

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

Heft 250

März 1989



**Die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza*  
(Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae)  
- Ein bedeutender Blattlausprädator -  
Nachschlagewerk zur Systematik, Verbreitung,  
Biologie, Zucht und Anwendung**

Von  
Dorothea Kulp, Dr. Manfred Fortmann,  
Dr. Martin Hommes und Prof. Dr. Hans-Peter Plate

Technische Fachhochschule Berlin,  
W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal,  
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau  
und  
Pflanzenschutzamt Berlin

Berlin 1989

*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 3-489-25000-1

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek  
**Die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae)**; ein bedeutender Blattlausprädator; Nachschlagewerk zur Systematik, Verbreitung, Biologie, Zucht und Anwendung / hrsg. von d. Biolog. Bundesanst. für Land- u. Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. Von Dorothea Kulp . . . – Berlin; Hamburg: Parey [in Komm.] 1989  
(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 250)  
ISBN 3-489-25000-1  
NE: Kulp, Dorothea [Mitverf.]; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <Berlin, West; Braunschweig>; Mitteilungen aus der . . .

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der 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 vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

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

Inhaltsverzeichnis

|  | Seite |
|--|-------|
| 1. Einleitung  | 5     |
| 2. Systematik  | 7     |
| 2.1. Taxonomie unter Berücksichtigung verwandter Arten | 7     |
| 2.2. Synonyme von <i>Aphidoletes aphidimyza</i>        | 12    |
| 3. Auftreten und Verbreitung                           | 14    |
| 4. Biologie  | 17    |
| 4.1. Lebenszyklus und Entwicklungsstadien              | 17    |
| 4.1.1. Ei  | 18    |
| 4.1.1.1. Eiablageorte                                  | 18    |
| 4.1.1.2. Morphologie                                   | 19    |
| 4.1.1.3. Embryonalentwicklung                          | 20    |
| 4.1.1.4. Schlupf                                       | 21    |
| 4.1.2. Larve   | 21    |
| 4.1.2.1. Morphologie und Entwicklung                   | 21    |
| 4.1.2.2. Ernährung                                     | 24    |
| 4.1.2.3. Fortbewegung und Suchverhalten                | 35    |
| 4.1.3. Puppe   | 41    |
| 4.1.4. Imago   | 45    |
| 4.1.4.1. Schlupf                                       | 45    |
| 4.1.4.2. Morphologie                                   | 46    |
| 4.1.4.3. Lebensweise und Lebensdauer                   | 49    |
| 4.1.4.4. Ernährung                                     | 53    |
| 4.1.4.5. Eibildung                                     | 56    |
| 4.1.4.6. Orientierung und Eiablage                     | 59    |
| 4.2. Diapause und Überwinterung                        | 66    |
| 4.3. Fortpflanzung                                     | 69    |
| 4.4. Populationsdynamik                                | 72    |
| 5. Zuchtmethoden                                       | 76    |
| 5.1. Zucht für Forschungszwecke                        | 76    |
| 5.2. Massenzucht für kommerziellen Vertrieb            | 80    |
| 5.3. Offene Dauerzucht im Gewächshaus                  | 85    |

|  | Seite |
|--|-------|
| 6. Anwendung                                 | 87    |
| 6.1. Anwendungsbereiche                      | 87    |
| 6.2. Absatzmengen und Anwendungsflächen      | 90    |
| 6.3. Lagerung, Transport und Ausbringung     | 90    |
| 6.4. Aufwandmenge und Effektivität           | 92    |
| 6.5. Beratung                                | 98    |
| 7. Verträglichkeit von Pflanzenschutzmitteln | 103   |
| 8. Schlußbetrachtung und Ausblick            | 109   |
| 9. Zusammenfassung                           | 112   |
| 10. Summary                                  | 113   |
| 11. Literaturverzeichnis                     | 114   |

Anhang: Bezugsmöglichkeiten für die räuberische Gallmücke  
*Aphidoletes aphidimyza*

## 1. Einleitung

Die Einführung von Verfahren der biologischen Schädlingsbekämpfung als Alternative oder Ergänzung zu konventionellen Verfahren oder als Komponente eines integrierten Pflanzenschutzes hat auch in der Bundesrepublik Deutschland in den letzten Jahren an Bedeutung zugenommen. Dies gilt insbesondere für die Anwendung von Nutzarthropoden im Gemüsebau unter Glas. Doch auch Zierpflanzenproduzenten und Hobbygärtner zeigen ein verstärktes Interesse, Schädlinge an Kulturen und Pflanzen mit Nützlingen unter Kontrolle zu halten.

Ein Grund dafür ist in einem veränderten Umweltbewußtsein zu sehen, denn sowohl die Umwelt als auch der Anwender werden durch chemische Pflanzenschutzmittel mehr oder weniger stark belastet. Wichtiger für den Erwerbsgärtner ist jedoch der wirtschaftliche Gesichtspunkt: Nach der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln sind Wartezeiten einzuhalten, wodurch sich der Erntetermin nicht beliebig festlegen läßt. Ferner reagieren gerade Problemschädlinge wie Spinnmilben, Weiße Fliegen und Blattläuse mit Resistenzbildung auf wiederholte und einseitige chemische Bekämpfungsmaßnahmen.

Zunächst beschränkte sich der Nützlingleinsatz im Gewächshaus im wesentlichen auf die Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* gegen Spinnmilben und die Schlupfwespe *Encarsia formosa* gegen Weiße Fliegen, seit 1985 ist die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* zur Bekämpfung von Blattläusen dazugekommen. Die Auswahl dieses Prädatoren ist auf zahlreiche Bekämpfungserfolge in der Praxis zurückzuführen. In Finnland und in der UdSSR wird *A. aphidimyza* schon seit mehr als 10 Jahren eingesetzt, und auch in Kanada hat man positive Erfahrungen sammeln können. Voraussetzungen dafür waren die Entwicklung von Massenzuchtverfahren sowie Kenntnisse über die Biologie und Anwendung dieses Blattlausantagonisten. Auch im Freiland, besonders im Obst- und Gemüsebau, gewinnt *A. aphidimyza* als Blattlausräuber zunehmend an Bedeutung.

Sowohl in der Bundesrepublik Deutschland - hier vor allem im Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz in Göttingen - als auch im Ausland wurden umfangreiche Untersuchungen über *A. aphidimyza* durchgeführt und publiziert. Das vorliegende Nachschlagewerk soll einen umfassenden Überblick über die Vielfalt der gewonnenen Erkenntnisse geben. Die Aussagen der Veröffentlichungen werden unter einzelnen Gliederungspunkten abgehandelt und dabei den verschiedenen Themenkreisen zugeordnet. Auf einen Vergleich und eine Wertung der Aussagen wurde bewußt verzichtet.

Im Kapitel Systematik werden Taxonomie, Synonyme und verwandte Arten von *A. aphidimyza* aufgeführt. Die weltweite Verbreitung wird anhand tabellarisch zusammengestellter Nachweise mit Quellenangaben belegt. Das Kapitel Biologie nimmt den größten Raum ein: eine umfangreiche Literatursammlung zum Lebenszyklus wird

unterteilt in die vier Entwicklungsstadien Ei (Eiablageorte, Morphologie, Embryonalentwicklung und Schlupf), Larve (Morphologie und Entwicklung, Ernährung, Fortbewegung und Suchverhalten), Puppe und Imago (Schlupf, Morphologie, Lebensweise und Lebensdauer, Ernährung, Eibildung, Orientierung und Eiablage). Ferner wird auf die Diapause (Überwinterung), Fortpflanzung und die Populationsdynamik eingegangen. Die Zuchtmethoden für Forschungszwecke, für den kommerziellen Vertrieb und die sog. 'offene Dauerzucht' werden getrennt dargestellt. Das Kapitel Anwendung gliedert sich in Anwendungsbereiche, Absatzmengen und Anwendungsflächen, Lagerung, Transport und Ausbringung, Aufwandmenge und Effektivität sowie Beratung. Da die biologische Blattlausbekämpfung nur im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzes möglich ist, werden die bisherigen Erkenntnisse über die Nebenwirkungen verschiedener Pflanzenschutzmittel auf *A. aphidimyza* aufgezeigt. Die in der Schlußbetrachtung aufgeführten ungeklärten Fragen sollen Ansatzpunkte für künftige Untersuchungen und Forschungsarbeiten geben. Innerhalb der verschiedenen Gliederungspunkte sind die Publikationen nach dem Erscheinungsjahr geordnet, so daß eine gute Übersicht gewährleistet ist. Es wurde sowohl in- als auch ausländische Literatur erfaßt, wobei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird.

Dieses Nachschlagewerk ist für eine vielseitige Nutzung konzipiert: Es soll allen eine Hilfe sein, die mit bzw. über *Aphidoletes aphidimyza* arbeiten, seien es Wissenschaftler, Doktoranden und Diplomanden, Gartenbauberater, Gärtner, Nützlingsproduzenten oder andere.

## 2. Systematik

Um die Stellung von *A. aphidimyza* im zoologischen System deutlich zu machen, werden systematische Angaben vorangestellt.

SEIDEL et al. (1982)

Von den Autoren wird die Einteilung des Tierreiches nach KÄSTNER zitiert:

Stamm: Arthropoda (Gliederfüßler)

Abteilung: Mandibulata

Unterstamm: Tracheata

Klasse: Insecta (Insekten)

Unterklasse: Pterygota (Fluginsekten)

Ordnung: Diptera (Zweiflügler)

Unterordnung: Nematocera (Mücken)

Familie: Cecidomyiidae (Gallmücken)

GAGNE (1973)

Ordnung: Diptera

Familie: Cecidomyiidae

Unterfamilie: Cecidomyiinae

Supertribus: Cecidomyiidi

Gattung: *Aphidoletes*

Art: *aphidimyza*

### 2.1. Taxonomie unter Berücksichtigung verwandter Arten

BARNES (1929)

Es gibt in der Familie der Cecidomyiidae (Ordnung: Diptera = Zweiflügler) eine große Anzahl von Gallmückenarten, deren Larven sich räuberisch von Blattläusen ernähren. Die wichtigsten und auch am besten beschriebenen Arten sind *Phaenobremia aphidimyza* Rond. (= *A. aphidimyza*) und *Phaenobremia meridionalis* Felt.

Die exakte Identität von *Phaenobremia aphidimyza* ist noch unklar, da bisher ohne Zweifel auch einige andere Arten diesem Namen zugeordnet worden sind. Nach KIEFFER und RÜBSAAMEN ist *Cecidomyia cerasi* als Synonym für *Phaenobremia aphidimyza* anzusehen.

Außer den räuberischen Gallmückenarten gibt es auch Arten, deren Larven sich endoparasitisch von Blattläusen ernähren. Dazu gehören *Endaphis perfidus* Kieff. und *Endaphis sp.*

NIJVELDT (1957)

Blattlausverzehrende Gallmücken werden in 2 Gruppen eingeteilt:

1. Endoparasiten und 2. Prädatoren. Aus der ersten Gruppe werden *Endaphis perfidus* Kieffer und *Pseudendaphis maculans* Barnes genannt. In der zweiten Gruppe werden die verschiedensten Gattungen und Arten aufgezählt. Nach genauer Betrachtung der Morphologie der Individuen aus der Barnes-Sammlung konnten zwischen den Arten *Phaenobremia aphidimyza* Rond., *P. aphidivora* Rübs. und *P. helichrysis* Barnes keine entscheidenden Unterschiede aufgezeigt werden. Die von anderen Wissenschaftlern genannten Unterschiede zwischen den drei Arten können durch klimatische Faktoren, Lokalitäten, Rassen, Qualität und Menge der Beute und eventuell durch Kunstfehler beim Präparieren bedingt sein.

MILNE (1960)

In den USA wurden in den Blütenköpfen von rotem und weißem Klee 10 verschiedene Gallmückenarten gefunden:

Die drei Arten *Dasyneura leguminicola* Lintner, *D. gentneri* Pritchard und *Tricholaba barnesi* sp.n. ernährten sich phytophag und verhinderten dadurch den Samenanatz der Kleeblüten. Zwei weitere Arten lebten räuberisch, und zwar ernährte sich *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) von Blattläusen und *Lestodiplosis trifolii* Barnes von Larven anderer Gallmückenarten.

Die Ernährungsweise der 5 anderen gefundenen Gallmückenarten konnte nicht eindeutig ermittelt werden.

NIJVELDT (1963)

Es werden die in den Niederlanden auf weißem und auf rotem Klee vorkommenden Gallmückenarten beschrieben. NIJVELDT unterteilt die gefundenen Arten in phytophage Arten, räuberisch lebende Arten und Arten, deren Lebensweise unbekannt ist.

Aus der Gruppe der phytophagen Gallmücken wurden die Arten *Dasyneura gentneri* Pritchard, *D. leguminicola* (Lintner), *D. trifolii* (F. Loew) und *Tricholaba trifolii* Rübs. auf den Kleepflanzen festgestellt.

Die gefundenen Prädatoren waren *Phaenobremia aphidivora* (Rübs.) und *Lestodiplosis pallidicornis* Kieffer. Während sich erstere ausschließlich von Blattläusen ernährt, dienen der Art *Lestodiplosis* die Larven anderer Gallmückenarten als Nahrung.

MAMAYEVA (1964)

Innerhalb der Familie Itonididae wird unterschieden zwischen phytophagen, saprophagen und zoophagen Arten.

Die Larven der phytophagen Arten leben im Gewebe von höheren Pflanzen und schädigen dort durch die Bildung von Pflanzengallen.

Die Larven der saprophagen Arten halten sich im Boden auf und ernähren sich von verrottendem Laub oder Waldabfall, oder sie befinden sich u.a. auf verrottendem Holz oder in Pilzen.

Die Larven der zoophagen Arten leben hauptsächlich räuberisch von Blattläusen, Spinnmilben und Schildläusen. Einige dieser Arten bewohnen die Gallen anderer Gallmückenarten oder Gallmilben, doch die Larven der am weitesten verbreiteten aphidophagen Arten leben offen in Blattlauskolonien.

Neben den Prädatoren treten auch vereinzelt Endoparasiten auf, die Blattläuse oder andere ihnen nahe verwandte Insektengruppen parasitieren.

Die genaue Untersuchung der Morphologie einiger aphidophager Gallmücken zeigte, daß die Unterscheidung gewisser Arten von *Aphidoletes* Kieffer in die eigenständigen Gattungen *Phaenobremia* Kieffer und *Isobremia* Kieffer nicht zu rechtfertigen ist. Es handelt sich bei diesen Gattungen um Synonyme von *Aphidoletes*. Lediglich die Gattung *Monobremia* Kieffer unterscheidet sich deutlich von *Aphidoletes*.

#### HAGEN & BOSCH (1968)

Zur Familie der *Cecidomyiidae* zählen ca. 50 Arten, die sich räuberisch von Blattläusen ernähren. Die meisten Arten gehören zur Gattung *Phaenobremia*.

In Nordamerika werden die beiden Arten *Aphidoletes meridionalis* und *A. thompsoni* als wirtschaftlich vielversprechende Blattlausprädatoren angesehen.

#### NIJVELDT (1969)

Hier werden verschiedenartige Gallmückenarten beschrieben: mykophage, phytophage und zoophage Arten. Zur letztgenannten Gruppe gehören Gallmückenarten, die sich von Blattläusen, Schildläusen, Spinnmilben, Blattflöhen oder Blattsaugern, Mottenschildläusen, Gitter- oder Netzwanzen oder anderen Insekten ernähren. NIJVELDT gibt eine Einteilung nach Wirtspflanzen bzw. Beutetieren. So werden z.B. in der Gruppe der aphidophagen Gallmücken zuerst die verschiedenen Blattlausarten genannt und diesen wiederum die an ihnen beobachteten Gallmückenarten zugeordnet.

Zur Bestimmung der erwähnten Gallmückenarten ist ein Schlüssel aufgeführt.

#### GAGNE (1971)

Von 13 in Nordamerika beschriebenen *Aphidoletes*-Arten werden von GAGNE lediglich drei Arten der palaearktischen Region zugeordnet: *A. aphidimyza* (Rondani), *A. thompsoni* Möhn und *A. urticariae* (Kieffer). Zur Bestimmung der Adulten dieser drei Arten wird ein Schlüssel gebracht.

GAGNE (1973)

In dieser Arbeit ist ein Schlüssel für die Bestimmung von 64 nearktischen Gattungen des Supertribus *Cecidomyiidi* und eine kurze Beschreibung der einzelnen Gattungen zu finden. Außerdem sind den genannten Gattungen insgesamt 384 Arten, einschließlich *A. aphidimyza*, mit Synonymen zugeordnet.

Zu diesem Supertribus gehören saprophage, mykophage, gallbildende und räuberische Gallmücken.

HARRIS (1973)

Die Larven der Gattungen *Aphidoletes* Kieffer und *Monobremia* Kieffer ernähren sich ausschließlich räuberisch von Blattläusen. Von besonderer Bedeutung sind die Arten *A. aphidimyza* (Rondani), *A. urticariae* (Kieffer), *A. abietis* (Kieffer), *A. thompsoni* Möhn und *M. subterranea* (Kieffer).

Die Larven der Gattung *Lestodiplosis* Kieffer wurden gelegentlich beim Verzehr von Blattläusen angetroffen, doch häufiger wurden sie als Räuber von Spinnmilben, Käferlarven und auch Gallmückenlarven beobachtet. Einige Vertreter der Gattungen *Endaphis* Kieffer und *Pseudendaphis* Barnes ernähren sich endoparasitisch von Blattläusen.

MAMAYEVA (1981)

In der UdSSR wurden drei Arten räuberischer Cecidomyiden gefunden: *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.), *A. urticariae* (Kieff.) und *Monobremia subterranea* (Kieff.). Die Unterscheidung dieser drei Arten ist schwierig. *A. aphidimyza* und *A. urticariae* wirken in morphologischer Hinsicht sehr ähnlich. Am besten können die drei Arten anhand ihrer männlichen Geschlechtsorgane unterschieden werden, welche in dieser Arbeit beschrieben und abgebildet sind.

In der UdSSR treten neben räuberisch lebenden Gallmücken auch solche Arten auf, die parasitisch in Blattläusen leben. Dazu gehören *Endaphis perfidus* Kieff. (in Europa) und *Occuloxenium compitale* Mamaev (in Zentralasien). Ihr Wert für die Blattlausbekämpfung in Gewächshäusern ist bislang unerforscht.

HARRIS (1982)

Die Vielzahl der Synonyme für *Aphidoletes aphidimyza* (s. Kap.2.2., HARRIS 1973), besonders von KIEFFER und DEL GUERCIO in Europa und FELT in Nordamerika, beruht hauptsächlich auf der Annahme, daß jede Gallmückenart einer anderen Blattlausart zuzuordnen sei. Dabei stellte schon RONDANI, der 1847 als erster *Cecidomyia aphidimyza* (= *A. aphidimyza*) beschrieb, fest, daß sich *A. aphidimyza* von verschiedenen Blattlausarten auf verschiedenen Wirtspflanzen ernährt.

In die taxonomische Verwirrung kam erst Klarheit, als ca. 100 Jahre nach RON-DANI sowohl die Morphologie als auch die Biologie der Larven, Puppen und Adulten von *A. aphidimyza* genauer durch ROBERTI (1946) untersucht wurden.

PLATE (1984)

Die Familie der Gallmücken (Itonididae) gehört zur Ordnung der Zweiflügler (Diptera). Mit ca. 4000 Arten sind die Gallmücken weltweit verbreitet. Die Gallmücken können nach der Ernährungsweise ihrer Larven unterschieden werden. Eine wichtige Gruppe stellen die gallbildenden Pflanzenschädlinge dar. Die Larven ernähren sich von Pflanzengewebe. Als Folge ihrer Tätigkeit verändert sich das Wachstumsverhalten der Pflanzen an den betroffenen Stellen, und es kommt zur Gallbildung. Allein in Mitteleuropa wurden ca. 400 verschiedene Gallbildungen an zahlreichen Pflanzenarten beobachtet.

Außerdem gibt es Gallmückenarten, die sich saprophag, d.h. von faulenden Pflanzenstoffen ernähren und solche, die eine zoophage Ernährungsweise besitzen. Die zoophagen Vertreter der Gallmückenfamilie können in Parasiten (z.B. von Blattläusen und Blattsaugern) und Prädatoren (z.B. von Blattläusen und Spinnmilben) unterschieden werden. In der Gruppe der Prädatoren nehmen die Blattlausräuber, und zwar besonders *Aphidoletes aphidimyza*, eine bedeutende Stellung ein.

STEINER (1985)

Die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* ist ein Vertreter der Familie der Itonididae = Cecidomyiidae (Gallmücken) aus der Ordnung Diptera (Zweiflügler). Zur Familie der Itonididae zählen gallbildende (phytophage), saprophage, mykophage und räuberische (zoophage) Arten. Die phytophagen Gallmückenarten können in den verschiedensten Pflanzenkulturen durch Gallbildung im Pflanzengewebe schädigen. Die wichtigste und bekannteste Art der räuberischen Gallmücken ist *Aphidoletes aphidimyza*.

Weitere Angaben zu diesem Kapitel sind bei DAVIS (1916), BARNES (1927), YUKAVA & SANUI (1978) und BISHOP et al. (1986) zu finden.

2.2. Synonyme von *Aphidoletes aphidimyza*

Tab.1: Alphabetische Übersicht der Synonyme von *Aphidoletes aphidimyza*, aufgelistet nach Autoren

| Autor                | Synonyme  |
|----------------------|---|
| BARNES (1929)        | <i>Phaenobremia aphidimyza</i> Rond.:<br><i>Cecidomyia cerasi</i>   |
| NIJVELDT (1953)      | <i>Phaenobremia aphidivora</i> Rübs.:<br><i>Diplosis aphidivora</i> Rübs.   |
| MILNE (1960)         | <i>Phaenobremia aphidivora</i> :<br><i>Diplosis aphidivora</i> Rübsaamen  |
| MAMAYEVA (1964)      | <i>Phaenobremia aphidimyza</i> (Rond.):<br><i>Aphidoletes aphidimyza</i><br><i>Diplosis aphidisuga</i> Rübsaamen<br><i>Diplosis aphidivora</i> Rübsaamen<br><i>Diplosis cerasi</i> H. Loew<br><i>Diplosis sonchi</i> Kieffer<br><i>Phaenobremia aphidivora</i> (Rübs.)<br><i>Phaenobremia helichrysis</i> Barnes<br><i>Tribremia aphidophaga</i> Marikovskij  |
| GAGNE (1971 u. 1973) | <i>Aphidoletes aphidimyza</i> :<br><i>Aphidoletes basalis</i> Felt<br><i>Aphidoletes borealis</i> Felt<br><i>Aphidoletes flavida</i> Felt<br><i>Aphidoletes fulva</i> Felt<br><i>Aphidoletes marginata</i> Felt<br><i>Aphidoletes marina</i> Felt<br><i>Aphidoletes meridionalis</i> Felt<br><i>Bremia hamamelidis</i> Felt<br><i>Diplosis rosivora</i> Coquillet<br><i>Phaenobremia doutti</i> Pritchard |
| GAGNE (1972)         | <i>Aphidoletes aphidimyza</i> :<br><i>Cecidomyia napi</i> Kaltenbach<br><i>Diplosis aphidimyza</i> Rondani  |

Autor                      Synonyme                      (Forts. Tab. 1)

HARRIS (1973)

*Aphidoletes aphidimyza*:

*Aphidoletes basalis* Felt

*Aphidoletes borealis* Felt

*Aphidoletes carnifex* Kieffer

*Aphidoletes flavida* Felt

*Aphidoletes fulva* Felt

*Aphidoletes marginata* Felt

*Aphidoletes marina* Felt

*Aphidoletes meridionalis* Felt

*Bremia hamamelidis* Felt

*Bremia impatiens* Kieffer

*Bremia sonchi* Kieffer

*Cecidomyia aphidimyza* Rondani

*Cecidomyia napi* Kaltenbach

*Cryptobremia aegyptiaca* Kieffer

*Diplosis aphidisuga* Rübsaamen

*Diplosis aphidivora* Rübsaamen

*Diplosis cerasi* H. Loew

*Diplosis cucumeris* (nomen dubium)

*Diplosis rosivora* Coquillett

*Isobremia kiefferi* Voukassovitch

*Phaenobremia cardui* Kieffer

*Phaenobremia doutti* Pritchard

*Phaenobremia helichrysis* Barnes

*Phaenobremia kiefferiana* Tölg

*Phaenobremia vacunae* Kieffer

*Rondaniella bezzii* Del Guercio

*Rondaniella cucullata* Del Guercio

*Rondaniella macrosiphoniellae* Del Guercio

*Rondaniella macrosiphonis* Del Guercio

*Rondaniella ornata* Del Guercio

*Rondaniella phorodontis* Del Guercio

*Rondaniella toxopterae* Del Guercio

*Tribremia aphidophaga* Marikovskii

STEINER (1985)

*Aphidoletes aphidimyza*:

*Phaenobremia aphidivora*

3. Auftreten und Verbreitung

Tab. 2. Übersicht über Auftreten und Verbreitung von *Aphidoletes aphidimyza*

| Land                          | Zeit/<br>Generationen pro Jahr   | Wirtspflanze                      | Blattlausart                        | Quelle                                     |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Europa                        | -/-  | Kohl                              | Brevicoryne brassicae L.            | NIJVELDT (1957)                            |
| BRDeutschland                 | im Gewächshaus: im Sommer/-  |                                   | Acyrtosiphon onobrychis B.d. Fonsc. | BOMBOSCH (1958)                            |
| BRDeutschland                 | -/-  | Cirsium arvense und Beta vulgaris | Myzodes persicae Sulz.              |  |
|                               |  | Brassica napus var. napus         | Aphis fabae Scop.                   | UYGUN (1970 u. 1971)                       |
|                               |  | Malus sp.                         | Brevicoryne brassicae L.            |  |
|                               |  | Prunus sp.                        | Aphis mali F.                       |  |
| BRDeutschland                 | A. Juli - M. Sept./-   | Kohl                              | Myzus cerasi F.                     | HOMMES (1983)                              |
| BRDeutschland                 | -/-  | Kohl                              | Brevicoryne brassicae               | BEHRENS (1984)                             |
| England                       | -/-  | Chrysanthemum leucanthemum        | Brevicoryne brassicae               | NIJVELDT (1957)                            |
|                               |  | Chrysanthemum maximum             |                                     |  |
|                               |  | Apfel                             | Aphis pomi De Geer                  |  |
|                               |  | Apfel                             | Aphis rumicis L.                    |  |
|                               |  | Tropaeolum                        | Schwarze Blattlaus                  |  |
|                               |  |                                   | Brachycaudus cardui L.              |  |
|                               |  | Kohl                              | Brevicoryne brassicae L.            |  |
|                               |  | Rote Johannisbeere                | Cryptomyzus ribis L.                |  |
|                               |  |                                   | East-Malling-Blattlauszucht         |  |
|                               |  | Phragmites communis               | Hyalopecterus pruni Geoffr.         |  |
|                               |  | Solanum dulcamara                 | Myzus persicae Sulz.                |  |
|                               |  | Chrysanthemum                     | Macrosiphoniella sanborni Gill.     |  |
| England                       | -/2  | Roter Klee                        | Myzus ornatus                       | MILNE (1960)                               |
|                               |  |                                   | Acyrtosiphon pisum                  |  |
|                               |  | Rosenkohl                         | Brachycaudus helichrysi             | POLLARD (1969)                             |
| England                       | -/-  | diverse                           | Brevicoryne brassicae               | HARRIS (1973)                              |
|                               |  | Mai bis E. Sept./-                | 61 verschiedene Arten               |  |
| Finland (bis 64. Breitengrad) | unter Glas: M. März bis E. Aug. bzw. Sept. Rosen im Freiland: A. Mai bis Sept./- | Beerensträucher                   | Macrosiphoniella sanborni Gill.     | MARKKULA & TIITTANEN (1977)                |
| Frankreich                    | -/-  | Mais                              | Rhopalosiphum padi                  | GIUSTINA et al. (1987)                     |
|                               |  |                                   | Sitobion avenae                     |  |
|                               |  |                                   | Metopolophium dirhodum              |  |
| Italien                       | -/-  | Zucce (Cucurbitaceae)             | Aphis frangulae Kltb.               | ROBERTI (1946)                             |
| Italien                       | -/-  | Zucce (Cucurbitaceae)             | Aphis frangulae                     | NIJVELDT (1957)                            |
| Italien                       | -/-  | Sonchus asper, Pfirsich, ...      | verschiedene Blattlausarten         | HARRIS (1982), zitiert nach BOMBANI (1987) |

| Land                            | Zeit/<br>Generationen pro Jahr           | Wirtspflanze                       | Blattlausart   | Quelle (Forts. Tab. 2)   |
|---------------------------------|--|------------------------------------|--|--|
| Jugoslawien                     | Larven: M. April bis<br>E. Sept./mehrere | -                                  | Aphis pomi De Geer<br>Brachycaudus cardui L.<br>Brachycaudus helichrysi Kalt.<br>Brevicoryne brassicae L.<br>Cryptomyzus ribis L.<br>Hyalopterus pruni Geoffr.<br>Macrosiphum rosae L.<br>Macrosiphum sonchi L.<br>Myzus cerasi F.<br>Myzus persicae Sulz.<br>Rhopalosiphum padi L.<br>Schizaphis graminum Rond. | SIMOVA-TOSIC & VUKOVIC<br>(1980)                                   |
| Niederlande                     | -/-                                      | Schilfrohr                         | Hyalopterus arundinis F.<br>Aphis urticae Gmelin<br>Cavariella pastinacae L.<br>Brevicoryne brassicae L.<br>Aphis frangulae Klth.<br>Aphis fabae Scop.<br>Aphis frangulae Klth.<br>Aphis urticae Gmelin  | NIJVELDT (1954 u. 1963)  |
| Niederlande                     | -/-                                      | -                                  | Phorodon humuli  | NIJVELDT (1957)  |
| Österreich                      | -/-                                      | -                                  | Phorodon humuli  | KOMAREK (1985)   |
| Polen                           | ab A. Mai/-                              | Apfel<br>Pflaume<br>Hopfen         | Aphis pomi De Geer<br>Dysaphis plantaginea Pass.<br>Phorodon humuli Scht.  | OLSZAK (1979)  |
| Tschechoslowakei                | -/-                                      | -                                  | 32 verschiedene Arten  | NIJVELDT (1963)  |
| Türkei                          | -/-                                      | Gemüse                             | Myzus persicae Sulz.   | UYGUN & ÖZGÜR (1980)   |
| Nordamerika<br>Kanada<br>Kanada | E. Mai bis E. Sept./4<br>-/-             | Apfel<br>Kohl                      | Aphis pomi De Geer<br>Brevicoryne brassicae  | BOUCHARD et al. (1981)<br>RAWORTH (1984)                           |
| USA<br>USA                      | -/-<br>ab M. Juni/-                      | Apfel                              | Aphis pomi De Geer   | GAGNE (1971)<br>ADAMS (1977) und ADAMS &<br>PROKOFY (1977 u. 1980) |
| USA<br>USA                      | -/-<br>-/-                               | Wild- und Kulturpflanzen<br>Tomate | Myzus persicae<br>Macrosiphum euphorbiae (Thomas)  | MEADOW et al. (1985)<br>FARRAR et al. (1986)                       |
| Hawai                           | -/-                                      | -                                  | -  | GAGNE (1971)   |
| Südamerika<br>Südamerika        | -/-<br>-/-                               | -                                  | -  | GAGNE (1971)   |
| Chile                           | -/-                                      | -                                  | Capitophorus eleagni Del Guercio   | GAGNE (1971)   |

| Land    | Zeit/<br>Generationen pro Jahr   | Wirtspflanze   | Blattlausart   | Quelle (Forts. Tab. 2) |
|---------|--|--|--|------------------------|
| Asien   |  |  |  |                        |
| Israel  | -/-  | <i>Solanum melogena</i><br><i>Nerium oleander</i><br>Apfel<br>-  | -<br>Aphis nerii Fonsc.<br>Aphis pomi De Geer<br>Myzus ornatus Laing   | NIJVELDT (1957)        |
| Japan   | -/-  | -  | -  | GAGNE (1971)           |
| UdSSR   | unter Glas: 2. Mai-<br>dekade bis 1. - 2.<br>Oktoberdekade; im<br>Freiland: ab M. Juni/<br>mehrere | -<br>Gurke, Melone, Kürbis<br>Kohl<br>Gurke  | Faulbeerblattlaus<br>Melonenblattlaus<br><i>Brevicoryne brassicae</i> L.<br><i>Trialeurodes vaporariorum</i>   | ASYAKIN (1976)         |
| UdSSR   | -/-  | -  | -  | MAMAYEVA (1981)        |
| Afrika  |  |  |  |                        |
| Ägypten | während des ganzen<br>Jahres/-   | <i>Buddleia</i><br><i>Duranta</i><br>Rosenkohl<br>Rosenkohl<br>Baumwolle und Okra  | <i>Aphis verbasci</i> Schrank<br><i>Aphis punicae</i> Passerini<br><i>Brevicoryne brassicae</i> L.<br><i>Myzus persicae</i> Sulzer<br><i>Aphis gossypii</i> Glover                                     | AZAB et al. (1965a)    |
| Ägypten | -/-  | Baumwolle, Okra,<br><i>Gossypium barbadense</i><br><i>Hibiscus esculentus</i><br><i>Buddleia madagas-</i><br><i>cariensis</i><br><i>Duranta plumieri</i><br><i>Brassica oleracea</i> var.<br><i>capitata</i> und <i>gemmifera</i><br><i>Prunus armeniaca</i> ,<br><i>Prunus persica</i><br><i>Brassica oleracea</i> var.<br><i>capitata</i> und <i>gemmifera</i> | <i>Aphis verbasci</i> Schrank<br><i>Aphis verbasci</i> Schrank<br><i>Aphis punicae</i> Passerini<br><i>Brevicoryne brassicae</i> L.<br><i>Hyalopterus arundinis</i> F.<br><i>Myzus persicae</i> Sulzer | AZAB et al. (1965b)    |
| Sudan   | -/-  | -  | -  | HARRIS (1973)          |

(Die Namen der Wirtspflanzen und Blattläuse wurden so zitiert,  
wie sie bei den Autoren zu lesen sind.)

-: keine Angaben

#### 4. Biologie

##### 4.1. Lebenszyklus und Entwicklungsstadien

Um einen schnellen Überblick über den Lebenszyklus von *A. aphidimyza* zu ermöglichen, werden hierzu drei schematische Darstellungen gezeigt.

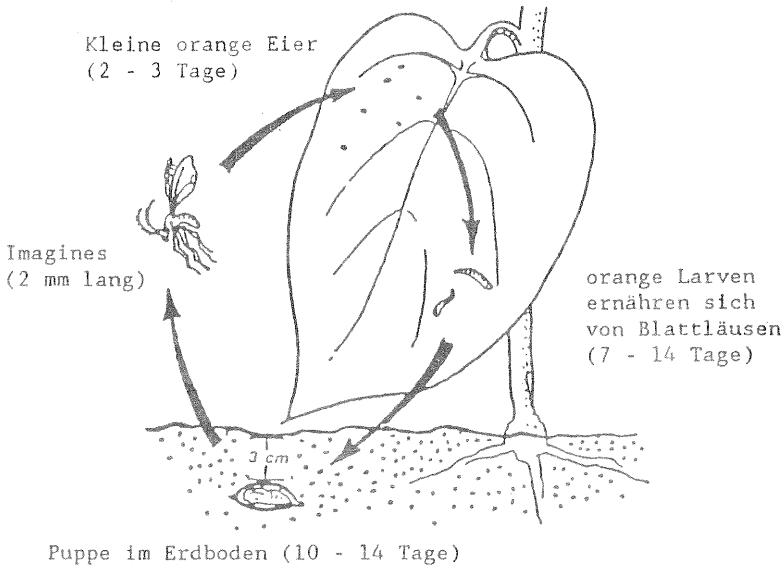


Abb. 1: Lebenszyklus der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (nach GILKESON & KLEIN 1981)

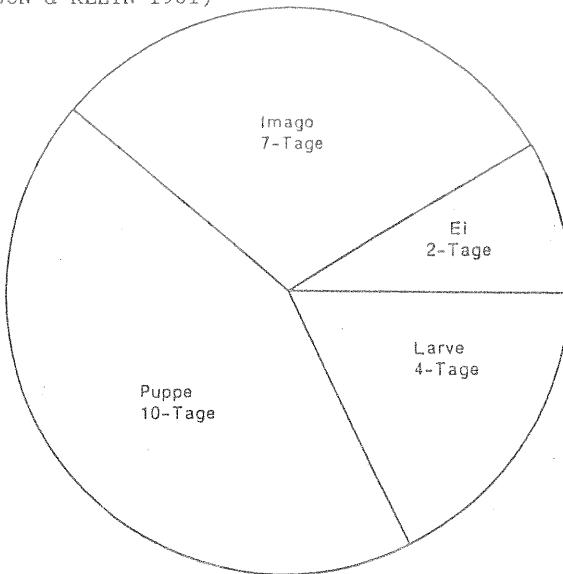


Abb. 2: Lebenszyklus der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (nach SCHMIDTBAUR 1985)

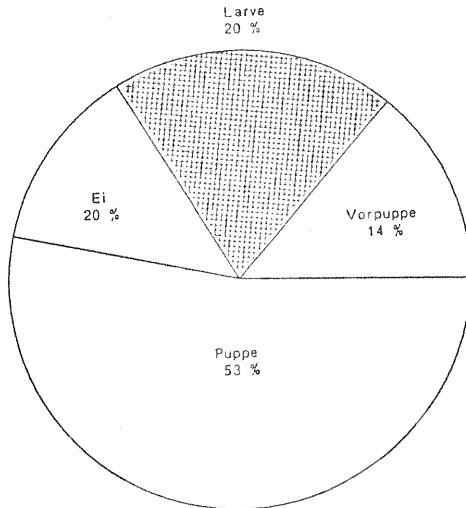


Abb. 3: Dauer der einzelnen präimaginalen Stadien von *Aphidoletes aphidimyza* (nach HAVELKA 1980c)

#### 4.1.1. Ei

##### 4.1.1.1. Eiablageorte

MILNE (1960)

Der Autor hat Eier von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) an blattlausbesetzten Kleepflanzen gefunden. Die Eier werden von den Mücken einzeln auf Haaren der Blattunterseite oder am Stengel der Pflanzen abgelegt.

AZAB et al. (1965b)

Die Eier von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) werden inmitten von Blattlauskolonien entweder einzeln oder in Gruppen von 2-3 Eiern abgelegt. Gewöhnlich haften sie lose und waagrecht an der Blattoberfläche. Manchmal haften sie auch an den Haaren von Baumwoll- oder Okrapflanzen.

Die Autoren haben in Ägypten bis zu 106 Eier an einem Okrablatt gefunden, das stark von Blattläusen befallen war.

UYGUN (1970 und 1971)

In Versuchen wurden die Eier von *A. aphidimyza* hauptsächlich an der Blattunterseite sowie an Stengel und Triebspitze und zwar besonders in unmittelbarer Nähe von Blattläusen beobachtet. Die Gallmücken legten die Eier einzeln oder in Gruppen schräg auf die Unterlage, so daß sich das vordere Ende des Eies etwas abhob.

FARRAR et al. (1986)

Das Gallmückenweibchen (*A. aphidimyza*) legt seine Eier entweder einzeln oder in Gruppen - bis zu 40 Stück - inmitten von Blattlauskolonien ab.

Weitere Angaben siehe auch bei BISHOP et al. (1986).

#### 4.1.1.2. Morphologie

AZAB et al. (1965b)

Die Eier von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) werden sehr detailliert beschrieben: Sie sind länglich-oval und haben zwei abgerundete Enden. Die durchschnittliche Länge der Eier beträgt 0,3 mm und die durchschnittliche Breite 0,1 mm. Sie sind leuchtend orange und werden im Laufe der Entwicklung durchsichtig. Nur die Zone, in der der Embryo liegt, scheint dunkelorange.

UYGUN (1970 und 1971)

Die Eier von *A. aphidimyza* sind im Mittel 0,30 x 0,09 mm groß, oval und glänzend orange-gelb bis orangerot gefärbt. Aufgrund ihrer geringen Größe werden sie in Blattlauskolonien leicht übersehen.

BOUCHARD et al. (1981)

Die Eier von *A. aphidimyza* werden als elliptisch und orangefarben beschrieben, mit einer durchschnittlichen Länge von 0,268 mm und Breite von 0,098 mm. Sind die Eier unfruchtbar, werden die äußeren Enden innerhalb von 24 Stunden undurchsichtig.

FARRAR et al. (1986)

Die Eier von *A. aphidimyza* sind orange-farben, länglich und ungefähr 0,3 mm lang.

Kurze Angaben zur Morphologie der *Aphidoletes*-Eier sind auch bei ROBERTI (1946), NIJVELDT (1963), HANSEN (1980), GILKESON & KLEIN (1981) und KOMAREK (1985) zu lesen.

#### 4.1.1.3. Embryonalentwicklung

AZAB et al. (1965b)

Die Entwicklungszeit der Embryonen bis zum Schlupf konnte nicht genau ermittelt werden, weil die Gallmückenweibchen (*A. aphidimyza*) in der Gefangenschaft keine Eier ablegten. Im Feld wurden 200 Eier zufällig gesammelt, die alle spätestens nach drei Tagen geschlüpft waren. Die Autoren halten es für möglich, daß diese Periode die Dauer der Embryonalentwicklung darstellt.

