©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Beitr. Ent., Berlin 39 (1989) 1, S. 125—149

Museum für Naturkunde
der HUMBOLDT-Universität zu Berlin
Zoologisches Museum
Berlin

WOLFRAM MEY

Der Parasitoidenkomplex der Apfelblattminiermotte (*Stigmella malella* STT.) im Havelländischen Obstbaugebiet (Lepidoptera, Nepticulidae)

Mit 11 Textfiguren und 5 Tabellen

1. Einleitung

Die Apfelblattminiermotte, *Stigmella malella* (STAINTON 1842), tritt in vielen Obstbaugebieten der DDR auf. Sie hat sich besonders im Apfelintensivanbau zu einem bedeutsamen Schaderreger entwickelt. Im Havelländischen Obstbaugebiet (HOG) kommt die Art in allen Apfelanlagen vor. Dabei überschreitet sie oft den Bekämpfungsrichtwert. Bei der Suche nach geeigneten Bekämpfungsmöglichkeiten richtete sich die Aufmerksamkeit auch auf die natürlichen Antagonisten der Apfelblattminiermotte. In einem integrierten Pflanzenschutzsystem könnten sie entsprechend ihrer Bedeutung Berücksichtigung finden. Damit ist bereits das Ziel der vorliegenden Arbeit fixiert. Es besteht in der Ermittlung der Bedeutung der natürlichen Antagonisten für die Apfelblattminiermotte und, darauf aufbauend, in der Ableitung von möglichen Maßnahmen für ihre praktische Nutzung. Zu den wichtigsten Antagonisten zählen ausschließlich Parasitoide der Ordnung Hymenoptera (D'AGUILAR et al. 1974, ASKEW & SHAW 1978, BALÁZS et al. 1983). Sie werden zum Parasitoidenkomplex von *St. malella* zusammengefaßt. Die praktische Bedeutung des Parasitoidenkomplexes liegt in der Fähigkeit, die Abundanz der Wirtsart herabzusetzen und auf einem niedrigen Niveau zu stabilisieren. Seine Nutzung bedeutet partielle biologische Bekämpfung. Diese wird als eine wichtige Komponente in der integrierten Bekämpfung angesehen (WILSON & HUFFAKER 1976). Damit gehören auch die Theorie und Praxis der biologischen Bekämpfung zu den Grundlagen eines integrierten Pflanzenschutzsystems (FRANZ & KRIEG 1982). Wie groß diese Komponente in den einzelnen Systemen sein kann, hängt von der Manipulierbarkeit und Bedeutung des Parasitoidenkomplexes ab. Sie läßt sich an Hand der beteiligten Arten und der durch sie erzielten Parasitierungsgrade abschätzen. Diese Angaben allein reichen jedoch nicht aus, um daraus die Eignung der Parasitoide für ihre Einbeziehung in ein praktikables Bekämpfungssystem abzuleiten (DEBACH et al. 1976). Dafür sind weitere Informationen über bestimmte Eigenschaften der Arten erforderlich, die mit den bei DEBACH et al. (1976) und ZWÖLFER et al. (1976) dargestellten methodischen Konzeptionen ermittelt werden können. Die vorliegende Arbeit versucht, auf diese Aspekte einzugehen. Sie ist im wesentlichen eine phänomenologische Beschreibung der Verhältnisse, wie sie der Autor in den Jahren 1983 bis 1985 im HOG angetroffen hat.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Danksagung

Bei den Untersuchungen im HOG konnte der Autor stets die Hilfe der Kollegen vom Pflanzenschutz der LPG „Obstbau" Damsdorf in Anspruch nehmen. Besonderer Dank gebührt dabei H. KONIETZKO, A. KURUCZ und L. BÖHM, die mit ihren langjährigen Erfahrungen im Pflanzenschutz dem Autor mit Rat und Tat zur Seite standen. Weiterhin gilt mein Dank den ehemaligen Kollegen vom Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow, J. MÖHL, B. FREIER, W. PALLUTT, W. KARG und R. GOTTWALD, für die in zahlreichen Diskussionen entstandenen Anregungen und nützlichen Hinweise.

Die Determination der gezüchteten Parasitoidenarten wurde von Z. BOUČEK (CAB Commonwealth Institute of Entomology, London) vorgenommen. Für seine großzügige Hilfe ist ihm der Autor zu großem Dank verpflichtet.

2. Material und Methoden

2.1. Das Untersuchungsgebiet

Das Havelländische Obstbaugebiet (HOG) ist das flächenmäßig größte Obstbauzentrum in der DDR. Es besteht aus mehreren, großen Genossenschaftsbetrieben, die zusammen eine Fläche von ca. 10000 ha bewirtschaften. Daneben gibt es auch eine Vielzahl von kleineren Plantagen, die durch private Eigentümer genutzt werden. Das Anbaugebiet erstreckt sich nördlich und südlich der Havel, in den Kreisen Potsdam-Land und Brandenburg-Land.

Die Untersuchungen konzentrierten sich besonders auf das Gebiet zwischen Damsdorf, Schenkenberg, Groß Kreutz und Plötzin. Hier wurden in fast allen Apfelintensivanlagen regelmäßig die Parasitierungsgrade ermittelt. Darüberhinaus erfolgten Probenahmen aus Anlagen bei Glindow, Werder, Priort, Kartzow und Fahrland, so daß ein Überblick über das Parasitierungsgeschehen und die beteiligten Arten im gesamten HOG erreicht wurde.

Für intensive Untersuchungen stand eine ca. 2 ha große Fläche zur Verfügung, die Teil einer über 100 ha großen Apfelintensivanlage war. Sie gehörte zum Bereich Deetz der LPG „Obstbau" Damsdorf und wird im folgenden als Standort Deetz bezeichnet. Die Anlage besaß eine starke Population von *St. malella*. Von Juli 1983 bis Mai 1985 fanden hier keine Insektizid- und Akarizidbehandlungen statt. Auf diese Weise konnten sich *St. malella* und ihre Parasitoide ungestört entwickeln.

Im HOG gibt es eine breite Palette unterschiedlichster Standorte, an denen Apfelbäume stehen. Trotz der immer deutlich ausgeprägten Standortspezifität können jedoch 2 Standortgruppen unterschieden werden. Das sind einmal die Apfelintensivanlagen und Privatplantagen, in denen intensive Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Dazu gehören Pflanzenschutz, Düngung, Beregnung und Schnitt. Alle anderen Standorte, auf denen außer einem sporadischen Verschneiden der Bäume keine weiteren Maßnahmen stattfinden, gehören zur zweiten Standortgruppe. Sie werden als unbeeinflußte Standorte bezeichnet.

Der räumliche und zeitliche Vergleich der Standorte untereinander hat sich hinsichtlich des Parasitierungsgeschehens als fruchtbar erwiesen. Diese Methode wurde in den Untersuchungen überwiegend angewendet und liegt den meisten Ergebnissen zugrunde.

2.2. Zucht der Parasitoide

Die während der Bonitur von Blattproben angetroffenen Larvenparasitoide, entweder als Larve oder als Puppe, wurden zusammen mit der Mine aus dem Blatt ausgeschnitten. Die Blattstückchen kamen anschließend in Glasröhrchen mit Watte-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

stopfen und wurden unter natürlichen Bedingungen in einem Freilandinsektarium gelagert. Mit dem Beginn der Flugzeit erfolgten in Abständen von 2 bis 3 Tagen Kontrollen der Röhrchen auf geschlüpfte Imagines. Die dargebotenen Zuchtbedingungen verursachten nur eine minimale Mortalität. Selbst das erste Larvenstadium ließ sich bis zur Imago durchzüchten. Eilarven und Praepuppen wurden extra gelagert und kontrolliert. Sie dienten der Ermittlung der Entwicklungsdauer von der Eilarve bis zur Imago und der Dauer des Puppenstadiums. Die Zucht von *Ch. prodice* erfolgte unter denselben Bedingungen. Statt der Minen wurden hier die Kokons von *St. malella* in Röhrchen aufbewahrt, aus denen erst nach dem Schlupf der Falter die Erzwespen erschienen. Außer bei *C. vittatus*, *Ch. chlorogaster* und *Ch. prodice* wurden alle geschlüpften Imagines präpariert. Die genannten Arten ließen sich bereits mit bloßem Auge ansprechen. Mit Ausnahme von *C. vittatus* konnte dabei auch sofort das Geschlecht festgestellt werden.

Das Material wird im Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow und im Museum für Naturkunde Berlin aufbewahrt.

2.3. Ermittlung des Parasitierungsgrades

Der Parasitierungsgrad (PG) der Larven wurde pro Standort und Generation stets erst nach Ablauf der Larvenzeit von *St. malella* ermittelt. Zu diesem Zeitpunkt war der natürliche Parasitierungsprozeß bereits abgeschlossen. Jede Probe umfaßte 50 Blätter. Es wurden nur Blätter mit Minen gesammelt. Bei der Auszählung der Minen blieben die der abgestorbenen ersten beiden Larvenstadien unberücksichtigt. Die Gesamtzahl der Minen dividiert durch die Zahl der untersuchten Blätter ergab die Anzahl Minen pro Blatt. Mit dieser Zahl wird die Wirtsabundanz angegeben. Der PG der Larven errechnet sich nach der Formel:

$$PG_L = \frac{\text{Anzahl lebender} + \text{geschlüpfter Parasitoide}}{\text{Gesamtzahl untersuchter Minen}} \times 100$$

Zu den lebenden Parasitoiden wurden alle in den Minen befindlichen Parasitoidenstadien gerechnet. Dazu gehörten auch die Parasitoide, die sich an bereits lange toten und z. T. mumifizierten Larven befanden. Eine Artbestimmung wurde nicht vorgenommen. Die Zahl der geschlüpften Imagines entsprach der Gesamtzahl vorhandener Schlupflöcher. Bei geringen Abundanzen bleiben meist alle Blätter, die Minen der 1. Generation aufweisen, an den Zweigen. Sie können zur 2. Generation erneut mit Eiern belegt werden. Um die Minen beider Generationen nicht zu verwechseln, wurden von der 2. Generation nur die Minen berücksichtigt, die sich auf den seit Juni neu gebildeten Blättern befanden. In Zweifelsfällen erfolgte eine Zuordnung der Mine nach dem Grad ihrer Verfärbung bzw. Ausbleichung.

Die Parasitierung durch *Chrysocharis prodice* wurde anhand der Kokons von *St. malella* ermittelt. Um eine entsprechend große Zahl an Kokons zu erhalten, mußten umfangreiche Blattproben entnommen werden. Dabei fanden nur Blätter Berücksichtigung, die bereits ausgewachsene Larven von *St. malella* enthielten. Die Blätter wurden in Lagen übereinander gestapelt und so in kleine Plasteschachteln gepreßt. Die aus den Minen geschlüpften Larven spannen ihre Kokons zwischen den Blättern. Nach einigen Tagen wurden die Kokons abgesammelt, in Glasröhrchen mit Wattestopfen überführt und anschließend im Freilandinsektarium gelagert. Während der Schlupfzeit der Imagines erfolgte eine ständige Kontrolle der Röhrchen. Nach Ablauf des Schlupfes wurden die Kokons, aus denen weder Falter noch Parasitoide geschlüpft

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

waren, seziert und auf tote Parasitoide bzw. Wirtspuppen kontrolliert. Der PG der Kokons errechnete sich nach folgender Formel:

$$PG_P = \frac{\text{Anzahl geschlüpfter} + \text{abgestorbener Parasitoide}}{\text{Gesamtzahl Kokons pro Probe}} \times 100$$

Die dazugehörige Wirtsabundanz wurde als Anzahl Minen pro Blatt und Generation am gleichen Standort bestimmt.

