein Insektizid wird durch starken Regen abgewaschen, durch Sonnenlicht gespalten oder bei hohen Temperaturen beschleunigt abgebaut.

Bei der Anwendung von Ultracid 40 im Labor und im Freiland zeigten sich deutliche Unterschiede, die darauf schließen lassen, daß die Raubmilben auf Insektizidbehandlung im Labor mit der gewählten Versuchsmethode sehr viel sensibler reagieren als unter Freilandbedingungen. Aufgrund der nicht zu standardisierenden Versuchsbedingungen im Freiland sowie der weitgehenden Unkenntnis der

Wechselwirkungen von Insektizid und Pflanze gut das beobachtete Verhältnis der LC<sub>50</sub>-Werte nur für den hier dargestellten Versuch. Pflanzenschutzmittel, die beim Glasplattentest im Labor nur von geringer Effektivität gegenüber *T. pyri* sind, werden mit hoher Wahrscheinlichkeit auch Freilandpopulationen nicht schädigen. Bei negativen Einflüssen der Testpräparate auf *T. pyri* im Laborversuch ist jedoch nicht mit Sicherheit auf ihre Wirkung im Freiland zu schließen. In solchen Fällen bleiben Freilandversuche unabdungbar, um den Einfluß der Präparate auf Freilandpopulationen der Raubmilben abschließend beurteilen zu können.

#### 4.5 Insektizidresistenz bei Freilandpopulationen von *Typhlodromus pyri*

Die Mortalitätsraten im Freiland entnommener Raubmilben wurden bestimmt, um Informationen über die Insektizidresistenz von Freilandpopulationen zu gewinnen. Obwohl LC<sub>50</sub>-Werte häufig als Basis für die Definition der Resistenz herangezogen werden (BALL, 1981; TABASHNIK und CROFT, 1985; STÄUBLI und BAILLOD, 1988), wurde auf ihre Bestimmung verzichtet, da eine möglichst große Zahl von Freilandstämmen untersucht werden sollte. Es mußten daher andere Beurteilungskriterien herangezogen werden.

Die WHO (1957) definiert Resistenz als "sich entwickelnde Fähigkeit innerhalb eines Stammes von Insekten, Gift Dosen zu überleben, welche für die meisten Individuen einer normalen Population der gleichen Art tödlich wirken würden". Aufgrund dieser Definition ist es möglich, auf der Basis einer Diskriminanzkonzentration Aussagen über das Auftreten von Resistenz zu treffen, wie es die FAO (1984) sowie ROUSH und MILLER (1986) empfehlen. Diese Methode wurde auch für die vorliegende Untersuchung angewandt. Von BALL (1981) wird darauf hingewiesen, daß für die Praxis weniger das Verhältnis der LC-50-Werte sensibler und resistenter Stämme, sondern das der tolerierten Konzentration zur Anwendungskonzentration von Interesse ist. Für die Versuche wurden die Insektizide daher, mit Ausnahme von Somicidin 30, in der zehnfachen Konzentration eingesetzt. Bei Raubmilben, die unter diesen Bedingungen überlebten, kann von einer deutlich verminderten Sensibilität ausgegangen werden. Weiterhin wird eine hohe Variabilität der Mortalitätsraten innerhalb der Gesamtstichprobe als Indiz für die Existenz von Stämmen mit verminderter Sensibilität gewertet.

##### 4.5.1 Mortalitätsdaten

Aufgrund der mittleren Mortalitätsraten können vier Toxizitätsgruppen unterschieden werden. Die Toxizität nimmt in der Reihenfolge E 605 forte < Gusathion MS und Orthen < Diptorex SL < Somicidin 30 zu. Zieht man die im Vergleich zu den Phosphorsäureestern um den Faktor 100 niedrigere Konzentration von Somicidin 30 in Betracht, muß die Toxizität dieses Insektizids weit über die der anderen Präparate gestellt werden.

Nach Behandlung mit E 605 forte betrug die Mortalität nach 48 h nur bei drei der 80 untersuchten Stämme 100 %; ca. 75 % der Stämme wiesen mit Mortalitätsraten unter 80 % eine erheblich verminderte Sensibilität gegenüber Parathion auf. Die Spannweite der Mortalitätsraten von 9 % bis 100 % innerhalb der Stichprobe ist ein Zeichen für die große Variabilität der untersuchten Raubmilbenpopulationen in bezug auf die Reaktion gegenüber diesem Insektizid.

Gusathion MS und Orthen waren deutlich toxischer für *T. pyri* als E 605 forte. Die Raubmilbenstämme reagierten gleichförmiger auf die beiden Insektizide, wie die niedrigeren Variationskoeffizienten zeigten. Trotzdem kann bei etwa einem Drittel der untersuchten Raubmilbenstämme von einer deutlich

verminderten Sensibilität gegenüber Gusathion MS und Orthen ausgegangen werden. Bei ca. 15 % der Stämme überlebten keine Versuchstiere die Behandlung. Von Orthen liegen keine weiteren Informationen über Resistenz bei Raubmilben vor. Von Azinphosmethyl, dem Hauptwirkstoff des Gusathion MS, ist dagegen bekannt, daß nicht nur die inhärente Sensibilität von *T. pyri* dagegen höher ist als gegenüber Parathion, sondern auch die Resistenz gegen diesen Wirkstoff nur geringere Werte erreicht (CROFT et al., 1976; OVERMEER und VAN ZON, 1983b; Vgl. Kap. 4.3.1).

Aus den hohen mittleren Mortalitätsraten in den Diptere SL- und Somicidin 30-Varianten von über 95 % nach 48 h und dem damit verbundenen hohen Anteil der Stämme in der höchsten Mortalitätsklasse läßt sich schließen, daß gegenüber diesen Insektiziden nur wenige (Diptere SL) bzw. keine (Somicidin 30) Stämme eine Toleranz erworben haben.

#### 4.5.2 Korrelationen zwischen den Toxizitätswerten der geprüften Insektizide

Signifikante Korrelationen zwischen den Reaktionen der getesteten Raubmilbenstämme auf die verschiedenen Insektizide konnten nur für die Kombinationen E 605 forte/Gusathion MS, E 605 forte/Orthen und Gusathion MS/Orthen beobachtet werden. Der höchste Korrelationskoeffizient wurde für die erste dieser Kombinationen errechnet. Für diese Zusammenhänge gibt es zwei mögliche Ursachen: Es kann sowohl eine Kreuzresistenz in bezug auf diese Insektizide als auch ein Zusammenhang in der Anwendungshäufigkeit der Präparate in Betracht gezogen werden.

Mehr als ein Drittel der angewandten Insektizide sind Parathionpräparate, gefolgt von Orthen mit etwa 19 %. Dagegen folgen Insektizide mit der Wirkstoffkombination von Gusathion MS (Azinphosmethyl+Demeton-S-methylsulfon) erst an achter Stelle, gleichauf mit den Pyrethroiden. Für die signifikante Korrelation der Sensibilität der Raubmilbenstämme gegenüber Gusathion MS und E 605 forte sowie Gusathion MS und Orthen ist daher ein Zusammenhang mit der Anwendungshäufigkeit unwahrscheinlich, während er für die Kombination Orthen und E 605 forte nicht auszuschließen ist.

Kreuzresistenz gegenüber Parathion und Azinphosmethyl ist von *T. pyri* bekannt (CROFT, 1982; VAN DER BAAN et al., 1985). OVERMEER und VAN ZON (1983b) weisen jedoch darauf hin, daß die Resistenzwerte für Azinphosmethyl deutlich unter denen für Parathion liegen. Nach OPPENOORTH (1984) ist besonders dann mit Kreuzresistenz zu rechnen, wenn die Resistenz auf der verminderten Sensibilität des physiologischen Targets, der Acetylcholinesterase beruht, wie es bei *T. pyri* der Fall ist (VAN DER BAAN et al., 1985). Für *T. pyri* liegen jedoch außer für die erwähnte Kombination Parathion und Azinphosmethyl keine weiteren Literaturdaten über Kreuzresistenz gegenüber den eingesetzten Präparaten vor. Die Versuchsergebnisse deuten jedoch auch auf eine Kreuzresistenz gegenüber Parathion, Azinphosmethyl und Acephat hin. In keinem Fall wurde bisher Kreuzresistenz zwischen Phosphorsäureestern und Pyrethroiden beobachtet (CROFT und STRICKLER, 1983). Dies wird durch die sehr niedrigen Korrelationskoeffizienten für die Kombinationen der Phosphorsäureester- mit den Pyrethroidwerten in der vorliegenden Untersuchung bestätigt.

#### 4.5.3 Regionale Unterschiede

Die Raubmilbenstämme aus den einzelnen Großlagen unterschieden sich deutlich in ihrer Sensibilität gegenüber E 605 forte, Gusathion MS und Orthen. Die signifikante Korrelation der mittleren Mortalitätswerte in den einzelnen Großlagen mit der Anwendungshäufigkeit von parathionhaltigen Präparaten ist ein weiterer Hinweis auf die Existenz resistenter Populationen. Dagegen ließ sich für die übrigen In-

sektizide keine derartige Korrelation beobachten, vielmehr entspricht die Sensibilität gegenüber diesen Präparaten in den einzelnen Großlagen der gegenüber Parathion beobachteten Variabilität. Die Hypothese der Kreuzresistenz von *T. pyri* gegen Parathion, Azinphosmethyl und Acephat wird auch dadurch unterstützt.

Auffallend war, daß an der Obermosel und der Saar, wo lange nach Parzellen mit ausreichender Raubmilbendichte für die Probenentnahme gesucht werden mußte, die höchste Anwendungshäufigkeit der Pyrethroide verzeichnet wurde. Gleichzeitig war hier der Anteil der Hubschrauberparzellen am geringsten, in denen ENGLERT (1979b) signifikant höhere Raubmilbendichten beobachtete als in Rebflächen, die vom Boden aus behandelt wurden. Auch von SOLOMON und FITZGERALD (1984) sowie HILL und SCHLAMP (1986) wurden in Obst- bzw. Weinanlagen, in denen häufig Pyrethroide angewandt wurden, bedeutend niedrigere Populationsdichten von *T. pyri* gefunden als in Anlagen, die mit Phosphorsäureestern behandelt wurden.

#### 4.6 Bedeutung insektizidresistenter Raubmilbenpopulationen für die integrierte Spinnmilbenbekämpfung im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer

Im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer existieren Populationen der Raubmilben *T. pyri*, die eine Resistenz gegen einige Phosphorsäureester erworben haben. Wahrscheinlich ist dies ein wesentlicher Faktor für die zunehmende Ausbreitung dieses Nützlings im Untersuchungsgebiet. PENMAN et al. (1976) beobachteten eine exponentielle Beziehung zwischen der Zahl der Jahre mit Azinphosmethylbehandlung und der Resistenz von *T. pyri* in Apfelanlagen gegenüber diesem Insektizid. Nach ca. 10 Jahren war die Raubmilbe in der Lage, die Feldkonzentrationen des Präparats zu tolerieren und breitete sich daraufhin zunehmend aus. Der Rückgang der Spinnmilbenschäden seit Ende der siebziger Jahre im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer steht in Zusammenhang mit der Fähigkeit der Raubmilben, bei ausreichender Populationsdichte die Ansiedlung der Spinnmilben oder den Ausbruch von Gradationen wirkungsvoll zu verhindern. Wie Beobachtungen an der Mosel (ENGLERT, 1979b) und in der Schweiz (SCHMID, 1985) zeigen, kann *T. pyri* auch ohne aktive Verbreitungsmaßnahmen, die jedoch zur beschleunigten Besiedlung bisher weitgehend raubmilbenfreier Gebiete sinnvoll sein können, innerhalb weniger Jahre hohe Populationsdichten erreichen. Vermutlich handelt es sich dabei weniger um eine Neubesiedlung als um die Zunahme ursprünglich sehr niedriger Populationsdichten, da *T. pyri* nur eine geringe Migrationsrate zeigt. Diese Eigenschaft erleichtert die Adaptation der Populationen an die lokal gebräuchlichen Pflanzenschutzmaßnahmen, da hohe Migrationsraten die Entstehung resistenter Populationen verhindern können (TABASHNIK und CROFT, 1985; TABASHNIK, 1986).