UYGUN (1970 und 1971)

Die Eier von *A. aphidimyza* sind nur auf turgeszenten Blättern lebensfähig. Unter Laborbedingungen dauerte die Embryonalentwicklung ca. 2,5 Tage.

ASYAKIN (1976)

In dieser Arbeit wurde festgestellt, daß die Dauer der Embryonalentwicklung von *A. aphidimyza* um so kürzer und die Schlupfrate um so höher ist, je höher Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind. Bei einer Temperatur von  $14 \pm 2,3$  °C und einer relativen Luftfeuchte von  $75 \pm 8,3$  % betrug die Entwicklungsdauer 5,6 Tage und die Schlupfrate 91,2 %. Bei  $25 \pm 1,3$  °C und  $90 \pm 4,5$  % relativer Luftfeuchte dauerte die Embryonalentwicklung nur noch 1,8 Tage, und die Schlupfrate betrug 95,6 %. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von nur 45-48 % trockneten alle Eier nach 20-25 Stunden aus. Die Luftfeuchtigkeit sollte demnach möglichst hoch (80-90 %) gehalten werden.

HAVELKA (1980c)

Als untere Temperaturschwelle für die Embryonalentwicklung von *A. aphidimyza* wurden  $10,1$  °C ermittelt. Die Summe der wirksamen Temperaturen betrug 25,0 Gradtage. Es zeigte sich, daß die Dauer der Embryonalentwicklung von der Temperatur abhängig ist.

BOUCHARD et al. (1981)

Die Embryonalentwicklung von *A. aphidimyza* dauerte unter Laborbedingungen bei konstant  $23$  °C durchschnittlich 2 Tage, danach erfolgte das Schlüpfen.

RAWORTH (1984)

Die Entwicklung der Eier von *A. aphidimyza* dauerte  $32 \pm 7,7$  Gradtage. Als Entwicklungsnullpunkt wird  $9,2$  °C angegeben.

MORSE & CROFT (1987)

Die Autoren beobachteten als untere Temperaturschwelle für die Embryonalentwicklung von *A. aphidimyza* 10,5 °C. Die Entwicklungsperiode betrug 25,5 sog. Wärmeeinheiten ("heat units").

NIJVELDT (1963), WILBERT (1975), COUTIN (1976) und KOMAREK (1985) haben ebenfalls kurz über die Embryonalentwicklung berichtet.

#### 4.1.1.4. Schlupf

AZAB et al. (1965b)

Das Schlüpfen der *Phaenobremia*-Larven (= *A. aphidimyza*) aus den Eiern dauert 7-10 Minuten. Dabei reißt zunächst die Kappe am vorderen Ende des Eies auf. Die Öffnung wird dann durch einen langen Längsschlitz vergrößert.

MIESNER (1975)

Zur Überprüfung des Einflusses der Luftfeuchtigkeit auf die Schlupfrate der Eilarven wurden drei verschiedene relative Luftfeuchtigkeiten untersucht, nämlich 50, 65 und 85 %. Als Ergebnis konnte festgehalten werden, daß die Schlupfrate eindeutig von der Luftfeuchte im Zuchtgefäß abhängig ist. Je niedriger die Luftfeuchtigkeit, desto niedriger ist auch die Schlupfrate.

#### 4.1.2. Larve

##### 4.1.2.1. Morphologie und Entwicklung

ROBERTI (1946)

Hier wird eine sehr detaillierte Beschreibung der Larven von *Phaenobremia aphidimyza* (= *A. aphidimyza*) gegeben. ROBERTI unterscheidet nur drei Larvenstadien. Während des ersten Stadiums sind die Larven 0,42 mm lang und 0,1 mm breit; die Form ist länglich und die Farbe blaß gelb. Die Larve des zweiten Stadiums ähnelt in Form und Farbe der ausgewachsenen Larve. Sie ist 1,15 mm lang und 0,26 mm breit. Die ausgewachsene Larve hingegen ist 2,8 mm lang, 0,7 mm breit und gelb-orange.

WOOD-BAKER (1964)

Diese Publikation gibt nur einen allgemeinen Überblick über die Dauer der larvalen Entwicklung bei mehreren aphidophagen Gallmückenarten. Es wird eine Entwicklungsdauer von 5-12 Tagen angegeben.

AZAB et al. (1965b)

Es wurden 4 Larvenstadien bei *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) festgestellt. Die Larven aller 4 Stadien haben gemeinsam, daß sie an beiden Enden spitz zulaufen.

Erstes Larvenstadium: Die Eilarve ist im Durchschnitt 0,40 mm lang und 0,13 mm breit. Ihre Farbe ist leuchtend orange, die inneren Organe scheinen rötlich durch. Die Körpersegmentierung ist schon gut zu erkennen, und das letzte Paar Atemöffnungen ist besser zu sehen als in den späteren Stadien. Der Fettkörper ist noch nicht zu erkennen. Die Dauer des ersten Larvenstadiums beträgt im Mittel 18,2 Stunden.

Zweites Larvenstadium: In diesem Stadium mißt die Larve eine Länge von 1,5-2,0 mm und eine Breite von 0,38-0,50 mm. Die Farbe der Larve wird blasser, die inneren Organe sind äußerlich nicht mehr und der Fettkörper noch nicht zu erkennen. Das zweite Larvenstadium dauert durchschnittlich 27 Stunden.

Drittes Larvenstadium: Die Körpergröße beträgt in diesem Stadium 2,10-2,28 mm Länge und 0,52-0,56 mm Breite. Die Farbe der Larve ist wie im ersten Stadium leuchtend orange. Der Fettkörper erscheint seitlich mit einer cremigen Farbe. Die durchschnittliche Dauer dieses Larvenstadiums beträgt 40,4 Stunden.

Viertes Larvenstadium: Die ausgewachsene Larve mißt durchschnittlich 2,4 mm Länge und 0,6 mm Breite. Die Farbe variiert von blaß rosa-orange bis tief rot-orange. Die durchschnittliche Dauer dieses Stadiums beträgt 54,8 Stunden. Der Körper besteht aus einer kleinen Kopfkapsel und dreizehn Segmenten. Der Kopf trägt dorsal noch sehr unscheinbare Antennen und an der Spitze reduzierte Mundteile.

SOLINAS (1968)

In dieser Veröffentlichung werden die Details einer feinen mikroskopischen Bearbeitung der Kopfkapsel von *A. aphidimyza* wiedergegeben. Sinnesorgane, Mundteile, Muskulatur und Nervatur sind sehr ausführlich beschrieben.

UYGUN (1970 und 1971)

Die Larven von *A. aphidimyza* sind kurz nach dem Schlüpfen kaum mit bloßem Auge zu erkennen, was zum Teil noch dadurch erschwert wird, daß sie sich oft unter den Blattläusen aufhalten. Sie sind schlank, langgestreckt und nach vorn etwas zugespitzt.

Gegen Ende der Larvenentwicklung (bei Zimmertemperatur nach etwa 5 Tagen) sind sie ca. 2,2 mm lang. Ihre Farbe ist orange bis orange-rot und variiert leicht in

Abhängigkeit von der Art der Beute. Bei 15 °C wurden im Mittel 6,7 Tage, bei 21 °C 3,8 Tage und bei 27 °C nur noch 3 Tage benötigt, bis die Larven verpuppungsreif waren.

Außerdem wurde festgestellt, daß die Entwicklungsdauer durch Hungerperioden verlängert wurde (s. Kap. 4.1.2.2.).

ASYAKIN (1976)

Kurz nach dem Schlüpfen sind die *Aphidoletes*-Larven sehr klein (0,3-0,5 mm) und farblos oder hellorange. Die Entwicklungsdauer der Larven war von der Temperatur, dem Nahrungsangebot und von der Jahreszeit (Generation) abhängig. Im Juli betrug sie  $7 \pm 1,2$ , im August  $8 \pm 1,3$  und im September  $15 \pm 2,8$  Tage.

HAVELKA (1980c)

Als untere Temperaturschwelle für die Larvenentwicklung von *A. aphidimyza* ermittelte HAVELKA 4,3 °C. Die Summe der wirksamen Temperaturen betrug 110,9 Gradtage.

BOUCHARD et al. (1981)

Die Eilarve (vom Typ einer Made) ist blaß orange. Sie ist durchschnittlich  $0,42 \pm 0,054$  mm lang und  $0,11 \pm 0,012$  mm breit. Am Ende der Entwicklung hat die Larve eine Länge von  $2,37 \pm 0,27$  mm und eine Breite von  $0,57 \pm 0,07$  mm. Während der larvalen Entwicklung ist eine Veränderung der äußeren Gestalt zu erkennen. Am Anfang findet die Bildung der beiden Fettkörper an den Längsseiten statt, gegen Ende der larvalen Entwicklung erscheint das dritte "Fettkörperband" in der Mitte des Körpers.

Die Bestimmung der Zahl der Larvenstadien ist schwierig, zumal es unmöglich ist, die Exuvien der Larven inmitten der Blattläuse und Blattlaussexuvien zu finden. Eine Bestimmung des Larvenalters durch Messung der Länge, Breite und des Abstandes der Atemöffnungen bringt ebenfalls keine entscheidenden Anhaltspunkte.

Bei einer Durchschnittstemperatur von  $26,7 \text{ °C} \pm 3,3$  dauert die Entwicklung 2,5 Tage. Bei 23 °C hingegen dauert die Entwicklung  $5,5 \text{ Tage} \pm 0,74$ .

RAWORTH (1984)

Bei 22,4 °C wurde eine Entwicklungsdauer von *A. aphidimyza* von  $66 \pm 2,1$  Gradtagen ermittelt.

KOMAREK (1985)

Die verpuppungsbereiten Larven von *A. aphidimyza* haben eine Länge von bis zu 6 mm. Sie sind länglich mit zugespitztem Kopfende und glänzend orange-rot gefärbt. Die Dauer der larvalen Entwicklung beträgt je nach Temperatur 7 bis 14 Tage.

MORSE & CROFT (1987)

Die Autoren beobachteten bei *A. aphidimyza* 3 Larvenstadien. Als untere Temperaturschwelle für die Larvenentwicklung wurde 8,1 °C ermittelt. Die durchschnittliche Entwicklungsperiode betrug 65,5 sog. Wärmeeinheiten ("heat units").

Zu diesem Kapitel siehe auch NIJVELDT (1963), WILBERT (1975), COUTIN (1976), ADAMS & PROKOPY (1977), HANSEN (1980), SIMOVA-TOSIC & VUKOVIC (1980), GILKESON & KLEIN (1981) und FARRAR et al. (1986).

#### 4.1.2.2. Ernährung

ROBERTI (1946)

Die Larven von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) ernähren sich von Blattläusen. Dabei stechen sie diese meist an den Gelenken zwischen Ober- und Unterschenkel an und saugen sie aus. Die Blattläuse zeigen dabei nur eine geringe Abwehrreaktion; sie bewegen leicht ihre Beine oder Antennen.

Das Aussaugen der Beute kann wenige Minuten bis eine Stunde dauern, eine Unterbrechung des Saugaktes ist möglich. Eine Larve vertilgt 60-80 Blattläuse, wobei die Blattläuse ganz oder auch nur teilweise ausgesaugt werden.

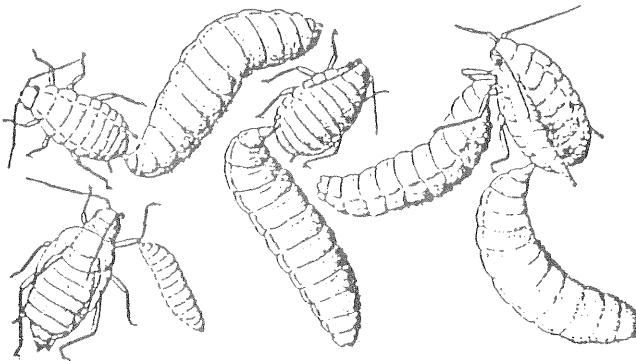


Abb. 4: Larven von *Aphidoletes aphidimyza* beim Aussaugen von Blattläusen (nach ROBERTI 1946)

NIJVELDT (1954)

Der Autor konnte in einem Versuch zeigen, daß sich die Larven von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) von verschiedenen Blattlausarten ernähren können. Larven, die im Freiland in einer Kolonie von *Aphis frangulae* Kltb. eingesammelt worden waren, wurden im Labor mit den Blattlausarten *Aphis fabae* Scop., *Aphis pomi* de Geer, *Chaitophorus populeti* Panzer und *Pentatrichopus fragaefolii* Ckll. er-

nährt. Keine der genannten Blattlausarten wurde von den *Aphidoletes*-Larven verschmäht.

#### BOMBOSCH (1958)

Hier wird in ausführlicher Weise das "Absterbebild" der Blattläuse, die durch *Phaenobremia aphidisuga* Rübs. (= *A. aphidimyza*) getötet worden sind, beschrieben:

Die *Phaenobremia*-Larven nähern sich den Erbsenblattläusen (*Acyrtosiphon onobrychis* = *Acyrtosiphon pisum*), ohne daß diese mit einem "Sich-fallen-lassen" reagieren, was bei anderen Prädatoren oder Parasiten häufig der Fall ist. Sie saugen sich in dem ihnen am nächsten liegenden Körperteil fest.

BOMBOSCH vermutet, daß die Blattlaus mit einem starken Toxin rasch abgetötet wird, da sie sich nicht mehr festhalten kann, die Beine herabfallen und das tote Tier nur noch mit dem Saugrüssel am Blatt festhängt. Die toten Blattläuse verändern ihre Farbe langsam zu blauschwarz und trocknen später völlig ein.

Das "Absterbebild" bei *Myzodes persicae* (= *Myzus persicae*) und *Aphis fabae*, aber auch bei den Jungtieren von *Acyrtosiphon* wird anders beschrieben:

Die *Acyrtosiphon*-Jungtiere und auch die im Verhältnis kleineren *Myzus persicae* werden meist ganz ausgesaugt, so daß nur die leeren Chitinhüllen übrigbleiben. Bei *Aphis fabae* hingegen ist das "Herausklappen" der getöteten Blattläuse aus den dicken Kolonien weniger leicht möglich.

Hängende Altläuse, auch wenn sie nicht leergesaugt sind, werden von *Phaenobremia* nicht mehr besaugt; sie suchen sich stattdessen neue Beutetiere. Dadurch werden mehr Blattläuse abgetötet, als sie eigentlich für ihre Ernährung brauchen. Somit ist ihre Effektivität als Blattlausräuber bedeutend erhöht.

#### AZAB et al. (1965b)

*Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) hat ein großes Beutespektrum, aber die Gallmücke ist vor allem als ein wirksamer Prädatore von *Aphis gossypii* Glover an Baumwolle- und Okrapflanzen aufgefallen. Trotz des weiten Beutespektrums ist *Phaenobremia* allein auf Blattläuse spezialisiert. Versuche, die *Phaenobremia*-Larven mit Spinnmilben, Schildläusen, Weißen Fliegen oder Schmierläusen zu füttern, blieben erfolglos. Auch eine Diät, die aus Eimasse und jungen Larven von *Prodenia litura* F. (Asiatischer Baumwollwurm) bestand, wurde nicht angenommen. Gelegentlich konnte jedoch beobachtet werden, daß die Larven in den Eiersack von *Icerya purchasi* Mask. (Australische Wollschildlaus) eindringen und sich darin verpuppten. Es konnte sogar Kannibalismus unter den Larven beobachtet werden, wenn keine Nahrung vorhanden war. Die Larve sticht die Blattlaus von unten, meist zwischen den Beinen, an und saugt sie aus, bis sie leer oder eingeschrumpft ist. Wenn genügend Blattläuse vorhanden sind, saugt die Larve die Blattlaus oft nur teilweise aus und tötet dafür mehrere Blattläuse. Die jungen Larven liegen beim Saugen verborgen un-

ter der Beute. Wenn sie innerhalb von 2 - 3 Stunden nach dem Schlüpfen keine Beute finden, sterben sie gewöhnlich und schrumpfen ein. Die Anzahl der täglich verzehrten Blattläuse steigt mit zunehmendem Alter der *Phaenobremia*-Larven. Während der gesamten larvalen Entwicklung wurden 66,6 Blattläuse im Durchschnitt, 76 als Maximum und 56 als Minimum pro Larve vertilgt.

#### KLINGAUF (1967)

Die *Aphidoletes*-Larve greift die Blattlaus in der Regel zunächst an den unteren Gliedern der Extremitäten an und beginnt dort zu saugen. Das Saugen wird anfänglich noch mehrere Male unterbrochen. Beim Biß wird ein Gift übertragen, wodurch die Laus abgetötet wird. Schließlich, wenn die Blattlaus keine Reaktion mehr zeigt, wird der Saugvorgang am Körper des Beutetieres fortgesetzt. Dabei konnte beobachtet werden, daß größere Blattläuse infolge ihres Eigengewichtes herunterklappten, nachdem das Gift gewirkt hatte, und nur mit ihren Saugborsten am Blatt hingen. Nun war die Blattlaus für die Larve nicht mehr erreichbar oder auffindbar, so daß sich diese ein neues Opfer suchen mußte.

Die geringe Fähigkeit der Larven, nach dem Unterbrechen des Saugens ihr Beutetier wiederzufinden, ist nur ein Grund für die erhöhte Mortalität der Blattläuse. Der andere Grund sind die Abwehr- und Meidereaktionen der Blattläuse. Gelegentlich konnte eine schon angegriffene Blattlaus sich noch kurz vor ihrem Tod wehren, so daß die Gallmückenlarve den Kontakt mit der Beute verlor und nicht wiederfand. Dennoch konnte KLINGAUF in seinen Versuchen feststellen, daß die Abwehr- und Meidereaktionen der Blattläuse, durch die *Aphidoletes*-Larven verursacht, im Vergleich zu anderen Räubern und Parasiten relativ gering und schwach sind und durch Abtöten der Beute mit einem Toxin teilweise überwunden werden.

#### UYGUN (1970 und 1971)

Die Fraßleistung von *A. aphidimyza* ist abhängig von Art und Alter der Blattläuse und von der Beutedichte. Bei einem hohen Beuteangebot werden 28 (1-2 Tage alt) bzw. 10 (6-7 Tage alt) *Myzus persicae* (Grüne Pfirsichblattlaus) pro Larve vertilgt. Bei *Acyrtosiphon pisum* (Grüne Erbsenblattlaus) wurden in beiden Altersstufen 13 Blattläuse pro Larve getötet.

Während die Temperatur keinen Einfluß auf die Fraßleistung hat, werden bei niedrigerer Luftfeuchtigkeit wesentlich mehr Blattläuse vertilgt als bei höherer. Die Anzahl täglich getöteter Blattläuse nimmt mit steigendem Lebensalter der Larven zu. Ist das Beuteangebot gering, kann die Anzahl vertilgter Blattläuse auf 7 Pfirsichblattläuse (1-2 Tage alt) pro Larve sinken, ohne daß mit Verlusten gerechnet werden muß. Problematisch ist die Zeit kurz nach dem Schlüpfen. Die Eilarven können nur sehr kurze Strecken zurücklegen, und somit ist die Häufigkeit ihres Sucherfolges stark von der Beutedichte und -verteilung abhängig. Sie sind

nur zwei Tage ohne Nahrung lebensfähig. Dagegen können ältere Larven bis zu 7 Tage ohne Nahrung überleben. Es ist zu berücksichtigen, daß sich die Entwicklungsdauer um die Zeit der Hungerphase verlängert.

Außerdem hat eine verringerte Nahrungsaufnahme während der Larvenentwicklung kleinere Imagines zur Folge. Besonders die Größe der Ovarien bei den Weibchen ist reduziert, die Reifung der Eier verzögert und die Anzahl abgelegter Eier pro Weibchen verringert. Mit zunehmender Beutedichte steigt die Anzahl unvollständig ausgesaugter Blattläuse.

UYGUN hat in seinen Versuchen selten Kannibalismus zwischen den Larven als Folge von Nahrungsmangel beobachtet. Dagegen wurden die Eier von den Larven häufiger vertilgt.

(Näheres über Wechselwirkung zwischen Fraßkapazität und Beutedichte s. Kap. 4.4. Die Auswirkungen der Larvalernährung auf das Puppenstadium sind in Kap. 4.1.3. und auf das Schlüpfen der Imagines in Kap. 4.1.4.1. nachzulesen.)

EL-TITI (1972 und 1974a)

*A. aphidimyza* ist polyphag, jedoch auf Arten der Unterordnung *Aphidoidea* beschränkt. Die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) eignete sich als Nahrung für die *Aphidoletes*-Larven sehr gut. Die Blattläuse wurden dafür auf Rosenkohl (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) oder Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) herangezogen.

Bei einem Einsatz von *Aphidoletes* in einem Gewächshaus hatte bereits die zweite Generation der Gallmücken die Pfirsichblattläuse auf 0,5 Tiere pro Blatt dezimiert. Diese geringe Blattlausdichte genügte nicht, um die Gallmückenlarven ausreichend zu ernähren. Als Folge konnte vereinzelt Kannibalismus beobachtet werden, wobei die Larven die Eier ihrer Artgenossen aussaugten. Aber auch dies ermöglichte keine ausreichende Ernährung. Obwohl Spinnmilben zahlreich auf den Blättern vorhanden waren, konnte nicht beobachtet werden, daß die Larven diese angriffen. Stattdessen saßen die Larven regungslos an geschützten Orten und waren von einem weißlichen Sekret umhüllt, welches wahrscheinlich dem Verdunstungsschutz der Larven diente. Die meisten Tiere verhungerten, und nur wenige konnten sich bis zu Imagines weiterentwickeln.

HARRIS (1973)

Die Larven von *A. aphidimyza* ernähren sich ausschließlich von Blattläusen, von denen in dieser Publikation 61 verschiedene Arten aufgelistet sind (s. Tab. 3). Sie greifen ihr Opfer an, indem sie ein Beingelenk oder ein anderes Körpergelenk mit ihren scharfen Mundwerkzeugen durchbohren. HARRIS vermutet, daß ein Gift injiziert wird, welches eine lähmende Wirkung auf die Blattlaus hat, da sie sich nach dem Angriff nicht mehr bewegt. Sogar der Saugrüssel wird nicht mehr aus dem

Blattgewebe herausgezogen. Die *Aphidoletes*-Larven saugen nun den flüssigen Körperinhalt aus, was einige Stunden dauern kann. Zurück bleiben eingeschrumpfte Blattlauskörper.

Tab. 3: Übersicht der von HARRIS (1973) aufgeführten Blattlausarten, die von *Aphidoletes aphidimyza* als Beutetiere angenommen werden.

*Acyrtosiphon malvae* (Mosley)  
*Acyrtosiphon pisum* (Harris)  
*Aphis asclepiadis* Fitch  
*Aphis fabae* Scopoli  
*Aphis farinosa* Gmelin  
*Aphis gossypii* Glover  
*Aphis helianthi* Monell  
*Aphis idaei* van der Goot  
*Aphis intybi* Koch  
*Hysteroneura setariae* (Thomas)  
*Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)  
*Longicaudus trirhodus* (Walker)  
*Macrosiphoniella absinthii* (L.)  
*Macrosiphoniella sanborni* (Gillette)  
*Macrosiphum artemisiae* (Boyer de Fonscolombe)  
*Macrosiphum avenae* (Fabricius)  
*Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)  
*Macrosiphum liriodendri* (Monell)  
*Macrosiphum rosae* (L.)  
*Megoura viciae* Buckton  
*Metopeurum fuscoviride* Stroyan  
*Microlophium evansi* (Theobald)  
*Myzocallis coryli* (Goeze)  
*Myzus cerasi* (Fabricius)  
*Myzus ornatus* Laing  
*Myzus persicae* (Sulzer)  
*Nasonovia compositellae nigra* (Hille Ris Lambers)  
*Nasonovia ribisnigri* (Mosley)  
*Periphyllus acericola* (Walker)  
*Periphyllus negundinis* (Thomas)  
*Phorodon humuli* (Schränk)  
*Rhopalosiphum maidis* (Fitch)  
*Rhopalosiphum padi* (L.)  
*Schizaphis graminum* (Rondani)  
*Schizoneura patchae* Börner & Blunck  
*Sipha flava* (Forbes)  
*Uroleucon cichorii* (Koch)  
*Uroleucon sonchellus* (Monell)  
*Aphis nerii* de Fonscolombe  
*Aphis pomi* DeGeer  
*Aphis salviae* Walker  
*Aphis sambuci* L.  
*Aphis urticata* F.  
*Aulacorthum solani* (Kaltenbach)  
*Brachycaudus cardui* (L.)  
*Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach)  
*Brachycaudus rumexicolens* (Patch)  
*Brevicoryne brassicae* (L.)

(Forts. Tab. 3)

*Capitophorus eleagni* (Del Guercio)  
*Cavariella pastinacae* (L.)  
*Cavariella salicis* (Monell)  
*Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell)  
*Chaitophorus beuthani* (Börner)  
*Chaitophorus populeti* (Panzer)  
*Cryptomyzus ribis* (L.)  
*Dysaphis devectora* (Walker)  
*Dysaphis plantaginea* (Passerini)  
*Hayhurstia atriplicis* (L.)  
*Hyadaphis foeniculi* (Passerini)  
*Hyalopterus pruni* (Geoffroy)  
*Hyperomyzus lactucae* (L.)

MAYR (1973)

Auch hier wurde ein großes Beutespektrum der *Aphidoletes*-Larven festgestellt. MAYR untersuchte 9 verschiedene Blattlausarten (*Aphis craccivora*, *A. fabae*, *Acyrtosiphon pisum*, *Macrosiphum avenae*, *M. euphorbiae*, *Megoura viciae*, *Metopolophium dirhodum*, *Myzus persicae* und *Neomyzus circumflexus*) sowohl an dikotylen als auch an monokotylen Pflanzen. Keine Blattlausart wurde von den Larven verschmäht.

Bei Versuchen zur Ermittlung der Fraßleistung stellte MAYR fest, daß die Anzahl der getöteten Blattläuse pro Larve mit sinkender relativer Luftfeuchtigkeit zunahm. Es wird daher vermutet, daß die Tiere einen Teil des über die verstärkte Transpiration verlorenen Wassers durch erhöhte Saugaktivität kompensieren können. Dennoch ist die Überlebensrate bei niedrigerer Luftfeuchtigkeit wesentlich geringer. Daraus folgt, daß sich die Vertilgungsrate trotz ausreichenden Blattlausangebotes mit abnehmender Feuchtigkeit verringert.

Die Tatsache, daß es für die *Aphidoletes*-Larven noch keine künstliche Diät gibt, sie also immer mit lebenden Blattläusen ernährt werden müssen, stellt ein großes Problem für die kommerzielle Vermehrung dar.

BONDARENKO (1975)

In der Sowjetunion konnte 1973 und 1974 die Baumwollblattlaus (*Aphis gossypii* Glov.) an Gurken im Gewächshaus während der ganzen Vegetationsperiode durch den Einsatz von *A. aphidimyza* erfolgreich unter Kontrolle gehalten werden (s. auch Kap. 6.5.).

KUO (1975 und 1977)

Die Wirtspflanzen der Blattläuse üben einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß auf die räuberische Gallmücke *A. aphidimyza* aus. In Versuchen wurden die

*Aphidoletes*-Larven mit *Myzus persicae*, die entweder auf Rosenkohl (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) oder auf Ackerbohnen (*Vicia faba*) vermehrt worden waren, gefüttert. Es war festzustellen, daß die Pfirsichblattläuse von Ackerbohnen im Vergleich zu denen von Rosenkohl einen geringeren Nährwert hatten. Die Gewichte der Larven und der Imagines waren verringert, die Eiproduktion war reduziert.

KUO (1975 und 1982)

Die Qualität der Nahrung von Blattläusen hat Auswirkungen sowohl direkt auf die Blattläuse selbst als auch indirekt über diese auf ihre Feinde. Durch den Einsatz künstlicher Nährmedien für die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) wurde diese indirekte Wirkung auf *A. aphidimyza* untersucht.

Die Leistungsfähigkeit der Gallmücke kann auf zweierlei Art beeinflusst werden: 1. durch die Ernährung der Gallmückenlarven mit Blattläusen und 2. durch Aufnahme von Honigtau durch die adulten Gallmücken (s. Kap. 4.1.4.4.).

Wurde die Aminosäurekonzentration im künstlichen Nährmedium für *Myzus persicae* reduziert, waren bei *Aphidoletes* keine Leistungsminderungen nachzuweisen. Hingegen war bei Zuckermangel (Saccharose) zwar die Fraßleistung der *Aphidoletes*-Larven erhöht, doch war die Eiproduktion aus larvalen Reservestoffen deutlich vermindert. Vitaminmangel konnte von den Gallmücken durch eine höhere Fraßleistung teilweise kompensiert werden. Bei Eisenmangel waren Larvengewicht, Imagogewicht und die Eiproduktion aus larvalen Reservestoffen verringert. Dagegen konnten Auswirkungen von Manganmangel erst in der zweiten Generation auf dem entsprechenden Nährmedium festgestellt werden, die sich in einer Verringerung von Larven- und Imagogewicht äußerten. Die Eiproduktion wurde kaum beeinflusst.

MAYR (1975)

Die Larven von *A. aphidimyza* stechen ihr Opfer an, in der Regel an einem Gelenk der Extremitäten, und injizieren dabei ein Toxin. Die Blattlaus wird dadurch gelähmt, ihr Inneres aufgelöst und schließlich von der Larve ausgesaugt. Der Auflösungsprozess des Blattlausinhaltes könnte auf zwei Wegen geschehen: Zum einen ist es wahrscheinlich, daß eine Sekretion des Darminhaltes der Larve in die Blattlaus stattfindet; der Darminhalt der Larve weist deutliche eiweißabbauende Aktivitäten auf. Zum anderen ist es ebenso möglich, daß die Lähmung des Blattlausdarmes die auflösenden Prozesse (Selbstauflösung) auslöst, denn im Verdauungstrakt von *Myzus persicae* befinden sich ebenfalls eiweißspaltende Enzyme.

In den Speicheldrüsen-Homogenaten ist keine Protease enthalten. Dagegen läßt sich in den Drüsen eine durch Phenylthioharnstoff hemmbare Phenoloxidase nachweisen. Ob nun dieses Enzym die Lähmung der Beute bewirkt, konnte noch nicht bestätigt werden.

MIESNER (1975)

Bei sehr hoher Beuteaggregation wurden die Pflanzen übermäßig stark mit *Aphidoletes*-Eiern belegt (s. Kap. 4.1.4.6. und 4.4.). Das hatte zur Folge, daß die vorhandenen Blattläuse nicht für eine genügende Ernährung aller schlüpfenden Larven ausreichten. Diejenigen Larven, welche ihre Entwicklung mangels Beute nicht abschließen konnten, veränderten ihre Farbe auf ein stumpfes Rot bis Braun und verharrten reglos an geschützten Stellen wie Blattachseln oder direkt neben der Mittelrippe.

Es zeigte sich, daß die Larven, die vermutlich das dritte Larvenstadium noch nicht erreicht hatten, bei erneutem Beuteangebot wieder aktiv wurden, die Blattläuse angriffen und anschließend ihre Farbe wieder auf orange wechselten.

Mit zunehmender Dauer der Hungerzeit sank der Anteil überlebender Larven. Nach 16 Tagen Hunger waren dennoch 64 % der Larven lebensfähig. Die Luftfeuchtigkeit der Umgebung hatte keinen Einfluß auf die Überlebensrate der Larven.

SELL (1975)

Es wurde festgestellt, daß ältere Larven von *A. aphidimyza* durch längere Hungerperioden zur Verpuppungsbereitschaft umgestimmt wurden. Bei drei Tage alten Larven war nach einer Hungerperiode die Bereitschaft zur Nahrungsaufnahme abgeschlossen, obwohl sie erst 50 % ihrer potentiellen Fraßleistung erbracht hatten. Stattdessen war die Vorbereitung zur Verpuppung eingeleitet worden. Die Gallmücken entwickelten sich zwar bis zur Imago, doch war die Eibildung aus larvalen Reservestoffen stark reduziert. Im Alter von drei Tagen haben die Larven ungefähr 50 % ihrer Fraßleistung erbracht, die restlichen 50 % am 4. Tag der Larvenentwicklung.

SELL konnte außerdem bei seinen Untersuchungen deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern der Larven erkennen. Die Fraßleistung der männlichen Larven und das daraus resultierende Larvengewicht waren deutlich geringer als bei den Weibchen.

(Ähnliche Angaben sind bei SELL & KUO-SELL (1987) zu finden.)

ASYAKIN (1976)

In der UdSSR wurden 1972/73 die Larven von *A. aphidimyza* in Faulbeerblattlauskolonien, in Kohlfeldern inmitten von Kohlblattlauskolonien und in Treibkästen und Gewächshäusern inmitten von Melonenblattlauskolonien auf Gurken, Melonen und Kürbissen gefunden.

Die Blattlaus wird zuerst gelähmt und dann ausgesaugt, wobei ein Teil der gelähmten Melonenblattläuse nur teilweise oder gar nicht ausgesaugt wird. Die gelähmten Blattläuse sterben sehr schnell ab und bleiben mit ihrem Saugrüssel am Blatt hängen. Während die toten Blattläuse austrocknen, verändert sich ihre Farbe von "hellzimt" zu schwarz.

Die Anzahl getöteter Blattläuse pro Larve stieg mit zunehmender Populationsdichte der Melonenblattläuse an. In gleichem Maße stieg die Anzahl nur paralyzierter Blattläuse im Vergleich zu den ausgesaugten Blattläusen an.

Hungerperioden wurden nur begrenzt überstanden. Frisch geschlüpfte Larven hielten maximal 100 Stunden Hunger aus, wobei schon nach 12 Stunden 25 % der Larven starben. Ältere Larven hingegen vertrugen längere Hungerperioden. Nach einer 7-tägigen Hungerperiode waren 43 % der Larven des zweiten Stadiums noch am Leben.

Die richtige Ernährung der Larven, sowohl qualitativ als auch quantitativ gesehen, war weitgehend für die Fruchtbarkeit der Gallmücken verantwortlich. Es zeigte sich, daß bei Fütterung der Larven mit Melonenblattläusen eine höhere Fruchtbarkeit von *A. aphidimyza* erzielt wurde als bei der Fütterung mit Wickenblattläusen.

Im Jahre 1974 wurden die Gallmückenlarven sogar in Kolonien der Weißen Fliege (*Trialeurodes vaporariorum*) auf Gurken im Gewächshaus entdeckt. Es konnte beobachtet werden, daß die Gallmückenlarven sowohl die Larven als auch die Imagines der Weißen Fliege als Beutetiere annahmen.

#### COUTIN (1976)

*A. aphidimyza* ist die am meisten polyphage Art derjenigen Gallmückenarten, die sich von Blattläusen an zur Familie der Rosaceen gehörenden Obstbäumen ernähren.

Die Larve von *A. aphidimyza* greift bevorzugt noch junge und kleine Blattläuse an. Dabei durchsticht sie mit ihren Mundwerkzeugen die Intersegmentalmembran zwischen den Beinsegmenten und saugt so den flüssigen Inhalt ihres Opfers aus. Es wird vermutet, daß die Blattlaus durch den Speichel der Gallmücke vergiftet wird, weil sie sich während des Aussaugens nicht bewegt. Die Nahrungsaufnahme kann bis zu 24 Stunden dauern.

#### ADAMS (1977)

Die Larven von *A. aphidimyza* ernähren sich von vielen Blattlausarten, u.a. von *Aphis pomi*. Von 1974-1976 war diese Gallmücke der häufigste Sommerprädator der Grünen Apfelblattlaus (*Aphis pomi*) in einer ungespritzten Apfelplantage in Massachusetts.

ADAMS konnte in Versuchen die Fraßleistung der *Aphidoletes*-Larven feststellen. 1976 betrug die Zahl der getöteten Apfelblattläuse pro *Aphidoletes*-Larve im Durchschnitt 27,9. Die Fraßleistung reichte von 4,2 bis 65,1 Blattläuse pro Larve und war abhängig von der Beute- und Prädatorendichte. Im Jahr 1977 betrug die durchschnittliche Fraßleistung pro *Aphidoletes*-Larve 18,2 Apfelblattläuse und reichte von 13,3 bis 24,8 Blattläuse pro Larve.

Es war allgemein festzustellen, daß die Vertilgungsrate je *Aphidoletes*-Larve mit der Anzahl der Blattläuse, die pro Larve zur Verfügung standen, anstieg.

Ähnliche Aussagen finden sich bei ADAMS & PROKOPY (1977 und 1980).

ASYAKIN (1977)

*A. aphidimyza* wurde zur Unterdrückung der Vermehrung der Melonenblattlaus auf Gurken, der Kartoffelblattlaus auf Salat und der Pfirsichblattlaus auf Mangold erfolgreich eingesetzt (s. auch Kap. 6.5.).

OLSZAK (1979)

Die Fraßleistung einer einzelnen *Aphidoletes*-Larve ist laut OLSZAK nicht sehr groß: eine Larve tötet täglich 5 Blattläuse.

SCHÜLER (1980)

Beim Vergleich zweier Blattlausarten auf einer Wirtspflanzenart für die Ernährung von *A. aphidimyza* konnte festgestellt werden, daß nach Aufzucht der Gallmückenlarven mit *Brevicoryne brassicae* auf Rosenkohl die adulten Weibchen weniger Eier aus larvalen Reservestoffen bildeten als nach der Aufzucht mit *Myzus persicae* auf der gleichen Wirtspflanze. Bei der Entwicklung der Larven und Imagines waren keine Unterschiede durch die Ernährung mit *M. persicae* oder *B. brassicae* festzustellen.

Die Nahrungseignung von *M. persicae* wurde durch die Blattlauswirtspflanze beeinflusst. Leguminosen wie Ackerbohne, Erbse, Wicke und Lupine setzten die Beutequalität herab. Rosenkohl, Kartoffel und Zuckerrübe hingegen hatten eine positive Wirkung als Wirtspflanze. Die Leguminosen verringerten die Imagogewichte der Gallmücken und vor allem den Anteil fruchtbarer Weibchen sowie die Zahl der Eier pro fruchtbares Weibchen. Bei *Aphis fabae* verhielt es sich ähnlich. Es wurde besonders die Eibildung der Gallmückenweibchen aus larvalen Reservestoffen durch die Wirtspflanze Ackerbohne - im Vergleich zur Zuckerrübe - beeinträchtigt.

Diese im Labor gewonnenen Erkenntnisse konnten in Experimenten im Freiland bestätigt werden. *Acyrtosiphon pisum* und *Megoura viciae*, zwei Blattlausarten, die ausschließlich auf Leguminosen leben, hatten als Nahrung für *Aphidoletes*-Larven die gleichen negativen Auswirkungen. Wurde *A. pisum* jedoch auf künstlicher Diät aufgezogen und dann den Gallmückenlarven als Nahrung angeboten, war kein Unterschied zu geeigneter Beute festzustellen. Untersuchungen zeigten, daß die Inhaltsstoffe von Ackerbohne mit einem Molekulargewicht kleiner als 10000 offenbar für die Qualitätsminderung der Beute für *A. aphidimyza* verantwortlich sind.

HAVELKA & RUZICKA (1984)

Auf ihre Qualität als Nahrung für die Larven von *A. aphidimyza* wurden 5 Blattlausarten in 4 aufeinanderfolgenden Generationen geprüft. *Acyrtosiphon pisum* und *Myzus persicae* erwiesen sich hinsichtlich der Entwicklung und Fruchtbarkeit von *Aphidoletes* als geeignetere Larvennahrung als *Megoura viciae*, *Aphis craccivora* und *Aphis fabae*.

PLATE (1984)

Die Blattläuse werden durch das Speicheldrüsensekret der Larven von *A. aphidimyza* gelähmt, ferner wird ihr Inneres aufgelöst und von den Larven ausgesaugt. Die Blattläuse verfärben sich daraufhin braun und schrumpfen ein.

RAWORTH (1984)

Bei der Ermittlung der Fraßleistung von *A. aphidimyza* wurde festgestellt, daß die Gallmückenlarven kein bestimmtes Alter bei den Blattläusen bevorzugen. Sie töten alte und junge Läuse nach einer mehr oder weniger zufälligen Verteilung.

Die Zahl der getöteten Blattläuse war im Labor mit durchschnittlich  $19,1 \pm 2,1$  Blattläusen pro Larve signifikant höher als im Freiland mit  $11,2 \pm 1,6$ . Wurden Gewicht und Altersverteilung der Blattläuse mit berücksichtigt, war festzustellen, daß die gleiche Biomasse (2,14 mg) in beiden Fällen verzehrt wurde.

RAWORTH macht deutlich, daß die zahlreichen Literaturangaben über die Fraßleistung der *Aphidoletes*-Larven selten zu verallgemeinern sind, da über Gewicht, Alter und Stadium der Blattläuse kaum Angaben gemacht werden.

ZÖLLNER (1985)

Der Gehalt an Pflanzeninhaltsstoffen kann sich über die Phytophagen auch auf die Prädatoren oder Parasiten auswirken. Da *A. aphidimyza* ein sehr effektiver Blattlausräuber im Raps- und Kohlanbau ist, wurde untersucht, ob unterschiedliche Glukosinolat-Gehalte Auswirkungen auf die Gallmücken haben.

Die Prüfung von *Myzus persicae* und *Brevicoryne brassicae* auf 7 Rapsorten als Beute zeigte keine Auswirkung auf die Beuteeignung für die Gallmücken (s. auch WEBER et al. 1986).

HAUSER (1986)

Die Beutequalität von *Myzus persicae* auf Kohl im Vergleich zu *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis fabae* und *Megoura viciae* auf Ackerbohne für *A. aphidimyza* wurde über vier Generationen untersucht. Vor Versuchsbeginn waren die Gallmücken ausschließlich mit *Myzus persicae* ernährt worden.