3. Ergebnisse

3.1. Artenspektrum

Im HOG konnten aus den verschiedenen Entwicklungsstadien von *St. malella* insgesamt 14 Parasitoidenarten gezüchtet werden (Tabelle 1). Der überwiegende Teil der Arten gehört zur Familie Eulophidae. Sie ist die wichtigste Parasitoidengruppe bei den Nepticulidae (BOUCEK & ASKEW 1968). Auch bei *St. malella* gehören Arten

Tabelle 1
Die Arten des Parasitoidenkomplexes von *St. malella* im Havelländischen Obstbaugebiet

Taxon	Entwicklung als: Primärparasitoid der: Larve	Larve—Puppe	Puppe	Hyperparasitoid
Braconidae				
1. *Gnamptodon pumilio* (NEES)		×		
Eulophidae				
2. *Cirrospilus pictus* (NEES)	×			
3. *C. vittatus* (WALKER)	×			×
4. *Chrysonotomyia formosa* (WESTWOOD)	×			
5. *Ch. chlorogaster* (ERDÖS)	×			×
6. *Ch. lyonetiae* (FERRIERE)	×			
7. *Pnigalio pectinicornis* (L.)	×			×
8. *Chrysocharis prodice* (WALKER)		×		
9. *Ch.* ? *submutica* GRAHAM	×			
10. *Ch. spec.*	×			
11. *Closterocerus trifasciatus* (WESTWOOD)	×			
12. *Tetrastichus ecus* (WALKER)	×			×
Ceraphronidae				
13. *Conostigmus geniculatus* KIEFFER			×	

dieser Familie zu den bedeutendsten Antagonisten. Die meisten Arten parasitieren die Larven. Es handelt sich dabei vorwiegend um polyphage Parasitoide, die sich stets solitär entwickeln. Gelegentlich treten die häufigeren Arten auch als Hyperparasiten in Erscheinung. Als Larven-Puppen Parasitoide wurden nur 2 Arten festgestellt. Davon gilt *Ch. prodice* als monophag. Für ihn sind bisher nur Arten aus der umfangreichen Gattung *Stigmella* als Wirte bekannt. Der einzige, vielleicht echte Puppenparasitoid ist *C. geniculatus*. Er ist jedoch kein für *St. malella* typischer Parasitoid. Das Wirtsspektrum dieser Gattung umfaßt hauptsächlich verschiedene Dipteren-Familien. Bisher ist er noch nicht aus Lepidoptera-Kokons gezüchtet worden. Damit besteht der Parasitoidenkomplex von *St. malella* insgesamt aus Arten, die nicht allein auf die Apfelblattminiermotte als Wirt angewiesen sind. Sie parasitieren meist noch andere, in Blättern minierende Insektenarten, die außerhalb der Apfel-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

anlagen immer in großer Artenzahl und oft auch hohen Abundanzen vorhanden sind. Von dort kann die eine oder andere Parasitoidenart gelegentlich auch Larven von *St. malella* in den Anlagen parasitieren. Es ist deshalb nicht auszuschließen, daß sich das Artenspektrum um einige Arten erweitern würde, wenn man gezielt an den Rändern der Apfelanlagen sammelte. Für die Abundanzdynamik der Apfelblattminiermotte sind sie jedoch ohne Bedeutung.

Alle nachgewiesenen Arten besitzen eine weite Verbreitung in Europa bzw. in der Paläarktis. Das im HOG ermittelte Artenspektrum unterscheidet sich vielleicht deshalb nur unwesentlich von denen aus anderen Gebieten Europas (vgl. D'AGUILAR et al. 1974, BALÁZS et al. 1983, BIČINA et al. 1979, BOLOTNIKOVA et al. 1980, CELLI 1960, EVELEENS & EVENHUIS 1968, KOSTJUKOV et al. 1979, NAVONE & VIDANO 1983, PALM 1983).

3.2. Kurze Charakterisierung der Arten

Gnamptodon pumilio (NEES)

Die Larven der Art entwickeln sich als Endoparasiten. Die Imagines schlüpfen nach der Überwinterung aus den Kokons des Wirtes. Im HOG ist die Art nur lokal vorhanden. Sie dürfte hier kaum eine Bedeutung für die Abundanzdynamik von *St. malella* haben. Nach ACHTERBERG (1983) parasitieren die Arten der Gattung *Gnamptodon* ausschließlich Vertreter der Nepticulidae. Bisher wurde die Art nur in Norditalien aus *St. malella* gezüchtet (NAVONE & VIDANO 1983).

Material: Groß Kreutz, 10.—20. 5. 86, 5 ♂♂, Intensivanlage bei Groß Kreutz, 7. 5. 86, 1 ♂.

Cirrospilus vittatus (WALKER)

Die Art ist morphologisch sehr variabel. Zwischen schwach gezeichneten und breit schwarz gemusterten Exemplaren gibt es alle Übergänge. Die als *donatellae* MARIANI bekannte Form kommt im HOG ebenfalls vor. Sie wird hier nicht extra ausgewiesen.

C. vittatus ist mit Abstand der häufigste Parasitoid der Larven von *St. malella* im HOG. Er tritt überwiegend als Ektoparasit auf. Parasitiert werden fast nur das 3. und 4. Larvenstadium. Gelegentlich entwickelt er sich auch als Endoparasit. Als Hyperparasit kann er ebenfalls, wenn auch selten, in Erscheinung treten. Dabei werden selbst Vertreter der eigenen Art parasitiert. Diese Beobachtung ist auch von EVENHUIS et al. (1971) in Holland gemacht worden. Das Geschlechterverhältnis bei *C. vittatus* ist sehr variabel. Es ist nicht nur zwischen den Populationen verschiedener Standorte unterschiedlich, sondern verändert sich auch zwischen den aufeinanderfolgenden Generationen an einem Standort (Tabelle 3 u. 4). In den Apfelintensivanlagen liegt der Weibchenanteil dabei meist höher, als an den unbeeinflußten Standorten.

C. vittatus überwintert im letzten Larvenstadium. Die Überwinterung ist eine Quieszenz. Der Schlupfbeginn der Imagines fällt mit dem Schlupfbeginn der Falter von *St. malella* zusammen. Bis Anfang Mai ist der überwiegende Teil der Population geschlüpft. Danach erscheinen nur noch vereinzelte Exemplare. Ende Mai ist der Schlupf abgeschlossen. Die ersten parasitierungsfähigen Larven von *St. malella* stehen ab Anfang Juni zur Verfügung. Die Larvenentwicklung im Juni dauert 9 bis 12 Tage. Das Puppenstadium ist etwas länger und dauert 11 bis 15 Tage. Im Juli/August verkürzt sich die Gesamtentwicklung auf 16 bis 21 Tage. Der Schlupfbeginn der 2. Generation liegt je nach den herrschenden Temperaturverhältnissen zwischen Anfang und Mitte Juli. Ende August ist der Schlupf der 2. Generation im wesentlichen abgeschlossen. Die später schlüpfenden Tiere sind bereits die Parasitoide der 2. Wirtslarvengeneration. Sie bilden nur eine partielle 3. Generation, da der überwiegende Teil der Population nicht mehr im selben Jahr schlüpft sondern überwintert. Bis

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Mitte Oktober können aber immer noch Imagines schlüpfen (Fig. 1). Die 2. und 3. Generation überschneiden sich, einmal wegen des Schlupfes der Hyperparasiten und zum anderen auf Grund der langen Larvenzeit der 2. Generation von *St. malella*, die bis weit in den September reicht. Unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Imagines, bei denen die Weibchen bis zu 3 Monate alt werden (TALHOUK & SOEHARDJAN 1970), kann man zusammenfassend feststellen, daß Imagines von *C. vittatus* über die gesamte Vegetationsperiode hin stets anzutreffen sind. Sie bleiben jedoch nicht am

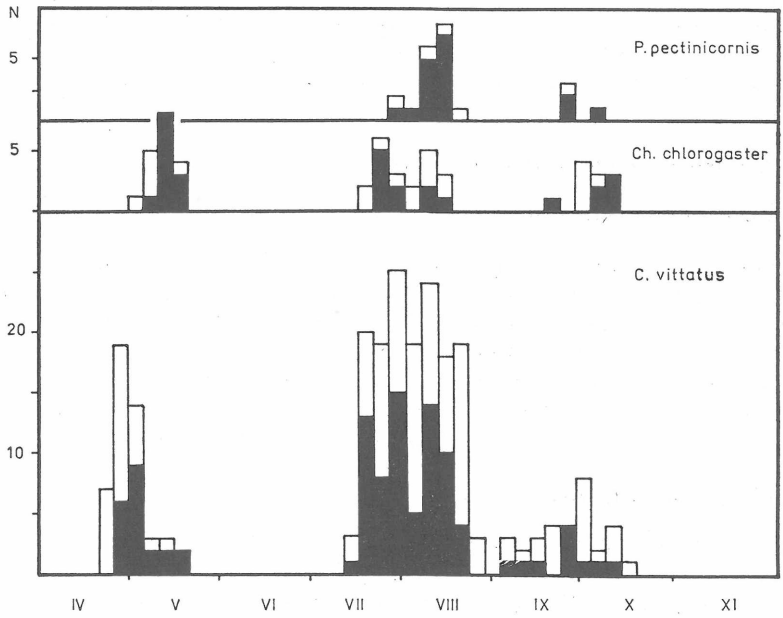

Fig. 1: Schlupf der wichtigsten Larvenparasitoide von *St. malella* im Jahre 1984 am Standort Deetz

Ort ihrer Entwicklung. Sowohl nach dem Schlupf im Frühjahr (1. Generation) als auch nach dem im Sommer (2. Generation) erfolgt eine Translokation der Population. Die Tiere verlassen die Apfelanlagen. Die Parasitierung der kurze Zeit später dort wieder vorhandenen Larven von *St. malella* setzt deshalb die Neu- bzw. Wiederbesiedlung der Apfelanlagen voraus. Sie beginnt an den Rändern und dehnt sich anschließend in das Bestandesinnere aus (MEY 1988 c). Der zeitliche Verlauf der Parasitierung ist in Fig. 5 dargestellt. Auch er spiegelt die allmähliche Besiedlung der Anlagen wider.

Cirrospilus pictus (NEES)

C. pictus entwickelt sich als Ektoparasit an L-4 Larven. Obwohl die Art ein sehr polyphager Parasitoid ist und auch die anderen Minierer am Apfel parasitiert, ist sie nur in wenigen Exemplaren aus *St. malella* im HOG gezüchtet worden. In den Apfelintensivanlagen konnte *C. pictus* ein einziges Mal nachgewiesen werden. Fast alle Tiere stammen aus Standorten ohne Pestizid-Einwirkung. Anhand der vorliegenden Schlupfdaten läßt sich vermuten, daß die Art zu denselben Zeiten im Jahr fliegt wie *C. vittatus*.

Material: Bochow, 5. 5. 85, 1 ♂; Groß Kreutz, 5. 5. 85, 1 ♀; Damsdorf, 23. 7. 85, 1 ♀, 25. 7. 85, 1 ♂; Deetz, 24. 7. 84, 1 ♂, 31. 7. 84, 1 ♂, 3. 8. 84, 1 ♂ 1 ♀, 13. 8. 84, 1 ♂ 1 ♀, 17. 8. 84, 1 ♂, 27. 8. 84, 1 ♀, 23. 9. 85, 1 ♀.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Pnigalio pectinicornis (Linné)

P. pectinicornis kommt regelmäßig in allen größeren Populationen von *St. malella* im HOG vor. Die Art entwickelt sich als Ektoparasit an den L-4 Larven und tritt auch als Hyperparasit von *C. vittatus* auf. Die Larvenentwicklung dauert im Juli 9 bis 11 Tage. Für das Puppenstadium werden 11 bis 15 Tage benötigt. Die Phänologie der Imagines ist der Fig. 1 zu entnehmen. Fast alle Tiere schlüpfen noch im Herbst, so daß nur sehr selten eine Überwinterung in der Mine von *St. malella* erfolgt. Die geschlüpften Imagines parasitieren im Herbst andere Minierer (besonders *Phyllonorycter*- und größere *Stigmella*-Arten). *St. malella* stellt deshalb für *P. pectinicornis* nur einen Nebenwirt dar. Das kommt auch in der geringen Dominanz der Art innerhalb des Parasitoidenkomplexes zum Ausdruck (Tabelle 2). Vermutlich ist auch der geringe Weibchenanteil ein Hinweis darauf, daß sich *P. pectinicornis* vorzugsweise an größeren Wirtsarten entwickelt.

Chrysonotomyia chlorogaster (Erdös)

Ch. chlorogaster ist nach *C. vittatus* der zweithäufigste Larvenparasitoid von *St. malella* im HOG (Tabelle 2). Beide Arten kommen fast immer zusammen vor. Nur bei sehr geringer Abundanz der Wirtspopulation fehlt *Ch. chlorogaster*. Die Art tritt ebenfalls als Ektoparasit auf. Sie kann sich aber in einem viel stärkeren Maße als *C. vittatus* auch endoparasitisch entwickeln. Gleichfalls stärker ausgeprägt ist die Tendenz zur hyperparasitischen Entwicklung. Die ektoparasitische Larve kann jedoch auch mit einem anderen Ektoparasiten koexistieren. Solche Fälle von Super- und Multiparasitismus (zwischen *Ch. chlorogaster* und *C. vittatus*) sind nur einige Male in der Sommergeneration beobachtet worden. Meistens entwickelten sich daraus Männchen. Für eine hyperparasitische Entwicklung dienen Larven von *C. vittatus* als Wirt. Gelegentlich ist auch eine Parasitierung der Puppen des Primärparasitoiden beobachtet worden. Das Geschlechterverhältnis bei *Ch. chlorogaster* schwankt in weiten Grenzen. Das betrifft sowohl Populationen verschiedener Standorte als auch die aufeinanderfolgenden Generationen an einem Standort. Genauso wie bei *C. vittatus* scheint auch bei *Ch. chlorogaster* der Weibchenanteil in den Apfelintensivanlagen größer zu sein als an den unbeeinflußten Standorten.