Die Erhaltung und Förderung der Raubmilben als Maßnahme der biologischen Spinnmilbenbekämpfung bringt nicht nur wirtschaftlichen Vorteile durch die Einsparung von Akarizidanwendungen, sondern ist darüber hinaus ein wichtiger Beitrag zum integrierten Rebschutz, der die Einschränkung der chemischen Bekämpfungsmaßnahmen auf das unbedingt notwendige Maß vorsieht. Häufig wird bezweifelt, daß *T. pyri* in allen Fällen in der Lage ist, Spinnmilbengradationen zu vermeiden. Die angeführten Beispiele für negative Erfahrungen (z.B. MÜHLMANN, 1960; STEINER, 1987) zeigen jedoch, daß es sich meist um Grenzfälle mit einem ungünstigen Verhältnis der Raubmilben- zur Spinnmilbendichte handelt. Die Funktion von *T. pyri* als typischer Schutzräuber wird dadurch nicht in Frage gestellt. SCHMID (1985) empfiehlt in solchen Fällen, die Populationsdichte der Spinnmilben durch den Einsatz selektiver Akarizide soweit zu vermindern, bis die protektive Funktion der Raubmilbe wirksam wird. Angaben der

notwendigen minimalen Raubmilbendichten zum Schutz vor schädigendem Spinnmilbenbefall (BAILLOD et al., 1980; HILL und SCHLAMP, 1986; STEINER, 1987) sollten nur als Richtwerte verstanden werden, die aufgrund regionaler Besonderheiten in bezug auf Rebsorten, Bewirtschaftungsart und Witterungsbedingungen variieren können.

Folgende Eigenschaften von *T. pyri* begünstigen die Entstehung resistenter Populationen dieser Raubmilbe: Die polyphage Ernährungsweise; die geringe Migrationsrate; die relativ kurze Generationszeit; die Tatsache, daß bei Insektizidanwendungen alle Entwicklungsstadien betroffen sind; die Existenz haploider Männchen in Verbindung mit der Dominanz der Gene für die Phosphorsäureresistenz (GEORGHIU, 1972; COMINS, 1977; TABASHNIK und CROFT, 1982; CROZIER, 1985; HOY, 1985).

GEORGHIU und TAYLOR (1977a, 1977b) diskutieren verschiedene Faktoren, durch die bei der Anwendung von Insektiziden die Resistenzentstehung erheblich beeinflusst wird. So kann insbesondere häufiges Wechseln toxischer Präparate nicht nur die Populationen der Raubmilben deutlich verringern, sondern auch die Resistenzentwicklung stark beeinträchtigen (MANI, 1984). Die Applikation gleicher Präparate über mehrere Jahre, wie sie als raubmilbenschonende Maßnahme von BAILLOD und GUIGNARD (1988) empfohlen wird, ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn keine Gefahr der Resistenzbildung auch beim Zielorganismus der Insektizidanwendung besteht. Für die Traubenwicklerbekämpfung kann dieser Vorschlag beachtet werden.

Die Resistenz der Raubmilben gegen Phosphorsäureester hat sich im Untersuchungsgebiet als Folge der Insektizidanwendungen entwickelt. Wie die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, bleibt sie bei *T. pyri* auch ohne regelmäßige Applikationen stabil. Es bedarf daher keiner Insektizidanwendungen im Freiland nur zu dem Zweck, die Resistenz der Raubmilben zu erhalten. Dies wäre auch deshalb verfehlt, weil dadurch der Zweck der Raubmilbenschonung, Pflanzenschutzmittel einzusparen, verfehlt würde. Es darf nicht vernachlässigt werden, daß breitwirksame Insektizide, auch wenn sich die Raubmilben aufgrund ihrer biologischen Besonderheiten an sie anpassen konnten, ihre Nebenwirkungen gegen andere Glieder der Weinbergfauna nicht verloren haben.

Durch die Existenz resistenter Raubmilbenpopulationen wird die Schonung dieses Nützlings und damit der biologische Schutz der Reben vor Spinnmilbenbefall erleichtert, indem eine größere Auswahl von Präparaten bei Bedarf eingesetzt werden kann, ohne daß die Raubmilbenpopulationen irreversibel geschädigt werden. Die Bedeutung selektiver Maßnahmen, etwa der biotechnischen Traubenwicklerbekämpfung durch Pheromone oder der biologischen Bekämpfung durch Parasiten, wird dadurch nicht geschmälert.



## 5 Zusammenfassung

Die Raubmilbe *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN (Acari: Phytoseiidae) ist der wichtigste Antagonist der Spinnmilbe *Panonychus ulmi* KOCH im Weinbau der Bundesrepublik Deutschland. Ziel der Untersuchungen war es, Informationen über die Resistenz dieses Nützlings im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer gegenüber Insektiziden zu gewinnen, um seine Schonung bei Pflanzenschutzmaßnahmen zu erleichtern.

*T. pyri* wurde in Laborzuchten mit Pollen ernährt. Während die Entwicklungsdauer nicht von der Nahrung beeinflusst wurde, zeigten sich deutliche Effekte in bezug auf die Fekundität. Die höchsten Eiablagerraten (1,2-1,4 Eier/Weibchen/Tag) wurden bei Fütterung mit Papilionaceenpollen erreicht.

*T. pyri* erbeutete neben Spinnmilben Eriophyiden und Thysanopterenlarven. Tydeiden, Acariden und Oribatiden wurden nicht angenommen. Prädatoren der Raubmilben waren Chrysopidenlarven, adulte Thysanopteren und der Anthocoride *Orius minutus*, der innerhalb einer Nacht mehr als 50 adulte Weibchen erbeutete. In zwei Weinbergen wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Stärke des Befalls der Blätter durch die Eriophyide *Colomerus vitis* und der Dichte der Phytoseiide *T. pyri* festgestellt.

Die Verteilung von *T. pyri* auf Reben ändert sich im Lauf des Jahres. Maximal wurden 5135 Raubmilben auf einer Rebe gefunden. Die hohe Raubmilbendichte auf den Blattunterseiten während der Vegetationsperiode deutet auf eine deutliche Präferenz für das Reblaub hin. Besonders viele Raubmilben wurden auf Geiztrieben und zeitweise auf den Infloreszenzen beobachtet, da diese während des Wachstums zahlreiche Perldrüsen bilden, die *T. pyri* als Nahrung nutzt. Ab Ende August wandern die Raubmilben von den Blättern auf das Rebholz ab, wo die Weibchen überwintern. Die Wintermortalität wurde mit 73 % bestimmt.

In Toxizitätstests wurden Raubmilben auf behandelte Glasplatten aufgesetzt und die Mortalität sowie die Fekundität der Versuchstiere bestimmt. Die geringste Toxizität zeigte das selektive Akarizid Shell Torque. Die Toxizität der Insektizide nahm in der Reihenfolge E 605 forte < Torak < Gusathion MS < Orthen < Ultracid 40 < Dipterex SL < Somicidin 30 zu.

Die LC<sub>50</sub>-Werte von E 605 forte betragen für vier Laborstämme zwischen 209 ppm und 290 ppm des aktiven Wirkstoffs, woraus durch Vergleich mit Literaturdaten eines sensiblen Stammes eine 26-fache bis 36-fache Resistenz gegen diesen Wirkstoff errechnet wurde. Bei einem Stamm aus einer seit 1979 unbehandelten Parzelle wurde eine 30-fache Resistenz ermittelt, ein Hinweis auf die Stabilität der Resistenz im Freiland auch ohne weitere Insektizidanwendungen. In der Laborzucht wurde innerhalb von sieben Generationen keine Änderung der Sensibilität für E 605 forte festgestellt.

Die Toxizitätsdaten der Insektizide stimmen, mit Ausnahme der Ergebnisse der teilsystemischen Präparate Orthen und Dipterex SL, mit Literaturdaten von Freilandversuchen gut überein. Die Differenzen können dadurch erklärt werden, daß diese Präparate in die Blätter eindringen. Das Laborverfahren ist zur Beurteilung der Freilandtoxizität somit auf nichtsystemische Mittel beschränkt.

Die Fekundität wurde durch Torak nicht, durch Shell Torque und Gusathion leicht und durch Orthen stark reduziert. Wenn adulte Weibchen in Kontakt mit dem Insektizid kamen, wurde bei fünf von sechs Laborstämmen eine Förderung der Eiablage durch E 605 forte festgestellt, was auf eine physiologische Stimulation der Eiablage durch das Präparat hindeutet.

Die Insektizide Gusathion MS und Orthen zeigten eine Repellentwirkung auf *T. pyri*. Bei Auswahlversuchen hielten sich signifikant mehr Raubmilben auf unbehandelten als auf behandelten Oberflächen auf.

Die Sensibilität von *T. pyri* für E 605 forte ist abhängig vom betroffenen Stadium. Die ovizide Wirkung war sehr gering. Die LC<sub>50</sub>-Werte adulter Weibchen waren höher als die der Deutonymphen und etwa doppelt so hoch wie die der Larven, Prötonymphen und adulten Männchen.

Die Toxizität der Phosphorsäureester E 605 forte, Gusathion MS, Orthen und Dipterex nahm unter Laborbedingungen innerhalb eines Tages auf die Hälfte ab. Bei Ultracid 40 wurde dagegen nach sechs Tagen noch 50 %, bei dem synthetischen Pyrethroid Somicidin 30 noch 74 % der Wirkung frischer Spritzbeläge beobachtet.

*T. pyri* reagierte im Laborversuch sensibler gegenüber Ultracid 40 als im Freiland. Der LC<sub>50</sub>-Wert entsprach vier Wochen nach der Applikation im Freiland der 0,4-fachen, im Labor am siebten Versuchstag einem Fünfzehntel der Anwendungskonzentration. Die geringere Sensibilität der Raubmilben im Freiland kann durch Wechselwirkungen des Insektizids mit der Blattoberfläche, Witterungseinflüsse und die ungleichmäßigere Verteilung des Insektizids bei der Freilandapplikation erklärt werden.

Adulte Weibchen von *T. pyri* aus 80 Weinbergen des Untersuchungsgebietes wurden mit fünf Insektiziden in so hohen Konzentrationen behandelt, daß bei überlebenden Raubmilben von Resistenz gegenüber den Präparaten ausgegangen werden konnte. Die Toxizität der Insektizide nahm in der Reihenfolge E 605 forte < Gusathion MS und Orthen < Dipterex SL < Somicidin 30 zu. In der gleichen Reihenfolge nahm die Variabilität der Reaktion der einzelnen Stämme gegenüber den Insektiziden ab. Bei 75 % der Stämme wurde gegenüber E 605 forte und bei ca. 25 % gegenüber Gusathion MS und Orthen eine deutlich verminderte Sensibilität festgestellt.

Zwischen der Sensibilität der untersuchten Freilandstämme gegenüber E 605 forte, Gusathion MS und Orthen wurde eine signifikante Korrelation beobachtet. Als Grund dafür kommt eine Kreuzresistenz gegenüber diesen Präparaten in Betracht. Für E 605 forte und Orthen läßt sich ein Zusammenhang mit der Anwendungshäufigkeit der Präparate im Untersuchungsgebiet feststellen. Zwischen der Sensibilität der Raubmilbenstämme aus den einzelnen Großlagen des Untersuchungsgebiets bestehen deutliche Unterschiede in bezug auf E 605 forte, Gusathion MS und Orthen.

Die Untersuchungen zeigen, daß im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer Freilandpopulationen von *T. pyri* existieren, die eine Resistenz gegen häufig angewandte Insektizide aus der Gruppe der Phosphorsäureester erworben haben. Durch die Auswahl geeigneter Insektizide zur Bekämpfung von im Weinbau schädigenden Insekten ist es möglich, die Raubmilbe *T. pyri* zu schonen und damit die Reben durch ein biologisches Verfahren vor Spinnmilbenbefall zu schützen.

### Summary

The phytoseiid mite *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN (Acari: Phytoseiidae) is the predominant species on grapevine in Germany and the most important antagonist of the European red mite, *Panonychus ulmi* KOCH in German vineyards. These investigations aimed to collect informations about insecticide-resistance in *T. pyri* of the German Mosel-River region, which could be important for the protection of this beneficial mite in viticulture.