Dauer der Puppenruhe, Schlupfrate der Imagines, Schlupfgewicht adulter Männchen und Begattungsrate wurden nicht durch die Beuteart beeinflusst. Doch war die

Entwicklungsdauer vom Ei bis zur verpuppungsreifen Larve um ungefähr 1,5 Tage länger, wenn die Larven mit Blattläusen von Leguminosen ernährt wurden, statt mit *Myzus persicae* auf Kohl. Die Fruchtbarkeit war bei mit *M. persicae* ernährten *Aphidoletes*-Weibchen am höchsten. Nach 4 Generationen war bei *A. aphidimyza* eine Anpassung an die Beute auf Leguminosen eingetreten. So war die Sterblichkeit der Larven am Ende der 4. Generation bei den 4 geprüften Beutearten etwa gleich gering und die Lebensdauer der Adulten ungefähr gleich lang. Die mit *Aphis fabae* ernährten Weibchen legten in der 4. Generation eine ungefähr gleich große Anzahl Eier ab wie die mit *M. persicae* ernährten Weibchen.

MORSE & CROFT (1987)

Die Larven von *A. aphidimyza* ernähren sich von Blattläusen, wobei das Beutespektrum breit ist. So werden die Grüne Apfelblattlaus (*Aphis pomi* De Geer), die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae* (Sulzer)) und die Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* (Harris)) von *A. aphidimyza* vertilgt.

Die Larven des ersten Stadiums verzehrten eine einzige Blattlaus. Im zweiten Stadium wurden durchschnittlich 7,56 Blattläuse pro Larve getötet. Die Fraßleistung der Larven des dritten Stadiums ist sehr stark von der Temperatur und der Blattlausdichte abhängig. Die Larven dieses Stadiums waren für durchschnittlich 75,7 % der gesamten Blattlausmortalität verantwortlich.

Angaben zu diesem Thema finden sich auch bei: MILNE (1960), NIJVELDT (1963), NIJVELDT (1966), NIJVELDT (1969), ADASHKEVICH (1975), WILBERT (1975), EL-GAYAR (1976), MARKKULA & TIITTANEN (1977), EKBOM (1979), HANSEN (1980), SIMOVA-TOSIC & VUKOVIC (1980), GILKESON & KLEIN (1981), HARRIS (1982), HENSELER (1985), KOMAREK (1985), BISHOP et al. (1986), FARRAR et al. (1986) und HENSELER (1986).

#### 4.1.2.3. Fortbewegung und Suchverhalten

ROBERTI (1946)

Die Larven von *Phaenobremia aphidimyza* (= *A. aphidimyza*) besitzen die Fähigkeit zu springen. Indem sie sich auf einer glatten Oberfläche stark krümmen und schnell wieder strecken, können sie 3-4 cm weit springen.

MILNE (1960)

Der Autor setzte im Experiment jeweils eine junge Blattlaus auf das eine Ende eines sauberen Blattes und eine Larve von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) auf das andere Ende. Die Larven suchten jeweils eine halbe Minute, fanden schließlich die Blattläuse und begannen, diese auszusaugen.

Die ausgewachsenen Larven besitzen die Fähigkeit, fast 6 inches (1 inch = 2,54 cm) weit zu springen.

AZAB et al. (1965b)

Die Larven von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) haben nur schwach ausgebildete 'Fortbewegungshilfen'. Sowohl auf der Bauch- als auch auf der Rücken- seite befinden sich konische Ausstülpungen der Epidermis, die sich mit zunehmendem Larvenalter weiter ausprägen. Diese Ausstülpungen unterstützen die Fortbewegung der Larven und geben besonders der ausgewachsenen Larve die Fähigkeit zu springen.

KLINGAUF (1967)

Die Larven von *A. aphidimyza* bewegen sich in der Regel nur wenig fort. Bei geringem Beuteangebot legen die Larven bei ihrer Suche auch längere Strecken zurück. Dabei kriechen sie langsam mit ihrem leicht angehobenen Vorderende vorwärts und seitlich tastend auf der Pflanze umher. Treffen die Larven auf ein Hindernis, überprüfen sie es. Handelt es sich um geeignete Beute, greifen die Larven es an; im anderen Falle wandern sie weiter. KLINGAUF vermutet, daß die Beutetiere nur bei unmittelbarer Berührung bemerkt und erst nach kurzer Prüfung angegriffen werden.

Die Gallmückenlarven unterbrechen den Saugvorgang mehrmals und lassen von ihrem Opfer ab. Dabei geschieht es häufig, daß sie bei erneutem Angriff die Blattlaus verfehlen. Entweder treffen sie ins Leere und müssen weitersuchen, oder sie treffen eine dicht benachbarte Blattlaus. Dadurch kommt der Effekt zustande, daß die Larven weitaus mehr Blattläuse abtöten, als sie für ihre Ernährung brauchen.

Daß die Larven ihr Opfer nicht wiederfinden, ist besonders dann häufig der Fall, wenn die größeren Blattläuse infolge ihres Eigengewichtes "herunterklappen", nachdem das injizierte Gift sie getötet hat. Ein weiterer Grund dafür sind die Abwehr- und Meidereaktionen der Blattläuse. Auch wenn diese Reaktionen relativ schwach sind, haben die Blattläuse doch häufig ihre Lage verändert, so daß die Wahrscheinlichkeit, von den Larven wiedergefunden zu werden, sehr gering ist.

UYGUN (1970 und 1971)

Die Larven von *A. aphidimyza* sind zu Beginn ihrer Entwicklung nur schwach beweglich, werden aber mit zunehmendem Alter aktiver. Schließlich können sie sich sogar durch Einkrümmen des Körpers fortschnellen. Die volle Beweglichkeit der Larven hängt jedoch von hoher Luftfeuchtigkeit sowie von voll turgeszenten Blättern ab.

Der Sucherfolg der Larven erwies sich als abhängig von der Populationsdichte der Blattläuse. Untersucht wurde das Verhalten der Eilarven. Bei zwei Blattläusen pro Blatt (26 cm<sup>2</sup> Blattfläche) war der Sucherfolg der Eilarven gleich Null, die Larven verhungerten. Bei einer Beutedichte von vier Blattläusen pro Blatt

überlebten 4 von 15 Larven, bei 128 Blattläusen pro Blatt überlebten alle Larven. Der Sucherfolg stieg also mit zunehmender Beutedichte.

WILBERT (1972)

Der Sucherfolg der Larven entscheidet über die Überlebensrate von *A. aphidimyza*. Wenn für die Suche nach Blattläusen mehr Energie aufgewendet wird als die gefundene Beute zu liefern vermag, stirbt die Larve. Diese Wirkung ist besonders gravierend während des ersten Larvenstadiums, da dann Beweglichkeit und Hungerfähigkeit der Larven am geringsten sind.

Die Eilarven bewegen sich orientierungslos auf einem unregelmäßigen Weg, indem sie sich unter pendelnden Suchbewegungen des Vorderkörpers vorwärts tasten. WILBERT stellte fest, daß nach 5,3 Stunden erfolglosen Suchens die meisten Larven die Suchtätigkeit endgültig einstellten, und daß sie bis dahin durchschnittlich 49 mm zurückgelegt hatten. Die Wahrscheinlichkeit, auf diesem Weg Beute zu finden, war von der Dichte und Verteilung der Beute abhängig.

Aufgrund statistischer Überlegungen über die Häufigkeit des Sucherfolges kommt WILBERT zu dem Schluß, daß die Eilarven die Blattläuse schon vor dem direkten Kontakt wahrnehmen können.

MAYR (1973)

Die Larven von *A. aphidimyza* zeigten eine relativ gute Beweglichkeit, die besonders durch Erhöhung der Luftfeuchtigkeit gefördert werden konnte.

Bezüglich der Orientierung stellte MAYR fest, daß sich ältere Larven allenfalls nach dem Honigtau, nicht aber nach frisch aufgesetzten Blattläusen orientierten.

WILBERT (1973)

Die Suchfähigkeit der Eilarven von *A. aphidimyza* ist besonders wichtig für die weitere Entwicklung. Bis zum Auffinden der ersten Beute zehren sie von dem Energievorrat aus dem Ei und haben deshalb nur eine geringe Bewegungsfähigkeit. Nach dem Aussaugen der ersten Beute erhöhen sich Kriechgeschwindigkeit und Ausdauer der Larven und somit auch der Sucherfolg.

Zu untersuchen war, ob die *Aphidoletes*-Larven ihre Beute bereits auf kurze Entfernung ohne Kontakt wahrnehmen können. Es konnte festgestellt werden, daß die Eilarven eine Blattfläche von 0,76 cm<sup>2</sup> abtasteten, aber trotzdem Beute auf einem Areal von 2,70 cm<sup>2</sup> erfaßten.

Die Mehrheit der schlüpfenden Larven bewegte sich in Richtung des vorderen Eipoles fort. Diese Tendenz konnte durch das Vorhandensein von Blattläusen in der Nähe der Larven verändert werden. Die Attraktivität der Beute für die schlüpfenden Larven war jedoch von der Größe und Distanz abhängig. Je größer und näher die

Beute, desto häufiger konnte die Laufrichtung der Eilarven beeinflusst werden. Eine Richtungsänderung war jedoch nicht immer eine Garantie für den Sucherfolg.

#### WILBERT (1974)

Es wurde untersucht, wie die Eilarven von *A. aphidimyza* ihre Beute wahrnehmen können. Die Neigung der Eilarven, nach dem Schlüpfen nach vorn in Eirichtung zu kriechen, konnte durch Blattläuse und Ersatzobjekte, die auf einem Blatt seitlich der Eier festgeklebt waren, mehr oder weniger gemindert werden, das heißt, die Laufrichtung wurde geändert. Die Attraktivität der "Beute" nahm in folgender Reihenfolge ab: echte Blattlaus - kleines graues Steinchen mit Honigtau - ein Tropfen Honigtau - kleines graues Steinchen ohne Honigtau.

Aus diesen Ergebnissen könnte nach WILBERT geschlossen werden, daß die Eilarven von *A. aphidimyza* ihre Beute auf kurze Distanz sowohl olfaktorisch als auch optisch wahrnehmen können.

#### KUO (1975)

Es sollte herausgefunden werden, ob die Größe der Blattläuse den Sucherfolg der Larven von *A. aphidimyza* beeinflusst.

Wurden Eilarven in Kolonien großer oder kleiner Blattläuse ausgesetzt, konnte festgestellt werden, daß der Sucherfolg bei kleineren Blattläusen besser war und außerdem durch eine größere Beutedichte noch gesteigert wurde.

Wurden den Eilarven gleichzeitig große und kleine Blattläuse angeboten, so hatte die Größe der Beutetiere keinen Einfluß auf den Sucherfolg der Eilarven. Allerdings wurde auch in diesem Fall der Sucherfolg durch die höhere Beutedichte gefördert.

Da mangelernährte Blattläuse die Fraßleistung der *Aphidoletes*-Larven steigerten, stellte sich die Frage, ob die mangelernährten Larven eine größere Suchfähigkeit hatten.

Es war festzustellen, daß die Vitaminmangel-Larven einen größeren Sucherfolg hatten als die Kontrolltiere. Allerdings waren die Unterschiede nur bei hohen Dichten signifikant gesichert. Das heißt, bei niedrigerer Beutedichte waren die Vitaminmangel-Larven nicht in der Lage, mehr Blattläuse als die Kontrolltiere zu finden.

#### MIESNER (1975)

Untersucht wurden Larven von *A. aphidimyza* im zweiten und dritten Stadium. Die Larven krochen in unregelmäßigen Bahnen auf dem Blatt umher und orientierten sich häufig an Konturen wie Blattrippen usw. Es schien, als könnten sie ihre Beute auf kürzere Entfernung wahrnehmen. Der Sucherfolg der älteren *Aphidoletes*-Larven erwies sich als abhängig von der Verteilung der Beute. Verteilte Beute wurde besser

gefunden als aggregierte Beute. Außerdem wurde der Sucherfolg durch zunehmende Beutedichte erhöht.

SELL (1975)

SELL untersuchte die Bereitschaft der Larven von *A. aphidimyza*, von einer blattlausfreien Pflanze abzuwandern. Es war zu erkennen, daß die Bereitschaft, von der Pflanze abzuwandern, mit zunehmendem Alter der Larven stieg. Bei einen Tag alten Larven wanderten 11 % ab, bei zwei Tage alten Larven 24,3 % und bei drei Tage alten Larven 98,5 %. Ob die Larven noch bereit waren, am Boden liegende tote Beute (z.B. nach Pflanzenschutzmitteleinsatz) anzunehmen, hing davon ab, inwieweit sie schon zur Verpuppungsbereitschaft umgestimmt waren (s. dazu SELL 1975, Kap. 4.1.2.2.).

ASYAKIN (1976)

Kurz nach dem Schlüpfen ist die Beweglichkeit der Larven von *A. aphidimyza* sehr gering, mit zunehmendem Alter werden sie aktiver. Im Versuch bewegten sie sich mit einer Geschwindigkeit von 3-4 cm/Minute auf Gurkenblättern, obwohl diese stark behaart waren. Die Beweglichkeit der Larven ist von der Lufttemperatur und von dem Turgor der Pflanzen abhängig. Je höher der Turgor der Blätter, desto besser ist die Beweglichkeit und somit auch die Effektivität der Larven.

ASYAKIN (1977)

Die Larven von *A. aphidimyza* des ersten bis zweiten Stadiums können nur kurze Entfernungen (1,2-14,6 cm) überwinden. Diese eingeschränkte Beweglichkeit der Larven muß, um sie vor dem Verhungern zu bewahren, durch eine gezielte Eiablage in die Blattlauskolonien hinein ausgeglichen werden. Dies wird auch durch die hervorragende Suchfähigkeit der weiblichen Imagines gewährleistet (s. Kap. 4.1.4.6.).

WILBERT (1977)

Der Duft von Honigtau beeinflußt die Beutesuche der Eilarven von *A. aphidimyza* positiv (s. auch WILBERT 1974). Allerdings gilt dies nur für Honigtau von Blattläusen. Der Honigtau des Frühjahrsapfelblattsaugers (*Psylla mali*), der nicht zum Beutespektrum der räuberischen Gallmücke gehört, hatte keine anlockende Wirkung auf die *Aphidoletes*-Larven.

Ein Inhaltsstoff des Blattlaus-Honigtaus ist Tryptophan. In gesättigter Form hatte diese Aminosäure eine anziehende Wirkung auf die Eilarven, jedoch nicht in verdünnter Form. Deshalb kann Tryptophan nicht als verantwortlich für die Attraktivität des Honigtaus für die Eilarven angesehen werden.

OSMERS & WILBERT (1979)

Die Larven von *A. aphidimyza* springen, nachdem sie ihre Nahrungsaufnahme beendet haben, von der Pflanze auf den Boden, um sich dort zu verpuppen. Sie können sich mit Hilfe der sog. Brustgräte, einer schmalen Verdickung der Kutikula auf der Unterseite des ersten Thoraxsegments, von der Pflanze abschnellen.

Es wurde beobachtet, daß vier Tage alte *Aphidoletes*-Larven das Blatt infolge Nahrungsmangels entweder durch Abwandern (über den Blattstiel, eventuell auf andere Blätter) oder durch Abspringen vorzeitig verließen. Während das Abwandern die Folge von Suchaktivität ist, signalisiert das Abspringen die Verpuppungsbereitschaft. Das Abspringen vom Blatt kann aber nicht als Auslöser für die Verpuppungsvorgänge angesehen werden, da die Larven auf dem Boden erneut mit der Nahrungsaufnahme begannen, als sie dort Blattläuse vorfanden.

Die Auswirkungen der Lauffläche auf die Bereitschaft zum Abspringen wurden ebenfalls untersucht. Es stellte sich heraus, daß von einer Glasplatte weniger Larven abwanderten, dafür mehr Larven absprangen als von einem Kohlblatt gleicher Größe. Während Honigtau auf der Glasplatte keinen Einfluß auf die Aufenthaltsdauer hatte, so bewirkte doch eine Auflage von feuchtem Papier eine verminderte Absprungrate.

MAYR (1981)

Es wurde beobachtet, daß die zurückgelegte Wegstrecke der Larven von *A. aphidimyza* mit zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit anstieg. Die Kriechgeschwindigkeit veränderte sich während der einstündigen Versuchszeit kaum.

Ferner wurde festgestellt, daß sich die Larven nicht durch das Mikroklima (relative Feuchtigkeit auf der Blattoberfläche), sondern durch das Makroklima (relative Luftfeuchtigkeit der Umgebung) beeinflussen ließen.

LAMPE (1984)

Die Larven von *A. aphidimyza* suchen weitgehend ungerichtet nach Beutetieren und bewegen sich dabei kriechend vorwärts. Auf kürzere Entfernung können sie ihre Beute auch ohne direkten körperlichen Kontakt wahrnehmen.

Bei der Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.), als einem Vertreter von Pflanzen mit Hakenhaaren, wurde festgestellt, daß vier Tage alte *Aphidoletes*-Larven bei der Fortbewegung auf Bohnenblättern von den Hakenhaaren behindert oder sogar festgehalten wurden. Die Behinderung nahm mit steigender Behaarungsdichte und zunehmender Aufenthaltsdauer der Tiere auf den Blättern zu. Verstärkt wurde die Behinderung durch die Hakenhaare noch dadurch, daß die Larven aufgrund ihrer Morphologie mit ihrer Körperunterseite in sehr engem Kontakt mit der Pflanzenoberfläche stehen.

Bei der Gurke (*Cucumis sativus* L.), einer Pflanze mit "Nicht-Drüsenhaaren", wurden die *Aphidoletes*-Larven ebenfalls durch die Pflanzenhaare bei ihrer Fortbewegung auf den Blättern behindert. Die Kriechgeschwindigkeit war auf unbehaarten Gurkenblättern doppelt so hoch wie auf behaarten. Auf unbehaarten Gurkenblättern wanderten die Larven geradlinig und häufig entlang den Blattadern. Auf behaarten Blättern hingegen wechselten die Larven häufig die Richtung und suchten dafür ihre unmittelbare Umgebung genauer ab.

Die Erbeutungserfolge der Larven unterschieden sich nicht auf den behaarten und unbehaarten Gurkenblättern.

#### 4.1.3. Puppe

ROBERTI (1946)

Wenn die Larven von *Phaenobremia aphidimyza* (= *A. aphidimyza*) verpuppungsreif sind, lassen sie sich auf die Erde fallen und bilden in der obersten Schicht einen Kokon. Der Kokon ist oval, 1,8 mm lang und besteht aus seidigen Fäden und Erdteilchen. Im Kokon findet die Verpuppung statt. Sowohl für die Verpuppung als auch zum Schlupf der Adulten ist ein feuchter Boden notwendig. War der Boden zu trocken, starben die meisten Larven, bevor sie ihren Kokon gebildet hatten.

Die Puppe hat eine länglich ovale Form und ist 1,7 mm lang und am Thorax 0,05 mm breit. ROBERTI gibt eine sehr detaillierte Beschreibung der Morphologie und der Metamorphose der Puppe. Die Adulten schlüpfen 8-9 Tage nach Beginn der Kokonbildung.

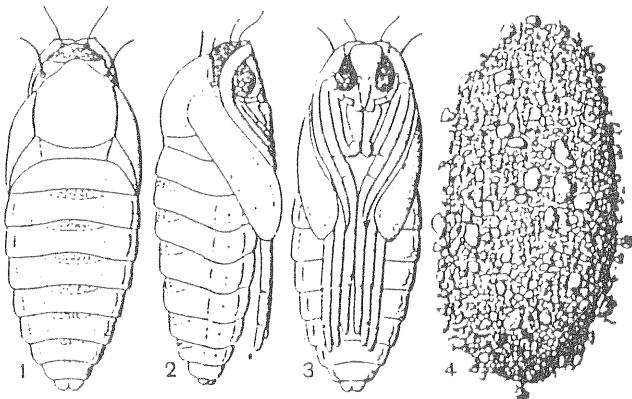


Abb. 5: *Aphidoletes aphidimyza*: 1. Puppe in Rückenansicht, 2. Puppe in Seitenansicht, 3. Puppe in Bauchansicht, 4. Kokon (nach ROBERTI 1946)

MILNE (1960)

Die ausgewachsenen Larven von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) kriechen oder fallen auf den Boden. Hier schaffen sie mit der *Spatula sternalis* (= Brustgräte) einen Platz, um ihren Kokon zu spinnen. Beim Spinnen des Kokons werden schwarze Ausscheidungen der Larve mit eingesponnen, wodurch der Kokon eine braun-schwarze Farbe erhält. Die inzwischen "abgenutzte" *Spatula* wird bei der Verpuppung abgeworfen.

AZAB et al. (1965b)

Die verpuppungsbereite Larve von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) verläßt die Pflanze, um sich im Boden oder auf der Erde oder unter abgefallenem Laub zu verstecken. Dort schafft sie sich mit einem am Brustkorb sitzenden "Spattel" (= Brustgräte) Platz und beginnt einen Kokon zu spinnen. Der Kokon hat eine ovale Form und ist 1,8 mm lang und 0,7 mm breit. Er wird aus zahlreichen weißen Strängen, denen Bodenpartikel oder tote Blattläuse anhaften, und aus schwarzen Ausscheidungen der Larve gebildet. Die Larve ruht 2-4 Tage in dem Kokon (= Vorpuppenstadium) und bewegt sich kaum. In dieser Zeit werden die Fettkörper in den hinteren Körperteil verlagert; Kopf und Thorax werden mehr oder weniger transparent. Am Ende des Vorpuppenstadiums reißt die Larvenhaut auf dem Rücken auf, und die Puppe (Mumienpuppe) schlüpft heraus.

Zunächst sind Kopf und Thorax leuchtend gelb-orange gefärbt, das Abdomen dunkler und die Körperanhänge farblos. Kurz vor dem Schlüpfen werden Kopf und Körper dunkelbraun, und das Abdomen erhält eine gelb-braune Farbe. Die Puppe hat eine Länge von 1,4 bis 2,0 mm und eine durchschnittliche Breite von 0,5 mm. Die Dauer des Puppenstadiums beträgt 6 bis 9 Tage.

NIJVELDT (1966)

Im Experiment verpuppten sich die Larven von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) zwischen zwei Lagen Löschpapier. Die Dauer der Puppenruhe betrug 8-11 Tage.

UYGUN (1970 und 1971)

Verpuppungsbereite Larven von *A. aphidimyza* lassen sich von der Pflanze fallen und wandern in den Boden hinein. Sie bilden dort einen Kokon aus relativ groben "Strängen", die außen mit Bodenpartikeln verklebt sind, und verpuppen sich darin ein paar Tage später. Bei der Puppe handelt es sich um eine Mumienpuppe, die 1,8x0,7 mm groß ist. Die Verpuppung findet immer in der obersten Bodenschicht statt. Von 201 Larven drangen 94 % bis 1 cm Tiefe vor und 6 % bis maximal 3 cm Tiefe. Die verschiedenen Substrate (Komposterde, Torf und Torf-Sand-Gemisch) hatten keinen Einfluß auf die Verpuppungstiefe. Dagegen fand in trockenen Böden

gar keine Verpuppung statt. Die Verpuppung dauerte vom Eindringen der Larven in den Boden bis zum Schlüpfen der Imagines bei Zimmertemperatur 12-14 Tage.

Die Verpuppungsreife wurde auch von mangelernährten Larven erreicht. Selbst diejenigen Larven, die nur knapp ein Drittel der optimalen Nahrungsmenge vertilgt hatten, erreichten ausnahmslos die Verpuppungsreife, wobei UYGUN darauf hinweist, daß die Tiere bei hoher Luftfeuchtigkeit optimale Entwicklungsbedingungen hatten. Die Dauer der Puppenruhe wurde nicht durch die unterschiedliche Ernährung beeinflusst.

Bei den Larven, die mit einem Drittel der optimalen Nahrungsmenge auskommen mußten, war die Schlupfrate der Imagines verringert. Dies führt UYGUN auf eine erhöhte Sterblichkeit der Puppen zurück.

#### HARRIS (1973)

Die Larven von *A. aphidimyza* lassen sich, wenn sie verpuppungsbereit sind, auf den Boden fallen und bilden in den obersten Millimetern des Erdbodens einen Seidenkokon. HARRIS erwähnt, daß die Kokons auch gelegentlich auf der Pflanze gesponnen werden. Nach ein paar Tagen, wenn der Kokon fertig ist, verpuppen sich die Larven darin. Die Puppenruhe dauert in Abhängigkeit von der Temperatur 1-3 Wochen.

#### SELL (1975)

Die Verzögerung der Verpuppung normal ernährter Larven von *A. aphidimyza* um 0-2 Tage hatte Auswirkungen auf die gesamte Entwicklung: Die Larvengewichte nahmen mit zunehmender Verzögerung des Verpuppungszeitpunktes ab. Dagegen wurde eine leichte Zunahme der Imagogewichte beobachtet. Die Eiproduktion nahm ebenfalls geringfügig zu. Durch eine längere Larvenzeit war nicht nur die Puppenruhe, sondern auch die gesamte Entwicklungszeit verkürzt.

Hungerperioden bewirkten bei drei Tage alten Larven eine Umstimmung zur Verpuppungsbereitschaft. Je länger die Hungerperiode, desto höher war der Anteil umgestimmter Larven. Zur Verpuppungsbereitschaft umgestimmte Larven nahmen bei erneutem Nahrungsangebot keine Beute an (s. Kap. 4.1.2.2.).

#### COUTIN (1976)

Die ausgewachsene Larve von *A. aphidimyza* dringt in den Boden ein und bildet dort einen Puppenkokon. Nach 15-25 Tagen schlüpft die Imago.

#### MARKKULA et al. (1979c)

Der Einfluß verschiedener Verpuppungssubstrate auf die Dauer des Puppenstadiums und die Schlupfrate der Imagines von *A. aphidimyza* wurde untersucht. Als Testsubstrate wurden Sand, Torf, Vermiculit, Perlite, Steinwolle und Gemische aus den genannten Stoffen verwendet. Einen negativen Einfluß auf die Schlupfrate der Ima-

gines hatte nur Perlite, da in diesem Substrat die Flügel der Gallmücken beim Schlüpfen verklebten. Die Dauer des Puppenstadiums wurde durch keines der getesteten Substrate beeinflusst.

OSMERS & WILBERT (1979)

Larven von *A. aphidimyza*, die das Blatt durch Absprung verlassen, signalisieren eine Verpuppungsbereitschaft. Entweder haben sie bei hoher Beutedichte auf dem Blatt die Nahrungsaufnahme abgeschlossen oder der Absprung bedeutet eine Alternative zur Suchtätigkeit bei fehlendem Beuteangebot. Er signalisiert zwar die Bereitschaft zur Verpuppung, nicht aber die Einleitung der Verpuppungsvorgänge. Sollten die Larven auch auf dem Boden noch Beute vorfinden, kann durchaus mit der Nahrungsaufnahme wieder begonnen werden. Eine springende Larve gelangt fast immer auf den Boden und wird nur selten von tieferen Pflanzenteilen aufgefangen.

Die Bereitschaft zur Nahrungsaufnahme wird auf dem Boden endgültig beendet, danach werden die Verpuppungsvorgänge eingeleitet.

HAVELKA (1980c)

Als untere Temperaturschwelle wurden für die Puppenentwicklung von *A. aphidimyza* 5,7 °C und als Summe der wirksamen Temperaturen 154,1 Gradtage ermittelt.

BOUCHARD et al. (1981)

Die Puppenruhe ist das längste Stadium im gesamten Lebenszyklus von *A. aphidimyza* und dauert bei 23 °C durchschnittlich  $9,5 \pm 0,5$  Tage.

Die verschiedenen Etappen der beobachteten Umwandlungen während der Puppenruhe wurden in 12-Stunden-Intervalle eingeteilt (s. Tab. 4). Im Labor wurde beobachtet, daß die Verpuppung unbedeckt auf einem Apfelblatt erfolgte, weil kein Erdboden zur Verfügung stand.

Tab.4: Zeitlicher Ablauf der Umwandlungen während der Puppenruhe von *Aphidoletes aphidimyza* (nach BOUGHARD et al. 1981)

| Stunden | Beobachtungen  |
|---------|--|
| 0- 48   | Vorpuppenstadium   |
| 48- 72  | Differenzierung des Thorax   |
| 72- 94  | Ausformung der Flügelanlagen, der Füße und der Antennen            |
| 144-156 | Erscheinen der weißlichen Augenflecken                             |
| 168-180 | Differenzierung der Ommatidien<br>(= Einzelaugen)                  |
| 204-216 | Ausfärbung der Augen, der Flügelanlagen, der Füße und der Antennen |

RAWORTH (1984)

Im Labor verpuppten sich die ausgewachsenen Larven von *A. aphidimyza* im Sand. 8 Tage später schlüpften die Imagines. Als Temperaturschwelle für die Puppenentwicklung wurden  $9,2 \pm 0,31$  °C ermittelt und als Entwicklungszeit  $171 \pm 4,1$  Grad-tage.

Erwähnt wird das Puppenstadium auch bei NIJVELDT (1963), MAYR (1973), WILBERT (1975), ASYAKIN (1976), EL-GAYAR (1976), ADAMS & PROCOPY (1980), HANSEN (1980), SIMOVA-TOSIC & VUKOVIC (1980), GILKESON & KLEIN (1981), HARRIS (1982), KOMAREK (1985) und FARRAR et al. (1986).

#### 4.1.4. Imago

##### 4.1.4.1. Schlupf

AZAB et al.(1965b)

Am Ende der Puppenruhe befreit sich die Puppe von *A. aphidimyza* aus dem Kokon, indem sie mit den verhärteten Basalsegmenten ihrer Antennen einen kurzen länglichen Schlitz in den Kokon reißt. Danach kriecht die Puppe an die Erdoberfläche, und die Imago schlüpft aus. Der Schlüpfvorgang aus der Puppe wird sehr genau beschrieben.

Das Schlüpfen dauerte unter Laborbedingungen 2 - 3 Minuten. Eine Minute nach der Beendigung des Schlüpfvorganges entfaltet die Gallmücke ihre Flügel, und 5-10 Minuten später beginnt sie zu fliegen.

UYGUN (1970 und 1971)

Die männlichen Imagines von *A. aphidimyza* schlüpften in der Regel einen Tag früher als die weiblichen Imagines. Unterschiedliche Temperatureinwirkung auf die Larven hatte keine Auswirkungen auf die Schlupfrate der Imagines. Die Schlupfrate war reduziert, wenn die Larven nur ein Drittel der optimalen Nahrungsmenge vertilgt hatten.

ASYAKIN (1976)

1972/73 wurde in der UdSSR beobachtet, daß die Imagines von *A. aphidimyza* der ersten Generation im Freiland in der zweiten Maidekade schlüpften.

MARKKULA et al. (1979c)

Außer Perlite hatten die verschiedenen Verpuppungssubstrate keinen Einfluß auf die Schlupfrate der Imagines von *A. aphidimyza*. In Perlite schlüpften nur 20 % der Imagines, was darauf zurückzuführen war, daß die Flügel der schlüpfenden Imagines an den Perlite-Körnchen kleben blieben.

In den übrigen Substraten lag die Schlupfrate insgesamt niedriger als frühere Erfahrungswerte angaben (z.B. in Sand 45 % statt 70-80 %, in Torf 58 % statt 60-80 %). Es wird vermutet, daß der Grund dafür ein zeitweiliges Austrocknen der Verpuppungssubstrate war.

ADAMS & PROKOPY (1980)

Die Imagines von *A. aphidimyza* der ersten Generation schlüpften in Massachusetts (USA) Mitte Juni.

#### 4.1.4.2. Morphologie

ROBERTI (1946)

Der Körper der weiblichen Imagines von *Phaenobremia aphidimyza* (= *A. aphidimyza*) ist ungefähr 2 mm lang und in der Mitte des Abdomens ca. 0,5 mm breit. Der Kopf ist 0,45 mm lang und 0,37 mm breit. Die Antennen sind 1,30 mm lang, die Flügel 2,00 mm, die Schwingkölbchen 0,32 mm, die vorderen Beine 3,50 mm, die mittleren Beine 3,65 mm und die hinteren Beine 3,90 mm. Das Abdomen mißt 1,30 mm Länge.

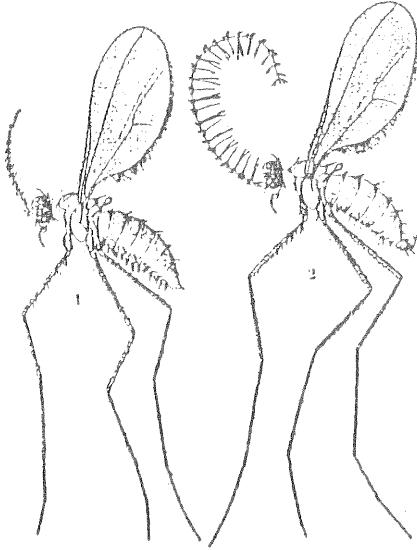


Abb. 6: Imagines von *Aphidoletes aphidimyza*: 1. Weibchen, 2. Männchen  
(nach ROBERTI 1946)

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen durch Form und Länge (2,6 mm) der Antennen, durch ein weniger breites Abdomen und etwas längere Beine.

Die Morphologie der Tiere wird sehr ausführlich in diesem Text beschrieben, unter besonderer Berücksichtigung des Kopfes, der Antennen, der Mundwerkzeuge, des Thorax, der Flügel, der Halteren, der Beine und des Abdomens.

MILNE (1960)

Die Adulten von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*) werden folgendermaßen beschrieben:

Die Männchen sind 2 mm lang, haben schwarze Augen und graue Antennen. Die Antennen bestehen aus 2 Basalsegmenten und 12 Flagellarsegmenten. Die "Stiele" der Segmente sind dunkler als die "Knoten". Das dritte Flagellarsegment ist zweigliedrig, wobei der untere Knoten kugelförmig ist und der obere Knoten zylindrisch. An einem Segment befinden sich drei Wirtel mit Schleifenhaaren. Die Beine sind ockerfarben und flaumhaarig. Die Fußklauen der ersten beiden Beinpaare sind bezahnt, die der hinteren Beine jedoch einfach. Die Flügel sind ebenfalls flaumhaarig und schimmern. Die Adern der Flügel sind gelblich. Das Abdomen ist leuchtend orange-braun gefärbt, und die Geschlechtsorgane sind gräulich-ockerfarben.

Die Weibchen sind leicht rosa gefärbt und etwas größer als die Männchen. Die Antennen besitzen ebenfalls 2+12 Segmente, dabei sind die ersten beiden Flagellarsegmente verschmolzen. Das dritte Segment ist zylindrisch und fast dreimal so lang

wie breit. An beiden Enden der Segmente befinden sich 2 Wirtel mit kräftigen Haaren, in der Mitte sind einige kleinere Haare. Der Ovipositor ist ockerfarben.

MAMAYEVA (1964)

Die Adulten von *A. aphidimyza* sind dunkelbraun gefärbt. Der Thorax ist 1,8 mm lang. Die Antennen sind genau so lang wie der Körper. Die sichelförmigen Krallen der Tarsen haben an ihrer Basis einen gut ausgebildeten "Zahn", der an den Krallen der Hintertarsen fehlen kann.

AZAB et al. (1965b)

Die Autoren geben eine sehr detaillierte Beschreibung der Morphologie der Adulten von *Phaenobremia aphidivora* (= *A. aphidimyza*). Kopf, Mundwerkzeuge, Antennen, Thorax, Flügel, Halteren, Beine, Abdomen, männliche Geschlechtsteile und Eiablageapparat werden ausführlich behandelt.

Der Kopf setzt sich klar ab vom Körper, ist fast kugelförmig und relativ klein. Die Maße sind 0,34 mm Länge und 0,26 mm Breite beim Männchen und 0,35 mm Länge und 0,30 mm Breite beim Weibchen. Die seitlichen Regionen des Kopfes werden fast vollständig von den großen schwarzen Facettenaugen eingenommen, die sich in der Mitte des Hinterkopfes treffen.

An der zinnoberroten Stirn befinden sich graue Antennen mit 12 Flagellarsegmenten. Die Geschlechter sind deutlich anhand der Antennen zu unterscheiden. Diese sind bei den Weibchen kürzer, dicker und dunkler. Bei den Männchen sind die Flagellarsegmente zweigliedrig und die Knoten der Segmente mit längeren Haaren versehen.

Der Thorax ist 0,46 mm (Männchen) bzw. 0,52 mm (Weibchen) lang, 0,27 mm breit und frei von Borsten und Haaren. Am Thorax befinden sich die 3 Beinpaare, 1 Flügelpaar und 1 Paar Halteren (Schwingkölbchen).

Die Flügel sind 1,9 mm lang und 0,72 mm breit. Die Haut der Flügel ist mit einer dichten Schicht feiner Haare bedeckt. Charakteristisch für die Flügel ist, daß sie nur wenige Längsadern besitzen, von denen die meisten unverzweigt sind. Die Halteren sind vergleichsweise groß (0,29 mm lang), haben einen langen Stiel und ein dickes, geschwollenes Ende. Der Stiel ist blaß-braun, das geschwollene Ende rosa und mit feinen kurzen Haaren bedeckt.

Die Beine sind lang, kräftig und grau gefärbt. Die Verbindungen der Fußsegmente (Tarsen) sind dunkler. Das letzte Fußsegment trägt einen kurzen Pretarsus und zwei gekrümmte spitz zulaufende Krallen.

Die Form des Abdomens ist ein weiteres Unterscheidungsmerkmal der Geschlechter. Das Abdomen des Männchens ist 0,66 mm lang und 0,24 mm breit. Am 9. Segment befinden sich die Geschlechtsorgane. Das weibliche Abdomen ist etwas größer

(0,81 mm lang und 0,29 mm breit). Hier sind das 8., 9. und 10. Segment zum Ovipositor umgewandelt.

UYGUN (1970 und 1971)

Die Imagines von *A. aphidimyza* sind 2 mm lang und am Abdomen 0,55 mm breit, wobei die Männchen schmaler sind. Der Körper der Tiere ist zunächst strohfarben und wird mit zunehmendem Alter dunkler. Durch die "Wand" des Abdomens der Weibchen scheinen die rötlichen Eier durch.

BOUCHARD et al.(1981)

Die männlichen Adulten von *A. aphidimyza* haben eine durchschnittliche Körpergröße von 1,80 mm Länge, die Weibchen von 1,97 mm Länge. Die Flügel haben eine schwach ausgeprägte Nervatur. Hauptunterscheidungsmerkmal der Geschlechter sind die Antennen. Die Antennen der Männchen sind lang, gebogen und "moniliform". Die Antennen der Weibchen hingegen sind kurz und "filiform".

PEDERSEN et al.(1983)

Die Adulten von *A. aphidimyza* wirken sehr zerbrechlich, sie sind langbeinig, und ihr Körper ist ungefähr 2 mm lang. Verglichen mit dem schmalen und bräunlichen Abdomen des Männchens, ist das des Weibchens etwas größer und mehr rötlich gefärbt, da es die orangefarbenen Eier beinhaltet.

FARRAR et al.(1986)

Die Imagines von *A. aphidimyza* sind zierlich, ungefähr 3 mm lang, braun gefärbt und haben lange Beine.

Siehe auch GILKESON & KLEIN (1981), KOMAREK (1985), KUO-SELL (1985) und STEINER (1985).

#### 4.1.4.3. Lebensweise und Lebensdauer

AZAB et al. (1965b)

Die Lebenserwartung von *Phaenobremia aphidivora* (= *A.aphidimyza*) ist nicht hoch. In Versuchen starben die Männchen schon 2-3 Tage nach dem Schlüpfen. Ein Weibchen konnte 5 Tage lang am Leben gehalten werden. Die Imagines waren während der Beobachtungen niemals aktiv.

UYGUN (1970 und 1971)

Die Adulten von *A. aphidimyza* sind hauptsächlich bei Dunkelheit aktiv; auch Eiablage und Begattung erfolgen nachts. Mit zunehmendem Alter sinkt die nächtliche Aktivität.

Die Lebensdauer der Weibchen beträgt ungefähr eine Woche, die der Männchen ist etwas kürzer. Es zeigte sich, daß mit sinkendem Nahrungsangebot während der larvalen Entwicklung die Lebensdauer der weiblichen Imagines abnahm. Bei den Männchen waren keine statistisch gesicherten Unterschiede festzustellen. UYGUN vermutet als Grund dafür, daß für die Eiproduktion ein höherer Nährstoffbedarf besteht.

Außerdem war zu beobachten, daß die Lebensdauer der weiblichen Imagines durch die Anwesenheit von Blattläusen bzw. Honigtau von  $3 \pm 0,8$  auf 7-8 Tage verlängert wurde. UYGUN nimmt an, daß die Imagines den Honigtau der Blattläuse als Nahrung aufnahmen. Den Vorgang der Nahrungsaufnahme konnte er jedoch nicht beobachten.

HARRIS (1973)

Die Adulten von *A. aphidimyza* sind nachtaktiv, das heißt, sie fliegen hauptsächlich zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang. In dieser Zeit finden Paarung und Eiablage statt.

Die Weibchen lebten unter Laborverhältnissen 14 Tage, und es wird vermutet, daß die Lebensdauer unter natürlichen Bedingungen kürzer ist. Die Männchen starben etwas früher als die Weibchen.

MIESNER (1975)

Die Tatsache, daß die Imagines von *A. aphidimyza* nachtaktiv sind, erschwerte die Beobachtungen bei der Paarung, Eiablage und Nahrungsaufnahme. Darum wurden die Beobachtungen in einem Versuchskäfig durchgeführt, der nur mit Dunkelkammerbirnen (Rotlichtlampen) beleuchtet wurde. Unter diesen Umständen zeigten die Tiere volle Aktivität.