Ch. chlorogaster überwintert fast ausschließlich als Puppe. Die Verpuppung beginnt bereits im September. Die Imago schlüpft Anfang Mai und erscheint damit ca. 1 bis 2 Wochen später als *C. vittatus*. Die Schlupfperioden der Imagines im weiteren Jahresverlauf zeigt Fig. 1. Sie entsprechen denen von *C. vittatus*. Auch die Dauer des Larven- und Puppenstadiums stimmt mit der Entwicklung bei *C. vittatus* überein.

Chrysonotomyia formosa (Westwood)

Ch. formosa entwickelt sich als Endoparasit der L-4 Larven. Die Art konnte nur wenige Male gezüchtet werden. Sie scheint aber im HOG weit verbreitet zu sein. Für die Abundanzdynamik von *St. malella* ist sie aber ohne Bedeutung.

Material: Groß Kreutz, 14. 5. 85, 2 ♀♀, 30. 5. 85, 1 ♀, 26. 7. 84, 1 ♀; Damsdorf, 2. 5. 84, 1 ♂, 15. 5. 85, 1 ♀; Deetz, 29. 5. 86, 1 ♀, 26. 7. 84, 1 ♀, 9. 8. 84, 1 ♀, 30. 9. 85, 1 ♀.

Chrysonotomyia lyonetiae (Ferrière)

Die Art konnte bisher nur mit einem Exemplar im HOG nachgewiesen werden. Sie entwickelte sich als Endoparasit der Larve.

Material: Deetz, 9. 8. 84, 1 ♂.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Chrysocharis prodice (WALKER)

Die Art kommt im gesamten HOG vor. Sie ist jedoch nur an unbeeinflußten Standorten in Anzahl anzutreffen. In den Apfelintensivanlagen fehlt die Art weitgehend. *Ch. prodice* ist ein Larven-Praepuppen Parasit. Die Imagines parasitieren die L-3 und L-4 Stadien von *St. malella*. Die endoparasitisch lebende Larve von *Ch.*

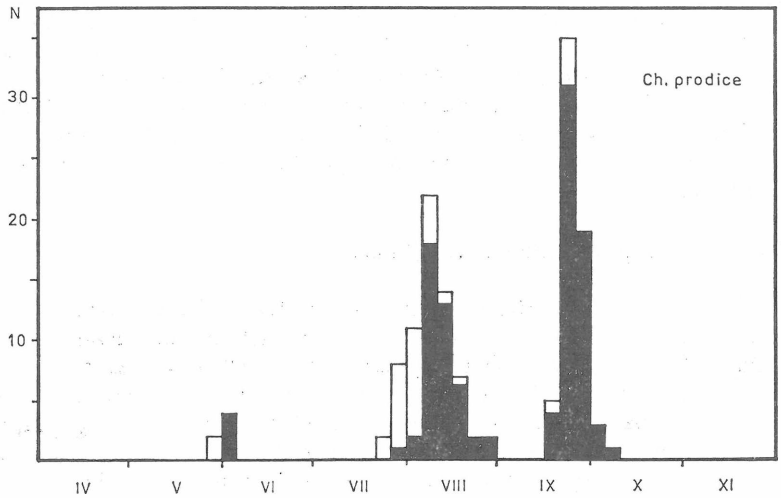

Fig. 2: Schlupf von *Ch. prodice* aus den Kokons von *St. malella* im Jahre 1984 am Standort Deetz

prodice verpuppt sich erst im Kokon von *St. malella*. Die Imagines der Frühjahrsgeneration schlüpfen 3 bis 4 Wochen später aus den Kokons als die Falter von *St. malella*. Auch die Sommergeneration erscheint zeitlich versetzt zum Falterflug. Kurz nach dem Schlupfbeginn der Erzwespen liegen in beiden Fällen bereits die ersten L-3 Larven des Wirtes vor, die parasitiert werden können. Im Frühjahr ist die Koinzidenz zwischen Wirt und Parasit vollständig. Bei der 2. Wirtsgeneration wird ebenfalls eine hohe Koinzidenzfrist erreicht. Sie wird einmal durch die ausgedehnte Schlupfperiode realisiert und zum anderen durch das Auftreten einer partiellen 3. Generation, die auch die Spätentwickler der *St. malella* parasitieren kann. Diese 3. Generation wird nur von Tieren gebildet, die aus den zuerst parasitierten Larven der Sommergeneration des Wirtes stammen. Von dieser Fraktion schlüpfen aber nicht alle Parasitoide im Herbst. Der überwiegende Teil erscheint erst im Frühjahr. Den Winter übersteht *Ch. prodice* als ausgewachsene Larve im Kokon des Wirtes. Gelegentlich überliegen auch einige Larven der 1. Generation. Die Larvenmortalität in den Kokons schwankt zwischen 0 und 12 %.

Das Geschlechterverhältnis ist relativ ausgeglichen (Tabelle 4). Zwischen 1. und 2. Generation gibt es keinen wesentlichen Unterschied (Tabelle 3). Die partielle 3. Generation jedoch besteht überwiegend aus Weibchen (Fig. 2). Da bei *Ch. prodice* arrhenotoke Parthenogenese vorkommt, sollte man annehmen, daß die ab Mitte September parasitierten Wirte im Frühjahr überwiegend Männchen ergeben müßten. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr schlüpfen auch aus diesen Fraktionen immer mehr Weibchen als Männchen. Die Apparenz beider Geschlechter ist zeitlich etwas verschoben (Fig. 3). Bei 50 % Schlupf beträgt die Differenz ca. 5 Tage. Bereits kurz nach dem Schlupf können die Weibchen von den bereits geschlüpften Männchen begattet werden.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

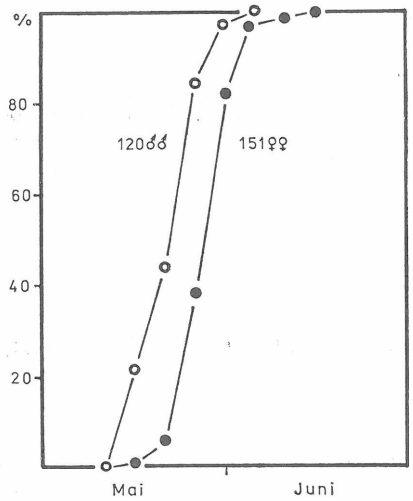

Fig. 3: Summenhäufigkeitskurven des Schlupfes der ♂♂ und ♀♀ von *Ch. prodice* aus den Winter-Kokons von *St. malella*

Die Entwicklung von *Ch. prodice* weist eine gute Synchronisation mit der Wirtsart *St. malella* auf. Die geschlüpften Wespen bleiben offensichtlich auch zu einem großen Teil in der Nähe ihres Entwicklungsortes. Dadurch kann sofort mit dem Erscheinen der ersten parasitierungsfähigen Wirtslarven die Parasitierung einsetzen (Fig. 5). Andererseits verhindert jedoch die hohe Ortstreue eine schnelle Besiedlung neuer Standorte bzw. die Wiederbesiedlung von Apfelanlagen. So ist z. B. in einer Versuchsanlage bei Damsdorf, in der seit 1984 keine breit wirksamen Insektizide und Akarizide eingesetzt werden, die Art auch nach 4 Jahren immer noch nicht wieder vorhanden. Über eine ähnliche Beobachtung berichtet Gruys (1980). Der Aktionsraum der Imagines ist aber immerhin noch so groß, daß benachbarte Standorte aufgesucht werden können. Diese Aktivität liegt der Entwicklung des PG in Figur 4 zugrunde.

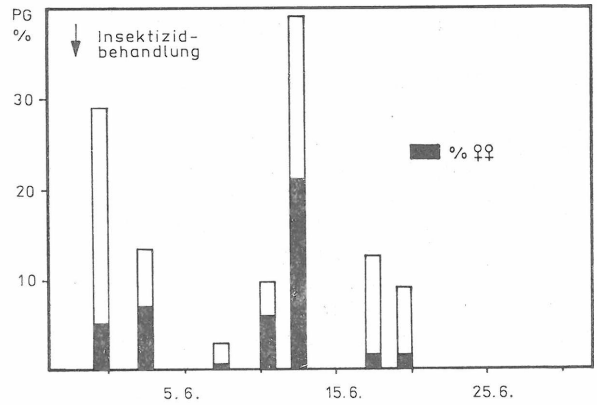

Fig. 4: Verlauf der Parasitierung von *St. malella* durch *Ch. prodice* am Standort Deetz 1985

Der Standort befand sich am Rand einer mit Insektiziden behandelten Apfelanlage. Er selbst blieb unbehandelt. Die Entwicklung des PG zeigt deutlich, wie die Insektizidapplikation in der Nachbarschaft die Parasitierung in der unbehandelten Fläche beeinflußt. Die nach dem 10. 6. 85 wieder ansteigenden PG sind wahrscheinlich auf die im Juni schlüpfenden Tiere von *Ch. prodice* und auf die allmählich nachlassende Residualtoxizität der Spritzbeläge auf den Blättern zurückzuführen.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Chrysocharis* ? *submutica GRAHAM

Die Art entwickelt sich als Endoparasit der Larven.

Material: Groß Kreutz, 5.—10. 5. 85, 4 ♂♂ 1 ♀, 30. 7. 85, 1 ♂, 14. 8. 85, 2 ♂♂; Göhlsdorf, 5. 5. 85, 1 ♂; Schenkenberg, 4. 5. 85, 2 ♂♂; Bochow, 9. 5. 85, 1 ♂; Krielow, 10. 5. 85, 1 ♂; Deetz, 6. 5. 85, 1 ♂, 9. 5. 85, 2 ♂♂, 23. 9. 85, 3 ♂♂; Werder, 12. 5. 85, 1 ♂; Lehnin, 8. 5. 86, 1 ♂; Damsdorf, 9. 5. 86, 2 ♂♂.

***Chrysocharis* spec.**

Die Art ist ebenfalls ein Endoparasit der Larve.

Material: Schenkenberg, 24. 7. 84, 1 ♀; Krielow, 10. 5. 85, 1 ♂; Damsdorf, 12. 5. 85, 2 ♀♀.

Closterocerus trifasciatus WESTWOOD

C. trifasciatus gehört ebenfalls zu den selteneren Parasitoiden der Larven von *St. malella*. Die Art ist im Gebiet jedoch weit verbreitet. Sie parasitiert aber *St. malella* nur gelegentlich. Viel häufiger tritt sie als Parasitoid von *Leucoptera malifoliella* (COSTA) auf, die meist am gleichen Ort vorkommt.

Material: Deetz, 10. 5. 85, 1 ♀; Groß Kreutz, 26. 8. 85, 1 ♀.

Tetrastichus ecus (WALKER)

T. ecus ist ein Ektoparasit der L-4 Larve. Nicht selten tritt sie auch als Hyperparasit von *C. vittatus* in Erscheinung oder entwickelt sich nekrophag. Obwohl *T. ecus* eine häufige Art ist und auch schon lange als Parasitoid von *St. malella* bekannt war, konnte sie im HOG nur in einer einzigen Population der Apfelblattminiermotte nachgewiesen werden. Die Ursachen für dieses lokale Auftreten werden bei MEY (1987) erörtert.

Material: Groß Kreutz, 22. 4. 85, 1 ♂, 5. 5. 85, 3 ♂♂, 10. 5. 85, 4 ♂♂, 1. 8. 85, 1 ♂, 5. 8. 85, 1 ♂.

Conostigmus geniculatus KIEFFER

Diese Art tritt mit geflügelten Männchen und ungeflügelten Weibchen auf. Sie wurde im HOG zuerst aus Kokons von *St. roborella* JOHANNSEN gezüchtet. Aus den Kokons von *St. malella*, die im April 1985 an einem unbeeinflußten Standort bei Groß Kreutz gesammelt wurden, schlüpfte ebenfalls ein Tier. Die Apfelbäume befanden sich dabei in der Nähe von Stieleichen (*Quercus robur*), auf denen verschiedene Arten von *Stigmella* und *Ectoedemia* lebten. Es ist jedoch nicht sicher, ob die Nepticuliden-Puppen tatsächlich die Wirte von *C. geniculatus* sind. Die Art kann sich auch als Hyperparasit entwickeln. Als Wirte kämen dann *Ch. prodice* und *Derostenus* spec. in Frage.

Material: Groß Kreutz, 14. 5. 85, 1 ♀.