Laboratory cultures of *T. pyri* were started with adult females from different vineyards. Pollen was provided as food. The developmental time (9.8 days) and the generation-time (13.3 days; 80 % r.h., 25 °C) were not affected by food quality, but fecundity varied strongly. Best egg laying could be obtained with pollen of *Papilionaceae*. Mites fed exclusively on *Corylus*-pollen did not lay any eggs.

On grape-leaves *T. pyri* predated on *P. ulmi*, the eriophyid *Colomerus vitis* and larvae of Thysanoptera. Tydeid and oribatid mites were not attacked. The predator attacked acaridid mites, however it was not able to penetrate this prey. Predators of *T. pyri* were adult Thysanoptera, the anthocorid *Orius minutus*, which predated more than 50 adult *T. pyri* females on a laboratory culture during one night, and larvae of Chrysopidae. A significant correlation between the infestation of grapes with the eriophyid mite *Colomerus vitis* and the mean population density of *T. pyri* was observed in two vineyards.

The dispersion of *T. pyri* on grapes was observed during a vegetation-period every two weeks. The maximum number of predators per grape was 5135 postembryonal stages. A high density (mites/cm<sup>2</sup>) on the underside of leaves from May to August indicates a high preference of the mites for these organs. Particular high densities were observed in June on the inflorescences and side shoots. This could be due to the great number of glandular trichomes, which are used by *T. pyri* as additional food. Beginning with the end of August, the mites move to the grape-wood and in the buds, where the adult females overwinter. Mortality in winter was as high as 73 %.

For toxicity-tests deutonymphs of *T. pyri* were put on dried pesticide-residues on glass plates, which were sprayed with several pesticides in the recommended concentrations for field application. Controls were treated with distilled water and pollen was provided as food. Mortality was assessed after one, two and seven days. Daily egg-laying rates were determined for seven days after beginning of oviposition. The selective acaricide Shell Torque (fenbutatin-oxid) was less toxic to *T. pyri*. Toxicity increased in the order E 605 forte (parathion-ethyl) < Torak (dialifos) < Gusathion MS (azinphosmethyl + demeton-S-methylsulfon) < Orthen (acephat) < Ultracid 40 (methidathion) < Dipterex SL (trichlorfon) < Sumicidin 30 (fenvalerat).

In four laboratory strains LC<sub>50</sub>-values of parathion varied between 209 and 290 ppm a.i. Comparison of these values with literature-data of a susceptible strain led to resistance-factors from 26 to 36. In a field strain which was not treated with insecticides for nine years a 30-fold parathion-resistance was observed in a laboratory test. In another strain no decrease in resistance-level was observed within seven generations in laboratory culture without any contact to insecticides. This indicates a high stability of parathion resistance even without further selections.

The assessed range of toxicity of the tested insecticides corresponds well with field-data from literature, with the exception of the partly systemic insecticides Orthen and Dipterex SL. These compounds were strongly toxic in the laboratory-tests but are described as only slightly toxic in field experiments.

Fecundity of treated mites was not affected by Torak, slightly affected by Gusathion MS but strongly reduced by Orthen. E 605 forte (parathion) had a significant stimulating effect on the fecundity. This effect was significant only when adult females but not when immature stages were in contact with this insecticide. A physiological stimulation of fecundity of *T. pyri* by this insecticide is suspected.

A repellent effect on *T. pyri* was observed after partial treatment of glass-plates with Gusathion MS and Orthen but not with other organophosphorus insecticides. In the field, this effect is advantageous for the mites on such leaves were shelters like strongly haired axillary hollows or erineae of eriophyid mites exist on grape leaves.

The susceptibility of *T. pyri* to E 605 forte (parathion) depends on the developmental stage. In two laboratory strains, the insecticide displayed only a weak ovicidal activity. Adult females were the less susceptible stage. Their LC<sub>50</sub>-values were higher than those of deutonymphs. The susceptibility of larvae, protonymphs and deutonymphs was about to fold as high as in adult females. Early summer treatments of insecticides could be particularly harmful to field populations of *T. pyri*, which at that time consist mainly of immature stages.

The toxicity of the tested organophosphorus insecticides except of methidathion decreased rapidly. Mortality of *T. pyri* deutonymphs on one day old residues reached about 50 % of the values on fresh residues. In contrast, toxicity of methidathion decreased to about 50 %, of fenvalerat to about 74 % of initial toxicity within six days.

The toxicity of methidathion to one strain of *T. pyri* differed clearly between field and laboratory test. LC<sub>50</sub>-values reached about one half of the recommended concentration in the field four weeks after application but only one fiftieth of this concentration after seven days in the laboratory-test. These differences could be due to the interactions between leaf-surfaces and the insecticide in the field which do not appear on the inert glass-plates but also to weather conditions and application-methods which influence toxicity of insecticides in the field.

Adult *T. pyri* females from 80 different vineyards were treated with residues of five insecticides in concentrations which would kill all susceptible mites. Four organophosphorus insecticides were used in the tenfold, the synthetic pyrethroid fenvalerat in a tenth of the recommended concentration for field application. Mortality was assessed after 24 and 48 hours. The mean susceptibility of the treated strains increased in the order E 605 forte (parathion) < Gusathion MS (azinphosmethyl + demeton-S-methylsulfon) and Orthen (acephat) < Dipterex SL (trichlorfon) < Somicidin 30 (fenvalerat). Variability of mortality of the different strains decreased in the same order. High variability indicates differences in susceptibility to an insecticide which should be due to resistance. A strongly reduced sensibility was observed in 75 % of the tested strains after treatment with parathion and in 25 % after treatment with Gusathion MS and Orthen. Most of the tested strains were susceptible to Dipterex SL and Somicidin 30.

Susceptibility of the 80 tested strains to E 605 forte, Gusathion MS and Orthen is significantly correlated. This could be due to a cross-resistance against these insecticides. For E 605 forte and Orthen a multi-resistance as a result of the common use of these insecticides cannot be excluded.

The results of this survey make evident, that *T. pyri* populations of the Mosel-River region have developed resistance against commonly used organophosphorus insecticides. If suitable insecticides are used for control of grape berry moth, irreversible damages of field populations of *T. pyri* can be avoided and the effectivity of *T. pyri* as a biological control agent against spider mites can be maintained.

6            **Literatur**

- ABBOTT, W.S. 1925: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* **18**, 263-267.
- ABOU-AWAD, B.A., EL-BANHAWY, E.M. 1985: Comparison between the toxicity of synthetic pyrethroids and other compounds to the predacious mite *Amblyseius gossipi* (Mesostigmata: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* **1**, 185-191.
- ABOU-AWAD, B.A., EL-BANHAWY, E.M. 1986: Biological studies of *Amblyseius olivi*, a new predator of eriophyid mites infesting olive trees in Egypt (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga* **31**, 99-103.
- AHLSTROM, K.R., ROCK, G.C. 1973: Comparative studies on *Neoseiulus fallacis* and *Metaseiulus occidentalis* for azinphosmethyl toxicity and effects of prey and pollen on growth. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **66**, 1109-1113.
- ALFORD, D.V. 1987: *Farbatlas der Obstschädlinge*. Enke, Stuttgart.
- ALINIAZEE, M.T., CRANHAM, J.E. 1980: Effect of four synthetic pyrethroids on a predatory mite, *Typhlodromus pyri* and its prey *Panonychus ulmi*, on apples in southeast England. *Environ. Entomol.* **9**, 436-439.
- AMANO, H., CHANT, D.A. 1978: Mating behaviour and reproductive mechanisms of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae). *Acarologia* **20**, 196-213.
- ANONYMUS 1984: Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. *FAO Plant Prot. Bull.* **32**, 25-27.
- ANONYMUS 1987: *Pflanzenschutzempfehlungen im Rebbau 1987*. Mitt. Eidg. Forschungsanst. Obst-Wein- Gartenb. Wädenswil **89**, 1-20.
- BAILLOD, M., GUIGNARD, E. 1984: Resistance de *Typhlodromus pyri* Scheuten à l'azinphos et lutte biologique contre les acariens phytophages en arboriculture. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **16**, 155-160.
- BAILLOD, M., GUIGNARD, E. 1985: Typhlodromes, lutte biologique contre les acariens phytophages et programme de traitement. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **17**, 30-31.
- BAILLOD, M., GUIGNARD, E. im Druck: Toxicité des pesticides pour *Typhlodromus pyri* Scheuten et *Amblyseius andersoni* Chant et état de leur résistance aux insecticides en Suisse Romande et au Tessin (1985-1986). *Bulletin SROP*.
- BAILLOD, M., SCHLAEPFER, R. 1982: Technique simplifiée de contrôle pour l'acarien rouge (*P. ulmi* Koch) et les vers de la grappe (1<sup>re</sup> génération). *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **14**, 211-215.
- BAILLOD, M., VENTURI, I. 1980: Lutte biologique contre l'acarien rouge en viticulture. I. Répartition, distribution et méthode de contrôle des populations de prédateurs typhlodromes. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **12**, 231-238.
- BAILLOD, M., ANTONIN, P., WANTZ, C. 1980: Evaluation du risque dû à l'acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) et à l'acarien jaune commun (*Tetranychus urticae* Koch) en vergers de pommiers. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **12**, 183-188.
- BAILLOD, M., BASSINO, J.P., PIGANEAU, P. 1979: L'estimation du risque provoqué par l'acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) et l'acarien des charmilles (*Eotetranychus carpini* oud.) en viticulture. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **11**, 123-130.
- BAILLOD, M., GUIGNARD, E., GENINI, M., ANTONIN, P. 1985: Essais de lutte biologique en 1984 contre les acariens phytophages en vergers de pommiers, sensibilité et résistance aux insecticides de *Typhlodromus pyri* Scheuten. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **17**, 129-135.
- BAILLOD, M., SCHMID, A., GUIGNARD, E., ANTONIN, P., CACCIA, R. 1982: Equilibres naturels, dynamique des populations et expériences de lâchers de typhlodromes. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **14**, 345-352.
- BALL, H.J. 1981: Insecticide resistance - a practical assessment. *ESA Bulletin* **27**, 261-262.
- BARTLETT, B.R. 1964: The toxicity of some pesticide residues to adult *Amblyseius hibisci*, with a compilation of the effects of pesticides upon phytoseiid mites. *J. Econ. Entomol.* **57**, 559-563.
- BASSINO, J.P., BAILLOD, M. 1982: Protection intégrée contre les acariens de la vigne. *Le Progrès Agricole et Viticole* **99**, 267-271.