SELL (1975)

Die Lebensdauer der männlichen Imagines von *A. aphidimyza* betrug nur ungefähr 60 % der Lebensdauer der Weibchen. Die Aufnahme von Honigtau als Nahrung verlängerte die Lebensdauer sowohl der Weibchen als auch der Männchen erheblich. Lebten die Imagines ohne Nahrungsaufnahme nur  $2,47 \pm 0,05$  Tage (Männchen) bzw.  $3,19 \pm 0,05$  Tage (Weibchen), so verlängerte sich die Lebensdauer durch die Nahrungsaufnahme auf  $12,86 \pm 1,17$  Tage (Männchen) bzw.  $16,43 \pm 1,35$  Tage (Weibchen).

ASYAKIN (1976)

Die Imagines von *A. aphidimyza* sind nur von abends bis morgens aktiv. In dieser Zeit finden Paarung, Eiablage und Ausbreitung statt, sowohl innerhalb der Ge-

wächshäuser als auch in deren unmittelbarer Umgebung. Am Tage halten sich die Imagines an dunklen Stellen, unter Heizungsrohren, Stellagen und Blättern verborgen.

Die Aktivität der Gallmücken erhöht sich bei Eintritt der Dunkelheit und erreicht ihren Höhepunkt in der Zeit von 1-3 Uhr nachts. Die Paarung findet nur abends oder nachts statt. Dabei wird ein Weibchen im Verlauf einiger Stunden von drei bis fünf Männchen begattet. Die Eiablage findet ebenfalls in dieser Zeit statt.

Später, aber noch vor Sonnenaufgang (3-4 Uhr morgens), fliegen die Gallmücken durch die Lüftungsklappen der Gewächshäuser und verteilen sich auf dem Gelände. Entweder fliegen sie ins nächste Gewächshaus oder sie bleiben im Freiland. Bei der Orientierung lassen sie sich wahrscheinlich vom Geruch der Blattlauskolonien leiten, denn diese fliegen sie hauptsächlich an. Das Hinausfliegen aus den Häusern erfolgt in der Regel nur bei warmem, windstillem und trockenem Wetter. Bei Windstille können sie 4-8 m weit fliegen. Bei einer Windgeschwindigkeit von 2-3 m pro Sekunde wird nur noch eine Entfernung von 0,5-1 m erreicht.

Am häufigsten wurden Gewächshäuser besiedelt, deren Lüftungsklappen sich in einer Höhe von 1,5-2,5 m über dem Boden befanden.

Im Freiland suchten die Mücken bei schlechtem Flugwetter bevorzugt das dichte Gras entlang der Entwässerungsgräben auf, weil dieses die Mücken schützte und am Tage eine hohe relative Luftfeuchtigkeit bot.

#### ASYAKIN (1977)

Das Aktivitätsmaximum der Imagines von *A. aphidimyza* liegt zwischen 1 und 3 Uhr nachts. In dieser Zeit finden hauptsächlich die Eiablage und das Umherfliegen (Suche nach Blattlauskolonien) im Gewächshaus statt. Durch hohe Luftfeuchtigkeit und Windstille kann die Aktivität und somit Effektivität der Gallmücke erhöht werden (s. Kap. 6.5.).

#### KUO (1977)

Die Qualität der Nahrung hatte einen großen Einfluß auf die Lebensdauer der Imagines von *A. aphidimyza*. Ackerbohne (*Vicia faba*) hatte im Vergleich zu Rosenkohl (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) negative Auswirkungen auf die Eignung von *Myzus persicae* und deren Honigtau als Nahrung für *Aphidoletes*. Der Honigtau von *Vicia faba* bewirkte eine Verkürzung der Lebensdauer der Imagines.

#### AKEL (1979)

Der Autor beobachtete, daß die Imagines von *A. aphidimyza* hauptsächlich in der Dämmerung aktiv sind, und auch die Eiablage erst bei einsetzender Dämmerung beginnt. Genaue Ergebnisse über die Lebensdauer der Gallmücken konnten nicht ge-

wonnen werden. Es wurde jedoch festgestellt, daß die Gallmückenweibchen länger lebten, wenn sie Nahrung aufnahmen.

ADAMS & PROKOPY (1980)

Die Adulten von *A. aphidimyza* sind nachtaktiv und leben ungefähr eine Woche. In dieser Zeit legen sie ca. 100 Eier ab.

KUO (1982)

Der Honigtau von Blattläusen, die mit Vitaminmangel- oder Eisenmangeldiät ernährt wurden, erwies sich als Nahrung für die Imagines von *A. aphidimyza* als wenig wertvoll, da er die Lebensdauer beider Geschlechter verkürzte.

PEDERSEN et al. (1983)

Die nachtaktiven Imagines von *A. aphidimyza* halten sich am Tage an schattigen und windstillen Plätzen mit hoher Luftfeuchtigkeit auf. Deshalb findet man sie oft an den untersten Pflanzenblättern dicht über der Erde. Ihre Lebensdauer beträgt 5-8 Tage.

FORTMANN (1985)

Es wurden eingehende Untersuchungen angestellt, um den Einfluß unterschiedlicher Nahrungsqualitäten bei der imaginalen Ernährung auf die Lebensdauer der Imagines von *A. aphidimyza* herauszufinden.

Die Lebensdauer der Weibchen betrug in den Versuchen in Abhängigkeit von der Ernährung im Durchschnitt 12,5-23,4 Tage bei Honigtau-Ernährung, 13,0-24,2 Tage bei Honig-Ernährung und 13,8-27,4 Tage bei Ernährung mit verschiedenen Zuckerlösungen; ohne Nahrung (nur Wasser) lebten die Weibchen durchschnittlich 3,8-7,0 Tage. Die Lebensdauer der Männchen wurde ebenfalls durch die unterschiedlichen Nahrungsangebote beeinflusst: 10,0-22,8 Tage (Honigtau), 9,2-19,9 Tage (Honig) resp. 8,2-22,8 Tage (Zuckerlösungen); ohne Nahrung lebten die Männchen durchschnittlich 3,5-6-7 Tage. Bei entsprechendem Nahrungsangebot erhöht sich nicht nur die Lebensdauer, mit zunehmendem Alter der Weibchen wächst auch deren Eivorrat; ferner steigt die Wahrscheinlichkeit, daß es zur Kopulation und Eiablage kommt.

FARRAR et al. (1986)

Die Adulten von *A. aphidimyza* sind nur nachmittags und am frühen Abend aktiv. Sie bevorzugen eine dunkle und feuchte Umgebung, wie sie an der Erdoberfläche und an den Blattunterseiten gefunden werden kann. Ihre Lebenserwartung beträgt ungefähr eine Woche.

SELL & KUO-SELL (1987)

Es zeigte sich, daß die Lebensdauer der Imagines von *A. aphidimyza* durch Aufnahme von Honigtau verlängert wurde und die Weibchen eine höhere Lebenserwartung als die Männchen hatten.

Die larvale Ernährung hingegen hatte keinen Einfluß auf die Lebensdauer der Imagines.

Hinweise zur Lebensweise und Lebensdauer finden sich auch bei BONDARENKO (1975), WILBERT (1975), COUTIN (1976), EL-GAYAR (1976), HANSEN (1980), GILKESON & KLEIN (1981), HARRIS (1982), BEHRENS (1984), KOMAREK (1985), KUO-SELL (1985) und STEINER (1985).

#### 4.1.4.4. Ernährung

UYGUN (1970 und 1971)

Der Autor beobachtete, daß die weiblichen Imagines von *A. aphidimyza* häufig mit ihren Mundwerkzeugen die Blattoberfläche abtasteten, und zwar besonders dort, wo Honigtau vorhanden war. Die direkte Aufnahme des Honigtaus konnte nicht beobachtet werden. Es wurde jedoch deutlich, daß die Anwesenheit von Honigtau auf den Blättern positive Auswirkungen auf Lebensdauer, Eibildung und Eireifung der Weibchen hatte.

KUO (1975)

Es wurde ein deutliches Nahrungsaufnahme-Verhalten der Imagines von *A. aphidimyza* auf Blättern mit Honigtau beobachtet. Imagogewicht (beider Geschlechter), Eiproduktion und Lebensdauer der weiblichen Imagines wurden durch die Aufnahme von Honigtau erhöht.

Der Honigtau von Blattläusen, die auf Vitamin- und Eisenmangel-Diäten aufgewachsen waren, hatte für die Imaginalernährung nur einen geringen Wert. Sowohl Lebensdauer als auch Eiproduktion waren vermindert. Eine vollwertige Ernährung der Imagines konnte eine mangelhafte Ernährung während der Larvenentwicklung nur teilweise ausgleichen (s. auch KUO 1982).

Bei einer Ernährung der Gallmücken mit Honigtau von älteren Blattläusen waren Lebensdauer (der Weibchen um 17 % und der Männchen um 10 %) und Eiproduktion (um 57 %) erhöht im Vergleich zu dem Honigtau von jüngeren Blattläusen. Auch das Alter des Honigtaus hatte Einfluß auf den Nährwert und ebenfalls auf die Attraktivität des Honigtaus. Bei Verzehr von frischem Volldiät-Honigtau betrug die durchschnittliche Lebensdauer der Männchen  $11,9 \pm 1,4$  Tage und die der Weibchen  $17,2 \pm 1,5$  Tage. Bei 15 Tage altem Volldiät-Honigtau lebten die Männchen  $10,2 \pm 0,7$  Tage und

die Weibchen  $14,2 \pm 1,3$  Tage. Die Eiproduktion pro Weibchen betrug bei frischem Honigtau 47,0 Eier und bei 15 Tage altem Honigtau 33,7 Eier (s. auch SELL & KUO-SELL 1987). Die Qualität des Honigtaus von *Myzus persicae* für die imaginale Ernährung wurde auch durch die Wahl der Wirtspflanzen beeinflusst. Nach der Ernährung der Adulten mit Honigtau von Ackerbohnen waren die Lebensdauer und die Eiproduktion geringer als bei Ernährung mit Honigtau von Rosenkohl. Dagegen konnten bei Ernährung der Imagines mit Honigtau von Rosenkohl teilweise die Nachteile durch eine vorausgegangene larvale Ernährung mit Blattläusen von Ackerbohnen ausgeglichen werden (s. auch KUO 1977).

#### SELL (1975)

Es konnte ein Verhalten der Adulten von *A. aphidimyza* beobachtet werden, das deutlich auf eine Nahrungsaufnahme schließen läßt. Dabei senkten die Gallmücken ihren Kopf auf die Blattoberfläche. Weibliche Imagines produzierten ohne Nahrungsaufnahme durchschnittlich 26,7 Eier, wenn die larvale Ernährung ausreichend war. Weibchen, die auch im imaginalen Stadium Nahrung aufnahmen, produzierten wesentlich mehr Eier. Die auf die imaginale Ernährung zurückzuführende Eibildung machte 56,1 % von der gesamten Eiproduktion aus. Die Lebensdauer der Imagines wurde durch das Angebot von Honigtau signifikant erhöht (s. auch SELL & KUO-SELL 1987).

#### AKEL (1979)

Die Imagines von *A. aphidimyza* wurden häufig in einer bestimmten Stellung angetroffen, die AKEL als "Ernährungsstellung" bezeichnet. Die Extremitäten wurden weit ausgestreckt und der Körper tief gesenkt. Die Körperachse neigte sich nach vorn, bis der Kopf mit den Mundwerkzeugen die Oberfläche des Blattes berührte. Die direkte Aufnahme von Honigtau konnte wegen der Dunkelheit nicht beobachtet werden, dennoch hält AKEL sie für sehr wahrscheinlich.

Die *Aphidoletes*-Weibchen nahmen - wenn vorhanden - auch Blüten- und Waldhonig auf. Der ernährungsphysiologische Wert der beiden Honige war offensichtlich mindestens genauso hoch wie der des Honigtaus, da nach Aufnahme von Blüten- und Waldhonig die Lebensdauer der Weibchen noch länger war als nach Ernährung mit Honigtau.

#### FORTMANN (1985)

Es wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Ernährung der Imagines von *A. aphidimyza* auf deren weitere Entwicklung geprüft.

Lösungen verschiedener Honige wurden von den Imagines aufgenommen und hatten eine positive Wirkung auf Eibildung und Lebensdauer sowohl der Weibchen als auch

der Männchen. Im Vergleich zu Varianten mit Blattläusen und Honigtau war die Eiablage vermindert (fehlende Schlüsselreize).

Einzelne Zucker als Bestandteile des Honigtaus (Fructose, Glucose, Saccharose, Melizitose, Trehalose und Maltose), als Nährlösungen angeboten, eigneten sich durchweg als Nahrung für die Imagines. Lebensdauer und Fruchtbarkeit waren etwa gleich hoch wie bei der Ernährung mit reinem Honigtau. Auch an Zuckerlösungen war die Eiablage vermindert, konnte aber durch den Zusatz von Tryptophan erhöht werden.

Honigtaulösungen hatten den gleichen ernährungsphysiologischen Wert wie Saccharose-Lösungen. Dennoch wurden, wenn die Möglichkeit zu wählen bestand, mit Honigtaulösung besprühte Blätter häufiger mit Eiern belegt als Blätter mit Saccharose-Lösung.

Der Zusatz von verschiedenen Aminosäuren, die gewöhnlich im Honigtau enthalten sind, beeinflusste die Eibildung und die Lebensdauer der Imagines nicht signifikant. Daraus folgert FORTMANN, daß die Weibchen ihren Eiweißbedarf schon durch die larvale Ernährung decken.

Erhebliche Unterschiede waren festzustellen bezüglich der Nahrungseignung des Honigtaus verschiedener Blattlaus-/Wirtspflanzen-Kombinationen. Als am geeignetsten erwies sich der Honigtau von *Myzus persicae* auf Rosenkohl, Raps, Kartoffel und Paprika wie auch von *Acyrtosiphon pisum* auf Erbse. Am wenigsten geeignet war der Honigtau von Ackerbohne, unabhängig von der Blattlausart. Negativ beeinflusst wurden das Gewicht der Imagines, die Anzahl gebildeter Eier und auch die Lebensdauer.

#### ZÖLLNER (1985)

Bei der Ernährung der Imagines von *A. aphidimyza* mit Honigtau von 7 Rapsorten waren trotz unterschiedlicher Glucosinolat-Gehalte keine Auswirkungen auf die weitere Entwicklung von *Aphidoletes* zu erkennen. Daraus wurde gefolgert, daß das Glucosinolat keine Qualitätsminderung für den Honigtau als Gallmückennahrung bewirkt.

#### HAUSER (1986)

In den Abdomen der Weibchen von *A. aphidimyza*, die Honigtau von Blattläusen auf Leguminosen aufgenommen hatten, wurden teilweise kristallartige Körper gefunden. Diese kristallähnlichen Gebilde waren länglich, fast klar, hart und anscheinend nicht wasserlöslich. Die Ursache dieser "Kristall"-Bildung und die Bestandteile des "Kristalls" sind unbekannt.

Angaben zur imaginalen Ernährung werden auch von AZAB et al. (1965b), MAYR (1973), WILBERT (1977), EKBOM (1979), HANSEN (1980), GILKESON & KLEIN (1981), PEDERSEN et al. (1983), KUO-SELL (1985), FARRAR et al. (1986) und WEBER et al. (1986) gemacht.

#### 4.1.4.5. Eibildung

UYGUN (1970 und 1971)

Durch Nahrungsmangel während der larvalen Entwicklung von *A. aphidimyza* waren die Größe der Ovarien der Weibchen, die Eizahl und die Eireife vermindert. Das Vorhandensein von Blattläusen und Honigtau während des Imaginalstadiums förderte die Eireifung. Daraus schließt UYGUN, daß die Imagines den Honigtau als Nahrung aufnehmen, doch beobachten konnte er die Nahrungsaufnahme nicht.

Die Anwesenheit von männlichen Imagines hatte direkt keinen Einfluß auf die Eireifung. Dennoch wurde erst durch die Kopula die Ablage reifer Eier möglich, wodurch weitere Eier nachreifen konnten.

Es war festzustellen, daß sich die Tiere hauptsächlich bei Dunkelheit begatteten. Wurden die Tiere bei Dauerlicht gehalten, war die Eiablage sehr gering. Um die Begattung einzeln gehaltener Weibchen zu gewährleisten, sollten nach UYGUN mindestens drei Männchen dazugegeben werden.

KUO (1975)

Auf die Anzahl der von *A. aphidimyza* gebildeten Eier wird schon während der larvalen Ernährung Einfluß genommen. So wurde ermittelt, daß ca. 45 % der gesamten Eiproduktion aus larvalen Reservestoffen während der ersten zwei Lebensstadien der Weibchen nach dem Schlüpfen gebildet wurden.

Um herauszufinden, worin die Qualität geeigneter Nahrung für die *Aphidoletes*-Larven besteht, wurden ihnen Blattläuse von verschiedenen Mangel-diäten angeboten. Den Imagines wurde keine Nahrung angeboten, so daß die Zahl der Eier, die aus larvalen Reservestoffen gebildet worden waren, gezählt werden konnte.

Es zeigte sich, daß Aminosäure-Mangel in der Blattlausdiät keinen Einfluß auf die Eibildung hatte. Dagegen reduzierten Zucker- und Vitaminmangel die Eibildung. Auch Eisen- und Manganmangel verminderten die Eibildung, doch war dies bei Manganmangel statistisch nicht gesichert (s. auch KUO 1982).

Ferner wurde der Einfluß der Wirtspflanzen auf die Eibildung untersucht. Pfirsichblattläuse (*Myzus persicae*) von Ackerbohnen hatten in bezug auf die Eiproduktion eine sehr geringe Qualität als Larvennahrung. Im Vergleich zu *M. persicae* von Rosenkohl wurden hier nur sehr wenige Eier gebildet (s. auch KUO 1977).

Die imaginale Ernährung der Gallmückenweibchen erhöht die Eiproduktion. Darüber hinaus wurde beobachtet, daß die Anwesenheit von Männchen keinen Einfluß auf die Eireifung hat.

SELL (1975)

Bei optimaler Ernährung sowohl der Larven als auch der Imagines von *A. aphidimyza* wurden 40-50 % der gesamten Eizahl aus larvalen Reservestoffen und der Rest aus imaginaler Nahrung gebildet. Dabei handelte es sich offenbar um einen additiven Vorgang, das heißt, eine verminderte Eibildung aus larvalen Reservestoffen wegen Unterernährung der Larven konnte nicht durch eine verbesserte Imaginalernährung ausgeglichen werden. Wohl aber konnten die weiblichen Imagines ohne larvale Ernährung durch Aufnahme von Honigtau eine gleich hohe Eimenge bilden wie nach optimaler Larvenernährung.

Die Eibildung aus larvalen Reservestoffen erfolgte kurz nach dem Schlüpfen der Weibchen. Unmittelbar nach dem Schlüpfen waren noch keine Eier vorhanden. Nach 17-18 Stunden waren nur halb reife Eier und 24 Stunden nach dem Schlüpfen nur reife Eier vorhanden. Die Eizahl hat sich ab 17-18 Stunden nach dem Schlüpfen nicht mehr signifikant verändert, wenn die Imagines keine Nahrung fanden (s. auch SELL & KUO-SELL 1987).

SCHÜLER (1980)

Bei dem Vergleich zwischen *Brevicoryne brassicae* und *Myzus persicae* als Larvennahrung für *A. aphidimyza* wurde festgestellt, daß *B. brassicae* in bezug auf die Eiproduktion der weiblichen Imagines weniger geeignet war, d.h. die Eibildung aus larvalen Reservestoffen war geringer.

Die Nahrungseignung von *Myzus persicae* wurde wiederum von den verschiedenen Blattlauswirtspflanzen beeinflusst. Nach Ernährung der Larven mit Pfirsichblattläusen von Leguminosen wie Ackerbohne, Erbse, Wicke und Lupine war die Eibildung geringer als bei Pfirsichblattläusen auf Rosenkohl, Kartoffel und Zuckerrübe.

Auch bei der Blattlausart *Aphis fabae* war die Eibildung der *Aphidoletes*-Weibchen auf Ackerbohnepflanzen geringer als auf Zuckerrüben. Über die Ernährung der Imagines mit Honigtau von *Aphis fabae* auf Ackerbohne war jedoch keine Minderung der Eibildung festzustellen. Freilandversuche bestätigten die im Labor ermittelten Ergebnisse.

Blattlausarten, die auf Leguminosen spezialisiert sind (*Acyrtosiphon pisum* und *Megoura viciae*), hatten ebenfalls hemmende Auswirkungen auf die Eibildung von *Aphidoletes*. Dies war jedoch nicht mehr der Fall, wenn *A. pisum* auf künstlicher Diät aufgezogen und den Gallmücken als Nahrung angeboten wurde; dann entsprach ihr Nährwert dem geeigneter Beute.

Bei der Untersuchung der Pflanzeninhaltsstoffe einer Leguminose (Ackerbohne) wurde festgestellt, daß die Inhaltsstoffe mit einem Molekulargewicht unter 10000 qualitätsmindernd wirkten. Die Eibildung war auf 1/3 der Vergleichswerte reduziert.

FORTMANN (1985)

Es erwies sich, daß frisch geschlüpfte Weibchen von *A. aphidimyza* erst ungefähr 25 % ihrer potentiellen Eizahl beinhalten. Wann, wie schnell und wie viele Eier nachgebildet wurden, hing von der Qualität der Ernährung der Imagines ab.

Durch die Ernährung der Imagines mit verschiedenen Honig- oder Zuckerlösungen wurde die Eibildung im Vergleich zur "Leerkontrolle" (Leitungswasser) positiv beeinflusst. Bei den mit Honigtau ernährten Weibchen war die Eibildung jedoch am höchsten.

Um zu prüfen, ob dafür der Stickstoffgehalt im Honigtau verantwortlich ist, wurden den Imagines verschiedene Aminosäuren in Zuckerlösung als Nahrung angeboten. Es konnten jedoch keine eindeutigen Auswirkungen der Aminosäuren auf die Eibildung festgestellt werden. Der Eiweißbedarf für die Eibildung wurde von den Weibchen offensichtlich nur aus larvalen Reservestoffen gedeckt.

Die verschiedenen Honigtaulösungen von *Myzus persicae* auf Futterkohl ('Furchenkohl'), Kohlrabi, Rosenkohl oder Raps hatten keine unterschiedlichen Auswirkungen auf die Eibildung. Ihre fördernde Wirkung war mit Saccharose-Lösung zu vergleichen. Mit frischem Honigtau war die Eiproduktion am höchsten.

FORTMANN stellte fest, daß die Eireifung auch ohne Nahrungsaufnahme der Weibchen stattfand.

Zwischen Eibildung und Eiablage war eine Abhängigkeit zu beobachten: Eine geringe Eibildung hatte auch eine geringe Eiablage zur Folge, da offenbar für eine Eiablage eine Mindestanzahl reifer Eier im Ovarium vorhanden sein mußte. Andererseits wurde durch eine gesteigerte Eiablage (durch gesteigertes Reizangebot) wiederum die Eibildung gefördert. Auch die Lebensdauer hatte Einfluß auf die Eibildung, denn je länger die Lebensdauer der Weibchen, desto mehr Eier konnten gebildet werden.

Außerdem wurde festgestellt, daß die Größe des weiblichen Abdomens nicht auf die darin befindliche Eimenge schließen läßt. Weibchen, die mit Saccharose oder Honigtau ernährt worden waren, hatten etwa gleich große Abdomen, doch waren bei den mit Saccharose ernährten Weibchen mehr Fettkörper und bei den mit Honigtau ernährten mehr Eier zu finden.

SELL & KUO-SELL (1987)

Es fiel auf, daß die Eiablage der Weibchen von *A. aphidimyza* offenbar stimulierend auf die Eireifung wirkte, d.h. kam es zur Eiablage, wurden mehr Eier produziert. Entsprechend erhöhte sich der Anteil der Eiproduktion aus der Imaginalernährung an der gesamten Eiproduktion.

#### 4.1.4.6. Orientierung und Eiablage

UYGUN (1970 und 1971)

Die Voraussetzung für die Eiablage von *A. aphidimyza* ist die Kopula. Sowohl Kopula als auch Eiablage finden hauptsächlich nachts statt.

Jedes Weibchen legt durchschnittlich 70 Eier, und zwar bevorzugt auf die Blattunterseite, aber auch an Stengel und Triebspitzen. Die Eiablage erfolgt immer in unmittelbarer Blattlausnähe, wodurch die Ernährung der frisch geschlüpften Eilarven, die noch eine geringe Beweglichkeit und auch eine geringe Hungerfähigkeit besitzen, gesichert wird. Die Eier werden entweder einzeln oder in Gruppen auf dem Blatt abgelegt. Die Gallmücke legt mehr als die Hälfte ihrer Eier zwischen dem 2. und 4. Lebenstag ab.

Bei nicht ausreichender Ernährung der *Aphidoletes*-Larven war in den Versuchen die Präovipositionsperiode der weiblichen Imagines verlängert und die Zahl abgelegter Eier verringert.

EL-TITI (1972)

Die Eier von *A. aphidimyza* werden nur bei Vorhandensein von Blattläusen abgelegt. Dabei steigt die Anzahl abgelegter Eier pro Blatt mit zunehmender Blattlausdichte. Räumlich konzentrierte Blattläuse wurden mit mehr *Aphidoletes*-Eiern belegt als eine gleiche Menge gleichmäßig verteilter Blattläuse.

Kohlblätter wurden bevorzugt an der Unterseite mit Eiern belegt. Bei gleichmäßiger Besiedlung eines Pflanzenbestandes in einem geschlossenen Zuchtkasten wurden auf den Eckpflanzen und auf den Zentralpflanzen die wenigsten Eier abgelegt.

Die Eiablage wurde sowohl durch Blattläuse als auch durch Honigtau ausgelöst, doch am stärksten war die Auslösung durch die Kombination beider. Tote Blattläuse und Blattlaus-Exuvien hatten in Verbindung mit Honigtau die gleiche Wirkung. Kleine Steinchen verfehlten ihre Wirkung als Blattlausattrappen. Bei der Untersuchung der Bestandteile des Honigtaus bewirkten besonders Fructose und Arginin die Auslösung der Eiablage, aber dies nur in Verbindung mit toten Blattläusen. Ersatzstoffe wie klebrige Substanzen anderer Art und Duftstoffe von Blattläusen und Honigtau lösten die Eiablage nicht aus (s. auch EL-TITI 1973 u. 1974b).

HARRIS (1973)

Bei *A. aphidimyza* finden Paarung und Eiablage nur nachts, d.h. in der Zeit zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang, statt. Die Eier werden einzeln oder in kleinen Gruppen von 40 Stück auf den Pflanzenblättern und -stengeln in Blattlausnähe abgelegt. Gelegentlich werden die Eier direkt auf den Blattläusen abgelegt. Jedes Weibchen legt ungefähr 100 Eier ab.

MAYR (1973)

Die Weibchen von *A. aphidimyza* legen ihre Eier flach auf der Unterseite von blattlausbesetzten Blättern ab. Durch die gezielte Eiablage erleichtern die Imagines den frisch geschlüpften Eilarven das Auffinden der ersten Beute. Durch die Lage des Eies wird sogar die Kriechrichtung bestimmt. Beobachtungen zeigten, daß die Mehrzahl der Eier mit dem Kopfende blattaufwärts gelegt wurde, und somit auf eine ca. 1,5 cm entfernt liegende Blattlaus zeigten. Tatsächlich kroch auch der größte Teil der frisch geschlüpften Larven zunächst in die durch die Lage des Eis vorgegebene Richtung.

EL-TITI (1974a)

Die Weibchen von *A. aphidimyza* besitzen gute Suchfähigkeiten. So legen sie ihre Eier nur auf blattlausbesetzten Blättern ab. Dabei ist die Zahl der abgelegten Eier nahezu proportional zur Beutedichte. Örtliche Konzentrationen von Beutetieren wurden überproportional belegt. Das führte wiederum zu einer überproportionalen Mortalität der Blattläuse.

Als untere Dichtegrenze wurden zwei Blattläuse pro Blatt (ca. 30 cm<sup>2</sup>) ermittelt. Bei Unterschreitung dieser Grenze wurde keine Eiablage ausgelöst. Die Wirksamkeit von *Aphidoletes* war also bei höherer Beutedichte und ungleichmäßiger Verteilung der Blattläuse am höchsten.

Einzelne befallene Pflanzen wurden in einem blattlausfreien Bestand gut von den Weibchen gefunden und relativ stark mit Eiern belegt. Wenn die Zahl der besiedelten Pflanzen anstieg, bekam jede einzelne Pflanze weniger, aber alle zusammen erhielten mehr Eier.

Die Mehrzahl der Eier eines Weibchens wurde am 2.-4. Tag abgelegt.

KUO (1975 und 1982)

Es wurde beobachtet, daß die Kopula die Voraussetzung für die Eiablage von *A. aphidimyza* ist und als Schlüsselreiz das Vorhandensein von Blattläusen und Honigtau gilt. In Versuchen wurden Eier auch auf einem künstlichen Substrat, nämlich auf feuchter Gaze, abgelegt, sofern die Schlüsselreize vorhanden waren. Gelegentlich wurden die Eier auch direkt auf den Blattläusen abgelegt.

Bei der Prüfung der Qualität des Honigtaus für die Eiablage zeigte sich, daß die *Aphidoletes*-Weibchen genauso häufig Eier an Honigtau von Eisenmangeldiät-Blattläusen ablegten, wie an Honigtau von Volldiät-Blattläusen. Die adulten Gallmücken sind offenbar nicht in der Lage, die Unterschiede festzustellen.

MANSOUR (1975)

Die Attraktivität verschiedener Wirtspflanzen für die eiablegenden Weibchen von *A. aphidimyza* wurde untersucht. Rosenkohl (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) und Ölrettich (*Raphanus sativus* var. *oleiferus*) besaßen die größte Attraktivität, gefolgt von Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) und Zuckerrübe (*Beta vulgaris* var. *maitiura*). Auf Ackerbohne (*Vicia faba*) wurden am wenigsten Eier abgelegt. Da die *Aphidoletes*-Zucht schon seit mehreren Generationen mit *Myzus persicae* auf Rosenkohl durchgeführt wurde, sollte geprüft werden, ob eine Adaption der Gallmücke an Rosenkohl vorlag. Deshalb wurde eine getrennte Zucht über drei Generationen auf Kohlrabi durchgeführt. Die Folge war, daß die Weibchen nun mehr Eier an Kohlrabi als an Rosenkohl ablegten.

In einem weiteren Versuch wurde festgestellt, daß Rosenkohlblätter mehr Eier erhielten als gazebespannte Drahtrahmen, obwohl sowohl auf den echten Blättern als auch auf den Blattattrappen Blattläuse (*Myzus persicae*) und Honigtau vorhanden waren. Preßsaft von Rosenkohl auf den Blattattrappen erhöhte ihre Attraktivität nicht. Außerdem wurden die *Aphidoletes*-Eier überwiegend an der Blattunterseite abgelegt. Wurden die Blätter umgedreht (Oberseite nach unten), so wurde die nach unten gerichtete Blattseite überwiegend mit Eiern belegt.

MIESNER (1975)

Mit einsetzender Dunkelheit beginnen die Weibchen von *A. aphidimyza* mit der Eiablage. Mit einer speziellen Technik (s. Kap. 4.1.4.3.) konnte MIESNER den Vorgang genauer beobachten. Nachdem die Weibchen auf den Blättern Beute gefunden hatten, prüften sie diese kurz und senkten dann ihren Hinterleib nahezu senkrecht auf die Blattoberfläche. Mit dem Hinterende des Legeapparates wurden die Eier direkt auf die Blattfläche geklebt.

Ein Einfluß unterschiedlicher Beuteverteilung auf die Eiablage von *A. aphidimyza* wurde in verschiedenen Versuchen getestet. Wurden gleichzeitig unterschiedlich große Blattläuse angeboten, so wurden die größeren stärker mit Eiern belegt. Auf Beuteaggregationen wurden mehr Eier abgelegt als auf verteilt vorkommender Beute. Außerdem stieg mit zunehmender Beutedichte die Zahl der abgelegten Eier. Dabei war der Anstieg bei niedriger Beutedichte gering, nahm bei mittlerer Beutedichte stark zu und hörte schließlich bei Annäherung an die maximale Eiablage auf.

Wurde um eine dicht besiedelte Pflanze herum auf den Randpflanzen die Zahl der Beutetiere stufenweise erhöht, so stieg die Eiablage im Gesamtbestand zunächst an, ging dann aber zurück. Die Tatsache, daß die Mittelpflanze mit der stärkeren Aggregation mehr Eier als die einzelnen Randpflanzen bekam, blieb durchgehend bestehen. Eine stark mit Blattläusen besetzte Pflanze zwischen schwächer besiedelten Pflanzen erhielt immer einen besonders hohen Anteil der gesamten Eizahl.

Ferner zeigte sich, daß blattlausbefallene Einzelpflanzen, die tief im Bestand standen, mehr Eier bekamen als Pflanzen, die aus dem Bestand herausragten. Eine Bevorzugung bestimmter Pflanzen in einem Bestand war dann nicht gegeben, wenn der Abstand zwischen den Einzelpflanzen weit und der Versuchsraum gleichmäßig ausgeleuchtet und klimatisiert war.

In einem weiteren Versuch war zu sehen, daß Raps im Vergleich zu Kohlrabi und Rosenkohl deutlich für die Eiablage der *Aphidoletes*-Weibchen bevorzugt wurde. Es spielte keine Rolle, ob die Blätter waagrecht oder senkrecht standen.

Außerdem wurde untersucht, wonach sich die Weibchen auf der Suche nach einem geeigneten Eiablageplatz orientieren. Die Gallmückenweibchen ließen sich von farbigen Attrappen, die um eine blattlausbesetzte Pflanze herum aufgebaut waren, nicht von ihrem Ziel ablenken. Blattlausduftquellen hingegen, die zusätzlich im Versuchskäfig vorhanden waren, irritierten die Weibchen insoweit, als die Eiablage vermindert war. Dagegen wurde auf blattlausbesiedelten Pflanzen, die zusätzlich noch mit Beuteduft angeblasen wurden, die Eiablage gefördert. Blattlausbefallene Pflanzen wurden häufiger angefliegen als nicht befallene. Auf der Pflanze orientierten sich die Weibchen dann nach dem Beuteduft. Bei aggregierter Beute ist der Dufthof am größten und das Duftgefälle am ausgeprägtesten, weshalb wohl hier die meisten Eier abgelegt wurden.

#### ASYAKIN (1976)

Die Beobachtungen zeigten, daß Begattung und Eiablage der Weibchen von *A. aphidimyza* nur bei Dunkelheit erfolgten, wobei die Begattung die Voraussetzung für die Eiablage ist. Zunächst fliegen die Gallmückenweibchen im "Zick-Zack-Kurs" um die Pflanzen herum und untersuchen diese nach Blattläusen. Dabei vermutet ASYAKIN, daß sich die Gallmücken am Duft der Blattläuse orientieren und diesen mit Hilfe der Antennen wahrnehmen. Nach dem Auffinden einer Blattlauskolonie lecken die Weibchen zuerst Honigtau und beginnen dann mit der Eiablage. Die *Aphidoletes*-Weibchen legen ihre Eier niemals auf blattlausfreien Pflanzen ab.

#### MANSOUR (1976a und 1976b)

Die Weibchen von *A. aphidimyza* legten ihre Eier auch auf künstlichen Blättern ab, vorausgesetzt, daß Honigtau und Blattläuse vorhanden waren. Die Gallmücken konnten zwischen Gaze, Parafilm und Filterpapier wählen. Gaze wurde für die Eiablage bevorzugt.

Ein anderer Versuch zeigte, daß mit zunehmender Höhe der Rosenkohlblätter vom Untergrund (5-25 cm) die Anzahl abgelegter Eier pro Blatt sank.

Außerdem wurde der Einfluß der Lichtintensität auf die Eiablage getestet. Am höchsten war die Eiablage bei geringer Lichtintensität von 280 Lux. Bei vollständiger Dunkelheit wurden fast gar keine Eier abgelegt. Hatten die Gallmücken-

weibchen die Möglichkeit, zwischen einer hellen und einer dunklen Kammer zu wählen, so legten sie die meisten Eier in der dunklen Kammer ab. Kam das Licht von oben, so wurde immer die Blattunterseite für die Eiablage bevorzugt. War dagegen die Lichtquelle unten, so war die Zahl der abgelegten Eier auf der Blattunterseite und -oberseite nicht signifikant verschieden.

ADAMS (1977)

In Freilandversuchen auf Apfelbäumen legten die weiblichen Imagines von *A. aphidimyza* bis zu 100 Eier inmitten oder in die Nähe von Blattlauskolonien (*Aphis pomi*) ab. Dabei zeigten die Weibchen eine außerordentlich gute Fähigkeit, Blattlauskolonien zu finden. Mit zunehmender Anzahl von Blattläusen pro Blatt sank die Zahl der Blätter, die mit *Aphidoletes*-Eiern belegt wurden. Gleichzeitig stieg mit zunehmender Anzahl von Blattläusen pro Blatt die Zahl abgelegter *Aphidoletes*-Eier pro Blatt.

In Apfelplantagen wurden im Mittel 10.9 Blattläuse pro Gallmücke und Blatt gefunden.

ASYAKIN (1977)

Die Weibchen von *A. aphidimyza* besitzen ein sehr gutes Suchvermögen, mit dem die geringere Suchfähigkeit der Larven ausgeglichen wird.

Sie legen ihre Eier immer in unmittelbarer Blattlausnähe ab. In Versuchen wurden die Eier in 0,1-1,2 cm Abstand zu den Blattläusen (lockere Schädlingkolonien) oder direkt auf den Blattläusen selbst (dichte Kolonien) abgelegt. Blattlausfreie Pflanzen wurden nie belegt. Die Gallmückenweibchen waren in der Lage, Blattlauskolonien mit weniger als 10 Individuen in einem blattlausfreien Gurkenbestand zu finden. Dabei wurden die Gallmücken vom Honigtau der Blattläuse angezogen. Hatten sie eine Blattlauskolonie gefunden, begannen sie, nach dem Ablecken des Honigtaus, mit der Eiablage.

Die Zahl der abgelegten Eier war von der Beutedichte abhängig. Bei einer Blattlausdichte von 0,28 Individuen pro cm<sup>2</sup> Blattfläche wurden 0,08 *Aphidoletes*-Eier, bei 1,04 Blattläusen pro cm<sup>2</sup> 0,33 Eier abgelegt. Umgerechnet bedeutet dies, daß pro Blattlaus 0,28-0,31 *Aphidoletes*-Eier abgelegt wurden.

ASYAKIN beobachtete weiter, daß mit steigender Populationsdichte der Gallmücken die Anzahl abgelegter Eier pro Blattlaus zunahm.

Diese Verhaltensweise konnte jedoch nicht verallgemeinert werden. Es zeigte sich, daß junge Gurkenblätter weniger unter der Saugtätigkeit der Blattläuse litten als die älteren Blätter. Ältere Gurkenblätter hatten einen wesentlich niedrigeren Turgor als Folge der Blattlausschädigung, und das auch während der Nacht. Auf diesen Blättern wurden, obwohl die Blattlauskolonien größer waren und mehr

Honigtau vorhanden war, zehnmal weniger *Aphidoletes*-Eier als auf den jüngeren Blättern abgelegt.

AKEL (1979)

Die Eiablage von *A. aphidimyza* beginnt erst mit einsetzender Dunkelheit. Nach der Landung auf einem blattlausbesetzten Blatt wandert die Gallmücke zunächst, mit ihren Vorderbeinen vorwärts tastend, auf dem Blatt umher. Mit den Antennen werden keine Tastbewegungen durchgeführt. Zur Eiablage nimmt das Weibchen eine Stellung ein, bei der der Körper seine Distanz zum Blatt behielt, aber das Abdomen wurde zur Blattfläche herabgebogen wird, so daß der Ovipositor fast senkrecht auf der Blattoberfläche aufsitzt. Die Eiablage erfolgt erst, nachdem der Ovipositor die Unterlage abgetastet hat.

AKEL untersuchte, welche die Eiablage auslösenden Reize dabei aufgenommen wurden:

Die Morphologie des Blattes hatte schwache Auswirkungen auf die Eiablage. Turgeszente Blätter erhielten mehr Eier als trockene. Ausbeulungen der Blattoberfläche hatten dagegen keinen Einfluß auf die Eiablage. Es bestand die Tendenz, die Eier in 3-4 mm Abstand vom Blattrand abzulegen.

Da die Eier nur bei Vorhandensein von Blattläusen abgelegt wurden, sollte mit Blattlausattrappen überprüft werden, welche Reize von den Blattläusen ausgehen. Es wurden Blattlausexuvien und Attrappen mit dünnen 'Fortsätzen' und Honigtau am häufigsten belegt, woraus geschlossen wurde, daß taktile Reize die Eiablage auslösen. Ohne Honigtau wurden die Attrappen nicht belegt. Honigtau gibt offenbar einen kontaktchemischen Reiz ab, der in geringem Maße auch in Exuvien vorhanden ist. Blüten- und Waldhonig waren zwar für die Ernährung der Imagines sehr gut geeignet, lösten aber die Eiablage nicht aus.

Beim Anflug auf die blattlausbesetzten Blätter orientierten sich die Gallmückenweibchen nach dem Duft des Honigtaus (= olfaktorische Orientierung). Ein Wahlversuch zeigte, daß Blätter mit Waldhoniglösung ebenso oft angefliegen wurden. Dennoch war für die Auslösung der Eiablage der unmittelbare Kontakt mit Blattläusen, Exuvien oder Honigtau erforderlich.