3.3. Dominanzstruktur

Bei den Larvenparasitoiden dominieren *C. vittatus* und *Ch. chlorogaster*. Beide Arten zusammen erreichen meist einen Anteil von ca. 80 % an der gesamten Larvenparasitierung (Tabelle 2). Von den anderen Arten tritt nur *P. pectinicornis* etwas häufiger auf. Er kommt mit hoher Konstanz im Gebiet vor. Die Dominanz von *C. vittatus* und *Ch. chlorogaster* erstreckt sich über das gesamte HOG. An allen untersuchten

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Standorten bestreiten diese zwei Arten immer den überwiegenden Teil der Larvenparasitierung. Das betrifft sowohl Apfelintensivanlagen als auch völlig unbeeinflußte Standorte. Zwischen den im Jahr aufeinanderfolgenden Wirtsgenerationen ist jedoch regelmäßig eine Verschiebung der Dominanzanteile zu beobachten. Sie besteht darin, daß *Ch. chlorogaster* seinen Anteil an der Gesamtparasitierung der 2. Wirtsgeneration gegenüber der 1. Generation stark erweitert und meist mehr als verdoppeln kann. Dieses

Tabelle 2

Anteile der wichtigsten Larvenparasitoide (in %) an der Gesamtparasitierung der Wirtsgeneration an unbeeinflußten Standorten, außer Groß Kreutz, Anlage (CV = *C. vittatus*, CC = *Ch. chlorogaster*, PP = *P. pectinicornis*, TE = *T. ecus*)

Standort	Generation		Individuendominanz				
			CV	CC	PP	TE	übrige Arten
Deetz	I	1984	75,4	10,6	9,0	—	5,0
	II	1984	55,0	31,9	4,3	—	8,8
	I	1985	71,0	14,1	5,7	—	9,2
	II	1985	48,8	34,5	8,3	—	8,3
Schenkenberg	I	1985	70,6	17,6	5,9	—	5,9
	II	1985	59,1	28,6	4,8	—	9,5
Groß Kreutz, Ort	I	1985	84,5	7,0	—	—	8,5
Göhlsdorf	II	1984	62,0	28,6	—	—	9,4
Groß Kreutz, Anlage	II	1984	46,2	23,1	7,7	12,3	10,8

Phänomen ist in Apfelintensivanlagen mit hohem *St. malella*-Befall genauso nachweisbar wie an den unbeeinflußten Standorten. Neben *Ch. chlorogaster* treten in der 2. Larvengeneration von *St. malella* auch andere Parasitoide stärker in Erscheinung. Das liegt daran, daß ab Anfang August kaum noch Insektizide bzw. Akarizide ausgebracht werden. Dadurch eröffnet sich weiteren polyphagen Arten die Gelegenheit, Larven von *St. malella* oder überwinternde Primärparasitoide in den Apfelintensivanlagen zu parasitieren. Sie erlangen jedoch nur lokal eine gewisse Bedeutung. Ein Beispiel dafür ist *T. ecus*.

Aus den Kokons von *St. malella* schlüpfen 3 Arten. Davon ist *Ch. prodice* der mit Abstand häufigste Parasitoid. Er ist an allen Standorten vorhanden, die nicht durch Pestizide beeinflußt sind. In den Apfelintensivanlagen fehlt die Art fast immer. Sie kommt hier nur dann vor, wenn in der unmittelbaren Nachbarschaft bereits eine starke Population von *Ch. prodice* besteht. Von da aus kann stets ein Zuflug von Imagines in die Anlagen hinein erfolgen. Die durch diese Immigranten hervorgerufene Parasitierung bleibt allerdings dort bedeutungslos. Die beiden anderen Puppenparasitoide sind bei *St. malella* selten vorkommende Arten, zumindest im HOG. Sie wurden jeweils nur an einem bzw. zwei Standorten gefunden. Ihr Anteil an der Parasitierung der Kokons blieb dabei sehr gering. Er erreichte z. B. bei *G. pumilio* an einem Standort bei Groß Kreutz 3,4 %.

3.4. Geschlechterverhältnis

Bei den Eulophidae ist arrhenotoke Parthenogenese ein häufig auftretender Entwicklungsmodus (Boucek & Askew 1968). Befruchtete Weibchen können beim Auffinden eines potentiellen Wirtes entscheiden, ob ein Männchen oder ein Weibchen produziert werden soll. Diese Entscheidung wird beeinflußt durch Eigenschaften des Wirtes (Größe, physiologische Eignung, Parasitierung u. a.) und durch die Abundanz

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Tabelle 3

Geschlechterverhältnis von 3 Parasitoidenarten aus der I. und II. Wirtsgeneration am Standort Deetz 1984

Art	I. Gen. N	% ♀♀	II. Gen. N	% ♀♀
C. vittatus	151	45,7	51	39,2
Ch. chlorogaster	21	47,6	29	62,1
Ch. prodice	68	64,7	334	62,6

Tabelle 4

Variationsbreite des Weibchenanteils von 3 Parasitoidenarten aus überwinternden Populationen 1985

Art	Intensiv-anlagen	% ♀♀	unbeeinfl. Standorte	% ♀♀
C. vittatus	4	26,1—51,8	5	15,8—45,4
Ch. chlorogaster	4	13,3—66,7	5	11,2—33,3
Ch. prodice (1986)	—	—	2	51,3—51,6

vorhandener Wirtsindividuen (AESCHLIMANN 1969, HASSELL 1978, WAAGE & GODFRAY 1985). Beide Merkmale widerspiegeln (aus der Sicht der Parasitoide) die Qualität der jeweiligen Wirtspopulation. Sie ist ihrerseits wiederum abhängig von den konkreten Standortbedingungen. Damit läßt sich das Geschlechterverhältnis als eine standortspezifische Eigenschaft der lokalen Parasitoidenpopulation auffassen. Die plastische Reproduktionsstrategie ermöglicht ihnen eine jeweils optimale Nutzung der verschiedenen Habitate. In diesem Sinne kann man die relativ hohe Variabilität dieses Merkmals zwanglos interpretieren. Bei einer genaueren Kenntnis über die Zusammenhänge zwischen Standortbedingungen und Geschlechterverhältnis wäre vielleicht sogar eine Indikation der Qualität von Standorten für Parasitoide möglich. Der durchweg höhere Weibchenanteil von *C. vittatus* und *Ch. chlorogaster* in den Apfelintensivanlagen ist dafür ein Ansatzpunkt.

3.5. Parasitierungsgrade

In den Entwicklungszyklus von *St. malella* greifen Parasitoide meist nur an zwei Abschnitten ein. Das ist einmal das L-3 und L-4 Stadium und zum anderen das Puppenstadium. Das L-2 Stadium wird nur ausnahmsweise belegt. Die Larven werden generell nicht parasitiert, wenn sie sich in der Häutung befinden (BENDEL-JANSSEN 1977). Da außer *Ch. prodice* und *G. pumilio* alle anderen Arten die Larve in der Mine abtöten bzw. paralysieren, läßt sich die Parasitierung leicht anhand der Minen feststellen. Eine Trennung der Parasitoidenlarven nach Arten wurde nicht vorgenommen. Die PG stellen deshalb immer die Gesamtparasitierung der Larven in den Minen dar, an der stets mehrere Parasitoidenarten beteiligt sind. Sie wird als Larvenparasitierung bezeichnet. Demgegenüber läßt sich die Parasitierung durch *Ch. prodice* erst nach der Anfertigung der Kokons vollständig ermitteln. Sie wird hier der Einfachheit halber als Puppenparasitierung bezeichnet (siehe Kapitel 2.3.).

Larvenparasitierung

Die als Larvenparasitoide nachgewiesenen Arten treten zu Beginn der 1. und 2. Wirtslarvengeneration in den Apfelanlagen des HOG kaum in Erscheinung. Die Parasitierung setzt trotz der Präsenz geeigneter Wirtslarven mit einer deutlichen Zeit-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

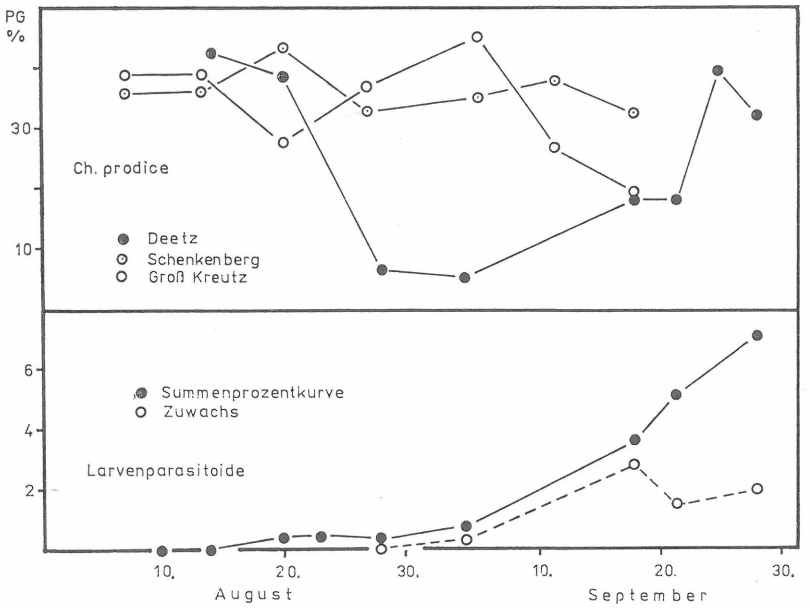

Fig. 5: Entwicklung des Parasitierungsgrades (PG) der Kokons und der Larven der 2. Generation von *St. malella*

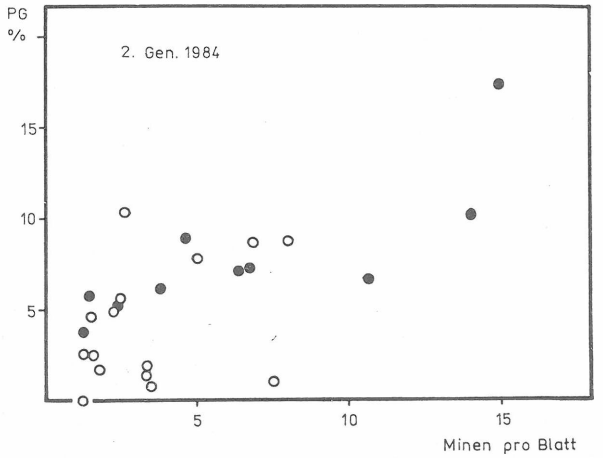

Fig. 6: Parasitierung verschiedener Populationen von *St. malella* durch Larvenparasitoide im HOG 1984 (Kreise = Apfelintensivanlagen, Punkte = unbeeinflußte Standorte)

verzögerung ein. Auch danach entwickelt sie sich nur allmählich und steigt erst gegen Ende der Larvenzeit von *St. malella* stärker an (Fig. 5). An den unbeeinflußten Standorten beginnt die Parasitierung dagegen sofort mit dem Auftreten der ersten L-3 und L-4 Stadien. Meist werden hier auch höhere PG erreicht. Ein stärkerer Anstieg des PG am Ende der Larvenzeit ist jedoch nur schwach ausgeprägt. Die Größenordnung, in der die PG der Larven liegen, ist aus Fig. 6 und 7 zu entnehmen. Jeder Punkt der Figuren repräsentiert einen Standort bzw. eine relativ isolierte Population von *St. malella*. Auf die hohe Standortspezifität ist bereits hingewiesen worden. Sie wird

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

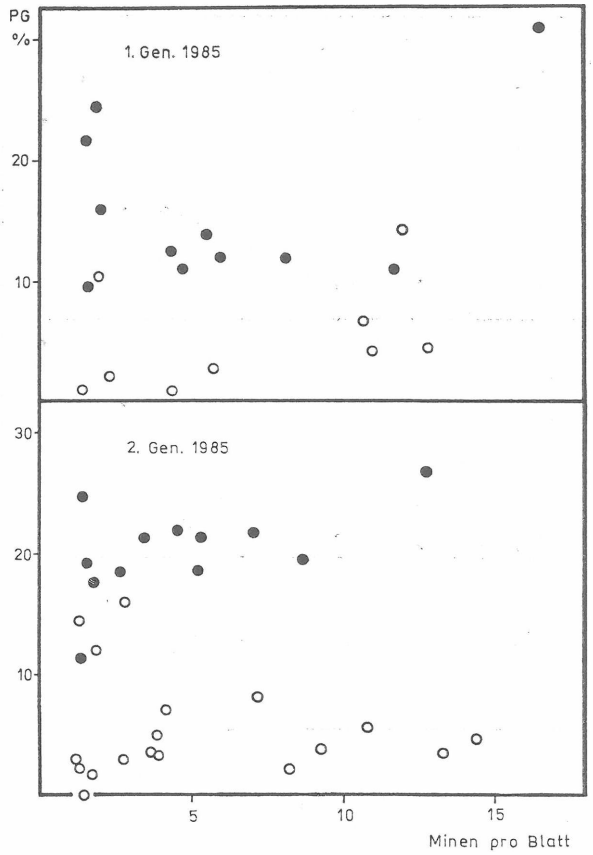

Fig. 7: Parasitierung verschiedener Populationen von *St. malella* durch Larvenparasitoide im HOG 1985 (Kreise = Apfelintensivanlagen, Punkte = unbeeinflußte Standorte)

durch eine jeweils adäquate Wirtsabundanz unterstrichen. Auch der PG schwankt in relativ weiten Grenzen. Die Beziehung zwischen Wirtsabundanz und PG wird als Verhaltensreaktion der Parasitoide bezeichnet (HASSELL 1966). Sie ist in Fig. 6, 7 und 8 dargestellt. Bei der Larvenparasitierung bieten die 3 aufeinanderfolgenden Generationen jeweils ein etwas anderes Bild. Daraus ist aber deutlich zu erkennen, daß die PG in den Apfelintensivanlagen fast durchweg sehr gering bleiben und meist weit unter den Werten der anderen Standortgruppe liegen. Die Abundanz kann dabei sehr hohe Werte annehmen, ohne daß der PG gleichfalls ansteigt (Fig. 6 und 7). Der PG wird demzufolge in den Apfelintensivanlagen nicht durch die Wirtsabundanz bestimmt. Er tritt hier als dichteunabhängiger Faktor in Erscheinung.