- BASSINO, J.P., BAILLOD, M., PIGANEAU, P. 1979: L'estimation du risque provoqué par l'acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) et l'acarien jaune (*Eotetranychus carpini* Oud.) en viticulture. La Défense des Végétaux 198, 139-152.
- BBA (Hrsg.) 1986: Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln. 23-2.3.4 Richtlinie für die Prüfung der Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Raubmilben im Weinbau.
- BBA (Hrsg.) 1988: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1988 (einschließlich Wachstumsregler). Teil 3 Weinbau. Aco Druck, Braunschweig.
- BELLOWS, T.S., MORSE, J.G. 1987: Residual toxicity of insecticides used for control of California Red Scale (Homoptera: Diaspididae) to four beneficial species in a citrus agroecosystem. J. Econ. Entomol. 80, 993-998.
- BELLOWS, T.S., MORSE, J.G. 1988: Residual toxicity following dilute or low-volume applications of insecticides used for control of California Red Scale (Homoptera: Diaspididae) to four beneficial species in a citrus agroecosystem. J. Econ. Entomol. 81, 892-898.
- BELLOWS, T.S., MORSE, J.G., GASTON, L.K., BAILEY, J.B. 1988: The fate of two systemic insecticides and their impact on two phytophagous and a beneficial arthropod in a citrus agroecosystem. J. Econ. Entomol. 81, 899-904.
- BELLOWS, T.S., MORSE, J.G., HADJIDEMETRIOU, D.G., IWATA, J. 1985: Residual toxicity of four insecticides used for control of Citrus Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on three beneficial species in a citrus agroecosystem. J. Econ. Entomol. 78, 681-686.
- BERKER, J. 1958: Die natürlichen Feinde der Tetranychiden. Z. ang. Ent. 43, 115-172.
- BERKETT, L.P., FORSYTHE, J.R. 1980: Predaceous mites (acari) associated with apple foliage in Maine. Can. Entomol. 5, 497-502.
- BESSE, D., GÖTZ, B. 1963: Der Einfluß der Nährstoffversorgung bei der Rebe *Vitis vinifera* L. auf Massenentwicklung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus* C. und F. Die Wein-Wissenschaft 18, 577-587.
- BML, 1986: Pflanzenschutzgesetz. Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), Bonn 1986.
- BÖHM, H. 1960: Untersuchungen über Spinnmilbenfeinde in Österreich. Pflanzenschutzbericht Wien 25, 23-46.
- BÖRNER, H. 1983: Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Ulmer, Stuttgart.
- BOLLER, E. 1977: Eine zeitsparende Methode zur Abschätzung der Spinnmilbengefahr. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 113, 229-230.
- BOLLER, E. 1978a: Zunehmende Aktualität von Raubmilben im Weinbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 114, 87-91.
- BOLLER, E. 1978b: Abschätzung des Spinnmilbenrisikos und Schonung der Raubmilben im ostschweizerischen Weinbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 114, 257-264.
- BOLLER, E. 1982: Eigenschaften von Insektiziden und Akariziden im Weinbau, Nebenwirkungen von Fungiziden auf Spinn- und Raubmilben. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 118, 119-124.
- BOLLER, E. 1983: Ansätze für einen gesamtheitlich konzipierten Pflanzenschutz im Weinbau. Deutsches Weinbaujahrbuch 34, 181-191.
- BOLLER, E. 1984: Eine einfache Ausschwemm-Methode zur schnellen Erfassung von Raubmilben, Thrips und anderen Kleinarthropoden im Weinbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 120, 16-17.
- BOLLER, E. 1985: Die Freilandprüfung der Nebenwirkung von Pestiziden auf Raubmilben im ostschweizerischen Weinbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 121, 322-325.
- BOLLER, E. 1988: Wichtiger Zeitpunkt für Schädlingskontrollen und Raubmilben. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 124, 285.
- BOLLER, E., JANSER, S., POTTER, C. 1985: Kann Herbizideinsatz im Weinbau Spinnmilbenprobleme verursachen? Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 121, 527-531.
- BOLLER, E., REMUND, U. 1986: Methoden der Raubmilben-Ansiedlung in der Ostschweiz. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 122, 287-291.

- BOLLOW, H. 1961: Anleitung zur Erkennung der wichtigsten Spinnmilben im Obstbau (Beschreibung, Lebensweise und Voraussage). Pflanzenschutzinformationen Bayer. Landesanst. f. Pflb. Pflschzt. 1, 1-16.
- BOSCHERI, S., RELICH, C., OBRIST, J., DISSERTORI, A. 1986: Praktische Erfahrungen mit der Übertragung von Raubmilben. Obstbau, Weinbau 23, 93-95.
- BOSTANIAN, N. J., BELANGER, A., RIVARD, J. 1985: Residues of four synthetic pyrethroids and azinphos-methyl on apple foliage and their toxicity to *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae). Can. Entomol. 117, 143-152.
- BOUNFOUR, M., MCMURTRY, J.A. 1987: Biology and ecology of *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) (Acarina: Phytoseiidae). Hilgardia 55, 1-23.
- BROWN, A.W.A. 1977: Considerations of natural enemy susceptibility and developed resistance in the light of the general resistance problem. Zeitschr. PflKrankh. Pfl.Schzt. 84, 132-139.
- CACCIA, R., BAILLOD, M., GUIGNARD, E., KREITER, S. 1985: Introduction d'une souche de *Amblyseius andersoni* Chant (Acari, Phytoseiidae) résistant à l'azinphos, dans la lutte contre les acariens phytophages en viticulture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 17, 285-290.
- CHABOUSSOU, F. 1966: Die Vermehrung der Milben als Folge der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und die biochemischen Veränderungen, die diese auf die Pflanze ausüben. Angewandte Zoologie 53, 257-276.
- CHANT, D.A. 1958: On the ecology of Typhlodromid Mites in southeastern England. Proceedings Tenth International Congress of Entomology. 4, 649-658.
- CHANT, D.A. 1959: Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Can. Entomol. 91, 1-166.
- CHANT, D.A. 1985: The Phytoseiidae. Systematics and taxonomy. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 17-29.
- CHANT, D.A., YOSHIDA-SHAUL, E. 1987: A world review of the *pyri* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). Can. J. Zool. 65, 1770-1804.
- CHAZEAU, J. 1985: Predacious insects. In: HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 211-246.
- COLLYER, E. 1964: A summary of experiments to demonstrate the role of *Typhlodromus pyri* Scheut. in the control of *Panonychus ulmi* (Koch) in England. Proceedings. 1st. International Congress of Acarology. 6, 363-371.
- COLLYER, E. 1980: Integrated control of apple pests in New Zealand 16. Progress with integrated control of European red mite. New. Zeal. Journal of Zoology 7, 271-279.
- COMINS, H.N. 1977: The development of insecticide resistance in the presence of migration. J. theor. Biol. 64, 177-197.
- CONGDON, B.D., TANIGOSHI, L.K. 1983: Indirect toxicity of dimethoate to the predacious mite *Euseius hibisci* (Chant) (Acari: Phytoseiidae). Environ. Entomol. 12, 933-935.
- COPPEL, H.C., MERTINS, J.W. 1977: Biological insect pest suppression. Advanced series in Agricultural sciences Vol. 4. Springer, Heidelberg, Berlin.
- CORINO, L. 1985: Le specie di fioseidi (Acarina: Phytoseiidae) presenti in vigneti del Piemonte. Vignevini 6, 53-58.
- CRANHAM, J.E. 1982: Resistance to organophosphates, and the genetic background, in fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi*, from English apple orchard. Ann. Appl. Biol. 100, 11-23.
- CRANHAM, J.E., HELLE, W. 1985: Pesticide resistance in Tetranychidae. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 405-422.
- CRANHAM, J.E., KAPETANAKIS, E.G., FISHER, A.J. 1983: Resistance to insecticides in the predatory mite *Typhlodromus pyri* and its spider mite prey. Proc. Int. Congress Plant Protection 2, 638.
- CROFT, B.A. 1972: Resistant natural enemies in pest management systems. Span 15, 19-22.
- CROFT, B.A. 1976: Establishing insecticide-resistant phytoseiid mite predators in deciduous tree fruit orchards. Entomophaga 21, 383-399.

- CROFT, B.A. 1979: Management of apple arthropod pests and natural enemies relative to developed insecticide resistance. *Environ. Entomol.* 8, 583-586.
- CROFT, B.A. 1982: Arthropod resistance to insecticides: A key to pest control failures and successes in North American apple orchards. *Ent. exp. & appl.* 31, 88-110.
- CROFT, B.A. 1983: Status and management of pyrethroid resistance in the predatory mite *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae). *Great Lakes Entomol.* 16, 17-32.
- CROFT, B.A., ALINIAZEE, M.T. 1983: Differential resistance to insecticides in *Typhlodromus arboreus* Chant and associate phytoseiid mites of apple in Willamette Valley, Oregon. *Environ. Entomol.* 12, 1420-1423.
- CROFT, B.A., BARNES, M.M. 1972: Comparative studies on four strains of *Typhlodromus occidentalis*. VI. Persistence of insecticide-resistant strains in an apple orchard ecosystem. *J. Econ. Entomol.* 65, 211-216.
- CROFT, B.A., BRIOZZO, J., CARBONELL, J.B. 1976: Resistance to organophosphorus insecticides in a predacious mite, *Amblyseius chilensis*. *J. Econ. Entomol.* 69, 563-565.
- CROFT, B.A., BROWN, A.W.A. 1975: Response of arthropod natural enemies to insecticides. *Ann. Rev. Entomol.* 20, 285-335.
- CROFT, B.A., HOYING, S.A. 1975: Carbaryl resistance in native and released populations of *Amblyseius fallacis*. *Environ. Entomol.* 4, 895-898.
- CROFT, B.A., JEPSON, L.R. 1970: Comparative studies on four strains of *Typhlodromus occidentalis*. II. Laboratory toxicity of ten compounds common to apple pest control. *J. Econ. Entomol.* 63, 1528-1531.
- CROFT, B.A., MEYER, R.H. 1973: Carbamate and organophosphorus resistance patterns in populations of *Amblyseius fallacis*. *Environ. Entomol.* 2, 691-695.
- CROFT, B.A., MORSE, J.R. 1979: Research advances on pesticide resistance in natural enemies. *Entomophaga* 24, 3-11.
- CROFT, B.A., NELSON, E.E. 1972: Toxicity of apple orchard pesticides to Michigan populations of *Amblyseius fallacis*. *Environ. Entomol.* 1, 576-579.
- CROFT, B.A., STEWART, P.G. 1973: Toxicity of one carbamate and six organophosphorus insecticides to O-P-resistant strains of *Typhlodromus occidentalis* and *Amblyseius fallacis*. *Environ. Entomol.* 2, 486-488.
- CROFT, B.A., STRICKLER, K. 1983: Natural enemy resistance to pesticides: documentation, characterization, theory and application. In GHEORGHIU, G., SAITO, T. (eds.): *Pest resistance to pesticides*. Plenum Publishers, New York.
- CROFT, B.A., WAGNER, S.W. 1981: Selectivity of acaricidal pyrethroids to permethrin-resistant strains of *Amblyseius fallacis*. *J. Econ. Entomol.* 74, 703-706.
- CROFT, B.A., WHALON, M.E. 1983: Inheritance and persistence of permethrin resistance in the predatory mite, *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* 12, 215-218.
- CROFT, B.A., BROWN, A.W.A., HOYING, S.A. 1976: Organophosphorus-resistance and its inheritance in the predaceous mite *Amblyseius fallacis*. *J. Econ. Entomol.* 69, 64-68.
- CROFT, B.A., WAGNER, S.W., SCOTT, J.G. 1982: Multiple and cross-resistance in pyrethroid-resistant strains of the predatory mite, *Amblyseius fallacis*. *Environ. Entomol.* 11, 161-164.
- CROZIER, R.H. 1985: The Tetranychidae. Adaptive consequences of male-haploidy. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): *Spider mites. Their biology, natural enemies and control*, Vol. 1A. Elsevier, Amsterdam, 201-222.
- DANESHVAR, H., RODRIGUEZ, J.G. 1975: Toxicity of organophosphorus systemic pesticides to predator mites and prey. *Ent. Exp. Appl.* 18, 297-301.
- DIETER, A. 1966: Beitrag zur Biologie und Bekämpfung der Blattgall- oder Pockenmilbe der Rebe. *Weinberg und Keller* 13, 191-209.
- DITTRICH, 1975: Acaricide resistance in mites. *Zeitschr. Angew. Entomol.* 78, 28-45.
- DOSSE, G. 1956a: Über die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilbenbiozönose auf Apfel. *Mitt. Biol. Bundesanst.* 85, 40-44.