HANSEN (1980)

Die weiblichen Imagines von *A. aphidimyza* legen während ihrer gesamten Lebensdauer (6-8 Tage) 150-200 Eier in unmittelbarer Nähe von Blattläusen ab.

HAVELKA & RUZICKA (1984)

Den Weibchen von *A. aphidimyza* wurden vier verschiedene Blattlausarten auf Ackerbohnenpflanzen (*Vicia faba*) zur Eiablage angeboten. Es zeigte sich, daß die Blattlausart *Aphis fabae* Scop. bei der Eiablage deutlich bevorzugt wurde. Die At-

traktivität der anderen Arten nahm in folgender Reihenfolge ab: *Acyrtosiphon pisum* - *Aphis craccivora* - *Myzus persicae*.

Wurden dagegen die Larven mit *Acyrtosiphon pisum* ernährt, wurden insgesamt mehr Eier und diese in rascherer Folge abgelegt als bei Ernährung mit *Aphis craccivora*.

Die Gallmückenweibchen legten 62-76 % ihrer Eier in den 8 ersten Lebenstagen ab.

#### LAMPE (1984)

Es wurden die Einflüsse verschiedener Pflanzenhaartypen auf die Eiablage von *A. aphidimyza* untersucht.

Bei der Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.), einer Pflanze mit Hakenhaaren, wurden auf einer schwach behaarten Sorte mehr Eier abgelegt als auf einer stark behaarten. Ein Festhalten der Imagines durch die Hakenhaare konnte nicht beobachtet werden.

Bei der Gurke (*Cucumis sativus* L.), einer Pflanze mit "Nicht-Drüsenhaaren", war die Eiablage auf behaarten Gurkenblättern stärker als auf unbehaarten. Außerdem fiel auf, daß auf behaarten Gurkenblättern die *Aphidoletes*-Eier zum Teil auf den Pflanzenhaaren selbst abgelegt wurden.

Die Drüsenhaare bei Pflanzen der Gattung *Cuphea* (Köcherblümchen) hatten keinen Einfluß auf die Eiablage.

Allgemein konnte festgestellt werden, daß die Blattunterseite bei allen drei Gattungen für die Eiablage deutlich bevorzugt wurde, nur bei der Gartenbohne war der Unterschied statistisch nicht zu sichern.

#### FORTMANN (1985)

Während verschiedene Honiglösungen für die Ernährung der Imagines von *A. aphidimyza* sehr gut geeignet waren, war ihre Reizwirkung auf die Auslösung der Eiablage geringer als die von Blattläusen und Honigtau. So war die Eiablage nicht nur schwächer, sondern sie setzte zudem erst 2-4 Tage später ein. Auch an Zuckerlösungen war die Eiablage schwächer und verzögert. Durch den Zusatz von Tryptophan konnte die Eiablage gesteigert werden.

Verschiedene Honigtau-Lösungen und Saccharose-Lösung besaßen zwar als Nahrung für die Imagines die gleiche Qualität, doch zeigte sich bei der Eiablage bei wahlweisem Angebot der verschiedenen Nährlösungen eine deutliche Bevorzugung der Honigtau-Lösungen.

Ferner stellte FORTMANN fest, daß der Anstieg der Zahl abgelegter Eier mit zunehmender Beutedichte nicht allein auf die Zahl der Blattläuse zurückzuführen ist, sondern auch auf die daraus resultierende Menge ausgeschiedenen Honigtaus.

Die *Aphidoletes*-Eier wurden hauptsächlich an der Blattunterseite abgelegt. Dabei wurden Blattflächen, die mit Honigtau-Lösung besprüht waren, den unbehandelten vorgezogen. Waren die Blattoberseiten mit Honigtau besprüht, so wurden die Eier entweder auf der Unterseite des betreffenden Blattes oder auf der Unterseite eines darüber befindlichen Blattes abgelegt.

Außerdem wurde die olfaktorische Orientierung der *Aphidoletes*-Imagines mittels verschiedener Duftreize untersucht. Es zeigte sich, daß sowohl Männchen als auch Weibchen durch den Duft von Blattläusen + Honigtau angelockt wurden. Begattete Weibchen hingegen wurden mehr von Blattlausduft ohne Honigtau als mit Honigtau angelockt. Der Duft von Rosenkohlblättern allein war wirkungslos. Die Anlockung der Weibchen erfolgte durch den Duft von *Myzus persicae*, Honigtau und Honig-Lösung.

Die Gallmücken waren also in der Lage, zwischen Blattlaus- und Honigtauduft zu unterscheiden. Darum wurden auch einige Bestandteile des Blattlaus- und Honigtauduftes untersucht. Eine anlockende Wirkung war nur bei Tryptophan zu beobachten, und zwar lediglich auf die Männchen. Auf die Weibchen wirkten höhere Konzentrationen von Tryptophan eher "abschreckend" (Repellent-Effekt).

Kurze Beschreibungen der Eiablage sind auch zu finden bei: WILBERT (1975 und 1977), COUTIN (1976), MARKKULA & TIITTANEN (1977), ADAMS & PROKOPY (1980), RIMPIÄINEN (1980), SOLINAS (1980), GILKESON & KLEIN (1981), HARRIS (1982), PEDERSEN et al. (1983), BEHRENS (1984), HENSELER (1985), KOMAREK (1985), KUO-SELL (1985), STEINER (1985) und FARRAR et al. (1986).

#### 4.2. Diapause und Überwinterung

HARRIS (1973)

In Westeuropa wandern die Larven von *A. aphidimyza* Ende September in den Boden ab, bilden einen Kokon und gehen darin in Diapause. Die Verpuppung findet erst im folgenden Frühling statt. Ab Mai schlüpfen die ersten Imagines.

Unter geschützten Bedingungen, z.B. im Gewächshaus, kann die Diapause verkürzt sein.

MARKKULA & TIITTANEN (1977)

In Finnland gehen die Larven von *A. aphidimyza* unter natürlichen Bedingungen im September in Diapause, verpuppen sich im Frühjahr, und ab Anfang Mai schlüpfen die Imagines.

*A. aphidimyza* überwintert auch im Gewächshaus. In den Gewächshäusern, in denen nicht künstlich belichtet wurde, gingen die *Aphidoletes*-Larven Ende August/Anfang September in Diapause. Ab Mitte März wurden die Häuser wieder bewässert, und zwei

Wochen später wurden die ersten *Aphidoletes*-Larven auf blattlausbesiedelten Pflanzen gefunden.

#### FORSBERG (1980)

Das Ziel der Untersuchungen war festzustellen, wie *A. aphidimyza* veranlaßt werden konnte, in Diapause zu gehen, um somit die Diapause für die langfristige Lagerung nutzen zu können. Es zeigte sich, daß Kurztag-Bedingungen und niedrige Temperaturen die ausgewachsene *Aphidoletes*-Larve veranlassen, nach der Bildung eines Kokons in die Diapause einzutreten. Die beste Methode war, sowohl die Eier als auch die Larven unter Bedingungen von 8 Stunden Licht bei 25 °C und 16 Stunden Dunkelheit bei 10 °C zu halten. Dabei waren die wechselnden Temperaturen durchaus sinnvoll, weil bei kontinuierlich niedrigen Temperaturen die Entwicklung der Gallmücke (vom Ei bis zum Verschwinden in der Erde) länger dauern würde.

Nach dem Eintritt in die Diapause wurden die Kokons für drei Monate unter verschiedenen Bedingungen gelagert. Danach wurden sie in Raumtemperatur- und Langtag-Bedingungen gebracht, und das Substrat wurde angefeuchtet. Nach 6 Wochen begannen die ersten Imagines zu schlüpfen, und es dauerte einige Wochen, bis die letzten Imagines geschlüpft waren. Die Schlupfrate war insgesamt sehr niedrig. Bei einer Lagerung der Kokons bei kontinuierlich + 5 °C und Dunkelheit war die Schlupfrate der Gallmücken am höchsten (10 %).

#### HAVELKA (1980a und b)

Die Gallmücken (*A. aphidimyza*) durchlaufen als Larve im Kokon eine Diapause. Im letzten Larvenstadium und im Kokon reagieren sie auf Kurztag-Bedingungen und niedrige Temperaturen mit dem Eintritt in die Diapause. Als kritische Tageslängen wurden dabei 17 Stunden (Population aus Leningrad) bzw. 15,5 Stunden (Population aus Kishinev) bei 20 °C ermittelt.

Die Larven in Diapause unterscheiden sich deutlich von den Larven, die sich weiter entwickeln. Der Körper der Larve in Diapause ist oval und abgeflacht, die Farbe weniger glänzend, und die Körperhöhlung ist fast vollständig durch den Fettkörper ausgefüllt, wobei diese Eigenschaften mit zunehmender Fortdauer der Diapause deutlicher in Erscheinung treten.

Die Beendigung der Diapause erfolgt durch höhere Temperaturen und Langtag-Bedingungen. In Versuchen erwiesen sich Temperaturen von 24 °C und eine Tageslänge von 18 Stunden als günstig.

Die Reaktivierung kann durch die kurzfristige Lagerung bei niedrigen Temperaturen beschleunigt werden. Wurden die Larven für 40 Tage bei + 4 °C aufbewahrt und anschließend hohen Temperaturen und Langtag-Bedingungen ausgesetzt, war die Diapause am kürzesten.

Die Dauer der 'Post-Diapause' ist außerdem von der Tiefe der Diapause abhängig und diese wiederum von der Temperatur und Tageslänge zur Zeit der Induktion. Das heißt, je kürzer die Photoperiode und je niedriger die Temperatur während der Induktion zur Diapause, desto tiefer die Diapause, und desto länger dauert die Reaktivierung.

HARRIS (1982)

Die Larven von *A. aphidimyza* können im Gewächshaus überwintern, indem sie im Boden oder Substrat einen Kokon bilden und in Diapause gehen. Ein Schlüpfen der Imagines im nächsten Frühjahr ist nur dann gewährleistet, wenn der Boden nicht sterilisiert wird, sei es durch Hitze oder durch chemische Bodenentseuchungsmittel.

PEDERSEN et al. (1983)

Die Verkürzung der Tageslänge auf unter 15-16 Stunden (September) leitet bei *A. aphidimyza* die Winterruhe ein. Erst im nächsten Frühjahr (ab April/Mai) werden die Gallmücken wieder aktiv.

Durch eine künstliche Belichtung im Gewächshaus ab Mitte August (Langtagbedingungen) kann die Winterruhe verzögert oder verhindert werden. Dafür soll eine Weihnachtsbaum-Lichterkette ausreichend sein.

GILKESON & HILL (1986a)

Der Eintritt der Larven von *A. aphidimyza* in die Diapause konnte trotz optimaler Induktionsbedingungen (9:15/Licht:Dunkel und 21:15 °C/Tag:Nacht) verhindert werden, indem nachts mit sehr geringer Intensität belichtet wurde. Je dunkler die Lichtquelle (< 5,5 Lux), desto mehr Larven gingen in Diapause. Auf rotes Licht reagierten die Larven jedoch nicht.

Niedrigere Temperaturen (18:10 °C/Tag:Nacht) hoben die Wirkung der geringen Lichtintensität auf, so daß 89 % der Larven sich doch in die Diapause begaben.

In einem Gewächshaus reichte die Belichtung mit einer 60 Watt-Glühbirne aus, um über 50 % der Larven in einem Radius von 10 m daran zu hindern, in Diapause zu gehen. Insofern ist es möglich, Blattläuse während des ganzen Jahres mit der räuberischen Gallmücke zu bekämpfen. Jedoch treten Probleme auf, wenn photoperiodisch reagierende Pflanzen angebaut werden.

GILKESON & HILL (1986b)

Um die Blattlausbekämpfung im Gewächshaus mit *A. aphidimyza* ganzjährig durchführen zu können, wurde versucht, durch Selektion und Kreuzung einen *Aphidoletes*-Stamm zu erhalten, dessen Larven selbst bei einer Tageslänge von nur 8 Stunden nicht in Diapause gehen. Die Tageslänge von 8 Stunden wurde gewählt, weil die

meisten Unterglasanbauggebiete in Kanada bis 50° nördlicher Breite reichen, wo der kürzeste Tag 8 Stunden hat. In drei von vier Stämmen ging das Auftreten der Diapause nach 4-5 Generationen allmählich zurück. Die Nichtdiapause-Tiere wurden über viele Generationen weitergezüchtet, und es waren keine Veränderungen in der Morphologie, im Geschlechterverhältnis oder in der Fruchtbarkeit zu beobachten. Stattdessen war festzustellen, daß sich Nichtdiapause-Larven schneller entwickelten als Diapause-Larven desselben Stammes. Rückkreuzungen zeigten, daß die Diapause-Eigenschaft dominant vererbt wird.

GILKESON & HILL (1986c)

Die "Qualität" der Wirtspflanzen übte einen Einfluß auf die Zahl der in Diapause gehenden Larven von *A. aphidimyza* aus. Paprikapflanzen (*Capsicum officinale*) wurden entweder im Sommer im Gewächshaus (25-30 °C am Tag, nat. Tageslänge Juni/Juli) oder in der Klimakammer unter Winterbedingungen (Photoperiode L:D = 9:15, Temperaturen Tag: 21 °C; Nacht: 15 °C) kultiviert und anschließend mit *Myzus persicae* besetzt. Nachdem sich auch Gallmückenlarven auf den Pflanzen angesiedelt hatten, wurden die Pflanzen unter die Diapause einleitenden Bedingungen aufgestellt. Es zeigte sich, daß auf den Sommerpflanzen mehr *Aphidoletes*-Larven in Diapause gingen als auf Winterpflanzen.

In einem weiteren Versuch konnte beobachtet werden, daß auf Pflanzen, die unter Leuchtstofflampen mit dem vollen Lichtspektrum kultiviert worden waren, mehr Larven in Diapause gingen als auf Pflanzen, die unter Leuchtstofflampen mit nur kaltem weißen Licht kultiviert worden waren.

Weniger ausführlich erwähnt ist die Überwinterung bzw. Diapause auch bei: BOMBOSCH (1958), ADAMS & PROKOPY (1977), GILKESON & KLEIN (1981), HOFVANG & HAGVAR (1982), RAWORTH (1984), KOMAREK (1985), KUO-SELL (1985) und STEINER (1985).

#### 4.3. Fortpflanzung

UYGUN (1970 und 1971)

Es konnte keine Paedogenese (= ungeschlechtliche Vermehrung der Larven) bei *A. aphidimyza* beobachtet werden. Bei der Auswertung von 1045 Gallmücken wurde ein Geschlechterverhältnis von 1:1,7 (Männchen zu Weibchen) ermittelt. Die Kopulation ist Voraussetzung für die Eiablage.

SELL (1975 und 1976)

Die bei einigen Cecidomyiden-Arten vorkommende Paedogenese (s.o.) konnte von SELL bei *A. aphidimyza* nicht beobachtet werden. Auch die Parthenogenese (= Jung-

fernzeugung) trifft bei den Imagines von *A. aphidimyza* nicht zu. Die Begattung ist Voraussetzung für die Eiablage und dient offenbar auch der Befruchtung der Eier.

SELL stellte fest, daß die Nachkommen jedes Weibchens nur einem Geschlecht angehörten (= Monogenie). Dieser Umstand trat auch bei Mehrfachbegattung ein, d.h. wenn ein Weibchen von mehreren Männchen begattet wurde. Als Grund für die Monogenie vermutet SELL die auch bei einigen anderen Dipteren (Sciaridae und Calliphoridae) gefundenen Eigenschaften:

1. Arrhenogenie (Männchenerzeugung) und Thelygenie (Weibchenerzeugung) sind die Merkmale der einzelnen Weibchen.
2. Elimination von überzähligen Soma-Chromosomen.

Für den Beweis wären zytologische Untersuchungen erforderlich. Die schlüpfenden Imagines wiesen in den Versuchen ein Geschlechterverhältnis von 1:1 auf.

#### BACCETTI & DALLAI (1976)

Die Autoren untersuchten die Spermatozoen der Familie der Cecidomyiidae und konnten dabei drei verschiedene Spermatozoen-Typen unterscheiden.

Die Spermatozoen der Gattung *Aphidoletes* gehören zu dem am häufigsten vorkommenden Typ, dem "Sciara-like-model". Ein Spermium von *Aphidoletes* ist länglich, am vorderen Ende abgeflacht und am hinteren Ende zylindrisch. Es besitzt einen apikalen Nukleus und 50-60 "Doublets", von denen jedes einen Satz "Arme" trägt. Die Doublets sind wie eine Krone in der Nähe der Plasmamembran angeordnet. Weiterhin charakteristisch ist die Anordnung des nuklearen Materials als kugelähnliche Körper, die Konzentration des Mitochondriums hinter dem Nukleus und die große Zahl von Ribosomen im Innersten des 'Schweifes'.

Allgemein ist zu dem "Sciara-like-model" zu sagen, daß die Spermien eine "rudimentäre Beweglichkeit" zeigen, sobald sie sich im Weibchen befinden.

#### HAUSER (1986)

Die Begattungswahrscheinlichkeit bei *A. aphidimyza* wurde durch das Geschlechterverhältnis beeinflusst: Die Begattung eines einzeln gehaltenen Weibchens war umso wahrscheinlicher, je mehr Männchen anwesend waren. Bei einzeln gehaltenen Männchen stieg die Wahrscheinlichkeit der Kopulation mit der Anzahl der Weibchen. Außerdem wurde festgestellt, daß dann auch die Zahl der Männchen zunahm, die mehr als ein Weibchen begatteten. Im Versuchskäfig war die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Begattung am größten, wenn 10 Weibchen und 5 Männchen zusammen waren.

Die sexuelle Aktivität der nachtaktiven Imagines bleibt während der achtstündigen Dunkelphase nahezu konstant. Die Kopulationsversuche wurden nur von den Männchen unternommen; die Weibchen verhielten sich stets passiv. Es zeigte sich, daß die sexuelle Aktivität der Männchen von deren Dichte abhängig war; sie

stimulierten sich gegenseitig. Die Stimulation wurde außerdem durch die Zunahme der Anzahl der Weibchen gefördert.

Die Kopula wird in hängender Position in der "face-to-face-Stellung" (s. Abb. 7c) durchgeführt und dauert ungefähr zwei Minuten. Eine Mehrfachbegattung der Weibchen findet nicht statt. Einmal begattete Weibchen wehrten erneute Kopulationsversuche der Männchen ab. Bei den Männchen wurden homosexuelle Kontakte beobachtet, doch konnte nicht festgestellt werden, ob es sich bei ihnen nur um Tiere handelte, die schon vorher Weibchen begattet hatten.

In Versuchen (u.a. mit einem Olfaktometer) war keine eindeutige Orientierung der Männchen nach weiblichen Sexualduftstoffen zu erkennen. Daraus folgert HAUSER, daß unbegattete Weibchen kein Sexualpheromon abgeben, um Männchen zur Kopulation anzulocken.

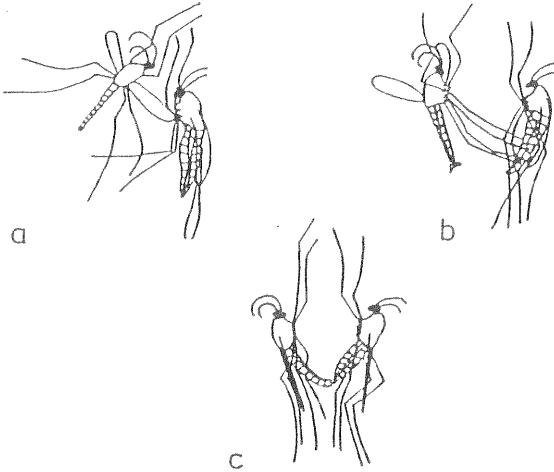


Abb. 7: Kopulationsstellung von *Aphidoletes aphidimyza* (nach HAUSER 1986)

Die Kopulationshäufigkeit wurde durch das Vorhandensein von lebenden Pfirsichblattläusen (*Myzus persicae*) und frischem Honigtau gesteigert, ohne daß die Gallmücken direkten Kontakt zu den Blattläusen oder zum Honigtau hatten. Die Aufnahme von Honigtau ist keine Voraussetzung für die Kopula.

Die larvale Ernährung hatte keinen Einfluß auf die Begattungsfähigkeit der Männchen, wohl aber das Alter der Männchen. Bei frisch geschlüpften Männchen war die Begattungsfähigkeit am höchsten.

#### 4.4. Populationsdynamik

UYGUN (1970 und 1971)

*A. aphidimyza* reagiert auf eine sich ändernde Populationsdichte ihrer Beute sowohl mit einem "functional response" als auch mit einem "numerical response".

"Functional response" bedeutet, daß die Anzahl getöteter Blattläuse pro *Aphidoletes*-Larve mit zunehmender Beutedichte ansteigt. Der Anstieg gilt jedoch nur in dem hier geprüften Dichtebereich (2-128 Blattläuse pro 26 cm<sup>2</sup> Blattfläche). UYGUN vermutet, daß bei weiterer Zunahme die Blattlaus-Mortalität langsamer ansteigen würde.

Nicht alle getöteten Blattläuse werden von den Gallmücken ausgesaugt. Darauf aufbauend konnte festgestellt werden, daß mit zunehmender Dichte der Blattlauspopulation die Menge der aufgenommenen Nahrung pro Larve langsamer anstieg als die Anzahl getöteter Blattläuse.

Die aufgenommene Nahrungsmenge ist aber die Grundlage für die numerische Reaktion (numerical response) auf die Änderung der Beutedichte. Diese Reaktion des Räubers ist von seiner Fruchtbarkeit und Sterblichkeit und somit wiederum vom vorhandenen Nahrungsangebot abhängig. Besonders die Eilarven können bei nicht ausreichendem Nahrungsangebot sterben. Bei den älteren Larven ist die Sterblichkeit geringer; dafür macht sich aber eine ungenügende Ernährung durch eine Verminderung der Fruchtbarkeit bemerkbar. Die Folge ist, daß sich die Blattlauspopulation vergrößern kann.

Eine höhere Blattlausdichte wird nach UYGUN auch über die Ernährung der *Aphidoletes*-Imagines wirksam, denn je mehr Blattläuse vorhanden sind, desto mehr Honigtau steht für die Imagines zur Verfügung, und desto mehr Eier werden abgelegt.

Bei diesen Untersuchungen nahm die Fruchtbarkeit der Gallmücken linear mit dem Logarithmus der Beutedichte zu.

EL-TITI (1972)

Die Anzahl abgelegter Eier von *A. aphidimyza* korreliert positiv mit der Besiedlungsdichte der Blattläuse, d.h. je höher die Blattlausdichte, desto mehr Eier werden abgelegt. Diese Feststellung galt sowohl, wenn die Gallmücken die Möglichkeit hatten, zwischen verschiedenen Blattlausdichten zu wählen, als auch, wenn ihnen nur eine bestimmte Blattlausdichte vorlag. Unter der Grenze von 1 Blattlaus pro 15 cm<sup>2</sup> Blattfläche wurden keine Eier abgelegt. Dies geschah auch dann nicht, wenn die Gallmückenweibchen keine andere Möglichkeit zur Eiablage hatten.

Waren die Blattläuse zum größten Teil von den Gallmückenlarven vertilgt, verhungerte ein großer Teil der *Aphidoletes*-Larven, und die Blattlauspopulation konnte sich wieder erholen.

WILBERT (1972)

Die Beziehungen zwischen Feind (*A. aphidimyza*) und Beute (Blattlaus) werden in dieser Arbeit anhand eines Regelkreises verdeutlicht.

Die Beute wird als Regelstrecke und der Feind als Regler bezeichnet (oder gegebenenfalls auch umgekehrt). Schädigung und Sättigung entsprechen Stellglied und Fühler.

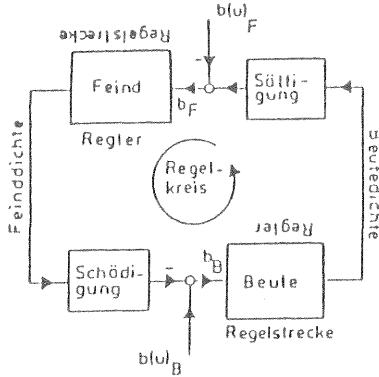


Abb. 8: Vereinfachte Darstellung eines Regelkreises aus Feind- und Beute-Population (nach WILBERT 1972)

Die Beutedichte beeinflusst den Feind und die Feinddichte die Beute. Der Einfluß erfolgt jedoch nicht auf direktem Wege, sondern indirekt über Fruchtbarkeit und Sterblichkeit.

Die jungen Eilarven weisen bei geringer Beutedichte eine hohe Sterblichkeit auf. Aufgrund ihrer noch schwachen Suchfähigkeit sind sie nicht in der Lage, ihre erste Beute zu finden und verhungern folglich. Es handelt sich dabei um einen relativen Nahrungsmangel, denn theoretisch sind meist genügend Blattläuse vorhanden; sie müssen nur gefunden werden.

MIESNER (1975)

*A. aphidimyza* reagiert auf steigende Beutedichte im Sinne des "functional response" (funktionelle Reaktion) mit der Zunahme der Zahl abgelegter Eier. Dabei wird ein sigmoider Kurvenverlauf beschrieben. Das bedeutet, daß der Anstieg der Eiablage bei niedriger Beutedichte zunächst gering ist, bei einer mittleren Beutedichte stark zunimmt und schließlich bei Annäherung an die maximale Eiablage endet. Dieser Kurvenverlauf war jedoch nur bei konzentriert angebotener Beute zu beobachten. Bei verteilt angebotener Beute war der Anstieg der Eiablage geringer, besonders bei einer mittleren Beutedichte.

ASYAKIN (1976)

Die Anzahl getöteter Blattläuse pro *A. aphidimyza*-Larve nimmt mit steigender Blattlausdichte zu. Entsprechend steigt der Anteil der Blattläuse, die nur teilweise ausgesaugt oder nur paralysiert wurden, und der Anteil ganz ausgesaugter Blattläuse sinkt mit zunehmender Blattlausdichte.

War bei einem Räuber-Beute-Verhältnis von 1:1 der Anteil ganz ausgesaugter Blattläuse am höchsten, so war bei einem Verhältnis von 1:15 die Anzahl der nur paralysierten Blattläuse größer als die Summe der ganz und teilweise ausgesaugten.

ADAMS (1977)

Die Populationsdichte der Blattläuse und die von *A. aphidimyza* beeinflussen sich gegenseitig. Mit zunehmender Dichte der Grünen Apfelblattlaus (*Aphis pomi*) auf den Blättern sank die Zahl der Blätter, die mit *Aphidoletes*-Eiern belegt wurden, um annähernd 50 % pro 100 Blattläuse. Dennoch stieg die Zahl abgelegter *Aphidoletes*-Eier pro Blatt mit zunehmender Größe der Blattlauskolonie.

Auch die Fraßleistung der *Aphidoletes*-Larven wurde durch verschiedene Beute-Prädator-Dichte-Verhältnisse beeinflusst. Allgemein konnte beobachtet werden, daß der Blattlausverzehr pro *Aphidoletes*-Larve mit zunehmender Anzahl verfügbarer Blattläuse pro Larve anstieg. Andererseits sank die Vertilgungsrate von Apfelblattläusen pro *Aphidoletes*-Larve, wenn die Konkurrenz um Beute zwischen den *Aphidoletes*-Larven größer wurde.

OLSZAK (1979)

In Polen konnte über drei Jahre der Einfluß der Populationsdichte der Blattläuse auf die Populationsdichte des Räubers *A. aphidimyza* beobachtet werden. Die Zahl der Gallmückenlarven stieg mit zunehmender Größe der Apfelblattlaus-Kolonie (*Aphis pomi*). Desgleichen stiegen die Zahl der Eier pro Blattlauskolonie und der Prozentsatz getöteter Blattläuse.

HARRIS (1982)

Die Zahl der getöteten Blattläuse pro *Aphidoletes*-Larve ist abhängig von der Dichte der Blattläuse: Je höher die Blattlausdichte, desto mehr Blattläuse werden getötet. Bei sehr hoher Blattlausdichte tritt der "over-kill-effect" ein. Es konnte beobachtet werden, daß von einer einzigen Larve innerhalb einer halben Stunde 20 Hopfenblattläuse (*Phorodon humuli*) getötet wurden. In einem anderen Fall vertilgten drei Larven eine dichte "Traube" der Schwarzen Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*) entlang eines ca. 23 cm langen *Philadelphus*-Triebes.

TRACEWSKI et al. (1984)

*A. aphidimyza* war der häufigste Prädator der Grünen Apfelblattlaus (*Aphis pomi*) in einer Apfelplantage in Hampshire (USA). Räuber und Beute traten zur gleichen Zeit auf, und der Prädator-Dichte-Index korrelierte mit dem Blattlaus-Dichte-Index.

SCHMIDBAUR (1985)

Die Aktivität von *A. aphidimyza* wird auch durch abiotische Faktoren beeinflusst. Da die *Aphidoletes*-Zucht in einem Tageslichtzuchttraum durchgeführt und während der Sommermonate auf künstliches Licht verzichtet wurde, konnte der Einfluß verschiedener Lichtbedingungen auf die Gallmücken beobachtet werden. In Schön-Wetter-Perioden (hohe Lichtintensität) konnten die Werte aus der Literatur über die Entwicklungsdauer der Larven bestätigt werden. Auf einer dicht mit Blattläusen besiedelten Paprikapflanze hatten ca. 300 Gallmückenlarven die Blattlauspopulation nach drei Tagen unter Kontrolle. Nach SCHMIDTBAUR dauerte die Entwicklung der Larven bei geringer Lichtintensität länger.

MORSE & CROFT (1987)

Es wurde beobachtet, daß die Larven von *A. aphidimyza* im dritten Stadium auf eine sich ändernde Beutedichte und Temperatur mit der Veränderung ihrer Fraßleistung reagieren ("functional response"). Das heißt, je höher die Temperatur und je größer die Beutedichte, desto mehr Blattläuse werden pro *Aphidoletes*-Larve vertilgt.

Informationen zur Populationsdynamik sind auch bei AZAB et al. (1965a), MAYR (1973), WILBERT (1973 und 1975) und FARRAR et al. (1986) zu finden.

## 5. Zuchtmethoden

### 5.1. Zucht für Forschungszwecke

WOOD-BAKER (1964)

Die hier beschriebene Zuchtmethode diente dazu, in der freien Natur gefundene Gallmückenlarven aufzuziehen, um sie dann anhand der Imagines bestimmen zu können.

Kleine, mit Blattläusen besetzte Pflanzenteile wurden zusammen mit 3-5 Cecidomyiden-Larven in Reagenzgläser gegeben und diese mit Wattestopfen verschlossen. Die Pflanzenteile mit den Blattläusen wurden alle 7-14 Tage erneuert. Es wurde darauf geachtet, möglichst immer die Pflanzenart und Blattlausart zu verwenden, bei denen die Gallmückenlarven gefunden worden waren. Die Zuchtgläser wurden in einem Labor mit Raumtemperatur und ohne direktes Sonnenlicht aufbewahrt.

Ein bis zweimal täglich wurden die ausgewachsenen Larven zum Verpuppen herausgeholt. Für die Verpuppung wurde ein Gemisch aus 3 Teilen Torf, 3 Teilen Sand und 1 Teil Gartenerde hergestellt, das Substrat in einfache Blumentöpfe gefüllt und feucht gehalten. Über die Blumentöpfe wurden Laternengläser gestülpt, die von oben mit einem "Seihtuch" abgedichtet waren. Die Töpfe mit den Puppen wurden in ein Gewächshaus gestellt, das gegen Sonneneinstrahlung schattiert war.

NIJVELDT (1966)

In einem beheizten Gewächshaus (20 °C) wurden für die Eiablage der räuberischen Gallmücke *Phaenobremia aphidimyza* (= *A. aphidimyza*) Imagines in einem Zuchtkäfig mit *Myzus persicae* auf Radieschenpflanzen freigelassen. Die Eiablage von *Phaenobremia* erfolgte auf diese Weise sehr einfach.

Für Fütterungsversuche wurden die Eier einzeln auf Radieschenblätter gelegt. Diese befanden sich einzeln in Glasschalen, die mit feuchtem Löschpapier ausgelegt waren. Die Schalen wurden von 4-8 Uhr und von 16-22 Uhr künstlich belichtet. Die Temperatur wurde bei 22 °C gehalten.

Die Verpuppung der ausgewachsenen Larven erfolgte zwischen den Löschpapierblättern.

UYGUN (1970 und 1971)

Die Dauerzucht von *A. aphidimyza* führte UYGUN in einem Kasten (51 x 61 x 35 cm) durch, der sich in einem "Lichtthermostaten" (Klimaschrank) befand. Die Seiten dieses Kastens waren mit Gaze bespannt, die Decke war aus Glas, der Boden aus Holz. Den Boden bedeckte eine 2-3 cm dicke Schicht eines Torf-Sand-Gemisches. Es wurde täglich 16 Stunden mit drei Leuchtstofflampen von je 65 Watt (2 Warm- und 1 Kaltton) beleuchtet, die Temperatur wurde bei  $21 \pm 1$  °C und die Luftfeuchtigkeit bei 85-95 % gehalten.

In den Käfig wurden getopfte Kohlrabipflanzen (*Brassica oleracea* var. *gongyloides*), Rosenkohlpflanzen (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) und teilweise auch Pferdebohnen (*Vicia faba*) gestellt. Die Kohlpflanzen waren dicht mit *Myzus persicae* und die Bohnenpflanzen mit *Aphis fabae* besiedelt. Waren die Blattläuse verteilt, wurden die Pflanzen durch neue ersetzt. Die reifen Larven verpuppten sich sowohl in der Bodenaufgabe als auch in der Blumentopferde. Deshalb wurden die alten Töpfe in einen zweiten Zuchtkasten gestellt und dort unter gleichen Bedingungen bis zum Schlüpfen der Imagines aufbewahrt. Auf diese Weise konnte UYGUN die Zucht ohne große Probleme über 3 Jahre fortführen.

Diese Methode wurde von folgenden Doktoranden am Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen für ihre Arbeiten mit *A. aphidimyza* ohne große Veränderungen übernommen: EL-TITI (1972), SELL (1975), KUO (1975), MIESNER (1975), AKEL (1979) und SCHÜLER (1980).

SELL (1975)

Aufzucht von Larven (*A. aphidimyza*) für Versuche:

Die Aufzucht gleichaltriger Larven erfolgte, indem Blätter einer Pflanze, die nur für eine Nacht zur Eiablage in der Dauerzucht gestanden hatte, zusammen mit einem feuchten Wattebausch (hohe Luftfeuchtigkeit) in eine Petrischale gelegt und um 10 Uhr in einen Klimaschrank gestellt wurden. Bei einer Temperatur von 27 °C schlüpften die Larven nach 27-28 Stunden zwischen 13 und 14 Uhr des folgenden Tages. Nun wurden die frisch geschlüpften Larven abgesammelt und in einer Hygrostatenschale über Natriumchloridlösung bei 21 °C, 16stündiger Beleuchtung und 75 % relativer Luftfeuchte aufgezogen. Gefüttert wurden die Larven täglich mit Pfirsichblattläusen (*Myzus persicae*), die von Rosenkohlpflanzen abgefegt wurden.

Aufzucht von Adulten für Versuche:

Für Versuche wurden immer nur Tiere verwendet, die innerhalb eines Tages geschlüpft waren. Dafür wurden die Larven - wie oben beschrieben - angezogen. Wenn sie die Verpuppungsreife erreicht hatten, wurden sie gemeinsam in zur Hälfte mit feuchtem Torf gefüllte Gläser umgesetzt, die oben mit einer Stoffgaze verschlossen und in einen Dunkelthermostaten bei 21 °C gestellt wurden. Nach 13-14 Tagen schlüpften die ersten Adulten. Die geschlüpften Mücken wurden täglich herausgeholt.

Die Aufzucht von Larven und Imagines von *A. aphidimyza* für Versuche ist auf ähnliche Weise in den Dissertationen von KUO (1975), LAMPE (1984), FORTMANN (1985) und HAUSER (1986) beschrieben.

EL-GAYAR (1976)

Die Zucht von *A. aphidimyza* für die hier beschriebenen Versuche wurde in einem Holzkäfig mit den Maßen 75x55x50 cm durchgeführt. Die klimatischen Bedingungen waren 20-25 °C und 70-80 % relative Luftfeuchte. Es wurde täglich 12 Stunden mit 5000 Lux belichtet. Auf dem Boden des Käfigs befand sich Erde, in der sich die reifen Larven verpuppen konnten. Täglich wurden zwei getopfte Kohlrabisämlinge (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*), die stark mit *Myzus persicae* besiedelt waren, in den Käfig gestellt. Jeweils eine Woche später wurden die grünen Pflanzenteile entfernt. Die Töpfe blieben mindestens 16 Tage im Zuchtkäfig, d.h. bis die Imagines geschlüpft waren. Mit dem täglichen Einstellen neuer Kohlpflanzen konnte der tägliche Bedarf an frisch gelegten Eiern für die Versuche (0-24 Stunden alt) gedeckt werden.

HAVELKA (1980b)

Für Versuche in der UdSSR wurde *A. aphidimyza* in 0,7 l Glaszylindern gezüchtet. Die Zylinder waren oberseitig mit Gaze abgedeckt. Mit dem unteren Ende standen sie auf einem Plastikdeckel, der einen mit Wasser gefüllten 0,5 l-Topf abdeckte. Dieser Deckel enthielt drei Öffnungen für blattlausbesetzte Bohnenpflanzen. Außerdem wurde eine Tränke mit einer 5 %igen Zuckerlösung in den Deckel gestellt. Alle Teile des Glaszylinders waren mit Gummi abgedichtet.

Für einen Tag wurden 30-50 Gallmücken-Imagines im Zylinder ausgesetzt und wieder entfernt.

Die schlüpfenden Larven wurden mit Wickenblattläusen (*Megoura viciae*) und Schwarzen Bohnenblattläusen (*Aphis fabae*) gefüttert. Waren die Larven verpuppungsbereit, wurden sie auf mit Sand gefüllte Aluminiumteller gebracht und nach der Kokonbildung ausgesiebt.

Um das Schlüpfen der Gallmücken zu sichern, wurde eine hohe relative Luftfeuchtigkeit (Optimum 100 %) angestrebt. Die Puppen wurden deshalb in Plastikzylinder mit Netzböden gegeben, die wiederum in spezielle Hygrostaten auf feuchten Sand gestellt wurden. Über alles waren Plastiktüten gestülpt.

Die Dauerzucht im Labor wurde bei 25 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80-100 % durchgeführt. Mit einer künstlichen Belichtung mit mindestens 500 Lux wurde ein 20 Stunden-Tag gewährleistet.

HAVELKA (1980c)

Die Vermehrung einer *A. aphidimyza*-Population aus Leningrad wurde im Labor bei 25 °C, 20 Stunden Belichtung pro Tag (mindestens 500 Lux) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80-100 % durchgeführt. Die Larven wurden mit *Megoura viciae* und *Aphis fabae* gefüttert.

RAWORTH (1984)

Auf dem Feld gesammelte Grünkohlblätter mit *A. aphidimyza*-Larven wurden in einem Käfig auf eine 3 cm dicke Sandschicht gelegt. Alle Wände des mit einer Zwangsbelüftung ausgerüsteten Käfigs waren durchsichtig, Vorder- und Hinterwand bestanden aus einem feinen Gitter. Die klimatischen Bedingungen im Labor wurden bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte gehalten, dabei herrschten Langtag-Bedingungen (16-Stunden-Tag). Nach 5 Tagen verpuppten sich die meisten Larven im Sand, und die Kohlblätter konnten entfernt werden. Die Gallmücken-Imagines schlüpften 8 Tage später. Nun wurden Grünkohlpflanzen, die mit der Mehligen Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) besetzt waren, zur Eiablage in den Käfig gestellt. Schon nach einer Woche waren verpuppungsreife Larven vorhanden.

FORTMANN (1985)

Die Dauerzucht von *A. aphidimyza* wurde in einem Glaszuchtkasten, der seitlich mit Gaze bespannt war, bei Temperaturen zwischen 20 und 22 °C durchgeführt. Der Käfig wurde mit vier Leuchtstoffröhren (Osram L 20W/25; = ca. 4000 Lux; 16 h L/8 h D) belichtet. Eine feuchte Torf-Sand-Schicht bedeckte den Boden des Käfigs, damit die Luftfeuchtigkeit nicht unter 70 % sank. Außerdem diente das Substrat zur Verpuppung der *Aphidoletes*-Larven. In den Käfig wurden Rosenkohl- (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*), Raps- (*Brassica napus* var. *napus*), Kohlrabi- (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) und Futterkohlpflanzen (*Brassica oleracea* var. *acephala*, 'Furchenkohl') gestellt, die dicht mit *Myzus persicae* besetzt waren. Die Pflanzen dienten sowohl zur Eiablage als auch zur Ernährung der *Aphidoletes*-Larven (Blattläuse) und Imagines (Honigtau). Alle zwei Tage wurden neue Pflanzen in die Zucht gestellt. Die alten Töpfe wurden jedoch erst nach 3-4 Wochen entfernt, da sich die Larven sowohl in der Bodenauflage als auch im Substrat der Töpfe verpuppten (s. auch ZÖLLNER (1985) und HAUSER (1986)).