Der PG kann besonders bei niedrigen Abundanzen in weiten Grenzen schwanken. Das betrifft beide Standortgruppen. Der Bereich zwischen 1 bis 3 Minen pro Blatt kann man nach den bisher vorliegenden Erfahrungen als den Abundanzbereich ansehen, in dem die meisten Populationen von *Stigmella* spp. unter natürlichen Bedingungen vorkommen. Wenn man diesen Bereich unberücksichtigt läßt und auch die Extremwerte ausklammert, wird in den Fig. 6 und 7 sichtbar, daß auch an den unbeeinflußten Standorten mit steigender Wirtsabundanz keine steigenden PG auftreten. Offensichtlich entwickelt sich die Larvenparasitierung im HOG bei höheren Abundanzen generell dichteunabhängig. Die beiden Standortgruppen unterscheiden sich in Bezug auf diesen Faktor nur in der Höhe der PG.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Die Ursache für die geringen PG in den Apfelintensivanlagen ist in erster Linie in der periodischen Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln, besonders Insektiziden und Akariziden (MEY 1988 b, c), zu sehen. Die damit begifteten Flächen können auch die angrenzenden Biozönosen beeinflussen (MEY 1987). Somit ist auch eine Auswirkung auf die in den Fig. 6 und 7 angegebenen, unbeeinflußten Standorte denkbar. Auf diese Weise kommt zu den zahlreichen, spezifischen Eigenschaften der einzelnen Standorte zusätzlich die Distanz zur nächstgelegenen Apfelintensivanlage als weiteres Merkmal hinzu. Das trägt zur Verstärkung des „individuellen" Charakters der Standorte bei, der letztendlich die Ursache für den großen Variationsbereich des PG ist. Unter diesem Blickwinkel müssen die PG in den Fig. 6 und 7 gesehen und eingeschätzt werden. Sie können nur eine Tendenz aufzeigen, die aber in den 3 Generationen deutlich hervortritt. Das trifft nicht nur auf die Verhaltensreaktion der Parasitoide zu. Auch die Höhe des PG scheint bei den Abundanzen über 3 Minen pro Blatt eine Tendenz auszudrücken. Sie besteht darin, daß sich der PG auf ein bestimmtes Niveau einpendelt. Dieses Niveau ist jedoch keine konstante Größe. In den 3 Generationen weist es jeweils eine andere Lage auf. Da die Werte aus verschiedenen Gebieten des HOG stammen, kann dieses Niveau für das gesamte HOG Gültigkeit beanspruchen. Das bedeutet aber, daß die Larvenparasitierung außer dem lokalen auch noch einen regionalen Aspekt besitzen muß. Man kann dieses Phänomen folgendermaßen erklären: In einer Landschaftseinheit gibt es eine bestimmte Zahl an dispergierenden bzw. migrierenden polyphagen Parasitoiden, die verschiedenen Arten angehören. Alle Habitate dieses Raumes steuern einen entsprechenden Anteil bei. Auf Grund der geringen Zahl an ablagebereiten Eiern (ASKEW 1975) finden nicht nur vor sondern auch während der Reproduktionsphase Migrationen zwischen den Habitaten statt, die mit der notwendigen Nahrungsaufnahme gekoppelt sind. Die Tiere verteilen sich nach einem bestimmten Verhaltensmuster (z. B. ideal free distribution) im Raum, so daß letztendlich eine optimale Ovipositionsrate pro Individuum erreicht wird (LESSELS 1985). Dabei findet eine Konzentration an Stellen hoher Wirtsdichte statt. Diese Konzentration kann aber nur so weit gehen, wie Individuen aus Habitaten mit suboptimalen Ovipositionsraten zur Verfügung stehen. Wenn dieser „Überschuß" aufgebraucht ist, kann auch an Stellen höchster Wirtsabundanz keine weitere Steigerung der Dichte der Parasitoide und damit auch des PG erfolgen. Die Höhe des erreichten PG wäre damit abhängig von der Gesamtproduktion der Landschaftseinheit an Parasitoidenindividuen. Die unterschiedlichen Plateaus des PG in den 3 aufeinanderfolgenden Generationen widerspiegeln somit die wechselnde Gesamtproduktion an Parasitoiden.

Puppenparasitierung

Ch. prodice ist der wichtigste Puppenparasitoid. An fast allen Standorten wird die vorhandene Parasitierung der Kokons ausschließlich durch diese Art bestritten. Die Parasitierung durch *Ch. prodice* beginnt unmittelbar mit dem Erscheinen der ersten L-3 Larven der Wirtsart Ende Mai und Anfang August. Bereits die ersten Larven, die ihre Entwicklung beendet und die Blätter verlassen haben, weisen einen hohen PG auf. Die weitere Entwicklung des PG während der 2. Larvengeneration von *St. malella* zeigt Fig. 5. An den Standorten Groß Kreutz und Schenkenberg bleibt er über die gesamte Zeit relativ konstant. Der davon abweichende Parasitierungsverlauf am Standort Deetz beruht darauf, daß es sich hierbei erstens um eine Phase im Prozeß der Wiederbesiedlung dieser Fläche handelt, und zweitens, daß hier die Wirtsabundanz wesentlich höher lag. Sie betrug 154 Eier pro Blatt! Der prozentuale Abfall Ende August war eine Folge der Gradation der Wirtspopulation. Durch die lawinenartige Entwicklung, mit der immer neue L-3 Stadien auftauchten, wurde auch

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

das Zahlenverhältnis Parasitoid : Wirt immer kleiner. Da kaum noch Parasitoide schlüpften, mußte der PG zwangsläufig absinken. Erst mit dem Schlupfbeginn der Imagines der partiellen 3. Generation am 17. 9. 84 erhöhte sich die Dichte von *Ch. prodice* wieder, so daß der PG erneut ansteigen konnte. Die Parasitierung am Standort Schenkenberg verläuft dagegen sehr ausgeglichen. Sie ist ein Ausdruck dafür, daß sich hier relativ stabile Verhältnisse eingestellt haben. Die Abundanz von *St. malella* betrug ca. 7 Minen pro Blatt. Hinter der numerischen Kennzeichnung der Abundanz, die erst am Ende der Larvenzeit ermittelt wurde, verbirgt sich jedoch noch ein weiteres Merkmal. Es handelt sich um die Abundanzänderung in der Zeit, die bei unterschiedlichen Abundanzen jeweils einen anderen Verlauf nimmt. Die Parasitoide müssen sich auf diese mehr oder weniger schnell wechselnden Verhältnisse einstellen. Die Fähigkeit vieler Arten, mit steigender Wirtsdichte auch mehr Tiere pro Zeiteinheit zu parasitieren (=functional response), bietet dafür einen gewissen Spielraum. Bei *Ch. prodice* wirkt der dichteabhängige feed-back Mechanismus, der eine Voraussetzung für jede Regulation ist (HUFFAKER et al. 1984), offensichtlich schon bei sehr geringen Wirtsdichten. Die Wirtsabundanz scheint nach Figur 8 keinen deutlichen

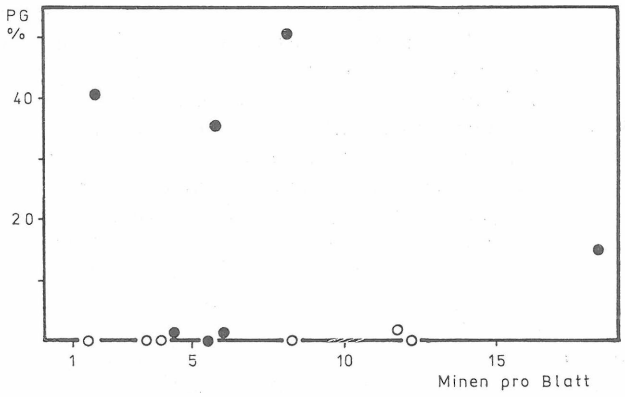

Fig. 8: Beziehung zwischen Wirtsabundanz und Parasitierungsgrad (PG) der Kokons von *St. malella* an verschiedenen Standorten im HOG (Kreise = Apfelintensivanlagen, Punkte = unbeeinflußte Standorte)

Einfluß auf die Höhe des PG zu haben. Die große Amplitude, innerhalb der der PG schwanken kann, deutet dagegen eher auf Faktoren hin, deren Wirkungen vor allem durch den Standort geprägt sind. Die Höhe der Puppenparasitierung kann jedoch die der Larvenparasitierung weit übertreffen. Besonders bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß bereits bei einer sehr geringen Wirtsabundanz (1,7 Minen pro Blatt) eine außerordentlich hohe Puppenparasitierung möglich ist. Das bedeutet, daß *Ch. prodice* einen effektiven Such- und Orientierungsmechanismus besitzt, der es ihm ermöglicht, auch bei sehr niedrigen Abundanzen geeignete Wirtstiere aufzuspüren und zu parasitieren.

Die Fig. 8 verdeutlicht weiterhin die Situation der Puppenparasitierung in den Apfelintensivanlagen. Hier spielen ebenfalls die Insektizid- und Akarizidbehandlungen eine dominierende Rolle. Sie richten sich vornehmlich gegen die als Hauptschädlinge angesehenen Apfel- und Apfelschalenwickler (*Cydia pomonella* L., *Adoxophyes orana* F. v. R.) und gegen Spinnmilben (*Panonychus ulmi* KOCH). Die Termine der Behandlungen liegen dabei fast immer in der Flug- bzw. Aktivitätszeit der Parasitoidenimagines. Eine Parasitierung und damit auch das ständige Vorkommen des *Ch. prodice* in den Anlagen wird auf diese Weise fast unmöglich gemacht. Wenn die Pestizidan-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Tabelle 5

Entwicklung des Parasitierungsgrades (PG) am Standort Deetz über 6 Generationen (N = Gesamtzahl untersuchter Kokons bzw. Larven)

Art		Generationen					
		1983		1984		1985	
		I	II	I	II	I	II
Ch. prodice	PG	0	3,5	5,0	19,5	5,4	0,6
	N	202	167	1098	1701	1662	643
Larven-	PG	1,7	12,5	3,5	7,1	3,4	3,9
parasitoide	N	671	358	1254	2183	292	1593
Stigmella malella	Eier pro Blatt	5,1	3,9	40,1	154,1	11,7	14,4

wendung ausgesetzt wird, kann sich an Standorten, an denen eine Wiederbesiedlung möglich ist, die Art schnell wieder etablieren. Das zeigt das Beispiel vom Standort Deetz (Tabelle 5). Die Zahlen der geschlüpften Imagines in Fig. 2 sowie die PG in Tabelle 5 verdeutlichen die schnelle Vergrößerung der Population. Mit dem Auftreten einer partiellen 3. Generation, die zusätzlich die 2. Wirtslarvengeneration parasitiert, können auch hohe Wirtsdichten in kurzer Zeit eingedämmt werden. Sobald aber die Pestizidspritzungen wieder einsetzen, verschwindet *Ch. prodice* aus den Anlagen und ist bereits in der folgenden Generation kaum noch nachweisbar.

3.6. Host-feeding und Nekrophagie

Host-feeding ist bei den Chalcidoidea weit verbreitet (Bendel-Janssen 1977). Bei *C. vittatus* wurde es durch Talhouk & Soehardjan (1970) nachgewiesen. Da nicht alle der durch host-feeding abgetöteten Wirtslarven mit Eiern belegt werden, ist der Einfluß der Parasitoide auf die Wirtspopulation größer, als es durch den PG allein zum Ausdruck kommt. Der Anteil des host-feeding an der Larvenmortalität kann bei bestimmten Miniermotten hohe Werte erreichen (Driesche & Taub 1983). Er sollte deshalb zusammen mit dem PG ermittelt werden. Das host-feeding ist damit eine Komponente der Effektivität einer Parasitoidenart (Aeschlimann 1969).