- DOSSE, G. 1956b: Über die Entwicklung einiger Raubmilben bei verschiedenen Nahrungstieren (Acar., Phytoseiidae). Pfl.schutzber. 16, 122-136.
- DOSSE, G. 1957: Über einige Faktoren, die den Aufbau einer Typhlodromidenpopulation bestimmen (Acar., Phytoseiidae). Anz. Schädlingskd. 30, 23-25.
- DOSSE, G. 1959: Der Einfluss von Temperatur und Nahrung auf verschiedene Raubmilbenarten und Hinweise auf die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung von Spinnmilben in Gewächshäusern. Verhdl. IV. Intern. Pflanzenschutzkongr. Hamburg 1957 1, 929-932.
- DOSSE, G. 1961a: Über die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung von Spinnmilben im Obstbau. Mitt. Biol. Bundesanst. 104, 50-53.
- DOSSE, G. 1961b: Über die Bedeutung der Pollennahrung für *Typhlodromus (T.) pyri* Scheuten (= *tiliae* Oud.) (Acari, Phytoseiidae). Ent. Exp. Appl. 4, 191-195.
- DOWNING, R.S., MOLLIET, T.K. 1972: Replacement of *Typhlodromus occidentalis* by *T. caudiglans* and *T. pyri* (Acarina: Phytoseiidae) after cessation of sprays on apple trees. Can. Entomol. 104, 937-940.
- DUSO, 1988: Pers. Mitteilung.
- EDWARDS, C.A., THORNHILL, W.A., JONES, B.A., BATER, J.E., LOFTY, J.R. 1984: The influence of pesticides on polyphagous predators of pests. Proc. Brit. Crop Prot. Conf. Vol. 1, 317-323.
- EL-BAGOURY, M.E., EL-BANHAWY, E.M. 1987: Effect of feeding treated prey with dicofol and avermectin on the survival, reproduction and development of the predacious mite, *Phytoseius finitimus* (Acari, Phytoseiidae). Zschrft. Angew. Entomol. 104, 35-39.
- EL-BANHAWY, E.M., ABOU-AWAD, B.A. 1987: Comparison between generations and reproduction of *Amblyseius gossipi*, maintained on natural and artificial diets. Bull. Soc. Entomol. Egypt 65, 223-226.
- EL-BANHAWY, E.M., EL-BAGOURY, M.E. 1985: Toxicity of avermectin and fenvalerate to the eriophyid gall mite *Eriophyes dioscoridis* and the predacious mite *Phytoseius finitimus* (Acari: Eriophyidae; Phytoseiidae). Int. J. Acarol. 11, 237-240.
- EICHHORN, K.W., LORENZ, D.H. 1977: Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe. Der Deutsche Weinbau 32, 19-24.
- EICHHORN, K.W., GRÜN, F., IPACH, R. 1981: Spinnmilben im Weinbau und ihr Einfluß auf die Qualitätserzeugung. Der Deutsche Weinbau, 36, 263-266.
- ENGLERT, W.D. 1975: Akarizidresistenz bei Freilandpopulationen der Obstbaumspinnmilbe *Panonychus ulmi* (Koch) an Reben. Weinberg und Keller 22, 491-499.
- ENGLERT, W.D. 1978: Probleme bei der Spinnmilbenbekämpfung im Weinbau. Dt. Weinbau Jahrb. 1978, 173-176.
- ENGLERT, W.D. 1979a: Ergebnisse einer Spätbehandlung zur Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Panonychus ulmi* (Koch) an Reben und Angaben zur Höhe der Qualitätseinbußen durch diese Milbe. Weinberg und Keller, 26, 435-446.
- ENGLERT, W.D. 1979b: Beobachtungen zum Auftreten von Raubmilben der Gattung *Typhlodromus* an Reben im Gebiet Mosel-Saar-Ruwer. Weinberg u. Keller 26, 458-465.
- ENGLERT, W.D. 1980: Hinweise zur Schädlingsbekämpfung im Weinbau. Rebe u. Wein, 33, 165-168.
- ENGLERT, W.D. 1982: Schonung der Raubmilben - ein Beitrag zu einer biologischen Spinnmilbenbekämpfung im Weinbau. Dt. Weinbau Jahrb. 1982, 131-134.
- ENGLERT, W.D. 1983: Untersuchungen über eine Zunahme der Obstbaumspinnmilbe *Panonychus ulmi* Koch nach dem Einsatz von synthetischen Pyrethroiden. Jahresb. 1983 Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft., 37.
- ENGLERT, W.D. 1985: Freilandversuche mit dem Pheromon Z-9-DDA zur Verwirrung der Männchen des Einbindigen Traubenwicklers. Gesunde Pflanzen 37, 461-471.
- ENGLERT, W.D. 1986: Die biologische Bekämpfung des Einbindigen Traubenwicklers *Eupoecilia ambiguella* mit Hilfe von Eiparasiten aus der Gattung *Trichogramma*. Jahresber. 1985 des Forschungsrings des Deutschen Weinbaues bei der DLG, 38-39.
- ENGLERT, W.D., HOLZ, B. 1989: Witterung, Entwicklung der Reben, Krankheiten, Schädlinge, Nützlinge und Schädigungen im Weinbau 1985 und 1986. Mitt. Biol. Bundesanst. 248, 1-43.

- ENGLERT, W.D., KETTNER, J. 1982: Vorkommen von Raubmilben der Gattung *Typhlodromus* an Reben an der Mosel und ihre Bedeutung als natürliche Feinde der Spinnmilben. Jahresbericht des FDW bei der DLG, 45-46.
- ENGLERT, W.D., KETTNER, J. 1983: Nebenwirkungen von Pflanzenbehandlungsmitteln auf Spinnmilben und Raubmilben. Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. 4, 89-91.
- ENGLERT, W.D., MAIXNER, M. 1988a: Laborzucht von *Typhlodromus pyri* und Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Mortalität und Fekundität dieser Milbe. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzbd. 40, 121-124.
- ENGLERT, W.D., MAIXNER, M. 1988b: Biologische Spinnmilbenbekämpfung im Weinbau durch Schonung der Raubmilbe *Typhlodromus pyri*. In BUNDESM. ERN. LANDW. FORST. (Hrsg.): Schonung und Förderung in Nützlingen. Angewandte Wissenschaft 365, 300-306.
- EVANS, G.O., SHEALS, J.G., MACFARLANE, D. 1961: The terrestrial acari of the British Isles I. Alden Press, Oxford.
- EVELEIGH, E.S., CHANT, D.A. 1981: Experimental studies on acarine predator-prey interactions: the numerical response of immature and adult predators (Acarina: Phytoseiidae). Can. J. Zool. 59, 1407-1418.
- EVELEIGH, E.S., CHANT, D.A. 1982a: Experimental studies on acarine predator-prey interactions: the distribution of search effort and the functional and numerical responses of predators in a patchy environment (Acarina: Phytoseiidae). Can. J. Zool. 60, 2979-2991.
- EVELEIGH, E.S., CHANT, D.A. 1982b: Experimental studies on acarine predator-prey interactions: effects of temporal changes in the environment on searching behaviour, predation rates and fecundity (Acarina: Phytoseiidae). Can. J. Zool. 60, 2992-3000.
- EVELEIGH, E.S., CHANT, D.A. 1982c: Experimental studies on acarine predator-prey interactions: distribution of search effort and predation rates of a predator population in a patchy environment (Acarina: Phytoseiidae). Can. J. Zool. 60, 3001-3009.
- FEST, C., SCHMIDT, K.J. 1982: The chemistry of organophosphorus pesticides. Springer, Berlin, Heidelberg.
- FIELD, R.P., HOY, M.A. 1985: Diapause behaviour of genetically-improved strains of the spider mite predator *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). Ent. Exp. Appl. 38, 113-120.
- FIELD, R.P., HOY, M.A. 1986: Evaluation of genetically improved *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae) for integrated control of spider mites on roses in greenhouses. Hilgardia, 54, 1-31.
- FINNEY, D.J. 1971: Probit analysis. Cambridge University Press, Cambridge.
- FORGASH, A.J. 1984: History, evolution and consequences of insecticide resistance. Pest. Biochem. Physiol. 22, 178-186.
- FOURNIER, D., PRALAVORIO, M., BERGE, J.P., CUANY, A. 1985: Pesticide resistance in Phytoseiidae. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 423-432.
- FOURNIER, D., CUANY, A., PRALAVORIO, M., BRIDE, J.M., BERGE, J.B. 1987: Analysis of methidathion resistance mechanisms in *Phytoseiulus persimilis* A.H. Pest. Biochem. Physiol. 28, 271-278.
- FRITZSCHE, R., MÜLLER, P. 1968: Chemische Maßnahmen. In FRITZSCHE, R., GEILER, H., SEDLAG, U. (Hrsg.): Angewandte Entomologie. Fischer, Stuttgart.
- GÄRTEL, W. 1972: Die Rebblattgallmilbe *Eriophyes vitis* Pgst., der Erreger der Pockenkrankheit (Eribose), als Knospenschädling und als Ursache starken Blattrollens. Weinberg und Keller 19, 589-614.
- GENINI, M., BAILLOD, M. 1987: Introduction de souches résistantes de *Typhlodromus pyri* (Scheuten) et *Amblyseius andersoni* Chant (Acari: Phytoseiidae) en vergers de pommiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 19, 115-123.
- GEORGHIOU, G.P. 1972: The evolution of resistance to pesticides. Ann. Rev. Entomol. 3, 133-168.
- GEORGHIOU, G.P. 1983: Management of resistance in arthropods. In GEORGHIOU, G.P., SAITO, T. (eds.): Pest resistance to pesticides. Plenum Publishers, New York, 769-792.

- GEORGHIOU, G.P., TAYLOR, C.E. 1977a: Pesticide resistance as an evolutionary phenomenon. Proc. XV. Intern. Congr. Entomol., 759-785.
- GEORGHIOU, G.P., TAYLOR, C.E. 1977b: Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. J. Econ. Entomol. **70**, 319-323.
- GEORGHIOU, G.P., TAYLOR, C.E. 1977c: Operational influences in the evolution of insecticide resistance. J. Econ. Entomol. **70**, 653-658.
- GEORGHIOU, G.P., LAGUNES, A., BAKER, J.D. 1983: Effect of insecticide rotations on evolution of resistance. In MIYAMOTO, J., KEARNEY, P.C. (eds.): Pesticide chemistry - Human welfare and environment. Pergamon Press, London.
- GERSON, U. 1985: Other predacious mites and spiders. In: HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 205-210
- GOULD, F. 1984: Role of behaviour in the evolution of insect adaptation to insecticides and resistant host plants. Bull. Entomol. Soc. Amer. **30**, 34-40.
- GÜNTHART, E. 1956: Das Rote-Spinne-Problem im Weinbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **65**, 14-20.
- GÜNTHART, E. 1957: Neues über Auftreten und Bekämpfung der Spinnmilben an Reben. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **66**, 231-236.
- HADAM, J.J., ALINIAZEE, M.T., CROFT, B.A. 1986: Phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) of major crops in Willamette Valley, Oregon, and pesticide resistance in *Typhlodromus pyri* Scheuten. Environ. Entomol. **15**, 1255-1263.
- HALL, F.R. 1979: Effects of synthetic pyrethroids on major insect and mite pests of apple. J. Econ. Entomol. **72**, 441-446.
- HARTLEY, G.S., GRAHAM-BRYCE, I.J. 1980: Physical principles of pesticide behaviour. Vol. 1 und 2. Academic Press, London.
- HASSAN, S.A. 1983: Testing side effects of pesticides on beneficial arthropods. Proc. Intern. Conf. Envir. Hazards 2, 1062-1070.
- HASSAN, S.A. 1986: Side effects of pesticides to entomophagous arthropods. Fortschr. der Zool. **32**, 89-94.
- HASSAN, S.A., BIGLER, F., BLAISINGER, P. und 26 andere 1985: Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". Bull. OEPP/EPPO Bull. **15**, 214-255.
- HAUB, G. 1982: Die Bedeutung des Schwefels im Rebschutz - nicht nur zur Oidiumbekämpfung. Deutsches Weinbaujahrbuch 1982, 135-143.
- HAUB, G., STELLWAAG-KITTLER, F. 1979: Die Nebenwirkungen der Fungizide auf Spinnmilben im Weinbau. Proc. Intern. Symp. IOBC/WPRS Wien, 442-443.
- HAUB, G., STELLWAAG-KITTLER, F., HASSAN, S.A. 1983: Zum Auftreten der Florfliege *Chrysopa carnea* Steph. als Spinnmilbenräuber in Rebanlagen. Die Wein-Wissenschaft **38**, 195-201.
- HAUSER, R. 1988: Pflanzenschutzmittel richtig dosieren und ausbringen. Der Deutsche Weinbau, **10**, 478-482.
- HAYES, A.J., MCARDLE, B.H. 1987: A laboratory study on the predator mite *Typhlodromus pyri* (Acarina: Phytoseiidae): I. The effect of temperature and food consumption on the rate of development of the eggs and immature stages. Res. Pop. Ecol. **29**, 73-83.
- HELLE, W., VAN DE VRIE, M. 1974: Problems with spider mites. Outlook on Agriculture **8**, 119-125.
- HELLE, W., BOLLAND, H.R., VAN ARENDONK, R., DE BOER, R., SCHULTEN, G.G.M., RUSSELL, V.M. 1978: Genetic evidence for biparental males in haplo-diploid predator mites (Acarina: Phytoseiidae). Genetica **49**, 165-171.
- HERBERT, H.J. 1952: Progress report on predacious mite investigations in Nova Scotia (Acarina: Phytoseiidae). Ann. Rep. Can. Entomol. Soc. **83**, 27-29.
- HERBERT, H.J. 1956: Laboratory studies on some factors in the life-history of the predacious mite *Typhlodromus tiliae* Oudms. (Acarina: Phytoseiidae). Can. Entomol. **88**, 701-704.
- HERBERT, H.J. 1959: Note on feeding ranges of six species of predaceous mites (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. Can. Entomol. **91**, 812.