GILKESON & HILL (1986b)

*A. aphidimyza* wurde an Paprikapflanzen (*Capsicum officinale* cv. Early Canada Bell) mit *Myzus persicae* vermehrt. Die Eiablage fand in Holzkäfigen statt, in denen sich 50-1000 adulte Gallmücken befanden. Die getopften Pflanzen standen in diesen Käfigen auf einem feinen Maschendraht (Maschenweite = 1 cm<sup>2</sup>), unter dem sich ein Plastiktablett mit feuchtem Torf befand. Hierin sollten sich die Larven verpuppen. Das Tablett mit den Puppen konnte von unten ausgewechselt werden, ohne die Pflanzen oder Insekten zu stören.

Die Pflanzen wurden zur Eiablage nur eine Nacht in den Käfigen belassen. Waren die Larven ausgewachsen, wurden die Pflanzen abgeschnitten und auf die Torftabletts gelegt, so daß sich die Larven im Torf verpuppen konnten.

Da Puppenkokons im Torf nur schwer zu finden sind, wurde für die Versuchstiere Baumwolle als Verpuppungsmaterial verwandt.

MORSE & CROFT (1987)

Die Zucht von *A. aphidimyza* wurde im Labor bei 25,2 °C (23,3-27,1 °C) und 45 % (25-95 %) relativer Luftfeuchte durchgeführt. Es wurde täglich 16 Stunden (von 4-20 Uhr) belichtet, wofür die Autoren 2-4 Leuchtstofflampen in einer Höhe von 10 cm über den Zuchtkäfigen aufhängten.

Da die Eiablage bei geringer Lichtintensität höher ist als bei absoluter Dunkelheit, wurde ab 20 Uhr mit einer 25 Watt-Glühbirne, die in 8 m Höhe über den Käfigen angebracht war, belichtet. Außerdem war dadurch die Beobachtung der nachtaktiven Imagines möglich.

Zur Vermehrung wurde den Gallmücken die Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* (Harris)) auf *Vicia faba* L. als Nahrung angeboten. Diese Blattlausart erwies sich wegen ihrer Größe, raschen Vermehrung und leichten Handhabung als gut geeignet. Die Grüne Apfelblattlaus (*Aphis pomi*), die der eigentliche Gegenstand der Untersuchungen war, war für die *Aphidoletes*-Zucht ungeeignet, da sich *Aphis pomi* nur schwer im Labor vermehren läßt. Für die Versuche wurde die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae* (Sulzer)) eingesetzt, die auf Weißer Rübe (*Brassica rapa* L.) und Gemeinem Stechapfel (*Datura stramonium* L.) vermehrt wurde.

Angaben zu diesem Thema sind auch zu finden bei SELL & KUO-SELL (1987).

## 5.2. Massenzucht für kommerziellen Vertrieb

BONDARENKO & ASYAKIN (1975)

Die Autoren erprobten mehrere Verfahren der *A. aphidimyza*-Zucht, von denen das folgende am effektivsten war:

Täglich werden 20 Tontöpfe mit je 14-15 Samen von Ackerbohne besät. Die Samen werden vor der Aussaat 18-20 Stunden in Wasser vorgequelllt. 5 Tage nach der Aussaat werden 12 Bohnentöpfe mit Wickenblattläusen besetzt (ca. 20 Blattläuse pro Pflanze). Um eine vorzeitige Besiedlung der Pflanzen mit Gallmücken zu vermeiden, werden die Töpfe mit den Pflanzen einzeln in Käfige (40x40x40 cm) gestellt. In den Käfigen werden Bedingungen von 24-26 °C, 1100 Lux und 40-50 % relativer Luftfeuchtigkeit eingehalten. Zwei Tage nach der Blattlausaussetzung werden je 200 befruchtete Gallmückenweibchen für 24 Stunden in den Käfigen freigelassen; sie legen in dieser Zeit je 250-280 Eier auf den blattlausbesetzten Bohnenpflanzen ab.

Schon nach zwei Tagen schlüpfen die Eilarven. Nach weiteren drei Tagen werden die Pflanzen abgeschnitten und mitsamt den Larven und Blattläusen in kleinere

Käfige (20x15x15 cm) gelegt. Diese Käfige werden in einem durch Plastikfolie abgetrennten Teil des Labors aufgestellt, in dem eine relative Luftfeuchtigkeit von 80 % eingehalten werden kann. Auf dem Boden des Käfigs befindet sich als Verpuppungsmaterial eine 2 cm dicke Sandschicht (der Sand wurde vorher durchgeglüht und durch ein feines Sieb gegeben). Die Larven werden täglich zweimal mit Wickenblattläusen der übrigen 8 Bohntöpfe gefüttert, bis alle Larven verpuppt sind (ca. 9 Tage nach dem Schlüpfen). Anschließend werden die Puppenkokons aus dem Sand gesiebt (0,25 mm Maschenweite) und entweder gleich im Gewächshaus ausgebracht oder gelagert.

Ein Zyklus - von der Aussaat der Bohnen bis zum Aussieben der Puppenkokons - dauert 18 Tage. Mit dieser Methode wurden von den Autoren täglich 7000-10000 *Aphidoletes*-Kokons gewonnen.

MARKKULA & TIITTANEN (1976a)

Als Ziel der Massenproduktion von *A. aphidimyza* wird angesehen, mit so wenig Arbeit wie möglich eine bestimmte Anzahl Gallmückenpuppen gleichen Alters zu erzeugen.

In verschiedenen Versuchen hatte sich die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) auf Paprika und Auberginen als beste Kombination für die Gallmücken-zucht erwiesen. Paprika und Auberginen gewähren eine hohe Vermehrungsrate der Pfirsichblattläuse und zeigen nur geringe Saugschäden. Auberginen und Paprika werden regelmäßig alle zwei Wochen ausgesät. Die Kultur der Pflanzen wird in Töpfen durchgeführt, bei 20-30 cm Pflanzenhöhe werden 3 Pflanzen in einen Käfig gestellt. Jede Pflanze wird mit 50 Pfirsichblattläusen besetzt. Nachdem sich die Blattläuse ausreichend vermehrt haben, werden die Käfige in ein Labor mit Raumtemperatur gebracht. In jedem Käfig werden 70 Gallmückenweibchen und 30 Gallmückenmännchen freigelassen. Innerhalb von 2 Tagen legen die Weibchen ungefähr 3000 Eier ab. Danach werden die Pflanzen aus den Käfigen herausgeholt. Wenn die *Aphidoletes*-Larven ihr letztes Entwicklungsstadium erreicht haben, werden die Blätter mit den Larven von den Pflanzen abgetrennt und in mit Sand gefüllte Container zum Verpuppen gelegt. Kurz vor dem Schlüpfen der Gallmücken-Imagines wird der Sand mit den Puppen ins Gewächshaus gebracht.

Die Gallmücken-zucht kann im 16-Stunden-Langtag das ganze Jahr durchgeführt werden, oder man läßt die Tiere im natürlichen Kurztag in Diapause gehen und nimmt die Zucht erst wieder auf, wenn es nötig ist.

MARKKULA et al. (1979c)

Verschiedene Verpuppungssubstrate wurden auf ihren Einfluß auf die Dauer der Puppenruhe und auf die Schlupfrate der Imagines von *A. aphidimyza* untersucht. Sand, Torf, Vermiculit, Perlite, Steinwolle und Gemische aus den eben genannten

Substraten wurden als Verpuppungssubstrat verwendet. Die Schlupfrate der Imagines wurde nur bei Verwendung von Perlite negativ beeinflusst. Bei der Dauer der Puppenruhe waren keine statistisch gesicherten Unterschiede zu erkennen.

Da die *Aphidoletes*-Puppen im Verpuppungssubstrat versandt werden, war das Gewicht das entscheidende Kriterium für die Wahl des Substrates. Das leichteste Substrat war Torf.

#### RIMPILÄINEN (1980)

Diese Publikation beschreibt eine Weiterentwicklung und Verbesserung der Zuchtmethode von *A. aphidimyza*, die von MARKKULA & TIITTANEN (1976a) entwickelt wurde.

Die Aufgabe der Massenproduktion ist, so viele Puppen gleichen Alters wie möglich in der kürzest möglichen Zeit und auf kleinstmöglichem Raum zu produzieren. Zunächst gilt es, die Faktoren, die die Eiablage beeinflussen, zu optimieren: Wirtspflanze (s. Kap. 4.1.2.2.), Blattlauspopulation (s. Kap. 4.4.) und klimatische Bedingungen. RIMPILÄINEN stellte fest, daß die Produktion von *A. aphidimyza* im Gewächshaus wirtschaftlicher ist als im Labor, da hierfür weniger Arbeit und weniger Zeit benötigt wird.

Als Ergebnis der Untersuchungen konnte ein Plan für eine rationelle Massenproduktion im Gewächshaus aufgestellt werden:

1. Das erste Gewächshaus dient der Pflanzenanzucht. Hier werden Paprikapflanzen (*Capsicum annuum*) bis zu einer Höhe von 30 cm angezogen.
2. Im zweiten Gewächshaus ist die Blattlauszucht untergebracht. Die Paprikapflanzen aus dem ersten Haus werden hier mit der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) infiziert.
3. Im dritten Gewächshaus findet die Gallmücken-zucht statt. Die blattlausbesiedelten Pflanzen werden hier (6 Pflanzen/m<sup>2</sup>) ausgepflanzt, und anschließend wird eine "beträchtliche" Anzahl Gallmückenpuppen ausgestreut. Der Höhepunkt der Larvenproduktion ist nach 3 Wochen erreicht, da eine Generation bei 20 °C 3 Wochen dauert.
4. Die Pflanzen werden nach 3-4 Wochen ausgetauscht, also zu einem Zeitpunkt, zu dem die meisten *Aphidoletes*-Larven verpuppt im Boden liegen. Dadurch wird gewährleistet, daß immer frische Pflanzen für die Eiablage zur Verfügung stehen.
5. Andere natürliche Feinde der Blattläuse und auch Gegenspieler der Gallmücken sind unter Kontrolle zu halten.
6. Das Gewächshaus für die Massenzucht der räuberischen Gallmücke sollte schattiert sein, eine hohe relative Luftfeuchtigkeit und Temperaturen um 20 °C haben. Die Bodentemperatur sollte 10 °C nie unterschreiten; das Substrat ist feucht zu halten.

Mit dieser Methode können mehrere Tausend Gallmückenpuppen auf 5-10 m<sup>2</sup> Gewächshausfläche pro Tag produziert werden. Als Verpuppungssubstrat hat sich feiner Torf als am geeignetsten erwiesen. Torf ist leicht (wichtig für den Versand), hält die Feuchtigkeit gut und gewährleistet eine hohe Schlupfrate.

HAVELKA & RUZICKA (1984)

Die Autoren empfehlen für eine Massenzucht von *A. aphidimyza* die Blattlausart *Megoura viciae* als Larvenfutter, da *M. viciae* ein schnelleres Biomassewachstum aufweist und leichter zu handhaben ist als z.B. *Myzus persicae* oder *Acyrtosiphon pisum*. Für die Eiablage wird *Aphis fabae* empfohlen.

LIEBURG & RAMAKERS (1984)

Die hier beschriebene Methode basiert auf den Massenzuchtverfahren von BONDARENKO & ASYAKIN (1975) und MARKKULA & TIITTANEN (1976a) und soll die Ernte der verpuppungsbereiten Larven von *A. aphidimyza* vereinfachen:

Zunächst werden Paprikapflanzen bis zu einer Höhe von ca. 25 cm angezogen. Diese Pflanzen kommen dann in ein zweites Gewächshaus, wo sie mit der Grünen Pfirsichblattlaus infiziert werden. Nach zwei Wochen werden die blattlausbesetzten Pflanzen in ein drittes Gewächshaus gebracht, in dem eine Gallmücken-Population unterhalten wird. Hier kann die Eiablage der Gallmückenweibchen erfolgen. Wenn die *Aphidoletes*-Larven das dritte Larvenstadium erreicht haben, werden die Pflanzen in eine spezielle Larven-Sammeleinrichtung ("collecting unit") gestellt. Die verpuppungsbereiten Larven fallen von den Pflanzen auf schräge Platten, von denen sie durch fließendes Wasser aus perforierten Leitungen über Rinnen in einen "Kollektor" gespült werden. Noch vor dem Kollektor werden grobkörnige Bestandteile mit einem Sieb (2000 µm) aus dem Wasser ausgesiebt. Im Kollektor selbst werden die Larven von einem 160 µm-Sieb aufgefangen. Die Larven liegen größtenteils unbeweglich in einem dünnen Film fließenden Wassers.

Bei einer Wassertemperatur von 20 °C können die Larven eine Woche in dem Kollektor überleben. Um aber zu verhindern, daß sich die Larven verpuppen, ohne einen Kokon zu bilden, muß die Wassertemperatur auf 15 °C abgesenkt werden, weil hierdurch die Entwicklung der Larven verlangsamt wird.

Die Anzahl der geernteten Larven wird mit einem Meßzylinder bestimmt; 1 ml entspricht ungefähr 750 Larven.

Mit der Sammeleinrichtung, die 40 Paprikapflanzen tragen kann, können ungefähr 2000 Larven pro Tag gesammelt werden.

Die Larven werden in Petrischalen mit Baumwolle als Verpuppungsmaterial gesetzt. Baumwolle hat gegenüber Sand den Vorteil, daß Entwicklung und Zustand der Gallmücken beobachtet werden können. Die Petrischalen werden über gesättigter

KNO<sub>3</sub>-Lösung (relative Luftfeuchte 92,5 % bei 25 °C) gelagert, um ein Austrocknen zu verhindern.

Bei dieser Methode des Sammelns und Lagerns schlüpfen ca. 85 % der Puppen bei 25 °C. Selbst bei einer längeren Kühlungslagerung (45 Tage bei 10 °C) wurden ähnliche Schlupfraten erzielt.

#### ARWECK & ARWECK (1988)

Die Massenzucht von *A. aphidimyza* mit der Grünen Getreideblattlaus (*Schizaphis graminum*) als Beutetier wird von den Verfassern wie folgt dargestellt:

1. Tag: Aussaat Getreide in 4 Balkonkästen mit 80 cm Länge; Wintergerste; ca. 900 Korn/Kasten; gebeizt; Standort Gewächshaus; Stellfläche ca. 1 m<sup>2</sup>; 0,5 Arbeitskraftstunden (Akh)
3. Tag: Auflaufen des Getreides; Aufstecken der U-förmigen Gitter; 0,1 Akh
5. Tag: Umstellen der Kästen in Aphiden-Zucht; Belegen mit Aphiden aus Aphiden-Mutterzucht, *Schizaphis graminum*, ca. 1000 Stück/Kasten; Standort Kunstlichtraum, Grundfläche 2x3 m; 16 h Tageslänge; 22-25 °C; 1 Akh
12. Tag: Umstellen der Kästen in *Aphidoletes*-Raum; Kunstlichtraum, Grundfläche 2,5x3,4 m; ca. 24 °C; 16 h Tageslänge, 1 natürliche Dämmerung; Besprühen mit Honiglösung (1 Teelöffel Honig auf 300 ml Wasser); 1 Akh
- 12.-15. Tag: Eiablage *A. aphidimyza* zu Aphiden-Kolonien (ca. 150 Imagines von *A. aphidimyza* für 4 Kästen)
15. Tag: Auflegen der Kästen auf Erntetisch; Standort *Aphidoletes*-Raum (s.o.); Kästen liegen auf Bänken, Getreide mit Aphiden und Larven von *A. aphidimyza* ragt über wassergefülltes Becken; verpuppungsreife Larven fallen ins Wasserbad; 0,2 Akh
- 18.-22. Tag: Ernte der Larven von *A. aphidimyza* in 2-3-tägigem Abstand; Wasser wird über Auslauf abgelassen, Larven werden mit einem Sieb aufgefangen und volumetrisch gezählt; Verpuppung in Torf in den Versandgefäßen; 3,5 Akh
- 25 -27. Tag: Spätester Versandtermin nicht kühlgelagerter Larven
- 28 -32. Tag: Schlüpfen der Imagines von *A. aphidimyza* bei 22 °C, 16 h Tageslänge

Als Gesamterntemenge von 4 Kästen geben die Verfasser eine Anzahl von 5000-8000 *Aphidoletes*-Larven an, der Gesamtarbeitsbedarf für diese Menge wird mit ca. 7 Akh berechnet.

Weitere Angaben zu diesem Kapitel sind bei POPOV & BELOUSOV (1987) und POPOV et al. (1987) zu finden.

### 5.3. Offene Dauerzucht im Gewächshaus

EL-TITI (1972 und 1974a)

Die Blattlausbekämpfung mit *A. aphidimyza* ist nur wirksam, wenn eine ausreichende Blattlauspopulation vorhanden ist, da die Weibchen ihre Eier nur in Blattlauskolonien ablegen. Um eine Bekämpfung schon bei beginnendem Befall zu ermöglichen, versuchte EL-TITI eine offene Dauerzucht von *A. aphidimyza* direkt im Gewächshaus, in dem die Pflanzen kultiviert wurden, durchzuführen. EL-TITI weist darauf hin, daß für eine Dauerzucht eine Blattlausart verwendet werden muß, die für die Kulturpflanzen ungefährlich ist. In Versuchen mit Kohlpflanzen wurde daher die Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*) auf *Vicia faba* verwendet.

In jedes Gewächshaus wurden zwei Schalen mit stark von *Acyrtosiphon* besiedelten Bohnenpflanzen (*Vicia faba*) gestellt. Anschließend wurden darauf 250 Gallmücken-Imagines und ca. 300 Larven freigelassen. Sobald die Blattläuse auf den Bohnenpflanzen von den Gallmücken vertilgt waren, ersetzte EL-TITI die alten durch neue Bohnenschalen, die gut mit Blattläusen besetzt waren. Die alten Schalen blieben jedoch noch so lange stehen, bis die letzten Mücken aus den Puppen geschlüpft waren. Somit war eine ausreichende Ernährung der Gallmücken gesichert, auch für die Zeit, in der die Kulturpflanzen noch blattlausfrei waren. Schon nach 2 Monaten befand sich im Gewächshaus eine große Anzahl von räuberischen Gallmücken.

EL-TITI stellte fest, daß auch einzelne Befallsherde von *Myzus persicae* im Kohlbestand sehr gut von den Weibchen gefunden und sehr reichlich mit Eiern belegt wurden. Die Ausbreitung der Blattläuse auf andere Pflanzen konnte zwar nicht ganz vermieden werden, wurde aber doch stark eingeschränkt.

Der Befall der Kohlpflanzen mit *Myzus persicae* wurde von *A. aphidimyza* während der gesamten Versuchsdauer auf einem sehr niedrigen und "erträglichen" Niveau gehalten.

ASYAKIN (1977)

a) Die Vermehrung von *A. aphidimyza* in "Produktionstreibhäusern":

Um die Vermehrung der Melonenblattlaus an Gurken unter Glas in Grenzen zu halten, führte ASYAKIN eine Zucht von *A. aphidimyza* in einem Produktionsgewächshaus durch. Hierfür wurden Futterbohnen (*Vicia faba*) mit der Wickenblattlaus (*Megoura viciae*) ca. 10 Tage nach der Aussaat (100 Samen pro Kasten) besetzt. Die Bohnenkästen wurden nun in den Gewächshäusern (5 Kästen pro 600 m<sup>2</sup>) ausgestellt und noch am gleichen Tag mit Gallmücken belegt. Es wurden entweder 5 Kokons oder 5 Larven des 3. Larvenstadiums ausgebracht. Von nun an mußte nur für eine ausreichende Versorgung der Gallmückenlarven mit Wickenblattläusen gesorgt werden, bis sich genug Melonenblattläuse auf den Gurken befanden, so daß die Gallmücken auf die Gurkenpflanzen übersiedeln konnten.

So erreichte ASYAKIN, daß die Anzahl der Blattläuse auf den Gurken bis zum Ende der Vegetationsperiode keine die Kultur gefährdenden Ausmaße annehmen konnte.

Eine Alternative zu den Kästen ist, die Bohnen direkt auf einem Beet im Gurkengewächshaus auszusäen und dort mit der Wickenblattlaus zu infizieren.

b) Die Vermehrung von *Aphidoletes* im "Zuchttreibhaus" des Betriebes:

Hierfür wurde 1973 eine Fläche von 280 m<sup>2</sup> zwischen zwei Gewächshäusern mit einer Polyäthylenfolie abgedeckt. Darunter wurden Bohnen in 5 Sätzen (eine Woche Abstand) ausgesät. 10 Tage nach der Aussaat wurden die Pflanzen mit *Megoura viciae* (20 Blattläuse pro Pflanze) besetzt, nach weiteren 10 Tagen wurden die Gallmücken als Kokons auf dem Pflanzensubstrat (nur des ersten Satzes) ausgelegt (150 Stück pro m<sup>2</sup>).

Der Nachteil dieser Methode liegt darin, daß das ständige Vorhandensein der Gallmücken im Zuchttreibhaus die Populationsdichte der Wickenblattlaus so weit verringert, daß nicht mehr genug Nahrung für die Gallmückenvermehrung vorhanden ist.

Um diesem Mangel Abhilfe zu leisten, teilte ASYAKIN 1975 das Zuchtgewächshaus in drei voneinander gut isolierte Sektoren auf. Die drei Sektoren wurden nun einzeln mit zeitlichen Abständen jeweils zuerst mit Wickenblattläusen und anschließend mit Gallmückenkokons besetzt. Nachts wurden die Lüftungsklappen geschlossen gehalten, damit die nachtaktiven Imagines nicht in andere Sektoren fliegen konnten.

ASYAKIN bevorzugt das Verfahren a), weil hierbei die Vermehrung von *Aphidoletes* voll in das Kulturgeschehen integriert und somit am wenigsten äußeren Störungen ausgesetzt ist. Dennoch wird bei Verfahren b) in verbesserter Form eine höhere Anzahl Gallmücken "produziert".

HANSEN (1983)

In Dänemark wurde versucht, die Paprikakultur im Gewächshaus durch eine mehrjährige offene Dauerzucht von *A. aphidimyza* blattlausfrei zu halten. Als wichtigstes Prinzip der offenen Dauerzucht gilt es, die Gallmücken mit einer ständigen Nahrungsreserve zu versehen, d.h. einer Beuteart, die die Hauptkultur nicht angreift. Dafür wurde die Wickenblattlaus (*Megoura viciae*) ausgewählt und auf *Vicia faba* vermehrt. Gleich nach dem Pflanzen des Paprikas wurden Kisten mit Bohnenpflanzen, die dicht mit Wickenblattläusen besetzt waren, in die Gewächshäuser gestellt. Bis sich eine ausreichende Blattlauspopulation auf dem Paprika gebildet hatte, wurden ständig neue Wickenblattläuse nachgeliefert, damit sich die Gallmücken vermehren konnten.

Die Blattläuse am Paprika, vornehmlich *Myzus persicae*, konnten dank der offenen Dauerzucht von *Aphidoletes* erfolgreich unter Kontrolle gehalten werden.

Auch in den beiden darauffolgenden Jahren konnten die Gallmücken wieder aktiv werden, weil schon am Ende der Diapause Bohnenpflanzen mit *Megoura viciae* zu ihrer Ernährung bereitstanden. Ein zusätzliches Ausbringen von *Aphidoletes* war nur dann erforderlich, wenn schon vor dem Schlüpfen der ersten Gallmücken (sie überwintern im Gewächshaus) die Gemüsepflanzen von Blattläusen befallen waren, da in diesem Fall die Blattläuse einen Vorsprung hatten.

Weitere Angaben zu diesem Kapitel sind auch bei HOYER & EIMERS (1988) zu finden.

## 6. Anwendung

### 6.1. Anwendungsbereiche

MARKKULA & TIITTANEN (1980)

In Finnland setzten 1978 ca. 70 Gärtner die Gallmücke *A. aphidimyza* zur biologischen Bekämpfung von Blattläusen ein. Es wurden ungefähr 100 000 Puppen gekauft. Die Hälfte der eingesetzten Gallmücken wurde in landwirtschaftlichen Schulen und in Krankenhäusern ausgebracht.

Hauptsächlich wurden Blattläuse in Gemüsekulturen unter Glas erfolgreich mit *Aphidoletes* bekämpft. Auch im Zierpflanzenbau wurden gute Ergebnisse erzielt. Jedoch war der Einsatz im Zierpflanzenbau auf den Beginn der Wachstumssaison beschränkt, denn sowohl Topfpflanzen als auch Schnittblumen müssen beim Verkauf vollständig frei von Schädlingen, Exuvien und auch Nützlingen sein. Deshalb war es nötig, die Pflanzen vor der Vermarktung mit chemischen Präparaten zu "säubern".

Der Einsatz von *A. aphidimyza* im Freiland erwies sich nicht als besonders wirksam, außer in dichten schattigen Büschen, die den natürlichen Ansprüchen der Gallmücke an die Umwelt am nächsten kamen. Es wurden Blattlauskolonien in Ziersträuchern, Gartenrosen sowie Roten und Schwarzen Johannisbeeren sehr wirksam dezimiert.

PEDERSEN et al. (1983)

Im Gemüsebau unter Glas, sowohl im Erwerbsanbau als auch im Hobbybereich, ist die Blattlausbekämpfung mit *A. aphidimyza* sehr einfach durchführbar und auch sehr wirkungsvoll.

Im Freiland können lediglich an warmen und windgeschützten Stellen Blattläuse von den Gallmücken - z.B. auf Rosen - weitestgehend unter Kontrolle gehalten werden.

Im Erwerbsanbau von Zierpflanzen unter Glas ist der Einsatz von *A. aphidimyza* noch sehr eingeschränkt, da die Pflanzen bei der Vermarktung schädlingsfrei sein

müssen. Dieses Problem kann aber aufgehoben werden, wenn die Pflanzen kurz vor ihrer Vermarktung einmal mit einem chemischen Präparat behandelt werden, gesetzt den Fall, daß sich noch Schädlinge auf den Pflanzen befinden. Nicht geeignet ist der Einsatz von *Aphidoletes*, wenn es sich um Kulturen handelt, bei denen vorzusehen ist, daß sie häufiger mit chemischen Präparaten gegen Pilzkrankheiten oder andere Schädlinge behandelt werden müssen, die nicht nützlingsschonend sind, oder bei Kurztag-Kulturen, bei denen die Blüte durch die gleichen Bedingungen eingeleitet wird, die bei *Aphidoletes* die Diapause induzieren.

Erfolgversprechend ist dagegen der Einsatz von *Aphidoletes* in Mutterpflanzenkulturen. Der Weg bis zum Endprodukt ist so weit, daß mögliche kleinere Schäden noch auswachsen können.

Der Einsatz von *Aphidoletes* in der Wohnung ist weniger erfolgversprechend, weil die Luftfeuchtigkeit auf den Fensterbänken häufig den Anforderungen der Gallmücken nicht genügt. Besser verhält es sich in Wintergärten. Hier können die Gallmücken durchaus gute Wirkungen erzielen.

Tab. 51 Anwendungsbereiche von *Aphidoletes aphidimyza*

| Land          | Autor                           | Gemüse  |                               | Zierpflanzen          |          | sonstige Bereiche |  |
|---------------|---------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|--|
|               |                                 | unter Glas                                      | Freiland                      | unter Glas            | Freiland | unter Glas        | Freiland   |
| UdSSR         | ASYAKIN (1977)                  | Gurke, Salat,<br>Mangold                        | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| UdSSR         | BONDARENKO &<br>ASYAKIN (1975)  | Gurke   | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| UdSSR         | BONDARENKO (1987)               | Gurke, Tomate,<br>Paprika                       | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| UdSSR         | POPOV et al.<br>(1987)          | -   | -                             | Rosen                 | -        | -                 | -  |
| Skandinavien  | SCOPES (1980)                   | Gurke   | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| Finnland      | MARKKULA et al.<br>(1979a)      | Paprika, Tomate,<br>Gurke                       | Getreide<br>(geringer Erfolg) | Chrysanthem.<br>Rosen | -        | -                 | Gemüse und Zierpflanzen<br>(Schul- und Krankenhausa-<br>gärten)<br>Ziersträucher,<br>Johannisbeeren<br>Rosen (an windgeschützten<br>Steilen) |
| Finnland      | MARKKULA &<br>TIITANEN (1980)   | x   | -                             | x                     | -        | -                 | -  |
| Dänemark      | PEDERSEN et al.<br>(1983)       | x   | -                             | x                     | -        | -                 | -  |
| BRDeutschland | BÜHL (1986)                     | Bohnen, Paprika,<br>Tomate, Gurke,<br>Aubergine | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| BRDeutschland | BÜHL (1987, mdl.<br>Mitteilung) | -   | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| BRDeutschland | HOYER & EIMERS<br>(1987)        | Aubergine,<br>Paprika                           | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| BRDeutschland | HOYER & EIMERS<br>(1988)        | Paprika   | -                             | -                     | -        | -                 | -  |
| DDR           | ADAM (1987)                     | x   | -                             | x                     | -        | -                 | -  |
| USA           | MEADOW et al.<br>(1985)         | Tomate, Paprika, Tomate, Paprika                | -                             | -                     | -        | -                 | -  |

x: *A. aphidimyza* wird eingesetzt (jedoch keine Angaben zur Kultur)

-: keine Angaben

### 6.2. Absatzmengen und Anwendungsflächen

MARKKULA & TIITTANEN (1982)

In Finnland nahm die Firma Kemira Inc. im Jahr 1978 die räuberische Gallmücke *A. aphidimyza* in ihr Programm auf. Die Zahl der *Aphidoletes*-Anwender blieb über die Jahre relativ konstant.

Jährlicher Absatz der Firma Kemira Inc.:

| Jahr | <i>A. aphidimyza</i> |
|------|----------------------|
| 1978 | 90000 Stück          |
| 1979 | 80000 "              |
| 1980 | 80000 "              |
| 1981 | 90000 "              |

BONDARENKO (1987)

In der Sowjetunion wurde 1985 die Blattlausbekämpfung auf 68 ha Gewächshausfläche mit der räuberischen Gallmücke *A. aphidimyza* durchgeführt, die Anwendungsflächen nehmen zu.

LENTEREN (1987)

In dieser Veröffentlichung wird eine Statistik über die Einsatzflächen verschiedener Nützlinge pro Jahr wiedergegeben.

Es ist ein Anstieg der Flächen, auf denen *A. aphidimyza* ausgesetzt wurde, von 1978 bis 1985 festzustellen. Der Anteil des *Aphidoletes*-Einsatzes am gesamten Nützlingseinsatz ist sehr gering.

### 6.3. Lagerung, Transport und Ausbringung

EL-TITI (1972 und 1974a)

Die Ausbringung von *A. aphidimyza* im Gewächshaus erfolgte in Form von Imagines oder Kokons. Die Eier erwiesen sich als zu empfindlich für die Verteilung im Gewächshaus.

Die Imagines wurden in kleinen Glasröhrchen zum Gewächshaus transportiert und dort freigelassen. Die Eiablage der Weibchen im Gewächshaus war nicht befriedigend. Offenbar haben die Tiere während des Transportes zu stark gelitten, oder es hat bei einigen Tieren keine Kopula stattgefunden.

Bei einem Versuch im Dezember war die Eiablage höher als im Juli. Es wird vermutet, daß die Tiere wegen der niedrigeren Temperaturen während des Transportes weniger belastet wurden.

In einem weiteren Versuch wurden die Gallmücken als Puppen in ihrem Verpuppungsmedium in das Gewächshaus transportiert. Dadurch wurden mögliche Transportschäden ausgeschlossen. Die Eiablage der Weibchen war sehr hoch.

#### ASYAKIN (1977)

Die Ausbringung von *A. aphidimyza* kann als Larve, als Puppenkokon, aber auch als Imago erfolgen. Als am günstigsten erwies sich jedoch die Ausbringung der Kokons wegen ihrer guten Transportfähigkeit und der Einfachheit ihrer Ausbringung. Bei Entdeckung der ersten Blattlauskolonien auf den Pflanzen werden die Kokons in der Mitte des Gewächshauses auf dem Boden ausgelegt. Um ein Austrocknen der Kokons zu verhindern, müssen sie täglich mit Wasser befeuchtet werden.

#### MARKKULA & TIITTANEN (1977)

Das Ausbringen von *A. aphidimyza* im Gewächshaus als Imagines erwies sich als wenig sinnvoll. Zum einen legten die Weibchen im Gewächshaus nach dem Freilassen zu wenig Eier ab, zum anderen war das Einsammeln der Imagines im Labor zu zeitaufwendig, und die Mücken erlitten dabei leicht Schaden.

Eine andere Möglichkeit war, die Larven (1. Stadium) in die Gewächshäuser zu transportieren, doch verschwanden die Larven sehr schnell von den Pflanzen, ohne die Blattlauspopulation verringert zu haben. Der Grund dafür ist ihr "Hang zum Springen", wenn sie gestört werden, und das Übersetzen auf die Pflanze ist als Störung anzusehen. Die Larven springen vom Blatt und können ihre Beute nicht mehr finden. Folglich wurde auch diese Methode als ungeeignet angesehen.

Die erfolgreichste und einfachste Methode war, Puppen in die Gewächshäuser zu bringen. Die Puppen wurden einen Tag vor ihrem vorausberechneten Schlupftermin in denselben Behältern, in denen die Verpuppung stattgefunden hatte, auf dem Erdboden zwischen den Pflanzen ausgesetzt. Schon eine Woche später wurden auf den Pflanzen die ersten Larven entdeckt.

#### HAVELKA (1980a und b)

Für die kurzfristige Lagerung von *A. aphidimyza* (bis 2 Monate) können Puppenkokons verwendet werden, deren Larven nicht in Diapause sind. Die Lagerung findet bei 4 °C statt. Die Mortalität steigt mit zunehmender Dauer der Lagerung, nach 30 Tagen betrug sie 50 % und nach 80 Tagen 80 %.

Für eine langfristige Lagerung müssen Larven in tiefer Diapause verwendet werden. Bei 20 °C und kurzer Tageslänge Licht:Dunkel (LD=12:12) ist die Lagerung

problemlos. Nach 6 monatiger Lagerung und einer Reaktivierung bei LD=20:4 und 25 °C betrug die Sterblichkeit nur 28%.

Unabhängig von der gewählten Lagerungsmethode war für eine maximale Schlupfrate der Imagines eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % Voraussetzung.

BÜHL (1986)

Der Versand von *A. aphidimyza* erfolgt als Puppenkokons in ihrem Verpuppungsmedium, das heißt in feuchtem Torf. Dieser Torf wird in kleinen Häufchen im Gewächshaus gleichmäßig verteilt. Es ist darauf zu achten, daß der Torf bis zum Schlüpfen der Imagines feucht bleibt, um eine möglichst hohe Schlupfrate zu erzielen. Dieses Problem löst sich von allein, wenn das Gewächshaus über Bewässerungsschläuche bewässert wird und die Torfhäufchen in der Nähe der Wasseraustrittsöffnungen ausgebracht werden.

BONDARENKO (1987)

Die Gallmücken (*A. aphidimyza*) können sowohl als Kokons als auch als Larven ausgebracht werden. Die Larven des zweiten Entwicklungsstadiums wurden in Wasser schwimmend ausgebracht.

ANONYM (1985)

Die Firma Neudorff verschickt in der Bundesrepublik Deutschland die *Aphidoletes*-Puppen eingebettet in feuchtem Torf in Plastikbehältern per Post. Es wird darauf hingewiesen, daß im Winter der Versand nur bei Temperaturen über dem Gefrierpunkt erfolgt. Unmittelbar nach dem Eintreffen der Lieferung wird der Torf in mehreren kleinen Häufchen auf den Blumentöpfen oder auf der Erde verteilt. Es ist darauf zu achten, daß der Torf für mindestens eine Woche feucht gehalten wird. Nach 1-2 Wochen sind die letzten Imagines geschlüpft.

Die Anwendung von *A. aphidimyza* mittels einer offenen Dauerzucht wurde schon in Kap. 5.3. ausführlich beschrieben. Hinweise zur Ausbringung im Gewächshaus sind auch bei BONDARENKO (1975), WILBERT (1975), EKBOM (1979) und HOYER & EIMERS (1988) zu finden. Zur Lagerung siehe auch FORSBERG (1980).

#### 6.4. Aufwandmenge und Effektivität

EL-TITI (1972 und 1974a)

Die Freilassung der Imagines von *A. aphidimyza* im Gewächshaus hatte eine starke Reduzierung des Blattlausbefalls (*Myzus persicae*) auf Kohlpflanzen zur Folge. Diese Wirkung trat jedoch je nach Anzahl der ausgesetzten Weibchen erst

nach 2-7 Wochen ein. Die Blattlauspopulation wurde nicht vollständig ausgerottet, sondern erholte sich allmählich wieder.

BONDARENKO (1975)

Wurden 1972 in einem Gewächshaus 95 adulte *A. aphidimyza* oder 140 Kokons pro m<sup>2</sup> ausgebracht, um eine sehr hohe Blattlausdichte auf den Gurkenpflanzen zu unterdrücken (s. ASYAKIN 1977), so reichte 1974 die Ausbringung von durchschnittlich 3,5 Gallmückenkokons pro m<sup>2</sup> (in Glasgewächshäusern) bzw. 2,7 Kokons pro m<sup>2</sup> (in Foliengewächshäusern), wenn der Einsatz schon bei dem ersten Auftreten der Blattläuse erfolgte. Ein wichtiger Grund, warum zuletzt geringere Ausbringungsmengen ausreichten, ist der, daß eine beträchtliche Zahl von Gallmücken im Gewächshaus überwintert hatte.

Außerdem ist die Gallmücke am effektivsten, wenn die Blattlauspopulation noch sehr gering ist. Für den Fall, daß die Blattlauspopulation erst "außer Kontrolle geraten" ist, empfiehlt BONDARENKO zunächst den Einsatz eines gefräßigeren Blattlausfeindes, z.B. der Gemeinen Florfliege (*Chrysopa carnea*) als "lebendes Insektizid".

BONDARENKO & ASYAKIN (1975)

Auf einer Gewächshausfläche von 29 360 m<sup>2</sup> (1973) resp. 42 510 m<sup>2</sup> (1974) konnte durch den Einsatz von *Phytoseiulus* (Raubmilbe) und *A. aphidimyza* in einer Gurkenkultur während der ganzen Saison auf die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel verzichtet werden.

MARKKULA (1976) und MARKKULA & TIITTANEN (1977)

Gute Erfolge bei der Bekämpfung der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) an Rosen und Paprika unter Glas wurden durch die Ausbringung von 3 *Aphidoletes*-Kokons pro 10 Blattläuse erzielt, sofern die Ausbringung rechtzeitig im Anfangsstadium des Befalls erfolgte. Eine geringere Aufwandmenge war wirkungslos; die Blattläuse vermehrten sich zu stark und begannen zu schädigen, bevor die Wirkung der Gallmücken sichtbar wurde.

ADAMS (1977)

Das natürliche Auftreten von *A. aphidimyza* in Apfelplantagen in Massachusetts (USA) war die Ursache einer hohen Mortalität der Grünen Apfelblattlaus (*Aphis pomi*) und somit einer drastischen Reduzierung der Blattlauspopulation.

Obwohl die Gallmücken in den Plantagen überwinterten, konnte ein Schaden durch Blattläuse im Frühjahr nicht verhindert werden, denn sie beendeten ihre Winterruhe nicht vor Mitte Juni.

Durch die Anwendung selektiv wirkender Insektizide konnte die Blattlauspopulation unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle (50 Blattläuse pro Terminalblatt) gehalten werden, bis die ersten Gallmücken Mitte Juni erschienen. Auf diese Weise war es möglich, die Blattlauspopulation während der ganzen Saison wirksam zu unterdrücken.

In Käfigen durchgeführte Versuche zeigten, daß ein Verhältnis bis zu 15 Blattläuse pro Gallmücke am effektivsten bei der Unterdrückung der Blattlauspopulation war.

#### ASYAKIN (1977)

Im Sommer konnte auf Gurkenpflanzen eine große Menge von Melonenblattläusen (bis 304 Blattläuse pro Blatt) durch die Freilassung von *A. aphidimyza* relativ schnell unterdrückt werden. Es wurden entweder 100 Imagines oder 140 Puppenkokons pro m<sup>2</sup> Gewächshausfläche ausgebracht, und schon nach 18-20 Tagen war die Blattlauspopulation unterdrückt.

In den Herbst-Winter-Monaten waren Salat und Mangold in den Gewächshäusern von der Kartoffelblattlaus bzw. Pfirsichblattlaus zu befreien. Bei Salat wurden bei beginnender Besiedlung durch die Kartoffelblattlaus (ca. 4 Blattläuse pro Pflanze) 25 Gallmücken pro m<sup>2</sup> freigelassen. Der Erfolg war, daß die Pflanzen in einem guten Zustand blieben und daß die Ernte um 18 % höher war als in Gewächshäusern, in denen die Blattläuse nicht bekämpft wurden.

Für die Vermehrung, den Transport und die Freilassung der *Aphidoletes*-Imagines wurden im Sommer 24,4 Kopeken und im Winter 8,3-12,5 Kopeken pro m<sup>2</sup> aufgewendet. (100 Kopeken = 4-5,- DM)

Die Pflanzen wurden während der ganzen Kulturdauer weiterhin kontrolliert. Stieg das Verhältnis Räuber zu Beute auf über 1:5, so wurden erneut Kokons oder Imagines der räuberischen Gallmücke ausgebracht. Verhältnisse unter 1:5 wurden toleriert.

Ein wichtiger Faktor für die Effektivität von *A. aphidimyza* ist ihre Fähigkeit, sich im Gewächshaus stark zu vermehren. Auf der Suche nach neuen Beutetieren fliegen sie von einem Gewächshaus ins andere. Sollte dieses Wandern unerwünscht sein, sind die Lüftungsklappen in der Nacht geschlossen zu halten.