In den Apfelintensivanlagen ist die „natürliche" Larvenmortalität sehr gering (Mey 1988a). Wenn man den Einfluß der Pflanzenschutzmittel ausschließt, läßt sich host-feeding hier meist deutlich erkennen. Nach den vorliegenden Boniturergebnissen ist es in der 1. Larvengeneration von *St. malella* ohne Bedeutung. Es konnte nur eine geringe Zahl solcherart abgetöteter Larven identifiziert werden. Man sollte jedoch annehmen, daß mit einem hohen PG eine intensive Parasitoidenaktivität einhergeht, die sich letztendlich auch in einer erhöhten Zahl an Larven ausdrückt, die durch host-feeding abgetötet wurden. Das ist in den Apfelintensivanlagen aber nicht der Fall. Die Versuchsfläche in Damsdorf wies zum Beispiel am Ende der 1. Generation einen überdurchschnittlich hohen PG von 21,7 % auf. Die gleichzeitig ermittelte Gesamtlarvenmortalität betrug aber nur 2,4 %! Diese Diskrepanz läßt sich durch die Translokation von *C. vittatus* und wahrscheinlich auch der anderen Larvenparasitoide erklären. Zwischen Schlupf und Parasitierungsbeginn in den Apfelanlagen liegen mindestens 4 Wochen. In dieser Zeit sind die Imagines in anderen Habitaten aktiv, nehmen wahrscheinlich dort proteinreiche Nahrung durch host-feeding auf und kehren später in die Anlagen zurück, wo ein host-feeding vermutlich nur noch gelegentlich notwendig wird.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

In der 2. Larvengeneration steigt der Anteil des host-feeding an. Die Steigerung wird jedoch durch die bereits im PG enthaltene Nekrophagie (siehe Kap. 2.3.) zum Teil wieder ausgeglichen. Mit Nekrophagie wird hier die Entwicklung von Parasitoidenlarven an bereits lange toten und oft schon mumifizierten Larven bezeichnet. Die tote Larve kann mit einem Ei belegt werden! Die daraus schlüpfende Larve entwickelt sich völlig normal bis zur Imago. Meist handelt es sich um *C. vittatus*. Aber auch bei *Ch. chlorogaster* und *T. ecus* konnte Nekrophagie nachgewiesen werden. Der Anteil nekrophager Larven an der Gesamtzahl präimaginaler Parasitoide kann im Herbst bis auf 12 % ansteigen. (Dabei werden sicherlich nicht nur die durch host-feeding getöteten Larven genutzt.) Das host-feeding erhält dadurch im nachhinein noch eine zusätzliche Bedeutung. Es führt zur Bildung eines Nahrungsvorrates, der dann genutzt wird, wenn keine lebenden Wirtslarven mehr in den Blättern vorhanden sind. Das spielt besonders bei spät schlüpfenden Imagines eine Rolle, denen ansonsten ausschließlich der Hyperparasitismus als Reproduktionsweise in den Apfelanlagen übrig bleiben würde. Auf diese Weise erfolgt eine Abschwächung des Hyperparasitismus, der für die Effektivität der Primärparasitoide von Bedeutung ist.

3.7. Wirtssuche und Wirtsfindung

Der PG einer *St. malella*-Population ergibt sich aus der funktionellen Reaktion der Parasitoide und der Anzahl vorhandener Imagines (HASSEL 1978, HUFFAKER et al. 1984, VARLEY et al. 1973). An Stellen hoher Wirtsdichte kommt es zu einer Konzentration der Parasitoide oder zumindest zu einer längeren Verweildauer dismigrierender Tiere. Dieser Vorgang gilt als ein Komponente der numerischen Reaktion der Parasitoide und wird auch als Aggregationsvermögen bezeichnet (COPPEL & MERTINS 1977, HASSEL 1966, ZWÖLFER 1971). Diese Eigenschaft ist eng verbunden mit den Such- und Orientierungsmechanismen, die zum Auffinden der Wirtstiere führen. Die Arten besitzen ein bestimmtes Verhaltensmuster, das ihrer Reproduktionsstrategie und ihrer Funktion im Ökosystem entspricht. Es ist bei den meisten Parasitoiden jedoch so gut wie unbekannt. Das erscheint umso erstaunlicher, weil in allen Standard-

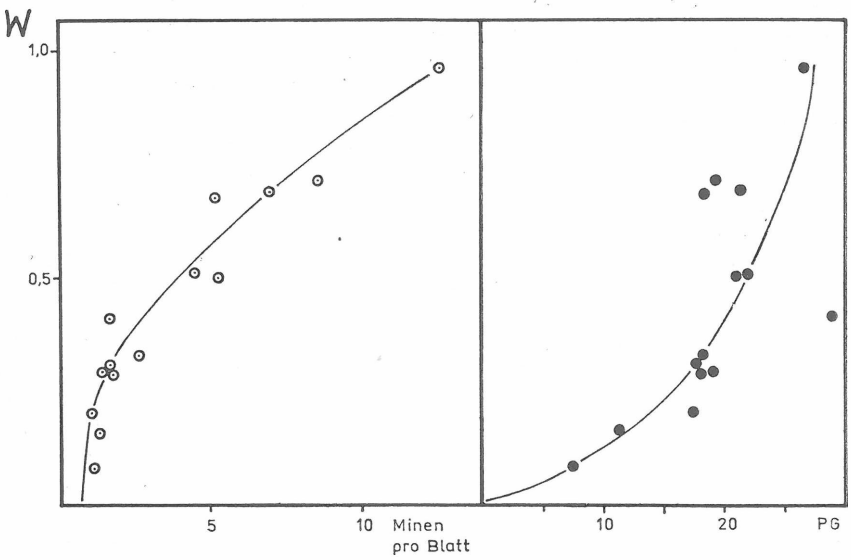

Fig. 9: Beziehung der Wirtsfindung (W) zur Wirtsabundanz und zum Parasitierungsgrad (PG), 2. Generation 1985

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

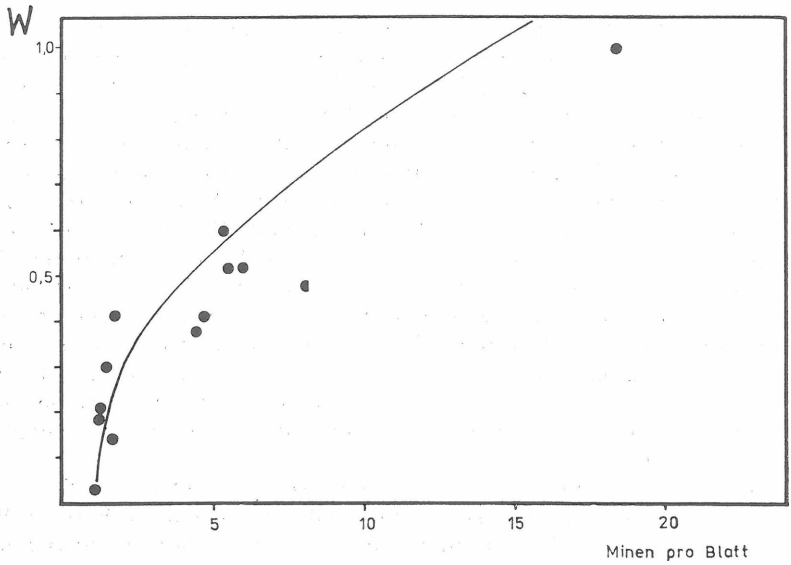

Fig. 10: Abhängigkeit der Wirtsfindung (W) von der Wirtsabundanz, 1. Generation 1985

werken über die biologische Bekämpfung die Wirtssuche bzw. -findung (=searching ability, -efficiency, -capacity, -rate, area of discovery) als einer der wichtigsten Parameter genannt wird, der über die Eignung von Entomophagen in der biologischen Bekämpfung entscheidet. An seine Stelle werden meist Annahmen gesetzt, die eine Extrapolation aus anderen Parametern (z. B. Reproduktionsstrategie) darstellen, und die besonders für die Modellierung von Parasitoid—Wirt-Beziehungen von Bedeutung sind. Als Maß für die Effektivität der Wirtssuche findet die Anzahl parasitierter Wirte pro Zeiteinheit Verwendung. Die Werte lassen sich experimentell unter Laborbedingungen ermitteln. Sie können bei einem anschließenden Artenvergleich in ihrer Bedeutung eingeschätzt werden.

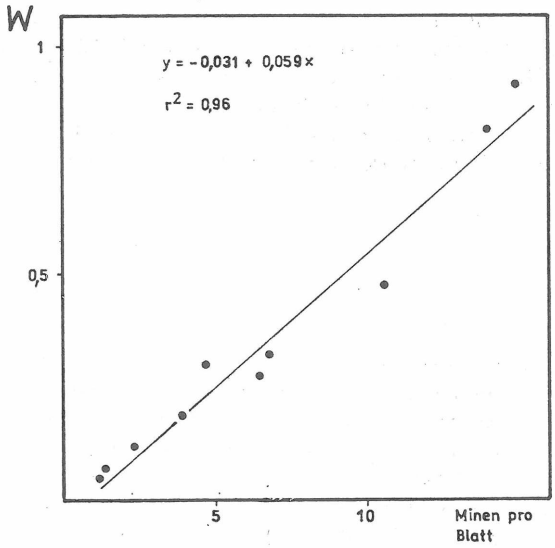

Fig. 11: Abhängigkeit der Wirtsfindung (W) von der Wirtsabundanz, 2. Generation 1984

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Bei blattminierenden Wirten läßt sich eine Bewertung der Effektivität der Wirtssuche und -findung auch aus einem anderen Ansatz ableiten. Der Ausgangspunkt des Ansatzes ist die Überlegung, daß bei einer maximalen Effektivität der Parasitoide alle Blätter mit Minen in einem bestimmten Habitat angeflogen bzw. gefunden werden. Wenn die Effektivität geringer wird, muß ein wachsender Anteil von minierten Blättern unentdeckt bleiben. Die Wirtsfindung wird durch die Parasitierung oder durch das host-feeding angezeigt. Der Quotient aus der Zahl von Blättern mit getöteten Larven und der Gesamtzahl untersuchter Blätter mit Minen zeigt an, wie groß der Anteil der Blätter mit Wirtslarven ist, die durch die Larvenparasitoide überhaupt gefunden worden sind. Die Werte können unabhängig davon, wieviel Minen sich auf dem einzelnen Blatt befinden, zwischen 0 und 1,0 schwanken. Dieser Parameter, der hier provisorisch als Wirtsfindung (W) bezeichnet wird, trifft nur auf die Larvenparasitoide zu. Er kann leicht ermittelt werden und ist deshalb für die Beschreibung bzw. Erfassung des Leistungsvermögens von Parasitoiden geeignet. Genauso wie der PG stellt er ein kollektives Merkmal dar, das erst am Ende einer Larvengeneration ermittelt werden kann.

Im HOG wurde der Parameter an verschiedenen unbeeinflußten Standorten ermittelt. Seine Beziehungen zur Wirtsabundanz und zum PG sind in Figur 9, 10 und 11 dargestellt. Danach ist die Wirtsfindung von der Wirtsabundanz abhängig. Die Figuren 9 und 10 zeigen, daß nach einem steilen Anstieg im unteren Abundanzbereich der Kurvenverlauf flacher wird und bei höheren Abundanzen einen annähernd linearen Verlauf nimmt. Bei einer Wirtsabundanz von ca. 4,5 Minen pro Blatt wird $W = 0{,}5$ erreicht. Das heißt, daß bei dieser bereits hohen Dichte erst jedes 2. Blatt mit Minen durch die Parasitoide gefunden wird. Wenn die Gesamtzahl der im Habitat vorhandenen Parasitoide absinkt (vgl. Fig. 6), gestaltet sich das Verhältnis noch ungünstiger (Fig. 11). Dann wird der Zusammenhang zwischen W und Wirtsabundanz vollständig linear.