- HERBERT, H.J. 1962: Overwintering females and the number of generations of *Typhlodromus (T.) pyri* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae) in Nova Scotia. *Can. Entomol.* **94**, 233-242.
- HERBERT, H.J. 1981a: Biology, life tables, and intrinsic rate of increase of the European red mite *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae). *Can. Entomol.* **113**, 65-71.
- HERBERT, H.J. 1981b: Biology, life tables, and innate capacity for increase of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Can. Entomol.* **113**, 371-378.
- HERING, M. 1951: Wird die "Rote Spinne" im deutschen Weinbau wirtschaftliche Bedeutung erlangen? *Rheinische Weinzeitung* **1**, 15-17.
- HERING, M. 1958: Beobachtungen über den Massenwechsel der Spinnmilben in den Weinbergen der Mittelmosel. *Weinberg und Keller* **5**, 631-644.
- HILL, D. 1987: *Agricultural insect pests of temperate regions and their control*. Cambridge University Press, London.
- HILL, G., FINGER, H. 1982: Auftreten von Schädlingen und Nutzarthropoden in Abhängigkeit vom Bewirtschaftungssystem. Jahresbericht des FDW bei der DLG **47-48**.
- HILL, G., SCHLAMP, H.A. 1984: Der Einsatz der Waschmethode zur Ermittlung des Raubmilbenbesatzes auf Rebblättern. *Die Wein-Wissenschaft* **39**, 255-262.
- HILL, G., SCHLAMP, H.A. 1986: Untersuchungen zur Einbürgerung von Raubmilben *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae) im Anbaugebiet Rheinhessen. *Die Wein-Wissenschaft* **41**, 333-344.
- HILLEBRAND, W., EICHHORN, K.W. 1988: *Rebschutz Taschenbuch*. Fachverlag Dr. Fraund, Wiesbaden.
- HIRANO, M., ARENT, H. 1985: Mode of action of pyrethroids and behaviour of insects and mites. *Phytophmedizin, Mitt. Dtsch. Phytop. Gesellschaft* **15**, 13-14.
- HISLOP, R.G., PROKOPY, R.J. 1981: Integrated management of phytophagous mites in Massachusetts (USA) apple orchards. 2. Influences of pesticides on the predator *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) under laboratory and field conditions. *Prot. Ecol.* **3**, 157-172.
- HISLOP, R.G., AUDITORE, P.J., WEEKS, B.L., PROKOPY, R.J. 1981: Repellency of pesticides to the mite predator *Amblyseius fallacis*. *Prot. Ecol.* **3**, 253-257.
- HOPP, H.H. 1957: Zum heutigen Stand des Rote-Spinne-Problems im Weinbau. *Weinberg u. Keller* **4**, 174-180.
- HOY, M.A. 1983: Opportunities for genetic improvement of mites as biological control agents. In HOY, M.A., CUNNINGHAM, G.L., KNUTSON, L. (eds.): *Biological control of pests by mites*. *Pub. Univ. Calif.*, 141-147.
- HOY, M.A. 1985: Recent advances in genetics and genetic improvement of the phytoseiidae. *Ann. Rev. Entomol.* **30**, 345-370.
- HOY, M.A., CONLEY, J. 1987: Toxicity of pesticides to western predatory mite. *Calif. Agric.* **41**, 12-14.
- HOY, M.A., KNOP, N.F. 1981: Selection for and genetic analysis of permethrin resistance in *Metaseiulus occidentalis*: Genetic improvement of a biological control agent. *Ent. Exp. Appl.* **30**, 10-18.
- HOY, M.A., SMILANICK, J.M. 1981: Non-random prey location by the phytoseiid predator *Metaseiulus occidentalis*: Differential responses to several spider mite species. *Ent. Exp. Appl.* **29**, 241-253.
- HOY, M.A., YU-LING, O. 1986: Selectivity of the acaricides clofentezine and hexythiazox to the predator *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* **79**, 1377-1380.
- HOY, M.A., KNOP, N.F., JOOS, J.L. 1980: Pyrethroid resistance in spider mite predator. *Calif. Agric.* **34**, 11-12.
- HOY, M.A., FLAHERTY, D., PEACOCK, W., CULVER, D. 1979: Vineyard and laboratory evaluations of methomyl, dimethoate, and permethrin for a grape pest management program in the San Joaquin Valley of California. *J. Econ. Entomol.* **72**, 250-255.
- HOYT, S.C., WESTIGARD, P.H., BURTS, E.C. 1978: Effects of synthetic pyrethroids on the codlin moth, Pear Psylla, and various mite species in Northwest apple and pear orchards. *J. Econ. Entomol.* **4**, 431-434.
- HUFFAKER, C.B., KENNETT, C.E. 1953: Differential tolerance to parathion of two *Typhlodromus* predatory on cyclamen mite. *J. Econ. Entomol.* **46**, 707-708.

- HUFFAKER, C.B., LUCK, R.F., MESSENGER, P.S. 1977: The ecological basis of biological control. Proc. XV Intern. Congr. Entomol. 1976, 560-586.
- HUFFAKER, C.B., VAN DE VRIE, M., MCMURTRY, J.A. 1970: Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. II. Tetranychid populations and their possible control by predators: An evaluation. *Hilgardia* 40, 391-458.
- HULL, L.A., STARNER, V.R. 1983: Impact of four synthetic pyrethroids on major natural enemies and pests of apple in Pennsylvania. *J. Econ. Entomol.* 76, 122-130.
- IVANICICH GAMBARO, P. 1975: Selezione di popolazioni di acari predatori resistenti ad alcuni insetticidi fosforati-organici. *Inf. Fitopat.* 25, 21-25.
- IVANICICH GAMBARO, P. 1986: An ecological study on *Amblyseius andersoni* Chant (Acarina: Phytoseiidae) in the climate of the Po valley (North Italy). Long-term research on OP-resistant populations. *Redia* 69, 555-572.
- IVANICICH GAMBARO, P. 1987: The biological control of phytophagous mites on vines: Role of *Kampimodromus aberrans* (Oud.) (Acarina: Phytoseiidae). In CAVALLORO, R. (ed.): Integrated Pest Control in Viticulture. Proc. of a meeting of the EC Experts Group. Balkema, Rotterdam, 235-243.
- JEPSON, L.R., KEIFER, H.H., BAKER, E.W. 1975: Mites injurious to economic plants. Univ. of Calif. Press, Los Angeles.
- JEPSON, L.R., MCMURTRY, J.A., MEAD, D.W., JESSER, M.J., JOHNSON, H.G. 1975: Toxicity of citrus pesticides to some predacious phytoseiid mites. *J. Econ. Entomol.* 68, 707-710.
- JOHNSON, D., WELLINGTON, W.G. 1984: Simulation of the interactions of predatory *Typhlodromus* mites with the European red mite, *Panonychus ulmi* (Koch). *Res. Pop. Ecol.* 26, 30-50.
- JOHNSON, H. 1987: Atlas der deutschen Weine. Hallwag, Stuttgart.
- JONES, V.P., PARELLA, M.P. 1983: Compatibility of six citrus pesticides with *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae) populations in southern California. *J. Econ. Entomol.* 76, 942-944.
- KABLE, P.F., JEFFERY, H. 1979: Selection for tolerance in organisms exposed to sprays of biocide mixtures: A theoretical model. *Phytopath.* 70, 8-12.
- KADISCH, E. 1986: Der Winzer 1. Weinbau. Ulmer, Stuttgart.
- KAPETANAKIS, E.G., CRANHAM, J.E. 1983: Laboratory evaluation of resistance to pesticides in the phytoseiid predator *Typhlodromus pyri* from English apple orchards. *Ann. Appl. Biol.* 103, 389-400.
- KARG, W. 1971a: Die freilebenden Gamasina (Gamasides) Raubmilben. In DAHL: Tierwelt Deutschlands Teil 59, Fischer, Jena.
- KARG, W. 1971b: Untersuchungen über die Acarofauna in Apfelanlagen im Hinblick auf den Übergang von Standardspritzprogrammen zu integrierten Bekämpfungsmaßnahmen. *Arch. Pflanzenschutz* 7, 243-279.
- KARG, W., MACK, S. 1986: Massenvermehrung und Einsatzmöglichkeiten der oligophagen Raubmilbe *Amblyseius mckenziei* Schuster et Pritchard in Gewächshauskulturen. *Nachrichtenbl. Pflanzenschutz. DDR* 40, 227-230.
- KENNETT, C.E. 1970: Resistance to parathion in the phytoseiid mite *Amblyseius hibisci*. *J. Econ. Entomol.* 63, 1999-2000.
- KENNETT, C.E., HAMAI, J. 1980: Oviposition and development in predaceous mites fed with artificial and natural diets (Acari: Phytoseiidae). *Ent. Exp. Appl.* 28, 116-122.
- KENNETT, C.E., FLAHERTY, D.L., HOFFMANN, R.W. 1979: Effect of wind-borne pollens on the population dynamics of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomophaga* 24, 83-89.
- KETTNER, J. 1986: Die Raubmilbe *Typhlodromus pyri* Scheuten 1857 (Acari, Phytoseiidae) an der Kulturrebe *Vitis vinifera* L. - Untersuchungen an der Mittelmosel zur Biologie und Populationsdynamik sowie über Auswirkungen von Rebschutzmitteln. Dissertation, Universität Bonn.
- KÖNIG, K., HASSAN, S.A. 1986: Resistenz und Kreuzresistenz der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) gegenüber organischen Phosphorsäureestern. *Zeitschr. angew. Entomol.* 101, 206-215.
- KRANTZ, G.W. 1978: A manual of acarology. Oregon State University Book Stores, Corvallis.