#### EKBOM (1979)

Laut Gebrauchsanweisung der Nützlingsfirma Kemira Ltd. in Finnland sind 1 Puppe (*A. aphidimyza*) pro 3 Blattläuse oder 2-5 Puppen pro m<sup>2</sup> Gewächshausfläche auszubringen, sobald die ersten Blattläuse aufgetreten sind. Diese Behandlung ist nach 2-4 Wochen zu wiederholen.

SCOPES (1980)

In einem Gurkenbestand, in dem jede 7. Pflanze mit 5 Blattläusen (*Aphis gossypii*) besetzt war, wurden dreimal Puppenkokons von *A. aphidimyza* (8 Kokons/m<sup>2</sup>) in Abständen von einer Woche ausgebracht. Nach 60 Tagen waren die Blattläuse vertilgt.

GILKESON & KLEIN (1981)

Die Autoren sammelten Larven von *A. aphidimyza* im Freiland ein und brachten sie im Gewächshaus auf blattlausbesetzten Pflanzen aus. Als effektive Ausbringungsmenge werden 50-60 Larven pro 61 m<sup>2</sup> Gewächshausfläche empfohlen, sofern der Blattlausbefall noch relativ gering ist. Nach ungefähr 14 Tagen schlüpfen in einem warmen Gewächshaus die Larven der nächsten Generation und beginnen, die Blattlauspopulation wirksam zu dezimieren. Ein Weibchen bringt durchschnittlich 80-100 Nachkommen hervor.

Ist die Blattlauspopulation bei der *Aphidoletes*-Ausbringung schon größer (zahlreiche Blattläuse auf jeder Pflanze oder 5 % der Pflanzenoberfläche ist mit Blattläusen besetzt), sind mehr Larven auszubringen, oder es dauert mehrere Generationen, bis die Blattlauspopulation ausreichend dezimiert ist.

HOFVANG & HAGVAR (1982)

In Norwegen wurden 1980 und 1981 Gallmücken (*A. aphidimyza*) in Gewächshäusern auf Paprikapflanzen, die mit *Myzus persicae* besiedelt waren, ausgebracht, um ihre Wirksamkeit zu ermitteln.

1980 wurden die *Aphidoletes*-Puppen in einem Räuber-Beute-Verhältnis von 1:6 mit gutem Erfolg ausgebracht. Die Gallmücken konnten die Blattläuse bis September gut unterdrücken, so daß gute Ernteerträge erzielt wurden. Danach gingen die Larven in Diapause (s. Kap. 4.2.).

1981 wurden die Gallmücken in einem wesentlich höheren Räuber-Beute-Verhältnis (1:0,2) ausgebracht. Die Blattläuse konnten zwar auch in diesem Fall unter Kontrolle gebracht werden, aber die verbliebene Blattlauspopulation war doch größer als im Jahre 1980. Auch die Paprika-Erträge waren niedriger. Diese Erscheinung wird dadurch begründet, daß die Blattlauspopulation zum Zeitpunkt der Auslegung der Gallmückenpuppen zu gering war. Das hatte zur Folge, daß die die Eiablage auslösenden Reize für die *Aphidoletes*-Weibchen zu schwach waren.

Auch 1981 endete die Aktivität der Gallmücken im September, und die Blattlauspopulation konnte allmählich wieder ansteigen.

PEDERSEN et al. (1983)

Es wird empfohlen, zweimal 2-5 Puppen (*A. aphidimyza*) pro m<sup>2</sup> Gewächshausfläche in 14-tägigem Abstand auszubringen. Für ein Hobbygewächshaus von 6-15 m<sup>2</sup> Größe sind dementsprechend 30-50 Puppen notwendig.

Sehr wichtig ist, daß die Gallmücken rechtzeitig, d.h. bei erstem Auftreten der Blattläuse, ausgebracht werden, damit die Larven wirksam werden können, bevor sich die Blattlauspopulation zu stark vergrößert.

HANSEN (1985)

Der wichtigste Faktor bei der Blattlausbekämpfung mit *A. aphidimyza* ist, die Nützlinge so früh wie möglich auszubringen, also beim ersten Auftreten des Schädlings. Das setzt voraus, daß die Pflanzen regelmäßig abgesehen werden müssen, um den Blattlausbefall in seinem frühesten Stadium zu entdecken; doch dieses erweist sich für den Praktiker als sehr schwierig.

Deshalb wird empfohlen, die Gallmücken vor dem Auftreten der Blattläuse auszubringen, und zwar entweder durch eine offene Dauerzucht (s. Kap. 5.3.) oder durch das "Versicherungs-Prinzip". Letzteres bedeutet, daß sofort nach dem Pflanzen in regelmäßigen Abständen von 2 Wochen 0,5 Puppen pro m<sup>2</sup> ausgebracht werden, bis die Blattlauspopulation unter Kontrolle ist. 1984 wurde diese Methode in weiten Teilen des dänischen Paprika-Anbaus angewendet. Auf 62 % der Fläche wurde die Blattlausbekämpfung allein durch den Einsatz von *A. aphidimyza* erreicht. Auf weiteren 22 % der Fläche wurde eine ausreichende Verminderung durch *A. aphidimyza* nach einer einmaligen chemischen Behandlung erzielt, wobei diese in den meisten Fällen nur dadurch nötig wurde, daß die Pflanzen schon zum Zeitpunkt des Pflanzens sehr stark von Blattläusen befallen waren. Auf den restlichen 19 % der Fläche war der Einsatz von *Aphidoletes* erfolglos. Es wird darauf hingewiesen, daß in beheizten Gewächshäusern eine höhere Anzahl von Gallmückenpuppen auszubringen ist, um der unter den günstigeren Bedingungen höheren Vermehrungsrate der Blattläuse entgegenwirken zu können.

MEADOW et al. (1985)

In New York (USA) wurden Versuche zur Effektivität von *A. aphidimyza* sowohl im Gewächshaus als auch im Freiland durchgeführt.

Im Gewächshaus wurden auf Tomatenpflanzen mit einer niedrigen Blattlausdichte (15 *Myzus persicae* pro Tomatenpflanze) 5 Gallmückenpuppen pro m<sup>2</sup> ausgebracht. Nach einer Woche wurde noch einmal die gleiche Menge ausgebracht, um eine Überlappung der Generationen zu erreichen. Durch diese Behandlung wurden die Blattläuse wirksam unterdrückt.

In einem anderen Gewächshaus war die Blattlausdichte auf Tomaten- und Paprikapflanzen höher (20 *Myzus persicae* pro Pflanze). Hier betrug die Aus-

bringungsmenge 1 Gallmückenpuppe pro 3 Blattläuse. Nach 2 Wochen wurde die Ausbringung wiederholt. Die Zahl der Blattläuse wurde deutlich reduziert und ebenso die Schädigung der Blattläuse im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle.

Im Freiland wurden auf Paprikapflanzen, nachdem sich eine natürliche Blattlauspopulation eingestellt hatte (100-500 Blattläuse/Pflanze), 2-3 Gallmückenpuppen pro Pflanze ausgebracht. Nach drei Wochen wurde noch einmal die gleiche Menge Puppen ausgebracht, um die Überlappung der Generationen zu sichern. Durch diese Behandlung konnte die Blattlauspopulation während der ganzen Saison auf einem sehr niedrigen Niveau gehalten werden, während auf den unbehandelten Kontrollparzellen die Blattlauspopulation stark anstieg.

#### BONDARENKO (1987)

Hier wird eine Aufwandmenge von 1 *A. aphidimyza*-Kokon pro 1-2 Blattläuse resp. - in Anlehnung an MARKKULA & TIITTANEN (1977) - 3 Kokons pro 10 Blattläuse empfohlen. BONDARENKO weist darauf hin, daß die Aufwandmenge von der Struktur des Gewächshauses und vom Mikroklima abhängig ist.

Bei der Ausbringung der Gallmücken als Larven (in Wasser) wird ein Verhältnis von Gallmückenlarven zu Blattläusen wie 1:5 auf Gurkenpflanzen angestrebt. Manchmal kann auch ein Verhältnis von 1:9 erfolgreich sein, wenn die Blattlauskolonien klein sind und die relative Luftfeuchtigkeit konstant ist und über 70 % liegt.

#### GILKESON (schriftliche Mitteilung 1987, Applied Bio-Nomics Ltd., Kanada)

In Kanada werden derzeit Versuche über den kommerziellen Einsatz von *A. aphidimyza* in großen Gewächshäusern (hauptsächlich auf Paprika) und in Apfelplantagen durchgeführt.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß die Blattlausbekämpfung durch *Aphidoletes* während einer ganzen Saison gelingt, bei einem Aufwand von 25 Cent/Pflanze/Jahr.

In Apfelplantagen reicht es, wenn zu einem frühen Zeitpunkt 5 Larven pro Baum ausgebracht werden, um eine frühe Besiedlung der Bäume mit der Grünen Apfelblattlaus (*Aphis pomi*) unter Kontrolle zu bekommen.

#### MORSE & CROFT (1987)

Die Autoren haben ein Computer-Modell entwickelt, mit dem kritische Räuber-Beute-Verhältnisse für eine erfolgreiche biologische Blattlausbekämpfung durch *A. aphidimyza* im Freiland bei verschiedenen Schadensschwellen ermittelt werden können. Das Modell und seine Funktion sind sehr ausführlich beschrieben.

POPOV et al. (1987)

Die Große Rosenblattlaus (*Macrosiphum rosae*) hat selbst bei relativ niedrigen Temperaturen (15 °C) eine sehr hohe Vermehrungsrate. Darum ist es hier notwendig, die Gallmücke *A. aphidimyza* vom Beginn des Blattlausbefalls an wöchentlich über einen Zeitraum von 1 bis 1,5 Monaten auszubringen. Das Räuber-Beute-Verhältnis sollte 1:10 bis 1:15 betragen. Bei Temperaturen unter 20 °C ist die Anwendung der Gallmücken wenig effektiv, weil die Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Räuber und Blattläuse zu groß sind.

Die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) hat eine geringere Vermehrungsrate. Hier reicht eine einmalige Ausbringung von *Aphidoletes* in einem Verhältnis von 1:50, um die Vermehrung der Blattläuse über einen Monat zu verhindern.

Weitere Angaben zu diesem Thema sind auch bei MAYR (1973), ADASHKEVICH (1975), WILBERT (1975), BEGLYAROV & SMETNIK (1977), PLATE (1984), HANSEN (1985), BÜHL (1986), GILKESON & HILL (1987) und HOYER & EIMERS (1987 und 1988) sowie im Anhang zu finden.

Aufwandmengen und Effektivität einer offenen Dauerzucht sind in Kap. 5.3. beschrieben.

#### 6.5. Beratung

ASYAKIN (1977)

Um das Herausfliegen der räuberischen Gallmücken aus dem Gewächshaus zu verhindern, sind nachts die Lüftungsklappen geschlossen zu halten.

PEDERSEN et al. (1983)

In England und in den Niederlanden befinden sich die Nützlingszuchtbetriebe in der Nähe von Gartenbaubetrieben. Daher sind Beratung und Belieferung des Anwenders durch den Produzenten relativ einfach. In der Bundesrepublik Deutschland werden die Nützlinge auf dem Postweg versandt, was bedeutet, daß die Beratung vor Ort leider zu kurz kommt.

In den drei genannten Ländern ist die Beratung im Kaufpreis der Nützlinge inbegriffen.

FORTMANN (1987a)

Um eine breite Schicht von Fachleuten oder anderen Interessierten sowohl wissenschaftlich als auch praxisorientiert über die derzeitigen Möglichkeiten der biologischen Schädlingsbekämpfung zu informieren, beschloß der Arbeitskreis Nutzarthropoden der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, einen Film über die An-

wendung der wichtigsten Nützlinge unter Glas (*A. aphidimyza*, *Encarsia formosa* und *Phytoseiulus persimilis*) zu produzieren.

Es werden ein Unterrichtsfilm (16 mm; ca. 15 Minuten) und eventuell eine Fernsehfassung (ca. 45 Minuten) hergestellt. Mit den Dreharbeiten wurde bereits im Sommer 1986 begonnen.

#### FORTMANN (1987b)

Wie eine Umfrage unter Kunden (300 Erwerbsgärtner) der Firma Neudorff zeigte, war die Erfolgsquote beim erstmaligen Einsatz von Nützlingen bei intensiver Betreuung durch die Officialberatung wesentlich höher als beim Einsatz ohne Beratung.

Da die amtlichen Beratungsinstitutionen den Bedarf an Beratung häufig aus zeitlichen Gründen nicht erfüllen können, hat die Firma Neudorff ein neues Beratungs-Konzept für den Nützlingseinsatz in der Bundesrepublik Deutschland entwickelt.

Fachlich qualifizierte Gartenfachhändler werden im Nützlingsbetrieb der Firma Neudorff geschult und als Nützlingsberater eingesetzt.

Ihre Aufgabe ist:

- Betreuung vor Ort
- telefonische Beratung
- Vermittlung von und Zusammenarbeit mit amtlichen Beratern
- Aufnahme und Weiterleitung von Nützlingsbestellungen an den Zuchtbetrieb.

Seit Frühjahr 1987 sind schon drei Nützlingsberater aktiv, doch schon bald sollen in möglichst allen Gebieten mit konzentriertem Unterglasanbau Nützlingsberater eingesetzt werden.

#### FORTMANN (1987c)

Nützlingszuchtbetriebe sollten auf Ausstellungen, Fachmessen, Beratungsveranstaltungen, Seminaren und Fachtagungen nicht nur ihr Nützlingsprogramm vorstellen, sondern die Gelegenheit nutzen, umfassend über Hintergründe und Möglichkeiten des biologischen Pflanzenschutzes zu informieren

Mit der Aufklärung über die Möglichkeiten sollte bereits in der Schule begonnen werden. Räuber/Beute- bzw. Parasit/Wirt-Beziehungen stellen zudem ideale Modelle dar für natürliche bzw. ökologische Wechselbeziehungen und Wirkungsgefüge. Die Pädagogika Zentrale in Seelze (bei Hannover) hat daher in Zusammenarbeit mit der Abteilung Nutzorganismen der Firma Neudorff das sogenannte "Schulpaket biologische Schädlingsbekämpfung" für den Biologie- und Sachkundeunterricht an allgemeinbildenden Schulen sowie Fachschulen entwickelt, das aus einem Informationsteil (Arbeitsanweisungen, didaktisch aufbereitetes Lehrmaterial etc.), einer ersten Sendung mit Schädlingen (Blattläusen, Spinnmilben oder Weiße Fliegen) und einer

zweiten Sendung mit Nützlingen (Florfliegen, räuberische Gallmücken, Raubmilben oder Schlupfwespen) besteht.

FORTMANN (mündliche Mitteilung 1989)

Der in Zusammenarbeit mit Mitgliedern des Arbeitskreises Nutzarthropoden der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft konzipierte Film über praxisreife Methoden der biologischen Schädlingsbekämpfung im Unterglasgemüsebau ist im Januar 1989 vom Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht (FWU), Grünwald/Berlin, fertiggestellt worden. Er wird in Kürze unter dem Titel "Biologische Schädlingsbekämpfung - Nützlinge im Gewächshaus" (Laufzeit 15 Minuten) über die Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen ausleihbar sowie als 16 mm-Film und Videokassette beim FWU und voraussichtlich auch beim AID (Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn) käuflich zu erwerben sein.

Anhand von Beispielen werden bereits erfolgreich unter Praxisbedingungen durchgeführte Methoden der biologischen Schädlingsbekämpfung im Gewächshaus vorgestellt: die Anwendung der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* gegen Blattläuse an Paprika, der Erz- bzw. Schlupfwespe *Encarsia formosa* gegen Weiße Fliegen an Tomaten und der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* gegen Spinnmilben an Gurken. In jedem der drei Abschnitte werden folgende Aspekte dargestellt:

Schädigung der Pflanzen, Biologie des Schädlings, Lebenszyklus des Nützlings, Einwirkung des Nützlings auf den Schädling, Massenvermehrung des Nützlings im Zuchtbetrieb und Anwendung bzw. Ausbringung des Nützlings im Gewächshaus.

Grundkenntnisse über Räuber-Beute- und Parasit-Wirt-Beziehungen sowie über grundlegende Aspekte des biologischen Pflanzenschutzes werden nicht unbedingt vorausgesetzt, erleichtern jedoch das Verständnis. Der Film kann und soll nicht die biologischen Bekämpfungsmethoden in Form einer Anwendungsbeschreibung aufzeigen, sondern ist vielmehr als Einstieg bzw. Einblick in das Thema gedacht. Diese Konzeption eröffnet vielfältige Verwendungsmöglichkeiten in Schulen, Universitäten, Seminaren und anderen Fortbildungsveranstaltungen.

DÖRFLINGER (1988)

Zur Anwendung von *A. aphidimyza* im Gemüsebau unter Glas wurde ein Schema entwickelt, das sich in 5 Hauptabschnitte gliedert (s. Abb. 9):

1. Erkennen des Schädlings: Bei einer wöchentlichen Kontrolle des Pflanzenbestandes sollte jede 5. Pflanze auf Blattlausbefall untersucht werden. Dabei sind die unterschiedlichen Befallsorte in Abhängigkeit von der Kulturpflanzen- und Blattlausart zu berücksichtigen; Honigtausprenkel, Blattlaushüllen und Ameisen geben zusätzliche Hinweise auf einen Befall.

2. Entscheidungsfindung über den Einsatz des Nützlings: Eine Freilassung der Gallmücken sollte spätestens bei einem Befall von 5 Blattläusen pro Blatt auf 2 % des Pflanzenbestandes erfolgen.
3. Freilassung des Nützlings: Ca. 1,2 Gallmücken-Puppen werden pro m<sup>2</sup> Kulturfläche in Form von Puppen, eingebettet in Torf, ausgebracht. Die Torfhäufchen sollten 7-10 Tage feucht gehalten werden; eine Ablage des Torfes in der Nähe der Auslaßöffnungen bei Tropfbewässerung hat sich bewährt.
4. Erfolgskontrollen: Spätestens ab dem 10. Tag nach der Freilassung sollten Gallmückenlarven auf den befallenen Blättern gefunden werden. Zwischen dem 14. und 21. Tag nach der Freilassung sollte hier ein Verhältnis von *Aphidoletes*-Larven zu Blattläusen von 1:10 zu finden sein. Im Folienhaus wird dieser Wert möglicherweise erst wenige Tage später erreicht.
5. Folgekontrollen: Der Pflanzenbestand muß weiterhin wöchentlich kontrolliert werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, ob neue Befallsherde auftreten, ob sich an diesen Stellen Gallmückenlarven finden lassen und ob sich nach 2-3 Wochen auch hier ein Räuber-Beute-Verhältnis von 1:10 einstellt. Treten keine oder zu wenig Larven auf, muß eine weitere Freilassung erfolgen.

DÖRFLINGER führt an, wann ein *Aphidoletes*-Einsatz nicht sinnvoll ist und was bei einer Vorab-Insektizidanwendung zu beachten ist. Von einem Einsatz der räuberischen Gallmücke in Virus-Befallsgebieten wird abgeraten.

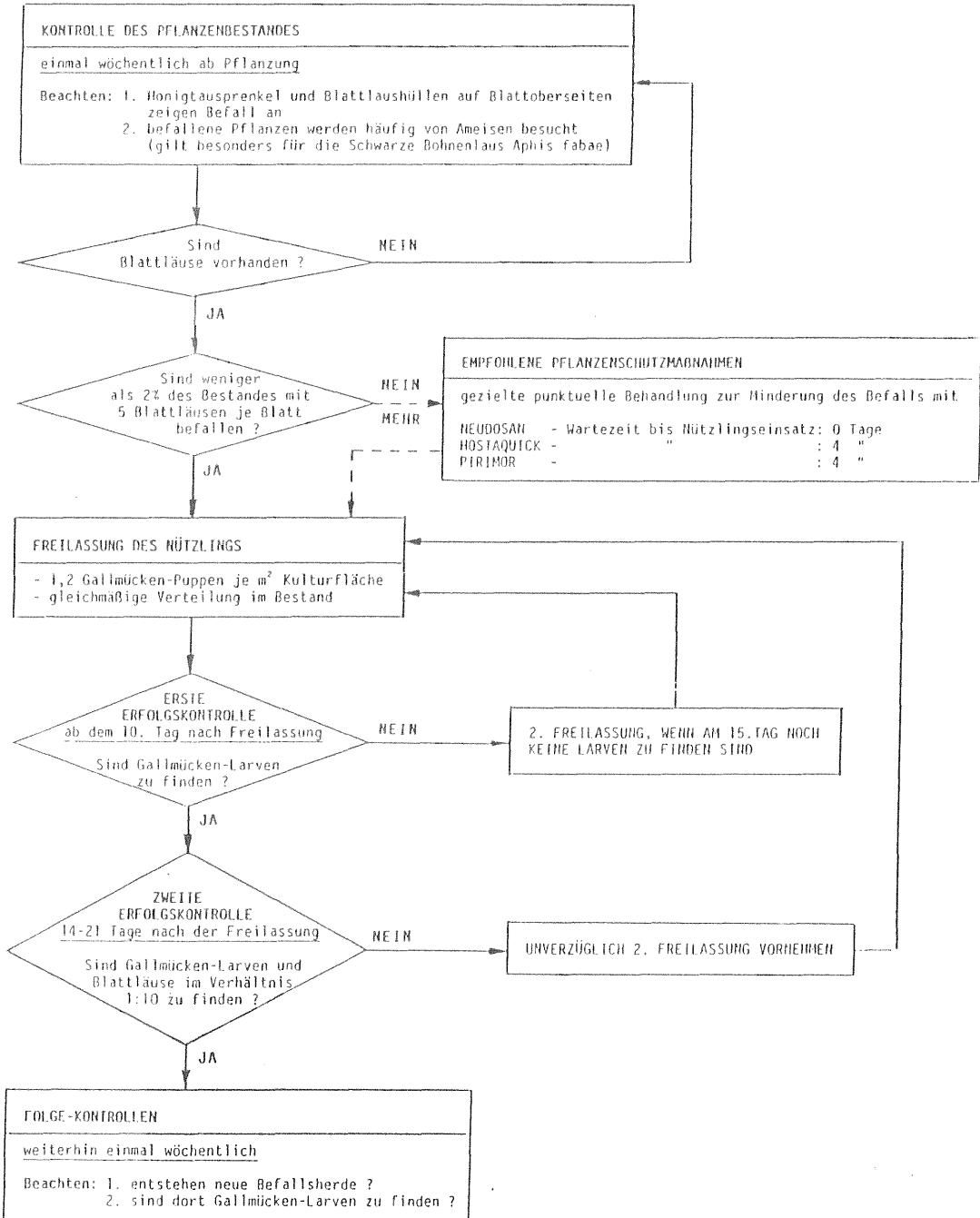


Abb.9: Schema für die Anwendung der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (nach DÖRFLINGER 1988)

Weitere Hinweise sind auch bei HOYER & EIMERS (1988) zu finden.

## 7. Verträglichkeit von Pflanzenschutzmitteln

SELL (1975 und 1984a)

Drei Tage alte Larven von *A. aphidimyza* wurden einer Tauchbehandlung mit den Pflanzenschutzpräparaten Metasystox R (0,10 %; 1,12 %), Nexion EC25 (0,10 %; 3,24 %) und Saprol (0,15 %; 13,12 %) ausgesetzt, um die subletalen Wirkungen auf die schlüpfenden Adulten zu ermitteln. (Die Zahlen in den Klammern bedeuten die praxisübliche Anwendungskonzentration und die LC<sub>30</sub>.) Die Lebensdauer der Adulten, die Präovipositionszeit und die Eiablageintensität wurden nicht beeinflusst; wohl aber wurde die Höhe der Eiproduktion negativ beeinflusst. In der F<sub>1</sub>-Generation war ebenfalls die Eiproduktion vermindert.

Bei der Prüfung der Auswirkungen von Sprühbelägen der oben genannten Präparate auf die adulten Gallmücken wurden bei der LE<sub>30</sub> (Expositionszeit für 30 % Sterblichkeit) keine Beeinträchtigungen der Leistung weder der Überlebenden noch ihrer Nachkommen beobachtet.

SELL (1975 und 1984b)

Es wurden die beiden Insektizide Metasystox R (0,10 %; Demeton-S-methylsulfoxid = Oxydemetonmethyl) und Nexion EC25 (0,10 %; Bromophos) und das Fungizid Saprol (0,15 %; Triforin) mittels einer Tauchbehandlung auf ihre Auswirkungen auf die Larven von *A. aphidimyza* untersucht.

Die Empfindlichkeit 2, 3 und 4 Tage alter Larven gegenüber den genannten Pflanzenschutzpräparaten nahm mit zunehmendem Alter ab. Die ermittelten LC<sub>50</sub>-Werte (Konzentration für 50 % Mortalität) lagen für die drei Altersstufen deutlich über den praxisüblichen Anwendungskonzentrationen der Präparate. Die Toxizität der Präparate nahm in folgender Reihenfolge ab: Metasystox R > Nexion EC25 > Saprol.

Subletale Wirkungen wurden durch die Behandlung der Larven mit der empfohlenen Anwendungskonzentration und der errechneten LC<sub>30</sub> (Konzentration für 30 % Mortalität) der drei Präparate geprüft. Sowohl bei den 2, 3 als auch 4 Tage alten Larven waren bei den Überlebenden starke Leistungsminderungen zu beobachten, wobei die Leistungsminderungen bei den höheren LC<sub>30</sub>-Konzentrationen stärker waren als bei den niedrigeren Anwendungskonzentrationen. Das galt für alle drei Präparate.

Der Verzehr von Blattläusen, die durch Metasystox R oder Nexion EC25 abgetötet worden waren, führte bei den jüngeren Larven zu einer hohen Sterblichkeit. Die überlebenden Larven und die älteren Larven wiesen eine starke Leistungsminderung auf.

SELL (1975 und 1985)

Geprüft wurde die Eignung von Spritzmittelbelägen zur Prüfung von Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf 2 und 3 Tage alte Larven von *A. aphidimyza*. Die geprüften Mittel waren die Insektizide Metasystox R (Oxydemetonmethyl=Demeton-S-methyl-sulfoxid) und Nexion EC25 (Bromophos) sowie die Fungizide Saprol (Triforin), Euparen (Dichlofluanid) und Polyram-Combi (Metiram).

Ein dreistündiger Kontakt mit den Sprühbelägen von Euparen (0,15 %), Polyram-Combi (0,20 %), Saprol (0,15 %) und Nexion EC25 (0,10 %) hatte keine oder nur eine geringe Sterblichkeit zur Folge. Bei Metasystox R (0,10 %) hingegen betrug die Sterblichkeit 70 %. (Die Zahlen in den Klammern geben die praxisüblichen Anwendungskonzentrationen der Präparate an.)

Die subletalen Auswirkungen in bezug auf Fraßleistung, Entwicklung und Vermehrung waren nur in Einzelfällen signifikant.

Drei Tage alte Larven hielten sich 24 Stunden auf den Sprühbelägen von Metasystox R, Nexion EC25 und Saprol auf. Während dieser Zeit wurde ihnen keine Nahrung angeboten. Die ermittelten  $LC_{50}$ -Werte (Konzentration für 50 % Mortalität) betrugen bei Metasystox R 0,06 %, bei Nexion EC25 0,12 % und bei Saprol 48 %. Die Larven reagierten also bei dieser Behandlung wesentlich empfindlicher als bei der Tauchbehandlung (s. SELL 1984b).

Die subletalen Effekte wurden hauptsächlich durch die lange Hungerperiode hervorgerufen. Eine direkte Auswirkung der Pflanzenschutzmittel war bei der Schlupfrate der Imagines festzustellen, die mit steigender Anwendungskonzentration abnahm.

EL-GAYAR (1976)

Zwei Juvenoiden wurden bezüglich ihrer Nebenwirkungen auf *A. aphidimyza* untersucht:

- a) Ethyl 4 (4'-benzylphenoxy) - 3 methyl - 2 butenoate ("Compound I") und
- b) Ethyl (2 E, 4 E) - 3, 7, 11 trimethyl - 2, 4 - dodecadienoate ("Compound II").

Sowohl die Eier als auch 4 Tage alte Larven wurden für 30 Sekunden in Juvenoid-Lösungen verschiedener Konzentrationen getaucht. Beide Juvenoiden hatten letale Auswirkungen auf die Eier und auf die Larven.

Die Eier erwiesen sich als besonders empfindlich gegenüber "Compound II". Die  $LC_{50}$  (Konzentration für 50 % Mortalität) betrug 0,0029 %; für "Compound I" lag die  $LC_{50}$  bei 0,42 %. Bei den mit "Compound I" behandelten Eiern starben die Embryos innerhalb der Eischale, während sich bei mit "Compound II" behandelten Eiern einige Embryos weiterentwickeln konnten und erst beim Schlüpfvorgang starben.

Auf die 4 Tage alten Larven wirkte ebenfalls "Compound II" stärker. Als Bewertungsparameter wurde die Anzahl geschlüpfter Imagines 16 Tage nach der

Behandlung gewählt. Die  $LC_{50}$  betrug 0,1 % bei "Compound I" und 0,0011 % bei "Compound II".

Bei einem Vergleich der gefundenen Werte mit den  $LC_{50}$ -Werten für *Myzus persicae* ("Compound I": 0,01 % und "Compound II": 0,004 %) wird deutlich, daß "Compound II" wirkungsvoller gegenüber Blattläusen ist, aber auch eine höhere Sterblichkeit bei *A. aphidimyza* bewirkt. Bei "Compound I" liegt die Konzentration für 50 % Mortalität bei Blattläusen deutlich unter den  $LC_{50}$ -Werten für die Eier und Larven von *A. aphidimyza*. Dieses Juvenoid könnte nach EL-GAYAR für den Einsatz im integrierten Pflanzenschutz geeignet sein.

#### MARKKULA (1976)

In der Blattlauszucht traten regelmäßig ab Februar unerwünscht Gallmücken (*A. aphidimyza*) auf. Mehrere Versuche, die Gallmücken durch zahlreiche Behandlungen mit den Insektiziden Dimethoat, Malathion und Mevinphos auszurotten, schlugen fehl. Die Gallmücken besitzen offensichtlich eine gewisse Resistenz gegenüber den drei Wirkstoffen.

#### MARKKULA & TIITTANEN (1976b)

Die Auswirkungen 6 verschiedener Akarizide auf die Larven von *A. aphidimyza* wurden untersucht. Geprüft wurden die Präparate Akar 20 (Chlorobenzilate), Kelthane W (Dicofol), Pentac-50-Plant (Dienochlor), Acrex 50 (Dinobutan), Fundal forte (Formetanate + Chlordimeform) und das Fungizid Morestan (Chinomethionat). Die Präparate wurden in den üblichen Anwendungskonzentrationen ausgebracht.

Als Ergebnis konnte festgestellt werden, daß keines der genannten Akarizide die *Aphidoletes*-Larven schädigte.

#### ADAMS (1977) und ADAMS & PROKOPY (1977)

Im Labor wurden Versuche mit verschiedenen Pflanzenschutzpräparaten hinsichtlich ihrer Wirkung auf Eier und Larven von *A. aphidimyza* durchgeführt. Die verwendeten Gallmücken wurden als Eier oder Larven in Apfelplantagen in Belchertown (seit 6 Jahren keine Insektizid- und keine Akarizid-Behandlung) oder Fitchburg (7-8 Guthion-Behandlungen jährlich in den letzten 7 Jahren) eingesammelt.

Bei den Insektiziden Systox (Demeton), Sevin (Carbaryl) und Phosphamidon war die Mortalität der Eier gering, aber die Mittel wirkten toxisch auf die aus den behandelten Eiern frisch schlüpfenden Larven.

Guthion (Azinphos-methyl, ebenfalls ein Insektizid) bewirkte eine hohe Mortalität sowohl der Eier als auch der Larven. Bei der Population aus Fitchburg jedoch bewirkten die Behandlungen mit Guthion nur eine geringe Mortalität der *Aphidoletes*-Eier. Daraus war zu erkennen, daß sich eine Resistenz gegen Guthion entwickelt hatte.

Das Insektizid Zolone (Phosalon) hatte nur eine geringe Toxizität für die *Aphidoletes*-Eier und -Larven. Thiodan (Endosulfan) und Imidan (Phosmet) sind die beiden einzigen getesteten Insektizide, die nur mäßig toxisch gegenüber *Aphidoletes*-Larven und wenig toxisch gegenüber *Aphidoletes*-Eiern sind.

Die getesteten Akarizide Plictran (Cyhexatin) und Omite und die Fungizide (Thiram und Captan) sowie das Herbizid Glyphosate haben eine schwache Toxizität gegenüber Eiern und Larven.

MARKKULA et al. (1979b)

Da sich die Larven von *A. aphidimyza* im Boden verpuppen, war es interessant, verschiedene Pflanzenschutzmittel auf ihre Verträglichkeit für die Puppen zu untersuchen.

Es wurde festgestellt, daß die Fungizide Benlate (Benomyl) und Pomarsol forte (Thiram) keine negativen Auswirkungen auf die Schlupfrate und Lebensdauer der Adulten hatten.

Dagegen bewirkten die Insektizide Basudin 10 (Diazinon), Malan (Malathion), Fosdrin (Mevinphos) und Pyretriini-yleisruiskute (Pyrethrin), daß der größte Teil der Puppen oder der schlüpfenden Imagines abstarben.

Die Pflanzenschutzmittel waren in den üblichen Anwendungskonzentrationen (Benlate 0,15 %, Pomarsol forte 1,5 %, Malan 0,2 %, Fosdrin 0,05 %, Pyretriini-yleisruiskute 0,1 %) ausgebracht worden.

Die genannten Insektizide sind also nicht anzuwenden, wenn gleichzeitig eine Blattlausbekämpfung mit *A. aphidimyza* durchgeführt wird.

WARNER & CROFT (1982)

Es wurde die Toxizität von 28 Pflanzenschutzmitteln auf *A. aphidimyza* untersucht, unter besonderer Berücksichtigung des Wirkstoffes Azinphos-methyl.

Zwischen den einzelnen Lebensstadien waren große Unterschiede in bezug auf die Empfindlichkeit der Gallmücken gegenüber Azinphos-methyl. Die Larven des ersten Stadiums waren am empfindlichsten, die Eier am unempfindlichsten.

Die Sterblichkeit der Eier war am höchsten, wenn sie erst kurz vor dem Schlüpfen dem Pflanzenschutzmittel ausgesetzt wurden.

Die für Azinphos-methyl ermittelten  $LC_{50}$ -Werte (Konzentration für 50 % Mortalität) der Eier waren höher, wenn diese einer *Aphidoletes*-Population aus einer Erwerbsapfelplantage (regelmäßige Spritzungen mit Azinphos-methyl) entnommen wurden, als wenn es sich um Eier aus einer ungespritzten Plantage handelte. Am größten waren die Unterschiede in der Resistenz, wenn es sich um im Labor gezüchtete und im Feld gesammelte Gallmücken handelte. Die im Feld gesammelten Tiere waren 12,2 mal resistenter gegenüber Azinphos-methyl als die im Labor gezüchteten Gallmücken.

Nachdem ihre mortale Wirkung auf die Eier und das dritte Larvenstadium von *A. aphidimyza* ermittelt worden war, wurden die 28 Pflanzenschutzmittel in drei Wirkstoffgruppen eingeteilt:

Die erste Gruppe beinhaltet diejenigen Wirkstoffe, bei denen die Mortalität in beiden Stadien hoch war (über 50 %); dazu gehören Diazinon, Methomyl, Carbaryl, Demeton, Dimethoat und Azinphos-methyl.

In der zweiten Gruppe sind diejenigen Wirkstoffe, die nur in einem Stadium eine hohe Mortalität (über 48 %) bewirkten. Dabei handelt es sich um Oxythioquinox, Phosmet, Permethrin, Fenvalerat und Oxamyl.

Zur dritten Gruppe gehören die Wirkstoffe, die in beiden Stadien eine niedrige Mortalität (unter 30 %) bewirkten: Phosalon, Phosphamidon, Carbophenthion, Pirimicarb, Dicofol, Fenbutan-oxide, Propargite, Cyhexatin, Captan, Benomyl, Dodine, Mancozeb + Dinocap, Metiram, Bitertanol und CGA 64251.

#### ADASHKEVICH & NURMUKHAMEDOV (1985)

Eier, Larven und Puppen von *A. aphidimyza* wurden mit 7 verschiedenen Pflanzenschutzmitteln behandelt. Anschließend wurde die Sterblichkeitsrate in Prozent ermittelt. Bei den Präparaten handelte es sich um Croneton (angewendete Konzentration: 0,1 %, Wirkstoff: Ethiofencarb), Acrex (0,3 %, Dinobuton), Phosphamid (0,15 %), Anthio (0,2 %, Formothion), Pirimor (0,15 %, Pirimicarb), Phosalon (0,2 %) und Kelthan (0,2 %).

Es war zu sehen, daß allgemein die Puppen am wenigsten empfindlich waren und die Eier am empfindlichsten. Bei den Eiern war die Sterblichkeitsrate bei dem Präparat Phosphamid (81 %) am höchsten. Auch bei Anthio, Kelthan, Phosalon, Acrex und Croneton schlüpfen relativ wenige Larven aus den Eiern. Pirimor hatte mit 35,4 % die geringste Sterblichkeitsrate.

Bei den Larven bewirkte ebenfalls das Präparat Phosphamid die höchste Sterblichkeitsrate (60,1 %). Phosalon und Anthio führten gleichfalls zu einer hohen Mortalität, Croneton und Acrex bewirkten eine mittlere Mortalität. Relativ niedrig war die Sterblichkeitsrate bei Pirimor (27,6 %) und Kelthan (25,6 %).

Auf die Puppen wirkten die getesteten Präparate mittelmäßig toxisch. Bei Phosphamid war die Mortalität mit 48 % am höchsten, gefolgt von Acrex, Croneton, Phosalon, Anthio und Kelthan. Am geringsten war die Sterblichkeit bei Pirimor mit 31,4 %.

DAVID & HORSEBURGH (1985)

Das Insektizid Lannate L 1,8 (Methomyl) ist wegen seiner starken oviziden Wirkung gegenüber den meisten Nutzinsekten kaum für den Einsatz in Obstplantagen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes zu empfehlen.

So erwiesen sich auch die Eier von *A. aphidimyza* als sehr empfindlich gegenüber Lannate L 1,8. In den geprüften Konzentrationen 0,204 , 0,179 , 0,153 , 0,128 und 0,102 kg/378,5 l war die Sterblichkeit der Eier gleich 100 %. Bei der Konzentration 0,076 kg/378,5 l betrug die Sterblichkeit 73,80 % und bei 0,051 kg/378,5 l immerhin 77,85 %. Die Mortalität war also bei allen Behandlungen relativ hoch.

Auch bei MAYR (1973), UYGUN & ÖZGUR (1980), HARRIS (1982), FARRAR et al. (1986) und ELLIOT & GILKESON (1987) sind kurze Angaben zu diesem Thema zu finden.

### 8. Schlußbetrachtung und Ausblick

Aus der Vielfalt der aufgezeigten Aspekte ist zu ersehen, daß umfangreiche Erkenntnisse über die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* vorliegen. Da viele Untersuchungen über die Biologie durchgeführt wurden, sind Lebenszyklus, Lebensweise und Verhalten weitestgehend bekannt und somit bereits Grundlagen für eine Anwendbarkeit in der Praxis geschaffen. Zumindest unter den bei uns herrschenden klimatischen Bedingungen scheint eine effektive Nutzung dieses Blattlausprädators - häufig auch Blattlaus-Gallmücke ('aphid midge') genannt - auf Kulturen in Gewächshäusern oder anderen geschlossenen Räumlichkeiten beschränkt zu sein. In der Bundesrepublik Deutschland wurden diesbezüglich im Jahre 1985 erste Erfahrungen im Unterglasgemüsebau gesammelt, mittlerweile übersteigt die Nachfrage nach räuberischen Gallmücken zeitweise bereits die Produktions- und Lieferkapazitäten der Nützlingszuchtbetriebe.

Obwohl die bei uns praktizierten, weitgehend an den in Finnland gewonnenen Erkenntnissen orientierten Anwendungsmethoden grundsätzlich eine erfolgreiche Blattlausbekämpfung ermöglichen, sind weitere Untersuchungen und Praxiserfahrungen unbedingt erforderlich. Erwerbsgärtner setzen *A. aphidimyza* zur Zeit hauptsächlich im Gemüse (Paprika, Bohne, Tomate, Gurke, Aubergine u.a.) ein, wobei noch wenig darüber bekannt ist, inwieweit die zu bekämpfende Blattlausart, die Kulturpflanzenart und möglicherweise sogar einzelne Sorten einen Einfluß auf die Effektivität haben. Man könnte vermuten, daß artspezifische Unterschiede in der Entwicklung der Blattlauspopulationen auch unterschiedliche Anwendungsmodalitäten (Ausbringungsmenge und -zeitpunkte etc.) notwendig machen. In der kommerziellen Zierpflanzenproduktion hat die biologische Schädlingsbekämpfung und somit auch *A. aphidimyza* bislang geringe Bedeutung, allerdings wächst hier in letzter Zeit das Interesse, Pflanzenschutzmittel durch Nützlinge zu ersetzen. Nach ersten Erfahrungen an *Hibiscus*, *Streptocarpus*, Saintpaulien, Rosen u.a. sollte hier nach weiteren Einsatzmöglichkeiten von *A. aphidimyza* gesucht werden. Die niedrigen Toleranzgrenzen bei Zierpflanzen könnten möglicherweise eine Chance für die sog. offenen Dauerzuchten darstellen, die eine ständige Präsenz adulter Gallmücken und damit eine kontinuierliche Wirksamkeit bieten. Interessant wäre auch zu prüfen, wie hoch die Effektivität von *A. aphidimyza* in Steinwolle- oder Hydrokulturen ist, denn es ist fraglich, ob sich die Larven in den genannten Substraten verpuppen können.