Mit der hier vorgestellten Wirtsfindung wird die räumliche Dimension der Parasitierung betont. Sie gibt an, in welchem Ausmaß das Habitat für die Parasitierung genutzt wird. Die Larvenparasitoide von *St. malella* suchen die Habitate offensichtlich nur unvollständig ab. Auch bei hohen Wirtsdichten (ab ca. 5 Minen pro Blatt), wenn bereits fast jedes Blatt miniert ist, bleibt W kleiner als erwartet. Das bedeutet aber, daß die Wirtsabundanz keinen limitierenden Faktor mehr darstellt. Als solcher wirkt sehr wahrscheinlich der geringe Eivorrat der Weibchen (ASKEW 1975). Damit kann ein intensives Absuchen der Habitate auch nicht erwartet werden. Das bedeutet weiterhin, daß in diesem Abundanzbereich die funktionelle Reaktion keinen Einfluß mehr auf die Wirtsfindung haben kann. Der lineare Anstieg von W in Fig. 9—11 muß deshalb auf der Aggregation der Parasitoide d. h. auf ihrer räumlich-numerischen Reaktion beruhen.

4. Diskussion

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse wird deutlich, daß der Parasitoidenkomplex in den Apfelintensivanlagen des HOG nur eine geringe Bedeutung für die Abundanzdynamik der Apfelblattminiermotte hat. Der gegenwärtig praktizierte Einsatz von breit wirksamen Pflanzenschutzmitteln gegen die Hauptschädlinge im Apfelanbau verhindert eine ausreichende Parasitierung. Die vor allem an unbeeinflußten Standorten gewonnenen Erkenntnisse belegen jedoch, daß der Parasitoidenkomplex durchaus in der Lage ist, eine viel größere Rolle bei der Regulation der Populationsdichte zu spielen.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Die effektivste und damit wichtigste Art des Parasitoidenkomplexes ist zweifellos *Ch. prodice*. Seine Eigenschaften treffen auf viele Kriterien zu, die man von erfolgreich in der biologischen Bekämpfung eingesetzten Parasitoiden abgeleitet hat, und die als günstige Voraussetzungen für eine mögliche Verwendung in der biologischen Bekämpfung gelten (ASKEW 1971, HUFFAKER et al. 1976, VAN LENTEREN 1980, ZWÖLFER et al. 1976). Demgegenüber sind die Eigenschaften, die die Gruppe der Larvenparasitoide auszeichnen, wesentlich ungünstiger für eine hohe Parasitierung von *St. malella*. Es sind polyphage Arten, die überhaupt eine andere Verhaltensstrategie besitzen. Sie sind fixiert auf die Wirtsverhältnisse in den Biozönosen bzw. Landschaftseinheiten und nicht so sehr auf eine einzelne Wirtsart (vgl. HUFFAKER et al. 1976). Da sie jedoch als Generalisten eine stabilisierende Wirkung auf das Verhältnis zwischen Wirtsart und spezialisiertem Parasitoid ausüben (HASSELL & MAY 1986, MAY & HASSELL 1981) sind sie wichtige Glieder im Parasitoidenkomplex. Ohne die wirtsspezifische Art *Ch. prodice* sind sie allerdings nicht in der Lage, regulierend in die Abundanzdynamik von *St. malella* einzugreifen.

Der Anteil der Parasitierung an der Gesamtmortalität von *St. malella* liegt meist unter 50 %. Sie wird jedoch bei hohen Abundanzen begleitet von einer erheblichen Larven- und Puppenmortalität, die nicht auf die Einwirkung natürlicher Antagonisten zurückzuführen ist (MEY 1988a). Beide Faktorenkomplexe zusammen bewirken eine über 90 % liegende Mortalität der Nachkommenschaft einer Population. In den Apfelintensivanlagen fallen die Parasitierung und die Larvenmortalität als wichtige Faktoren beinahe gänzlich weg. Die Reduktion der Nachkommenschaft beläuft sich nur auf ca. 60 % (MEY 1988a). Auf diese Weise sind ein hoher Reproduktionserfolg der Apfelblattminiermotte und damit auch steigende Abundanzen möglich. Hier liegen die Ursachen für das Schadauftreten von *St. malella*. Ihre Entwicklung zum Sekundärschädling beruht nicht allein auf der Anwendung von breit wirksamen Pestiziden, die oft als alleinige Ursache angegeben werden (FRANZ & KRIEG 1982, SMITH & VAN DEN BOSCH 1967). Der andere, daran beteiligte Prozeß ist die Verminderung der „natürlichen" Larvenmortalität, die in der mehr physiologisch geprägten Beziehung zwischen Pflanze und minierender Larve wurzelt (MEY 1988a). Diesem Phänomen steht der Pflanzenschutz vorerst machtlos gegenüber. Der Ausfall der Larvenmortalität könnte aber auf Grund der positiv dichteabhängigen Verhaltensreaktion der Antagonisten durch den Parasitoidenkomplex kompensiert werden. Diese Möglichkeit ist aber bei dem gegenwärtig praktizierten Mitteleinsatz nur schwer vorstellbar. Unter diesen Bedingungen kann die Abundanz der Apfelblattminiermotte in den Intensivanlagen auch nur durch Insektizide reduziert werden.

Der erste Schritt, um aus diesem Kreis auszubrechen, ist die Substitution der für die Wicklerbekämpfung eingesetzten, breit wirksamen Mittel durch selektiv wirkende Präparate. Für das Erreichen einer ökologischen Selektivität gibt es mit den zur Verfügung stehenden Mitteln gegenwärtig kaum Anhaltspunkte. Alle dafür vorgeschlagenen Maßnahmen (HULL & BEERS 1985) scheitern bereits bei theoretischen Erwägungen an der extremen Empfindlichkeit der Imagines gegenüber Insektiziden und Akariziden, an deren hoher Persistenz und an der langen Aktivitätsperiode der Parasitoide. Gleichzeitig mit der notwendigen Ablösung der Mittel muß eine aktive Wiederansiedlung von *Ch. prodice* in den Apfelintensivanlagen betrieben werden. Die Art besitzt nur ein geringes Ausbreitungsvermögen. Der natürliche Besiedlungsprozeß würde sich über viele Generationen hinziehen und ungünstig gelegene Anlagen erst nach Jahren erreichen (vgl. Kap. 3.2.). Die Notwendigkeit, diesen Prozeß zu beschleunigen, ist bereits von GRUYS (1982) erkannt worden. Die von ihm erfolgreich praktizierte Ansiedlung der Art führte zur Entwicklung einer neuen Population. Innerhalb kurzer Zeit sank daraufhin die Abundanz von *St. malella* unter die ökonomische Schadensschwelle.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

Die Beziehung der Apfelblattminiermotte und ihres Parasitoidenkomplexes ist bisher isoliert betrachtet worden. Dieses Beziehungsgefüge ist nur eine Komponente im Agroökosystem und noch nicht einmal das einzige, in dessen Mittelpunkt eine Miniermotte steht. Tatsächlich kommen im HOG mit *Phyllonorycter blancardella* (F.) und *Leucoptera malifoliella* (COSTA) zwei weitere, häufig auftretende Blattminierer am Apfel vor, von denen besonders die letztgenannte Art zunehmend an Bedeutung gewinnt. Auf Grund der gleichen Lebensweise und eines sehr ähnlichen Entwicklungszyklus müssen diese Arten in einem ökologisch orientierten Pflanzenschutz zusammen mit *St. malella* als Komplex betrachtet und behandelt werden. Die ähnliche Lebensweise der 3 Miniermottenarten hat jedoch nicht ähnliche Parasitoidenkomplexe zur Folge. Sie unterscheiden sich sowohl im Artenspektrum als auch in ihrer Bedeutung für die Abundanzdynamik der Wirtsart deutlich voneinander. Die am Parasitoidenkomplex von *St. malella* gewonnenen Erkenntnisse sind deshalb ebenso wenig auf die anderen Arten übertragbar, wie die für eine integrierte Bekämpfung erforderlichen Maßnahmen. Dazu sind separate Untersuchungen notwendig. Aus diesem Grunde können die hier gemachten Vorschläge zur Einbeziehung des Parasitoidenkomplexes in die Bekämpfung von *St. malella* nur eine vorläufige und grobe Orientierung sein. Sie müssen in Übereinstimmung mit der Situation bei den beiden anderen Miniermottenarten gebracht werden. Erst dann lassen sich die Maßnahmen abstecken, die eine dauerhafte Regulation der Miniermottenabundanz im HOG gewährleisten können. Ihre praktische Verwirklichung und Effektivität werden aber stets nur in dem Maße möglich sein, wie eine integrierte bzw. nützlingsschonende Bekämpfung der Hauptschaderreger im Apfelanbau gelingt.

Zusammenfassung

Der Parasitoidenkomplex der Apfelblattminiermotte *Stigmella malella* STT. besteht im Havelländischen Obstbaugebiet aus 13 Arten. Es sind überwiegend Vertreter der Familie Eulophidae (Chalcidoidea). Der Entwicklungszyklus der häufigsten Arten sowie einige Aspekte ihrer Ökologie werden dargestellt. Bei den Larvenparasitoiden dominieren die polyphagen *Cirrospilus vittatus* WALKER und *Chrysonotomyia chlorogaster* ERDÖS. Aus den Kokons von *St. malella* schlüpft *Chrysocharis prodice* WALKER, der als oligophager Parasitoid der wichtigste entomophage Antagonist von *St. malella* ist. Aus methodischen Gründen wird die Parasitierung der Larven in den Minen und die der Kokons getrennt dargestellt. Beide erreichen an Standorten, die keinen Pflanzenschutzmaßnahmen unterworfen sind, hohe Werte. In den Apfelintensivanlagen ist die Parasitierung der *St. malella*-Populationen praktisch bedeutungslos. Die hohe Toxizität und Persistenz der verwendeten Insektizide und Akarizide verhindert eine stärkere Parasitierung. Das wird als einer der Gründe angesehen, die zur Herausbildung von *St. malella* als Sekundärschädling führten. Für eine mögliche Nutzung des Parasitoidenkomplexes ist die Substitution der breit wirksamen Pestizide zur Wicklerbekämpfung durch selektiv wirkende Mittel eine notwendige Voraussetzung.

Summary

The parasitoid-complex of the apple leaf-miner *Stigmella malella* STT. contains 13 species. They belong mostly to the family Eulophidae (Chalcidoidea). The life cycle of the common species is presented including additional notes to ecological traits. The polyphagous *Cirrospilus vittatus* WALKER and *Chrysonotomyia chlorogaster* ERDÖS are the prevailing parasitoids of the host larvae. *Chrysocharis prodice* WALKER emerges from the cocoons. He goes around as an oligophagous species attacking only members of the large genus *Stigmella* and is regarded as the most important natural enemy of *St. malella*. In orchards without any plant protection measures the parasitization rates often reach high levels. At this unaffected sites the parasitoid-complex is acting as a density-dependent mortality factor working best at low host abundances. In the intensively sprayed orchards the percent parasitism of the leaf-miner populations shows low values and has no prac-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

tical importance. The high toxicity and persistence of the broad spectrum insecticides and acaricides usually applied in the district prevent a sufficient parasitization. This is supposed to be one of the causes underlying the development of *St. malella* to a secondary pest species. The possible control of the leaf-miner by its parasitoid-complex depends largely on the substitution of the hitherto used pesticides against tortricid moths by selective agents.

Резюме

В Гафельандском плодовоческим районе комплекс паразитоидов моли-малютки *Stigmella malella* Stt. состоит из 13 видов. Среди них 11 видов принадлежат семейству эфлофиды (Chalcidoidea) из отрядов перепончатокрылых. Даны характеристики некоторых биологических, фенологических и экологических особенностей наиболее часто встречаемых видов паразитоидов. Врозлые хальциды, особенно из группы полифагов начинают вылетать в конце апреля и продолжают лёт до середины октября. Они окладывают свои яйца в личинки хозяина. Среди выявленных из личинок паразитоидов доминируют *Cirrospilus vittatus* Walker и *Chrysonotomyia chlorogaster* Erdös. Они имеют 2—3 генерации в году. В фазе личинок и куколок зарашают 2 вида эндопаразитов, из которых чаще всего встречается *Chrysocharis prodice* Walker. Этот вид является специфическим паразитоидом представителей рода *Stigmella* и надо считать важнейшим паразитоидом из числа хальцидов и для моли-малютки. Все охарактеризованные здесь хальциды широко распространены по всей районе. Но во всех садах, в которых проводят много численные опрыскивания в году их редко встречаются или они совсем отсутствуют. Определены роль видов в регуляции численности моли-малютки й значение всего комплекса паразитоидов в интегрированных системах защиты растений. Одной из причин массового размножения вредителя следует считать интенсивное применение инсектицидов и акарицидов с большой длительностью токсического действия.

Literatur

Achterberg, C. van: The preference of zoophagous Hymenoptera for certain types of plants as shown by the subfamily Gnaptodontinae. — In: Verh. SIEEC 10. — Budapest 1983. — S. 97 bis 98.

Aeschlimann, J. P.: Contribution à l'étude de trois espèces d'Eulophides (Hym., Chalcidoidea) parasites de la tordeuse grise du Mélèze *Zeiraphera diniana* Guenee (Lep., Tortricidae) en Haute-Engadine. — In: Entomophaga Paris **14** (1969). — S. 261—320.

d'Aguilar, J., Celli, D. & Chambon, J. B.: Les mineuses des feuilles, in: Les organismes auxillaires en verger de pommiers. OILB/SROP 1974. — S. 71—79.