- KROP CZYNSKA, D., VAN DE VRIE, M. 1965: The distribution of phytophagous and predacious mites on apple leaves. *Boll. Zool. agr. Bachic.*, s. II 7, 107-112.
- LIENK, S.E., WATVE, C.M., WEIRES, R.W. 1980: Phytophagous and predacious mites on apple in New York. *Search: Agriculture* 6, 1-16.
- LOUIS, F. 1986: Applikationstechnik im System des integrierten Pflanzenschutzes. *Forschung, Schule, Praxis* 34, 67-78.
- LORENZ, D.H. 1978: Auftreten und Bekämpfung der Spinnmilben - Erfahrungen aus dem Jahre 1977. *Der Deutsche Weinbau* 33, 560-563.
- LORENZ, R.J. 1984: Grundbegriffe der Biometrie. Fischer, Stuttgart.
- MANI, G.S. 1985: Evolution of resistance in the presence of two insecticides. *Genetics* 109, 761-783.
- MARKWICK, N.P. 1986: Detecting variability and selecting for pesticide resistance in two species of phytoseiid mites. *Entomophaga* 31, 225-236.
- MATHYS, G. 1954: Le problème de la lutte contre les araignées rouges de la vigne. *Rev. Rom. Agric. Vitic. Arboric.* 10, 81-84.
- MATHYS, G. 1956: Das Massenaufreten von Spinnmilben als biozönotisches Problem. *Mitt. Biol. Bundesanst.* 85, 34-40.
- MATHYS, G. 1958: The control of phytophagous mites in Swiss vineyards by *Typhlodromus* species. *Proc. 10th Int. Congr. Entomol.* Vol. 4, Montreal.
- MATHYS, G. 1959: Möglichkeiten und Grenzen der biologischen Bekämpfung der Milben. *Verh. Intern. Pflanzenschutzkongr. Hamburg 1957*, 933-935.
- MATSUMURA, F. 1975: Toxicology of insecticides. Plenum Press, New York, London.
- MCMURTRY, J.A. 1983: Phytoseiid predators in orchard systems: A classical biological control success story. In HOY, M.A., CUNNINGHAM, G.L., KNUTSON, L. (eds.): *Biological control of pests by mites*. *Pub. Univ. Calif.*, 21-26.
- MCMURTRY, J.A., SCRIVEN, G.T. 1965: Insectary production of phytoseiid mites. *J. Econ. Entomol.* 58, 282-284.
- MCMURTRY, J.A., SCRIVEN, G.T. 1966: Effects of artificial foods on reproduction and development of four species of phytoseiid mites. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 59, 267-269.
- MCPHEE, A.W. 1963: The effect of low temperatures on some predacious phytoseiid mites, and on the brown mite *Bryobia arborica* M. & A. *Can. Entomol.* 95, 41-44.
- METCALF, R.L. 1980: Changing role of insecticides in crop protection. *Ann. Rev. Entomol.* 25, 219-256.
- MIEDEMA, E. 1987: Survey of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in orchards and surrounding vegetation of northwestern Europe, especially in the Netherlands. Keys, description and figures. *Neth. J. Plant Pathol.* 93, 1-64.
- MIYATA, T., SAITO, T. 1984: Development of insecticide resistance and measures to overcome resistance in rice pests. *Protection Ecol.* 7, 183-199.
- MORSE, J.G., CROFT, B.A. 1981: Developed resistance to azinphosmethyl in a predator-prey mite system in greenhouse experiments. *Entomophaga* 26, 191-202.
- MOTOYAMA, N., DAUTERMAN, W.C., ROCK, G.C. 1977: Toxicity of O-alkyl analogues of azinphosmethyl and other insecticides to resistant and susceptible predacious mites, *Amblyseius fallacis*. *J. Econ. Entomol.* 70, 475-476.
- MOTOYAMA, N., ROCK, G.C., DAUTERMAN, W.C. 1970: Organophosphorus resistance in an apple orchard population of *Typhlodromus (Amblyseius) fallacis*. *J. Econ. Entomol.* 63, 1439-1442.
- MOTOYAMA, N., ROCK, G.C., DAUTERMAN, W.C. 1971: Studies on the mechanism of azinphosmethyl resistance in the predacious mite, *Neoseiulus (T.) fallacis* (Family: Phytoseiidae). *Pest. Biochem. Physiol.* 1, 205-215.
- MÜHLMANN, H. 1960: Beobachtungen an einer Raubmilbenpopulationen. *Weinberg u. Keller* 7, 115-120.
- MÜLLER, G.W.; KICK, T. 1983: BASIC-Programme für die angewandte Statistik. Oldenbourg Verlag, München.

- MUELLER-BEILSCHMIDT, D., HOY, M.A. 1987: Activity levels of genetically manipulated and wild strains of *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae) compared as a method to assay quality. *Hilgardia* 55, 1-23.
- MULLIN, C.A., CROFT, B.A., STRICKLER, K., MATSUMURA, F., MILLER, J.R. 1982: Detoxification enzyme differences between a herbivorous and predatory mite. *Science* 217, 1270-1271.
- NELSON-REES, W.A., HOY, M.A., ROUSH, R.T. 1980: Heterochromatization, chromatin elimination and haploidization in the parahaploid mite *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae). *Chromosoma* 77, 263-276.
- NEWSOM, L.D. 1974: Predator insecticide relationships. *Entomophaga* 7, 13-23.
- NOACK, S., REICHMUTH, C. 1978: Ein rechnerisches Verfahren zur Bestimmung von beliebigen Dosis-Werten eines Wirkstoffs aus empirisch ermittelten Dosis-Wirkungs-Daten. *Mitt. Biol. Bundesanst.* 185, Parey, Berlin, Hamburg.
- OATMAN, E.R. 1976: An ecological study of arthropod populations on apple in northeastern Wisconsin: Phytoseiid mite species on the foliage. *Environ. Entomol.* 5, 63-64.
- OPPENORTH, F.J. 1984: Biochemistry of insecticide resistance. *Pest. Biochem. Physiol.* 22, 187-193.
- OSAKABE, M. 1988: Relationships between food substances and developmental success in *Amblyseius sojaensis* Ehara. *Appl. Entomol. Zool.* 23, 43-51.
- OSAKABE, M., INOUE, K., ASHIHARA, W. 1987: Effect of *Amblyseius sojaensis* Ehara (Acarina: Phytoseiidae) as a predator of *Panonychus citri* (McGregor) and *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). *Appl. Entomol. Zool.* 22, 594-599.
- OVERMEER, W.P.J. 1981: Notes on breeding phytoseiid mites from orchards (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. *Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent* 46, 503-509.
- OVERMEER, W.P.J. 1985a: Natural enemies of the Tetranychidea. Diapause. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 95-102.
- OVERMEER, W.P.J. 1985b: Natural enemies of the Tetranychidea. Alternative prey and food resources. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 131-140.
- OVERMEER, W.P.J. 1985c: Natural enemies of the Tetranychidea. Rearing and handling. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 161-170.
- OVERMEER, W.P.J. 1985d: Natural enemies of the Tetranychidea. Toxicological methods. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 183-190.
- OVERMEER, W.P.J., VAN ZON, A.Q., 1981: A comparative study of the effect of some pesticides on three predacious mite species: *Typhlodromus pyri*, *Amblyseius potentillae* and *A. bibens* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomophaga* 26, 3-9.
- OVERMEER, W.P.J., VAN ZON, A.Q., 1982: A standardized method for testing the side effects of pesticides on the predacious mite, *Amblyseius potentillae* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomophaga* 27, 357-364.
- OVERMEER, W.P.J., VAN ZON, A.Q., 1983a: The effect of different kinds of food on the induction of diapause in the predacious mite *Amblyseius potentillae*. *Ent. Exp. Appl.* 33, 27-30.
- OVERMEER, W.P.J., VAN ZON, A.Q., 1983b: Resistance to parathion in the predacious mite *Typhlodromus pyri* Scheuten. *Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent* 48, 247-251.
- OVERMEER, W.P.J., DOODEMAN, M., VAN ZON, A.Q. 1982: Copulation and egg production in *Amblyseius potentillae* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Zeitschr. angew. Entomol.* 93, 1-11.
- PENMAN, D.R., CHAPMAN, R.B., BOWIE, M.H. 1986: Direct toxicity and repellent activity of pyrethroid against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 79, 1183-1187.
- PENMAN, D.R., CHAPMAN, R.B., JESSON, K.E. 1981: Effects of fenvalerate and azinphosmethyl on two-spotted spider mite and phytoseiid mites. *Ent. Exp. Appl.* 30, 91-97.

- PENMAN, D.R., FERRO, D.N., WEARING, C.H. 1976: Integrated control of apple pests in New Zealand. VII. Azinphosmethyl resistance in strains of *Typhlodromus pyri* from Nelson. New Zeal. J. Exp. Agric. 4, 377-380.
- PENMAN, D.R., WEARING, C.H., COLLYER, E., THOMAS, W.P. 1979: The role of insecticide-resistant phytoseiid mites in integrated mite control in New Zealand. Rec. Adv. Acarol. 1, 59-69.
- PERKOW, W. 1983-1985: Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg. .
- PLAPP, F.W., BROWNING, C.R., SHARPE, P.J.H. 1979: Analysis of rate of development of insecticide resistance based on simulation of a genetic model. Environ. Entomol. 8, 494-500.
- PUTMAN, W.L. 1959: Hibernation sites of phytoseiids (Acarina: Phytoseiidae) in Ontario peach orchards. Can. Entomol. 91, 735-741.
- PUTMAN, W.L. 1967: Prevalence of spiders and their importance as predators in Ontario peach orchards. Can. Entomol. 99, 160-170.
- RABBINGE, R.I. 1975: Population dynamics and biological control of red spider mite. Span 18, 74-75.
- RAMBIER, A. 1972: Les acarions dans les vignobles. Progr. Agric. Vitic. 89, 385-396.
- RAMBIER, A. 1976: Beziehungen zwischen den schädlichen Milben und ihren Feinden. In IOBC/WPRS (Hrsg.): Nützlinge in Apfelanlagen. Pudoc, Wageningen, 107-109.
- RAMBIER, A., VAN DE VRIE, M. (1976): Die Raubmilben als Feinde der Spinnmilben in Apfelanlagen. In IOBC/WPRS (Hrsg.): Nützlinge in Apfelanlagen. Pudoc, Wageningen, 211-214.
- RASMY, A.H., ELBAGOURY, M.E., REDA, A.S. 1987: A new diet for reproduction of two predaceous mites *Amblyseius gossipi* and *Agistemus exsertus* (Acari: Phytoseiidae, Stigmaeidae). Entomophaga 32, 277-280.
- RIEDL, H., HOYING, S.A. 1980: Impact of fenvalerate and diflubenzuron on target and nontarget arthropod species on bartlett pears in northern California. J. Econ. Entomol. 73, 117-122.
- RIEDL, H., HOYING, S.A. 1983: Toxicity and residual activity of fenvalerate to *Typhlodromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) and its prey *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on pear. Can. Entomol. 115, 807-813.
- RISTICH, S.S. 1956: Toxicity of pesticides to *Typhlodromus pyri*. J. Econ. Entomol. 49, 511-515.
- ROBERTSON, J.L., SMITH, K.C., SAVIN, N.E., LAVIGNE, R. 1984: Effects of dose selection and sample size on the precision of lethal dose estimates in dose-mortality regression. J. Econ. Entomol. 77, 833-837.
- ROCK, G.C. 1979: Relative toxicity of two synthetic pyrethroids to a predator *Amblyseius fallacis* and its prey *Tetranychus urticae*. J. Econ. Entomol. 72, 293-294.
- ROCK, G.C., YEARGAN, D.R. 1971: Relative toxicity of pesticides to organophosphorus-resistant orchard populations of *Neoseiulus fallacis* and its prey. J. Econ. Entomol. 64, 350-352.
- ROUSH, R.T., HOY, M.A. 1980: Selection improves sevin resistance in spider mite predator. Calif. Agric., 11-14.
- ROUSH, R.T., HOY, M.A. 1981a: Genetic improvement of *Metaseiulus occidentalis*: Selection with methomyl, dimethoate, and carbaryl and genetic analysis of carbaryl resistance. J. Econ. Entomol. 74, 138-141.
- ROUSH, R.T., HOY, M.A. 1981b: Laboratory, glasshouse, and field studies of artificially selected carbaryl resistance in *Metaseiulus occidentalis*. J. Econ. Entomol. 74, 142-147.
- ROUSH, R.T., MCKENZIE, J.A. 1987: Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. Ann. Rev. Entomol. 32, 361-380.
- ROUSH, R.T., MILLER, G.L. 1986: Considerations for design for insecticide resistance monitoring programs. J. Econ. Entomol. 79, 293-298.
- ROUSH, R.T., PLAPP, F.W. 1982: Biochemical genetics of resistance to aryl-carbamate insecticides in the predacious mite, *Metaseiulus occidentalis*. J. Econ. Entomol. 75, 304-307.
- SABELIS, M.W. 1985: The Phytoseiidae. Predation on spider mites. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 103-130.



- SABELIS, M.W., DICKE, M. 1985: The Phytoseiidae. Long-range dispersal and searching behaviour. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 141-160.
- SACHS, L. 1984: Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. Springer, Heidelberg, Berlin.
- SAMSOE-PETERSEN, L. 1983: Laboratory method for testing side effects of pesticides on juvenile stages of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* based on detached bean leaves. Entomophaga 28, 167-178.
- SCHLAMP, H.A. 1987: Mehrjährige Erfahrungen in der chemischen und biologischen Bekämpfung der Traubenwickler. Der Deutsche Weinbau 42, 768-770.
- SCHMID, A. 1985: Erfahrungen mit der biologischen Spinnmilbenbekämpfung im Walliser Weinbau (Schweiz). Pflanzenschutz 5, 7-9.
- SCHROPP, A. 1980: Möglichkeiten des integrierten Pflanzenschutzes im Weinbau bei der Bekämpfung tierischer Schädlinge. Der Deutsche Weinbau 35, 485-489.
- SCHROPP, A. 1985: Einfluß verschiedener Pflanzenbehandlungsmittel auf die Raubmilbe *Typhlodromus pyri*. Der Deutsche Weinbau 40, 434-436.
- SCHROPP, A. 1986: Raubmilbenschonende Spritzfolge zeigt erste Erfolge in der Praxis. Der Deutsche Weinbau 41, 479-483.
- SCHROPP, A., EICHHORN, K.W., IPACH, R. 1982: Qualitätsminderung durch Spinnmilbenbefall. Deutsches Weinbau Jahrbuch 1982, 145-155.
- SCHROPP, A., HOOS, D. 1985: Einfluß einer insektizidfreien Spritzfolge auf die Population von Nützlingen und Gelegenheitsschädlingen im Weinbau. Jahresber. 1985 des Forschungsrings des Deutschen Weinbaues bei der DLG, 47-48.
- SCHRUF, G. 1967: Das Vorkommen räuberischer Milben aus der Familie Phytoseiidae an Reben. III (Acari, Mesostigmata). Die Wein-Wissenschaft 22, 184-201.
- SCHRUF, G. 1978: Nutzorganismen - die natürlichen Feinde von Rebschädlingen. Deutsches Weinbaujahrbuch 29, 163-172.
- SCHRUF, G. 1979: Die Mottenflug-Kontrolle als Voraussetzung für eine sinnvolle Traubenwicklerbekämpfung. Rebe und Wein 32, 298-301.
- SCHRUF, G. 1982: Nebenwirkungen von Rebschutzmitteln gegen Spinn- und Raubmilben. Rebe u. Wein 35, 254-256.
- SCHRUF, G. 1985: Grape. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 359-366.
- SCHRUF, G. 1987: Biological control of spider mites in viticulture. In CAVALLORO, R. (ed.): Integrated Pest Control in Viticulture. Proc. of a meeting of the EC Experts Group. Balkema, Rotterdam, 227-233.
- SCHRUF, G., MITTENMÜLLER, K., STÄRK, O. 1979: Die Überwinterung der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* an der Rebe und ihr Auftreten im Frühjahr. Die Wein-Wissenschaft 34, 55-60.
- SCHRUF, G., NOTHELDER, G. 1978: Laboruntersuchungen zur Resistenz der Obstbauspinnmilbe an Reben gegenüber verschiedenen Bekämpfungsmitteln. Die Wein-Wissenschaft 32, 103-108.
- SCHRUF, G., WEGNER, G. 1980: Untersuchungen über den Schlupf der Obstbauspinnmilbe *Panonychus ulmi* aus den Wintereiern im Frühjahr. Die Wein-Wissenschaft 35, 299-302.
- SCHRUF, G., LEHMANN, E., BIERL-LEONHARDT, B., ARN, H. 1981: Versuche zur Orientierungsunterbrechung (Konfusionsverfahren) des Einbindigen Traubenwicklers (*Eupoecilia ambiguella* Hb.) mit Pheromon-Bändern. WeinWissenschaft 36, 268-279.
- SCHULTEN, G.G.M. 1985: Phytoseiid mites. Pseudo-Arrhenotoky. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 67-72.
- SCHULTEN, G.G.M., VAN DE KLASHORST, G. 1974: Genetics of resistance to parathion and demeton-S-methylsulfon in *Phytoseiulus persimilis* A.H. (Acari: Phytoseiidae). Proc. 4th Intern. Congr. Acarol., 519-524.

- SCHULTEN, G.G.M., VAN DE KLASHORST, G., RUSSEL, V.M. 1976: Resistance of *Phytoseiulus persimilis* A.H. (Acari: Phytoseiidae) to some insecticides. *Zeitschr. angew. Entomol.* **80**, 337-341.
- SCOTT, J.G., CROFT, B.A., WAGNER, S.W. 1983: Studies on the mechanism of permethrin resistance in *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) relative to previous insecticide use on apple. *J. Econ. Entomol.* **76**, 6-10.
- SENGONCA, C., STRUZINA, A., ENGLERT, W.D. 1984: Die Wintereiablage der Obstbauspinnmilbe *Panonychus ulmi* Koch (Acari, Tetranychidae) an Reben bei Drahtrahmen- und Pfahlerziehung. *Die Wein-Wissenschaft* **39**, 250-254.
- SOLOMON, M.G., FITZGERALD, J.D. 1984: The role of resistant *Typhlodromus pyri* in apple orchards. *Proc. Brit. Crop Prot. Conf.* **3**, 1113-1116.
- STÄUBLI, A., BAILLOD, M. 1988: Les effets secondaires des pesticides sur les auxiliaires: exemples pratiques en arboriculture et en viticulture. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **20**, 205-209.
- STEINER, H. 1987: Untersuchungen zur natürlichen Spinnmilbenbegrenzung durch Raubmilben (*Typhlodromus pyri* Scheuten) im Weinbaugebiet Württemberg. Dissertation, Universität Hohenheim.
- STELLWAAG, F. 1928: Die Weinbau-Insekten der Kulturländer. Paul Parey, Berlin.
- STELLWAAG-KITTLER, F., HAUB, G. 1979: Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Raubmilben im Weinbau. *Proc. Intern. Symp. IOBC/WPRS Wien*, 446-448.
- STERK, G. 1988: Persönliche Mitteilung.
- STREIBERT, H.P. 1981: A standardized laboratory rearing and testing method for the effects of pesticides on the predatory mite *Amblyseius fallacis* (Garman). *Zeitschr. angew. Entomol.* **92**, 121-127.
- STRICKLER, K., CROFT, B.A. 1981: Variation in permethrin and azinphosmethyl resistance in populations of *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* **10**, 233-236.
- SWIRSKI, E., AMITAI, S., DORZIA, N. 1967: Field and laboratory trials on the toxicity of some pesticides to predacious mites (Acarina: Phytoseiidae). *Utarim* **17**, 149-159.
- TABASHNIK, B.E. 1986: Evolution of pesticide resistance in predator/prey systems. *Bull. Ent. Soc. Amer.* **32**, 156-161.
- TABASHNIK, B.E., CROFT, B.A. 1982: Managing pesticide resistance in crop-arthropod complexes: Interactions between biological and operational factors. *Environ. Entomol.* **11**, 1137-1144.
- TABASHNIK, B.E., CROFT, B.A. 1985: Evolution of pesticide resistance in apple pests and their natural enemies. *Entomophaga* **30**, 37-49.
- TANIGOSHI, L.K., CONGDON, B.D. 1983: Laboratory toxicity of commonly used pesticides in California citriculture to *Euseius hibisci* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* **76**, 247-250.
- TANIGOSHI, L.K., FARGERLUND, J. 1984: Implications of parathion resistance and toxicity of citricultural pesticides to a strain of *Euseius hibisci* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) from the San Joaquin Valley of California. *J. Econ. Entomol.* **77**, 789-793.
- TAYLOR, C.E., QUAGLIA, F., GEORGHIOU, G.P. 1983: Evolution of resistance to insecticides: A cage study on the influence of migration and insecticide decay rates. *J. Econ. Entomol.* **76**, 704-707.
- TERRIERE, L.C. 1983: Enzyme induction, gene amplification and insect resistance to insecticides. In GEORGHIOU, G.P., SAITO, T. (eds.): *Pest resistance to pesticides*. Plenum Publishers, New York, 265-298.
- THIER, H.P., FREHSE, H. 1986: Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln. Thieme, Stuttgart.
- VAN DER BAAN, H.E., KUIJPERS, L.A.M., OVERMEER, W.P.J., OPPENOORTH, F.J. 1985: Organophosphorus and carbamate resistance in the predacious mite *Typhlodromus pyri* due to insensitive acetylcholinesterase. *Exp. Appl. Acarol.* **1**, 3-10.
- VAN DE VRIE, M. 1969: Problems in the control of the fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi* (Koch), in orchards in the Netherlands. *Proc. 2nd Int. Congr. Acarol.* 1967, 525-532.
- VAN DE VRIE, M. 1973: Studies on prey-predator interactions between *Panonychus ulmi* and *Typhlodromus (A.) potentillae* (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae) on apple in the Netherlands. *FAO Conf. Ecol. in Relation to Plant Pest Control, Rome*, 145-160.

- VAN DE VRIE, M. 1980: Population regulation of the fruit-tree red spider mite *Panonychus ulmi* by predators. Integrated control of insect pests in the Netherlands. Pudoc, Wageningen 23-28.
- VAN DE VRIE, M. 1985: Apple. In HELLE, W., SABELIS, M.W. (eds.): Spider mites. Their biology, natural enemies and control, Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 311-326.
- VAN DE VRIE, M., BOERSMA, A. 1970: The influence of the predacious mite *Typhlodromus (A.) potentillae* (Garman) on the development of *Panonychus ulmi* (Koch) on apple grown under various nitrogen conditions. Entomophaga 15, 291-304.
- VAN DE VRIE, M., MCMURTRY, J.A., HUFFAKER, C.B. 1972: Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. III. Biology, ecology, and pest status, and host-plant reactions of tetranychids. Hilgardia 41, 343-432.
- VAN ZON, A.Q., WYSOKI, M. 1978: The effect of some fungicides on *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae). Entomophaga 23, 371-378.
- VARLEY, G.C., GRADWELL, G.R., HASSEL, M.P. 1980: Populationsökologie der Insekten. Analyse und Theorie. Thieme, Stuttgart.
- VOGT, E., GÖTZ, B. 1987: Weinbau. Ulmer, Stuttgart.
- VOSS, G. 1961: Ein neues Akarizid-Austestungsverfahren für Spinnmilben. Anz. Schädlingkunde 34, 76-77.
- WATVE, C.M., LIENK, S.E. 1975: Responses of two phytoseiid mites to pesticides used in New York apple orchards. Environ. Entomol. 4, 797-800.
- WATVE, C.M., LIENK, S.E. 1976: Toxicity of carbaryl and six organophosphorus insecticides to *Amblyseius fallacis* and *Typhlodromus pyri* from New York apple orchards. Environ. Entomol. 5, 368-370.
- WELTY, C., REISSIG, W.H., DENNEHY, T.J., WEIRES, R.W. 1988: Comparison of residual bioassay methods and criteria for assessing mortality of cyhexatin-resistant European Red Mite (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 81, 442-448.
- WERLE, O. 1977: Das Weinbaugebiet der deutsch-luxemburgischen Obermosel. Trierer Geographische Studien 2.
- WHO (1957): Expert. comm. insecticides. WHO Techn. Rep. Ser. 123.
- WILDBOLZ, T., STAUB, A. 1986: Raubmilbenansiedlung im Obstbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau 122, 463-488.
- WONG, S.W., CHAPMAN, R.B. 1979: Toxicity of synthetic pyrethroid insecticides to predacious phytoseiid mites and their prey. Austr. J. Agric. Res. 30, 497-501.
- ZAHER, M.A., SHEHATA, K.K. 1971: Biological studies on the predator mite *Typhlodromus pyri* Sch. (Acarina: Phytoseiidae) with the effect of prey and non prey substances. Zeitschr. Angew. Entomol. 67, 389-394.
- ZWICK, R.W., FIELDS, G.J. 1978: Field and laboratory evaluations of fenvalerate against several insect mite pests of apple and pear in Oregon. J. Econ. Entomol. 71, 793-796.

7 Verzeichnis der im Text verwendeten Abkürzungen

$\alpha$	- Irrtumswahrscheinlichkeit
a.i.	- Aktiver Inhaltsstoff
Abb.	- Abbildung
AZPM	- Azinphosmethyl
BL	- Blatt, Blätter
DSM	- Demeton-S-methylsulfon
E	- Effektivität
F	- Fläche in $\text{cm}^2$
FK	- Fekundität der Kontrolltiere
Fv	- Fekundität der Versuchstiere
K	- Vielfaches der Anwendungskonzentration
K.I.	- Konfidenzintervall
M	- Mortalität
M <sub>eff</sub>	- Effektive Mortalität
M <sub>K</sub>	- Mortalität der Kontrolltiere
MW	- Mittelwert
OP	- Organophosphat - Phosphorsäureester
PY	- Pyrethroide
RM	- Raubmilben
SE	- Standard error - Standardfehler des Mittelwerts
Sign.	- Signifikanzniveau
Tab.	- Tabelle
V	- Variationskoeffizient
z	- Standardnormalvariable