Askew, R. R.: Parasitic Insects. — Heinemann Educational Books. — London, 1971. — XVII + 316 S.

— The organisation of chalcid-dominated parasitoid communities centred upon endophytic hosts. — In P. W. Price (ed.): Evolutionary strategies of parasitic insects and mites. — New York: Plenum Press, 1975. — XI + 224 S.

Askew, R. R. & Shaw, M. R.: An account of the Chalcidoidea (Hymenoptera) parasitising leaf-mining insects of deciduous trees in Britain. — In: Biol. J. Linn. Soc. **6** (1974). — S. 289—335.

Balázs, K.: The role of parasites of leaf miners in the integrated control system for apple. — In: Proc. int. conf. integr. plant prot. Budapest, 1983. — S. 26—33.

Bendel-Janssen, M.: Zur Biologie, Ökologie und Ethologie der Chalcidoidea (Hym.). — In: Mitt. BBA Land- und Forstwirtschaft. — Berlin-Dahlem, 176 (1977). — X + 163 S.

Bičina, T. I., Kostjukov, V. V. & Rotar, M. G.: Maßnahmen zur Bekämpfung von Miniermotten der Gattung *Stigmella* (in russ.). — Integrierter Pflanzenschutz. — Kischinjov: Stiinza Verlag, 1979. — S. 7—11.

Bolotnikova, V. V., Kurbyko, L. M. & Juslevic, R. K.: Entomophagen der Miniermotten in den Plantagen der Belorussischen SSR (in russ.). — In: Zasc. Rast. Minsk (1980) 5. — S. 126 bis 134.

Bouček, Z. & Askew, R. R.: Hymenoptera, Chalcidoidea: Palaearctic Eulophidae (excl. Tetrastichinae). — In: Delucci & Remaudiere (eds.). — Index of entomophagous insects, Le Francois. — Paris, 1968. — 254 S.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

CELLI, G.: Ricerche sui parassiti di tre Microlepidotteri mina tori delle fogli di Melo (*Nepticula malella* STAINT., *Leucoptera scitella* ZELL. e *Lithocolletis blancardella* F.). — In: Boll. Inst. Ent. Univ. — Bologna **24** (1960). — S. 271—279.

COPPEL, H. C. & MERTINS, J. W.: Biological insect pest suppression. — Berlin: SPRINGER Verlag, 1977. — XIII+314 S.

DE BACH, P., HUFFAKER, C. P. & MACPHEE, A. W.: Evaluation of the impact of natural enemies. — In: HUFFAKER & MESSENGER (eds.): Theory and practice of biological control. — New York: Academic Press, 1976. — S. 255—285.

DRIESCHE, R. G. VAN & TAUB, G.: Impact of parasitoids on *Phyllonorycter* leafminers infesting apple in Massachusetts, USA. — In: Protection Ecology. — Amsterdam **5** (1983). — S. 303—317.

EVELEENS, K. G. & EVENHUIS, H. H.: Investigations on the interaction between the apple leaf miner *Stigmella malella* and its parasite *Cirrospilus vittatus* in the Netherlands. — Neth. J. Pl. Path. — Wageningen **74** (1968). — S. 140—145.

EVENHUIS, H. H.: The appearance of the apple leaf miner *Stigmella malella* and its parasite *Cirrospilus vittatus* in 1964. — In: Ent. Ber. — Amsterdam **25** (1965). — S. 127—129.

EVENHUIS, H. H. & NIKOLOVA, W. & VLUG, H. J.: Ein Vergleich zwischen *Achrysocharella chlorogaster* und *Cirrospilus vittatus* (Hymenoptera, Eulophidae) als Parasiten des Apfelblattminierers *Stigmella malella* (Lepidoptera, Stigmellidae) in den Niederlanden. — In: Z. ang. Ent. — Hamburg, Berlin (W) **68** (1971). — S. 32—40.

FRANZ, J. & KRIEG, A.: Biologische Schädlingsbekämpfung. — Berlin: PAREY Verlag, (1982). — 252 S.

GRUYS, P.: Natural control of the leaf-miner *Stigmella malella* in apple orchards. — In: MINKS & GRUYS (eds.): Integrated control of insect pests in the Netherlands. — Wageningen: Pudoc, 1980. — S. 37—41.

— (1982): Hits and misses. The ecological approach to pest control in orchards. — In: Ent. exp. & appl. — Amsterdam **31** (1980). — S. 70—87.

HASSELL, M. P.: Evaluation of parasite or predator responses. — In: J. Anim. Ecol. — Oxford **35** (1966). — S. 65—75.

— The dynamics of arthropod predator-prey systems. — New Jersey: Princeton University Press, 1978. — VII+237 S.

HASSEL, M. P. & MAY, R. M.: Generalist and specialist natural enemies in insect predator-prey interactions. — In: J. Anim. Ecol. — Oxford **55** (1986). — S. 923—940.

HUFFAKER, C. B., SIMMONDS, F. J. & LAING, J. E.: The theoretical and empirical basis of biological control. — In: HUFFAKER & MESSENGER (eds.): Theory and practice of biological control. — New York: Academic Press (1976). — S. 41—78.

HUFFAKER, C. B., BERRYMAN, A. A. & LAING, J. E.: Natural control of insect populations. — In: HUFFAKER & RABB (eds.): Ecological entomology. — New York: WILEY & Sons, (1984). — S. 359—398.

HULL, L. A. & BEERS, E. H.: Ecological selectivity — modifying chemical control practices to preserve natural enemies. — In: M. A. HOY (ed.): Biological control in agricultural IPM-systems. — Orlando: Academic Press Inc., 1985. — S. 103—122.

KOSTJUKOV, V. V., BIČINA, T. I. & ROTAR, M. G.: Mögliche Wege der Nutzung von Parasiten der Apfelblattminiermotte (*Stigmella malella* STT.) zur Bekämpfung (in russ.). — In: Integrierter Pflanzenschutz. — Kischinjov: Stiinza-Verlag (1979). — S. 12—13.

LENTEREN, J. C. VAN: Evaluation of control capabilities of natural enemies: Does art have to become science? — In: Neth. J. Zool. **30** (1980). — S. 369—381.

LESSELLS, C. M.: Parasitoid foraging: Should parasitism be density dependent? — In: J. Anim. Ecol. — Oxford **54** (1985). — S. 27—41.

MAY, R. M. & HASSELL, M. P.: The dynamics of multiparasitoid-host interactions. — In: The American Naturalist **117** (1981). — S. 234—261.

MEY, W.: Durch Pflanzenschutzmittel induzierte Massenvermehrungen von 3 *Stigmella*-Arten innerhalb und außerhalb von Apfelintensivanlagen. — Verh. SIEEC 11, Gotha (im Druck).

— Entwicklungszyklus, Bionomie und Populationsökologie der Apfelblattminiermotte *Stigmella malella* (STAINTON, 1854) (Lepidoptera, Nepticulidae). — In: Dtsch. ent. Z. (N. F.). — Berlin **35** (1988a). — S. 173—192.

— Laboruntersuchungen zum Einfluß von Insektiziden und Akariziden auf Parasitoide von Miniermotten. — In: Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz **24** (1988b). — S. 237—243.

— Der Einfluß von Insektiziden und Akariziden auf die Parasitierung der Apfelblattminier-

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

©www.senckenberg.de/; download www.contributions-to-entomology.org/

motte *Stigmella malella* (STAINTON). — In: Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz 24 (1988c). — S. 423—430.

NAVONE, P. & VIDANO, C.: Ricerche su imenotteri parassiti di *Stigmella malella* (STAINTON) in Piemonte. — Atti 13. Congr. Naz. It. Ent., Sestriere — Torino 1983. — S. 213—220.

PALM, G.: Die Biologie der Miniermotte (*Stigmella malella* STT.). Möglichkeiten der Befallsprognose und Bekämpfung. — In: Mitt. OVR-Jork 38 (1983). — S. 174—184.

SMITH, R. F. & BOSCH, R. VAN DEN: Integrated control. — In: KILGORE & DOUTT (eds.): Pest control — biological, physical and selected chemical methods. — New York: Academic Press (1967). — S. 295—340.

TALHOUK, A. S. & SOEHARDJAN, M.: Some notes on the bionomics of *Cirrospilus vittatus* (Hym., Chalcidoidea), an important parasite of the apple leaf miner *Stigmella malella* (Lep., Stigmellidae). — In: Ent. Ber. — Amsterdam 30 (1970). — S. 76—77.

VARLEY, G. C., GRADWELL, G. R. & HASSELL, M. P.: Insect population ecology. — Oxford: Blackwell, 1973. — X+212 S.

WAAGE, J. K. & GODFRAY, H. C. J.: Reproductive strategies and population ecology of insect parasitoids. — In: SIBLY & SMITH (eds.): Behavioural ecology. — Oxford: Blackwell 1985. — S. 449—470.

WILSON, F. &. HUFFAKER, C. B.: The philosophy, scope and importance of biological control. — In: HUFFAKER & MESSENGER (eds.): Theory and practice of biological control. — New York: Academic Press, 1976. — S. 3—15.

ZWÖLFER, H.: The structure and effect of parasite complexes attacking phytophagous host insects. — In: BOER & GRADWELL (eds.): Dynamics of Populations. Wageningen: Pudoc, 1971. — S. 405—418.

ZWÖLFER, H., GHANI, M. A. & RAO, V. P.: Foreign exploration and importation of natural enemies. — In: HUFFAKER & MESSENGER (eds.): Theory and practice of biological control. — New York: Academic Press, 1976. — S. 189—207.

Besprechungen

BROWN, V. K. & HODEK, I. (eds.). **Diapause and life cycle strategies in insects.** — Series Entomologica, Vol. 23. Dr. W. JUNK Publishers, The Hague — Boston — London 1983; 16,5×24,5 cm; 283 S., 96 Abb., 36 Tab.

Die Hoffnung des Rezensenten, daß es sich vielleicht um eine längst fällige Monographie zur Thematik handele, zerschlug sich zwar beim Aufschlagen des Buches, aber Enttäuschung kam nicht auf: Ist es doch keine bloße Sammlung von Vortragsabdrucken, hier des Symposiums „Life cycle strategies . . ." im Rahmen des XVI. Internationalen Kongresses für Entomologie in Kyoto, Japan, 1980, die dem „Outsider" keinen Überblick, sondern nur punktuelle Informationen zum Thema vermitteln. Es enthält vielmehr nicht nur die überarbeiteten und ergänzten Beiträge des Symposiums selbst, sondern auch zusätzliche, dort nicht behandelte, da es das erklärte Ziel der Herausgeber war, möglichst viele Winkel des Fachgebietes auszuleuchten. — Da es sich um fast durchweg sehr bekannte Autoren handelt, darf man sicher sein, daß die Beiträge den Stand des Wissens auf diesem Gebiet zu Beginn der 80er Jahre repräsentieren. Auch heute, mehrere Jahre nach diesem Kongress, liest man das Buch noch mit Gewinn, erlangt doch dieses wichtige, interdisziplinär angelegte Teilgebiet entomologisch-ökologischer Grundlagenforschung zunehmend auch praktische Bedeutung, so bei der Nachbildung der Lebensabläufe in Schadinsekten-Populationen mit Hilfe von Computermodellen.

Das Buch umfaßt etwa 20 Beiträge in drei jeweils gesondert eingeleiteten Hauptkapiteln. Diese lauten: Mechanismen, die die jahreszeitliche Anpassung regulieren — Polymorphismus von Entwicklungszyklen — Evolution von Entwicklungszyklus — Strategien. Die Diapause-Phänomene von ihrer Vielfalt nehmen darin einen breiten Raum ein, bildet das Überstehen ungünstiger Jahreszeiten und die Synchronisation von Lebensabläufen in einer Population doch die Grundvoraussetzung der Erhaltung von Individuum und Art. Die Arbeit erweist sich als wahre Fundgrube, die viel Konkretes enthält, aber auch die Verallgemeinerung und Zusammenschau nicht scheut. Es ist gut ediert, aber auch beispielhaft ausgestattet. Es dürfte zweifellos zur Standardlektüre nicht nur des Spezialisten, sondern auch des Studierenden oder des Fachkollegen benachbarter Wissensgebiete gehören.

H.-J. POHLE

DOI: 10.21248/contrib.entomol.39.1.125-149

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Entomologie = Contributions to Entomology

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Mey Wolfram

Artikel/Article: Der Parasitoidenkomplex der Apfelblattminiermotte (Stigmella malella Stt.) im Havelländischen Obstbaugebiet (Lepidoptera, Nepticulidae). 125-149