Auch über die Anwendung von *A. aphidimyza* im Hobbybereich, z.B. in Kleingewächshäusern, Folientunneln, Wintergärten und im Blumenfenster, sind noch wenige Angaben zu finden. Nach Aussagen eines deutschen Zuchtbetriebes ist die Nachfrage seitens der Freizeit-Gärtner sehr groß.

Wie beim Einsatz der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* gegen Spinnmilben und der Schlupfwespe *Encarsia formosa* gegen Weiße Fliegen sind auch bei der Anwendung der räuberischen Gallmücke eine intensive fachliche Beratung und Anleitung sowie mehrjährige Betreuung der Gärtner notwendig. Da ein gleichzeitiger Einsatz dieser drei Nützlingsarten ohne weiteres möglich ist, kann in vielen Fällen bereits auf eine Anwendung von Insektiziden und Akariziden verzichtet werden. Dies gilt jedoch nur so lange, wie keine weiteren tierischen Schädlinge auftreten und bekämpft werden müssen. Methoden der biologischen Bekämpfung von Thripsen und Minierfliegen sind zwar bekannt, bei uns aber noch nicht in die Praxis eingeführt. Damit der chemische Pflanzenschutz unter Glas auf die nicht-tierischen Schaderreger beschränkt werden kann, sollten alle Möglichkeiten der biologischen Bekämpfung ausgeschöpft werden. Für eine Anwendung im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzes wäre es jedoch wichtig zu wissen, welche Pflanzenschutzmittel keine oder nur geringe Nebenwirkungen auf die räuberische Gallmücke haben. Die bislang vorliegenden Untersuchungsergebnisse geben hierüber keinen ausreichenden Aufschluß.

Über die Größe der Fläche, auf der *A. aphidimyza* zur Blattlausbekämpfung ausgebracht wurde, liegen weder für die Bundesrepublik Deutschland noch für das Ausland zitierfähige Zahlen vor. Ebenso wurden keine Angaben über die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von *A. aphidimyza* gefunden. Die Erkenntnisse über eine Anwendung und Ansiedelung der räuberischen Gallmücke im Freiland sind kaum befriedigend. Die Entwicklung von 'food-sprays' - wie sie für verschiedene Prädatoren, insbesondere Chrysopiden und Coccinelliden, bekannt sind - könnte möglicherweise helfen, die Effektivität im Freiland zu steigern. Zunächst wären jedoch weitere Erhebungen über das natürliche Auftreten und mögliche Ansatzpunkte für unterstützende Freilassungen notwendig.

Für die Massenzucht von *A. aphidimyza* sind verschiedene praktikable Methoden erarbeitet worden. Um diese noch wirtschaftlicher durchführen zu können, wurden und werden in Kanada und Finnland Untersuchungen zur Nutzung der Diapause für die Lagerung durchgeführt. Im Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz in Göttingen werden zur Zeit verschiedene Aphidoletes-Rassen unterschiedlicher Herkünfte geprüft und verglichen. Sollten sich hierbei Unterschiede in der Präferenz verschiedener Blattlausarten und in der Fraßleistung herausstellen, so könnten nicht nur scheinbar widersprüchliche Angaben in der Literatur erklärt,

sondern auch Ansatzpunkte für eine Optimierung der Massenvermehrung sowie der Anwendung gefunden werden.

Auf dem Gebiet der Grundlagenforschung wären die Komponenten des Larvenspeichels und dessen Wirkungsweise noch gründlicher zu erforschen. Auch beruhen die Erkenntnisse über die Geschlechtsdetermination bei *A. aphidimyza* vorläufig nur auf Vermutungen. Zur endgültigen Klärung sind zytologische Untersuchungen erforderlich. Ferner ist noch sehr wenig über mögliche Parasiten und Prädatoren von *A. aphidimyza* bekannt.

Abschließend bleibt festzustellen, daß noch viele Fragen (es sind sicher mehr als die hier genannten) der Klärung bedürfen und somit als Themen für weitere Untersuchungen, Diplom-Arbeiten etc. dienen können. Bleibt zu hoffen, daß es auch in Zukunft Wissenschaftler geben wird, die sich für die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* begeistern können wie die beiden kanadischen Forscher KLEIN und SIROIS, die ihr folgenden 'Song' gewidmet haben.

#### Gall Midge Song

(Sung to the tune of "If I Were A Rich Man")

If I were a gall midge  
Aphidolete-lete-lete-lete-deedle-deedle-dee  
All day long I'd graze on Aphididae  
If I were a predatory midge.

I'd eat the big ones, little ones,  
especially the juicy ones,  
the green, blue, red, maroon and black  
Latching onto her sweet little knee joint  
What a tasty snack!

Then I'd inject my special paralysing toxin,  
making sure she couldn't get away  
Then I'd settle down to eat in peace.

Pigging out on aphids:  
That's the surest way to heaven that I can conceive -  
Nab those knee joints-Freeze them on the spot  
Suck their juice - Get em while they're hot.  
Leave them lying shrivelled in a knot.

- If I were a predatory midge.

## 9. Zusammenfassung

Der Einsatz der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* zur biologischen Blattlausbekämpfung im Gewächshaus gewinnt immer mehr an Bedeutung. Die erzielten Erfolge beruhen auf zahlreichen Untersuchungen über Biologie und Anwendung der Gallmücke im In- und Ausland sowie auf der Entwicklung geeigneter Massenzuchtverfahren. In Form eines Nachschlagewerkes wird ein umfassender Überblick über die Vielfalt der gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen gegeben. Dabei werden die Aussagen der Publikationen einzelnen Gliederungspunkten bzw. Themenkreisen zugeordnet.

Im Kapitel Systematik werden Taxonomie, Synonyme und verwandte Arten von *A. aphidimyza* aufgeführt. Die weltweite Verbreitung (keine Angaben für Australien) wird anhand tabellarisch zusammengestellter Nachweise mit Quellenangaben belegt. Das Kapitel Biologie nimmt den größten Raum ein: Eine umfangreiche Literatursammlung zum Lebenszyklus wird unterteilt in die vier Entwicklungsstadien Ei (Eiablageorte, Morphologie, Embryonalentwicklung, Schlupf), Larve (Morphologie und Entwicklung, Ernährung, Fortbewegung und Suchverhalten), Puppe und Imago (Schlupf, Morphologie, Lebensweise und Lebensdauer, Ernährung, Eibildung, Orientierung und Eiablage). Ferner wird auf Diapause (Überwinterung), Fortpflanzung und Populationsdynamik eingegangen.

Die Zuchtmethoden für Forschungszwecke, für den kommerziellen Vertrieb und die sog. 'offenen Dauerzuchten' werden getrennt dargestellt. Das Kapitel Anwendung gliedert sich in Anwendungsbereiche, Absatzmengen und Anwendungsflächen, Lagerung, Transport und Ausbringung, Aufwandmenge und Effektivität sowie Beratung. Ferner werden die bisherigen Ergebnisse über die Nebenwirkungen verschiedener Pflanzenschutzmittel auf *A. aphidimyza* aufgezeigt.

## 10. Summary

The predatory gall midge *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Dipera: Cecidomyiidae)  
- An important aphid predator - A reference book to systematic, distribution,  
biology, rearing methods and application.

The importance of biological control of aphids in greenhouses by introducing the predatory gall midge *Aphidoletes aphidimyza* increased more and more. The obtained success based on numerous investigations on biology, application of the gall midge in Germany and foreign countries and on the development of appropriate methods for mass production. The manifold results and experiences are presented as a reference book. The contents of the references are attached to the different themes.

The chapter systematic is subdivided in taxonomy and synonyms of *A. aphidimyza* and related species. Occurrence and world-wide distribution of the gall midge are shown in a table inclusive the sources used. Biology is the most extensive chapter. It is divided into life-cycle, diapause (overwintering), reproduction and population dynamics. Furthermore life-cycle is subdivided into the four stages egg (site of oviposition, morphology, embryonic-development, moulting), larvae (morphology and development, feeding, moving and searching behaviour), pupae and adults (moulting, morphology, behaviour and life-span, nutrition, egg-production, orientation and egg-laying).

The rearing methods for research purposes, commercial production and 'open rearing units' are presented separately. The chapter application is divided into the area of application, marketing, storing, transport, release, efficiency and advice. Further results on the side effect of various pesticides on *A. aphidimyza* are presented.

## 11. Literaturverzeichnis

- ADAM, H. (1987): Biologische Methoden der Schaderregerbekämpfung in Gewächshäusern - Stand und Aussichten ihrer Anwendung in der DDR. Gartenbau 34 (9), 268-270.
- ADAMS, R. G. Jr. (1977): Role of the predator, *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Dipt. Cecidomyiidae), in the management of the apple aphid *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae). Dissertation University of Massachusetts.
- ADAMS, R. G. Jr. & R. J. PROKOPY (1977): The ecology of the aphid predator *Aphidoletes aphidimyza* (Cecidomyiidae: Diptera) and the effect of pesticides on its survival in apple orchards. Journal New York Entomol. Soc. 85 (4), 163.
- ADAMS, R. G. Jr. & R. J. PROKOPY (1980): *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae): an effective predator of the apple aphid (Homoptera: Aphididae) in Massachusetts. Protection Ecology 2 (1), 27-39.
- ADASHKEVICH, V. P. (1975): Entomophages and acariphages in vegetable pest control in the USSR. VIII International Congress Plant Protection Moscow 3, 7-12.
- ADASHKEVICH, V. P. & D. NURMUKHAMEDOV (1985): *Aphidoletes* and pesticides. (russ.) Zashchita Rastenii 5, 36.
- AKEL, O. (1979): Der Einfluß von Honigtau und Blattlausattrappen auf die Eiablage der Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Dissertation Göttingen.
- ANONYM (1985): Biologische Bekämpfung von Blattläusen mit räuberischen Gallmücken (*Aphidoletes aphidimyza*) im Gewächshaus und Wintergarten. Informationsblatt der W. Neudorff GmbH KG Emmertal (s. auch Anhang).
- ARWECK, I. & P. ARWECK (1988): Massenzuchten von *Aphidoletes aphidimyza*. Nachrichten Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 2 (3), 70.
- ASYAKIN, B. P. (1976): Life cycle and ecology of a gall midge, (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.) in glasshouses. (russ.) Byul. Vses. Nauchn.-Issled. Inst. Zashch. Rast. 37, 51-55 & 75.
- ASYAKIN, B. P. (1977): The effectiveness of a gall midge, *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera, Cecidomyiidae) in control of aphids on vegetable crops in glasshouses. (russ.) Tr. Vses. Nauchn.-Issled. Inst. Zashch. Rast. 53, 121-130.
- AZAB, A. K., M. F. S. TAWFIK & I. I. ISMAIL (1965a): Seasonal changes in the abundance of certain aphids and their predators in Giza. Bulletin of Entomological Society of Egypte 49, 11-24.
- AZAB, A. K., M. F. S. TAWFIK & I. I. ISMAIL (1965b): Morphology and biology of the aphidophagous midge, *Phenobremia aphidivora* Rübsaamen. Bulletin of Entomological Society of Egypte 49, 25-45.

- BACCETTI, B. & R. DALLAI (1976): Spermatozoon of Arthropoda. XXVII. Uncommon axoneme patterns in different species of the cecidomyid flies. *Journal of Ultrastructure Research* 55 (1), 50-69.
- BARNES, H. F. (1927): Four British aphid-eating gall midges. *Entomologist* 60, 174-180.
- BARNES, H. F. (1929): Gall midges (*Diptera, Cecidomyiidae*) as enemies of aphids. *Bulletin Ent. Res.* 20, 433-442.
- \* BARTKOWIAK, A. (1978): A prospective entomophage - *Aphidoletes aphidimyza* for aphid control in greenhouses. (poln.) *Ochr. Rosl. (Warszawa)* 22 (12), 15-17.
- BEGLYAROV, G. A. & A. J. SMETNIK (1977): Seasonal colonization of entomophagous insects in the USSR. *aus: Biological control by enemies*. Ed. by Ridgway, R.L.; Vinson, S.B. Plenum Press, New York and London, 283-328.
- BEHRENS, T. (1984): Integrierte Bekämpfung von Blattläusen an Kohlgewächsen. *Schriftenreihe BDG H.* 34. 29-31.
- \* BEREST, Z. L. (1980): Parasites and predators of the aphids *Brachycolus noxius* and *Schizaphis graminum* in crops of barely and wheat in the Nikolaev and Odessa regions. (russ.) *Vestnik Zoologii* 2, 80-81.
- BISHOP, A. L., J. M. E. ANDERSON & D. F. HALES (1986): Predators: agents for biological control In: McLean, G.D.; Garret, R.G.; Ruesink, W.G. (eds.) *Plant virus epidemics*. Sidney (Australia); Academic Press, 75-94.
- BOMBOSCH, S. (1958): Die Ursache eines eigenartigen Blattlaussterbens. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 65, 694-695.
- BONDARENKO, N. V. (1975): Use of aphidophages for the control of aphids in hothouses. VIII Int. Pl. Prot. Congr. Moscow 3, 24-29.
- BONDARENKO, N. V. (1987): The experience of biological and integrated control of pests on glasshouse crops in the USSR. *SROP/WPRS Bulletin* 1987/X/2, 33-36.
- BONDARENKO, N. V. & B. P. ASYAKIN (1975): Methods for massrearing *Aphidoletes aphidimyza*. (russ.) *Zashchita Rastenii* 8, 42-43.
- \* BONDARENKO, N. V., J. HAVELKA & L. V. KOZLOVA (1979): Predaceous *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (*Diptera, Cecidomyiidae*) and perspectives of its use in biological control against aphids in glasshouses. (russ.) In *Doklady na Tridtsat' Pervom Ezhegodnom Chtenii Pamyati N.A. Kholodkovskogo* (edited by Gilyarov, M.S.; Narchuk, E.P.). Leningrad, USSR; "Nauka", Leningradskoe Otdelenie, 51-67.
- \* BONDARENKO, N. & L. V. KOZLOVA (1982): Evaluating the quality of populations of predaceous cecidomyiids. (russ.) *Zashchita Rastenii* 4, 20-21.
- \* BONDARENKO, N. V. & E. G. MOISEV (1978): Predaceous cecidomyiid, on cucumbers in glasshouses. (russ.) *Zashchita Rastenii* 2, 30-31.

- \* BOUCHARD, D. & S. B. HILL (1986): A note on an adjustable cage for studying predator-prey relationships on semi-dwarf apple trees. *Phytoprotection* 67 (2), 141-142.
- BOUCHARD, D., J. C. TOURNEUR & R. O. PARADIS (1981): Bio-écologie d'*Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) prédateur du puceron du pommier, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae). *Annales de la Société Entomologique du Québec* 26 (2), 119-130.
- BÜHL, R. (1986): Blattlaus-Bekämpfung auf biologischem Wege. *Deutscher Gartenbau* 40 (6), 233-234.
- COUTIN, R. (1976): Gallmücken. In: Nützlinge in Apfelplantagen, Einführung in den integrierten Pflanzenschutz. IOBC/WPRS Broschüre Nr. 3, 86-87.
- DAVID, P. J. & R. L. HORSBURGH (1985): Ovicidal action of methomyl on eggs of pest and beneficial insects and mites associated with apples in Virginia. *Journal of Economic Entomology* 78 (2), 432-436.
- DAVIS, J. J. (1916): *Aphidoletes meridionalis* an important dipterous enemy of aphids. *Journal of Agricultural Research* 6 (23), 883-888.
- \* DEUTSCH, P. (1987): Present informations and experiences in practicing the biological protection of glasshouse vegetables. (cs.) *Agrochemia* 27, (5), 5-8 & 157-159.
- DÖRFLINGER, R. (1988): Untersuchungen zur biologischen Schädlingsbekämpfung an Gemüsekulturen unter Glas - Anwendung von *Aphidoletes aphidimyza*, *Phytoseiulus persimilis* und *Encarsia formosa* gegen Blattläuse, Spinnmilben und Weiße Fliegen. Diplomarbeit, Gesamthochschule Kassel/Witzenhausen
- EKBOM, B. (1979): Integrated control of green house insect pests - this year's mini-symposium. (schwedisch) *Växtskyddsnotiser* 43 (3), 58-60.
- EL-GAYAR, F. (1976): Some effects of a cyclic and an acyclic juvenoid on *Aphidoletes aphidimyza* (Dipt.: Cecidomyiidae). *Entomophaga* 21 (3), 297-301.
- ELLIOT, D. & L. A. GILKESON (1987): The development of greenhouse biological control in western Canadian vegetable greenhouses and plantscapes. *SROP/WPRS Bulletin* 1987/X/2, 52-56.
- EL-TITI, A. (1972): Die Verteilung der Eier von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) und ihre Bedeutung für den Einsatz unter Glas. Dissertation Göttingen.
- EL-TITI, A. (1973): Einflüsse von Beutedichte und Morphologie der Wirtspflanze auf die Eiablage von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Itonididae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 72 (4), 400-415.
- EL-TITI, A. (1974a): Auswirkung von der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Itonididae: Diptera) auf Blattlauspopulationen unter Glas. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 76 (4), 406-417.

- EL-TITI, A. (1974b): Zur Auslösung der Eiablage bei der aphidophagen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). Entomol. Exp. Appl. 17 (1), 9-21.
- FARRAR, C. A., T. M. PERRING & N. C. TOSCANO (1986): A midge predator of potato aphids on tomatoes. Calif. Agr. 40 (11/12), 9-10.
- FORSBERG, A. (1980): Possibilities of using the diapause of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae) in its mass production. SROP/WPRS Bulletin 1980/III/3, 35-39.
- FORTMANN, M. (1985): Untersuchungen zur Orientierung, Ernährung und Eiablage der Imagines von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Dissertation Göttingen.
- FORTMANN, M. (1987a): Arbeitskreis Nutzarthropoden: 'Biologische Schädlingsbekämpfung im Gewächshaus' - Ein neuer Film über den Einsatz von Nützlingen. Phyto-medizin - Mitt. der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft 17 (3), 9.
- FORTMANN, M. (1987b): Privatwirtschaftliche Nützlingsberater. Taspo-Magazin 10, 35.
- FORTMANN, M. (1987c): Massenvermehrung und Vertrieb von Nutzorganismen - Der Zuchtbetrieb als Bindeglied zwischen Forschung und Praxis. In: Biologischer Pflanzenschutz. Schriftenreihe des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Angewandte Wissenschaft H. 344, 275-283.
- GAGNE, R. J. (1971): The genus *Aphidoletes* Kieffer (Diptera: Cecidomyiidae) in North America. Ent. News. 82, 177-181.
- GAGNE, R. J. (1972): New synonymy and homonymy in Cecidomyiidae (Diptera). Proc. Wash. Ent. Soc. 74, 321-326.
- GAGNE, R. J. (1973): A generic synopsis of the Nearctic Cecidomyiidi (Diptera: Cecidomyiidae: Cecidomyiinae). Annales of the Entomological Society of America 66, 857-889.
- \* GILKESON, L. A. (1987): A note on fecundity of the aphid predator, *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae). Canadian Entomologist 119 (12), 1145-1146.
- GILKESON, L. A. & S. B. HILL (1986a): Diapause prevention in *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) by low-intensity light. Environ. Entomol. 15 (5), 1067-1069.
- GILKESON, L. A. & S. B. HILL (1986b): Genetic selection for an evaluation of nondiapause lines of predatory midge, *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae). Canadian Entomologist 118 (9), 869-879.
- GILKESON, L. A. & S. B. HILL (1986c): Influence of aphid diet on diapause in the predatory midge, *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Depart. of Entomology, MacDonald College of McGill University, Quebec, Canada.

- GILKESON, L. A. & S. B. HILL (1987): Release rates for control of green peach aphid (*Homoptera: Aphididae*) by the predatory midge *Aphidoletes aphidimyza* (*Diptera: Cecidomyiidae*) under winter greenhouse conditions. *Journal of Economic Entomology* 80 (1), 147-150.
- GILKESON, L. & M. KLEIN (1981): A guide to the biological control of greenhouse aphids. The Ark Project, Institute of Man and Resources, Charlottetown, Prince Edward Island, Canada, 25 S.
- GIUSTINA, W. della, P. DERIU & P. FOESSEL (1987): Role of specific natural enemies in the control of maize aphid populations in the Paris area. Preliminary results. *SROP/WPRS Bulletin* 1987/X/1, 12-22.
- HAGEN, K. S. & R. van den BOSCH (1968): Impact of pathogens, parasites and predators on aphids. *Ann. Rev. Ent.* 13, 325-384.
- HANSEN, L. S. (1980): Biologiske Bekämpfung von Blattläusen im Gewächshaus. (dän.) *Manedoversigt over plantesygdomme* 519, 24-25.
- \* HANSEN, L. S. (1982): An vendelse af bladlusmyg til bekæmpelse af bladlus Gronsags - ob Prydplantekulturer Nordisk Planteværmskonference 1982. 57, 1-5.
- HANSEN, L. S. (1983): Introduction of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (*Diptera: Cecidomyiidae*) from an open rearing unit for the control of aphids in glasshouses. *SROP/WPRS Bulletin* 1983/VI/3, 146-150.
- HANSEN, L. S. (1985): Biological control in Danish glasshouses - extent of use, application and success. EC Experts group meeting on integrated and biological control in protected crops, Heraklion, Greece, 24.-26. April 1985. bzw. in *Mededel. Fac. Landbouwwetenschap. Rijksuniv. Gent* 50 (2a), 399-402.
- HARRIS, K. M. (1973): Aphidophagous *Cecidomyiidae* (*Diptera*): taxonomy, biology and assessments of field populations. *Bulletin Ent.Res.* 63, 305-325.
- HARRIS, K. M. (1982): The aphid midge: a brief history. *Antenna* 6 (4), 286-289.
- HAUSER, I. (1986): Untersuchungen zu Verhalten und Lebensweise der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (*Diptera: Cecidomyiidae*). Dissertation Göttingen.
- HAVELKA, J. (1980a): Some aspects of photoperiodism of the aphidophagous gallmidge *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.). *SROP/WPRS Bulletin* 1980/III/3, 75-81.
- HAVELKA, J. (1980b): Some aspects of the photoperiodism of the carnivorous gallmidge *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (*Diptera: Cecidomyiidae*). *Entomol.Obozr.* 59 (2), 241-248 & 468.
- HAVELKA, J. (1980c): Effect of temperature on the developmental rate of preimaginal stages of *Aphidoletes aphidimyza* (*Diptera, Cecidomyiidae*). *Entomol.Exp.Appl.* 27 (1), 83-90.

- HAVELKA, J. & Z. RUZICKA (1984): Selection of aphid species by ovipositing females and effects of larval food on the development and fecundity in *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera, Cecidomyiidae). Zeitschrift für angewandte Entomologie 98 (5), 432-437.
- HENSELER, K. (1985): Schädlings-Bekämpfung biologisch oder alternativ. Gb+Gw, Gärtnerbörse und Gartenwelt 85 (45), 1681-1683.
- HENSELER, K. (1986): Nützling kontra Schädling: Möglichkeiten der biologischen Schädlingsbekämpfung für den Zierpflanzenbau. Zierpflanzenbau 17, 652-653.
- HOFVANG, T. & E. B. HAGVAR (1982): Comparison between the parasitoid *Ephedrus cerasicola* Stary and the predator *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) in the control of *Myzus persicae* (Sulzer). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 94 (4), 412-419.
- HOMMES, M. (1983): Untersuchungen zur Populationsdynamik und integrierten Bekämpfung von Kohlschädlingen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem H. 213, 94-97.
- HOYER, C. & R. EIMERS (1987): Biologischer Pflanzenschutz- Nützlingseinsatz im Unterglasgemüsebau. Gemüse 23 (3), 152-154.
- HOYER, C. & R. EIMERS (1988): Nützlingseinsatz im Unterglasgemüsebau. Gb + Gw, Gärtnerbörse und Gartenwelt 88 (8), 328-330.
- \* KHOKHLOV, V. M. (1980): A cage for holding insects. (russ.) Zashchita Rastenii 5, 34-35.
- KLINGAUF, F. (1967): Abwehr- und Meidereaktionen von Blattläusen (*Aphididae*) bei Bedrohung durch Räuber und Parasiten. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 60, 269-317.
- KOMAREK, S. (1985): Die Gallmücke (*Aphidoletes aphidimyza*, Rond.) als Nützling für die Bekämpfung der Blattläuse in den Gewächshäusern. Pflanzenschutz 7, 14-15.
- \* KOWALSKA, T., K. SZCZEPANSKA & K. BRZEZINSKI (1987): Integrated plant protection in glasshouses. (poln.) Mater. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Rosl. 26, 367-371.
- KUO, H.-L. (1975): Auswirkungen unterschiedlicher Ernährung von Pfirsichläusen (*Myzus persicae* -Sulz.-) auf ihren räuberischen Feind *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Dissertation Göttingen.
- KUO, H.-L. (1977): Auswirkungen zweier Wirtspflanzen von *Myzus persicae* (Sulz.) auf den räuberischen Blattlausfeind *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 82 (3), 229-233.
- KUO, H.-L. (1982): Auswirkungen qualitativ unterschiedlicher Ernährung von Pfirsichläusen (*Myzus persicae*) auf ihren räuberischen Feind (*Aphidoletes aphidimyza*). Entomol. Exp. Appl. 31 (2), 211-224.
- KUO-SELL, H.-L. (1985): Die räuberische Gallmücke. Pflanzenschutz-Praxis 1, 46-47.
- LAMPE, U. (1984): Einflüsse unterschiedlicher Typen von Pflanzenhaaren auf Blattläuse und räuberische Blattlausfeinde. Dissertation Göttingen.

- \* LAUREMA, S., G.-B. HUSBERG & M. MARKKULA (1986): Composition and functions of the salivary gland of the larvae of the aphid midge *Aphidoletes aphidimyza*. In: Hodek, I. (ed.). Ecology of aphidophaga. Prague (Czechoslovakia); Akademia. 113-118. bzw. in Proc. Symp. Ecol. Aphidophaga (Zvikovske Podhardi) 2, 113-118.
- LENTEREN, J. C. van (1987): World situation of biological control in greenhouses and factors limiting use of biological control. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 78-81.
- LE FEVRE, V. F. & R. G. ADAMS (1982): Bibliography of the aphid predator, *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). Bulletin of the Entomological Society of America 82 (2), 129-133.
- LIEBURG, M. J. van & P. M. J. RAMAKERS (1984): A method for the collection of *Aphidoletes* larvae in water. Mededel. Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent 49 (3a), 777-779.
- \* LINSKII, V. G. (1977): Gallmücken sind Räuber der Kohlblattlaus. (russ.) Zashch. Rast. (Moskva) 22 (5), 25.
- MAMAYEVA, K. P. (1964): Gall midges (Diptera, Itonididae) which develop in aphid colonies. Ent. Obozr. 43, 447-457. (russ.) bzw. in Entomological Review Washington 43, 229-233. (engl.)
- MAMAYEVA, K. P. (1981): Cecidomyiids as destroyers of aphids. (russ.) Zashchita Rastenii 7, 46.
- MANSOUR, M. H. (1975): The role of plants as a factor affecting oviposition by *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). Entomol. Exp. Appl. 18 (2), 173-179.
- MANSOUR, M. H. (1976a): Some factors influencing egg laying and site of oviposition by *Aphidoletes aphidimyza* (Dipt.: Cecidomyiidae). Entomophaga 21 (3), 281-288.
- MANSOUR, M. H. (1976b): Some factors influencing the egg laying behavior of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Diptera: Cecidomyiidae). Bulletin of Entomological Society of Egypt 60, 107-116.
- MARKKULA, M. (1976): Studies and experiences on the biological control of the most important pests on glasshouse cultures in Finland. SROP/WPRS Bulletin 1976/4, 19-24.
- MARKKULA, M. & K. TIITTANEN (1976a): A method for mass rearing of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.). SROP/WPRS Bulletin 1976/, 183-184.
- MARKKULA, M. & K. TIITTANEN (1976b): Mortality of *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (Dipt., Itonididae) larvae treated with acaricides. Ann.Agr.Fenn. 15. 1, S.86-88.

- MARKKULA, M. & K. TIITTANEN (1977): Use of the predatory midge *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera, Cecidomyiidae) against aphids in glasshouse cultures. Proc. Symp. XV. Int. Congr. Ent. Wash. D. C. USDA AS ARS-NE-85, 41-44.
- MARKKULA, M. & K. TIITTANEN (1980): Biological control of pests in glasshouses in Finland. - The situation today and in the future. SROP/WPRS Bulletin 1980/III/3, 127-134.
- MARKKULA, M. & K. TIITTANEN (1982): Possibilities of biological and integrated control on vegetables. Acta Entomologica Fennica 40, 15-23.
- MARKKULA, M., K. TIITTANEN, M. HÄMÄLÄINEN & A. FORSBERG (1979a): The aphid midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera, Cecidomyiidae) and its use in biological control of aphids. Ann. Ent. Fenn. 45, (4), 89-98.
- MARKKULA, M., M. RIMPILÄINEN & K. TIITTANEN (1979b): Harmfulness of soil treatment with some fungicides and insecticides to the biological control agent *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Dipt., Cecidomyiidae). Annales Agriculturae Fenniae 18 (3), 168-170.
- MARKKULA, M., M. RIMPILÄINEN & K. TIITTANEN (1979c): Suitability of various materials for the pupation substrate of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Dipt., Cecidomyiidae). Annales Agriculturae Fenniae 18 (3), 171-173.
- MAYR, L. (1973): Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera, Cecidomyiidae) gegen Blattläuse im Gewächshaus. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 73 (3), 255-260.
- MAYR, L. (1975): Untersuchungen zur Funktion der Speicheldrüsen räuberischer Gallmückenlarven (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 77 (3), 270-273.
- MAYR, L. (1981): Die räuberische Gallmückenlarve, *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptera, Itonididae), ein biologisches Hygrometer. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 3 (1-3), 247-249.
- MEADOW, R. H., W. C. KELLY & A. M. SHELTON (1985): Evaluation of *Aphidoletes aphidimyza* (Dipt.: Cecidomyiidae) for control of *Myzus persicae* (Hom.: Aphididae) in greenhouse and field experiments in the United States. Entomophaga 30 (4), 385-392.
- MIESNER, H. (1975): Einfluß unterschiedlicher Beuteverteilung auf den Sucherfolg von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Dissertation Göttingen.
- MILNE, D. L. (1960): The gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of clover flowerheads. Trans. R. Ent. Soc. 112, 73-108.
- MORSE, J. G. & B. A. CROFT (1987): Biological control of *Aphis pomi* (Hom.: Aphididae) of *Aphidoletes aphidimyza* (Dip.: Cecidomyiidae): a predator-prey model. Entomophaga 32 (4), 339-356.

- NIJVELDT, W. (1953): *Phaenobremia aphidivora* Rübs. (Diptera, Itonididae) f.n.sp., ein Prädator von *Aphis frangulae* Kltb. (holl.) Entomologische Berichten Amsterdam 14, 193-195.
- NIJVELDT, W. (1954): The range of prey of *Phaenobremia urticariae* Kffr. and *Phaenobremia aphidivora* Rübs. (Diptera, Itonididae). Entomologische Berichten Amsterdam 15, 207-211.
- NIJVELDT, W. (1957): Aphid-eating gall midges (*Cecidomyiidae*) with special reference to those in the Barnes collection. Entomologische Berichten Amsterdam 17, 233-239.
- NIJVELDT, W. (1963): Observations on gall midges of white and red clover. Netherlands Journal of Plant Pathology 69, 161-187.
- NIJVELDT, W. (1966): The food necessity of *Phaenobremia aphidimyza* (Rond., Diptera: *Cecidomyiidae*). Cécidologica Indica 1 (3), 185-187.
- NIJVELDT, W. (1969): Gall midges of economic importance. Vol.VIII: Gall midges - miscellaneous. 1. Auflage. Verlag: Crosby Lockwood & Son Ltd. London
- \* NIEMCZYK, E. & M. PRUSKA (1986): The occurrence of predators in different types of colonies of apple aphids. Proc. Symp. Ecol. Aphidophaga (Zvickovske Podhradi) 2, 303-310.
- OLSZAK, R. (1979): Occurrence of gall midges (Diptera, *Cecidomyiidae*) in aphid colonies on apple trees. (poln.) Polskie Pismo Entomologiczne 49 (1), 185-195.
- OSMERS, K. & H. WILBERT (1979): Die Beendigung der Larvenentwicklung von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (*Cecidomyiidae*) unter dem Einfluß von Nahrungsmangel und verschiedenartiger Lauffläche. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 88 (3), 326-331.
- PEDERSEN, O. C., J. REITZEL & L. S. HANSEN (1983): Pflanzen natürlich schützen - Nützlinge in Treibhaus und Garten. 1. Auflage, Wolfgang Krüger Verlag.
- PLATE, H.-P. (1984): Willkommene Helfer - Gallmücken, Schlupf- und Zehrwespen. Berliner Gartenfreund 10, 163-164.
- \* POLGAR, L. (1985): The identification and host range of aphid parasitoids naturally occurring under greenhouse conditions in Hungary. Acta Phytopathol. 20 (1-2), 207-218.
- \* POLGAR, L. (1987): Induced diapause for a long term storage of *Aphidius matricariae*. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 152-154.
- POLLARD, E. (1969): The effect of removal of arthropod predators on an infestation of *Brevicoryne brassicae* (Homoptera, Aphididae) on brussels sprouts. Ent. exp. & appl. 12, 118-124.
- POPOV, N. A. & Yu. V. BELOUSOV (1987): Breeding *Aphidoletes aphidimyza*. (russ.) Zashch. Rast. (Moskva) 10, 24.
- \* POPOV, N. A. & Yu. V. BELOUSOV (1987): Optimisation of the mass propagation of *Aphidoletes aphidimyza*. (russ.) Zashch. Rast. (Moskva) 11, 38-39.

- POPOV, N. A., Yu. V. BELOUSOV, I. A. ZABUDSKAYA, O. A. KHUDYAKOVA, V. B. SHEVTCHEENKO & E. S. SHIJKO (1987): Biological control of glasshouse crop pests in the USSR. SROP/WPRS Bulletin 1987/X/2, 155-157.
- \* RAKAUSKAS, R. P. & V. V. SPUN'GIS (1980): Predatory gall-midges of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.), *Monobremia subterranea* (Kieff.) species, found in colonies of fruit-trees aphides in the Lithuanian SSR in 1975 -1978. (russ.) Lietuv. TSR Mokslu Akad. Darbai Ser. C. 4, 77-80.
- RAWORTH, D. A. (1984): Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) at Vancouver, British Columbia; 4. Predation by *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). Canadian Entomologist 116 (6), 889-893.
- RIMPILÄINEN, M. (1980): Developing a mass-production method for *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) suitable for commercial production. SROP/WPRS Bulletin 1980/III/3, 209-211.
- ROBERTI, D. (1946): *Phenobremia aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae), ein Prädator von *Aphis frangulae* Koch. (ital.) Bolletino dell'Istituto di Entomologia della Universita degli Studi di Bologna 15, 233-256.
- SCHMIDBAUR, J. (1985): Aufbau einer Dauerzucht der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) zur biologischen Bekämpfung von Blattläusen im Gewächshaus. Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan, Fachrichtung Gartenbau.
- SCHÜLER, C. (1980): Einfluß verschiedener Wirtspflanzenarten auf die Beutequalität von Blattläusen für die räuberisch lebende Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Dissertation, Göttingen.
- SCOPES, N. E. A. (1980): Evaluation of *Aphidoletes aphidimyza*. The Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, Annual Report 1980, 105.
- SEIDEL, D., T. WETZEL, K. SCHUMANN & H.-G. BECKER (1982): Pflanzenproduktion - Grundlagen der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes. 2. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.
- SELL, P. (1975): Nebenwirkungen einiger Pestizide auf *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae) unter besonderer Berücksichtigung von Fraßleistung und Fruchtbarkeit. Dissertation, Göttingen.
- SELL, P. (1976): Monogenie bei *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 82 (1), 58-61.
- SELL, P. (1984a): Untersuchungen zur Prüfung der Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Leistungen der räuberischen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera, Cecidomyiidae) und deren Nachkommen. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 98 (5), 425-431.
- SELL, P. (1984b): Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Leistungen der aphidophagen Larven von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera, Cecidomyiidae). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 98 (2), 174-184.

- SELL, P. (1985): Leistungen des Blattlausräubers *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (*Diptera: Cecidomyiidae*) nach Einwirkung von Insektizid- und Fungizid-Belägen auf zwei und drei Tage alte Larven. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 92 (2), 157-163.
- SELL, P. & H.-L. KUO-SELL (1987): Leistungsfähigkeit der aphidophagen Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (*Diptera, Cecidomyiidae*) in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußfaktoren. Zeitschrift für Angew. Entomol. 103, 434-447.
- SIMOVA-TOSIC, D. & M. VUKOVIC. (1980): Studies of the genus *Aphidoletes* Kieffer (*Dipt. Cecidomyiidae*). (jugosl.) Acta Entomol. Jugoslavica 16, 63-67.
- SOLINAS, M. (1968): Morfologia, anatomia e organizzazione funzionale del capo della larva matura di *Phaenobremia aphidimyza* (Rondani). (ital.) Entomologia Agraria della Universita di Bari 4, 1-44.
- STEINER, H. (1985): Nützlinge im Garten. Ulmer Taschenbuch, 19. 1. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- \* STOROZHKOVA, Yu. V., E. G. MOISEEV & N. V. BONDARENKO (1981): A test of biological control of cucumbers in a large greenhouse. (russ.) Zashchita Rastenii 1, 28-29.
- \* SUKHORUCHENKO, G. I., A. A. SMIRNOVA, E. V. VIKAR & A. I. KAPITAN (1981): The effect of pyrethroids on arthropods of the cotton agrobiocoenosis. (russ.) Entomologicheskoe Obozrenie 60 (1), 5-15.
- \* TAPIO, E. (1981): Biological control - an important part of integrated plant protection. (fin.) Växtskyddsnotiser 45 (2), 38-41.
- TRACEWSKI, K. T., P. C. JOHNSON & A. T. EATON (1984): Relative densities of predaceous *Diptera* (*Cecidomyiidae, Chamaemyiidae, Syrphidae*) and their aphid prey in New Hampshire, U.S.A., apple orchards. Protection Ecology 6 (3), 199-207.
- \* UOTI, J. (1980): The role of pesticide producer in biological control. SROP/WPRS Bulletin 1980/III/3, 231-233.
- \* USHCHEKOV, A. T. (1975): A predacious cecidomyiid in glasshouses. (russ.) Zashchita Rastenii 9, 21-22.
- UYGUN, N. (1970): Der Einfluß der Nahrungsmenge auf Fruchtbarkeit und Lebensdauer von *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani, 1847) (*Diptera, Itonididae*). Dissertation Göttingen.
- UYGUN, N. (1971): Der Einfluß der Nahrungsmenge auf Fruchtbarkeit und Lebensdauer von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (*Diptera, Itonididae*). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 69 (3), 234-258.
- UYGUN, N. & F. ÖZGÜR (1980): Identification of pests of greenhouse vegetables in the Icel and Adana regions, and the effects of endosulfan smoke tablets and pirimicarb on *Myzus persicae* (Sulz.). (türk.) Türkiye Bitki Koruma Dergisi 4 (3), 185-192.

- WARNER, L. A. & B. A. CROFT (1982): Toxicities of azinphosmethyl and selected orchard pesticides to an aphid predator, *Aphidoletes aphidimyza*. Journal of Economic Entomology 75 (3), 410-415.
- WEBER, G., S. OSWALD & U. ZÖLLNER (1986): Die Wirtseignung von Rapssorten unterschiedlichen Glucosinolatgehaltes für *Brevicoryne brassicae* (L.) und *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 93 (2), 113-124.
- WILBERT, H. (1972): Der Einfluß der Beutedichte auf die Sterblichkeit der Larven von *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Cecidomyiidae). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 70 (4), 347-352.
- WILBERT, H. (1973): Zur Suchfähigkeit der Eilarven von *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). Entomol. Exp. Appl. 16 (4), 514-524.
- WILBERT, H. (1974): Die Wahrnehmung von Beute durch die Eilarven von *Aphidoletes aphidimyza* (Cecidomyiidae). Entomophaga 19 (2), 173-181.
- WILBERT, H. (1975): Untersuchungen über Itonididen als natürliche Feinde von Blattläusen. Landw. Angew. Wiss. 175, 66-68.
- WILBERT, H. (1977): Der Honigtau als Reiz und Energiequelle für entomophage Insekten. Apidologie 8, 393-400.
- WOOD-BAKER, G. S. (1964): Aphidivorous Cecidomyiidae (Dipt.) an investigation of the occurrence and bionomics of aphid-eating gallmidges, mainly in Britain. Entomologist's Monthly Magazin London 100, 212-231.
- YUKAWA, J. & T. SANUI (1978): Description of a new predacious gall midge (Diptera: Cecidomyiidae). Appl. Ent. Zool. 13 (4), 243-249.
- ZÖLLNER, U. (1985): Untersuchungen zum Einfluß von Rapssorten (*Brassica napus* var. *napus*) mit unterschiedlichem Glucosinolat-Gehalt auf die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae). Diplomarbeit am Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz in Göttingen.

\*: Die so gekennzeichneten Literaturquellen sind außer im Literaturverzeichnis nicht in diese Arbeit aufgenommen, weil

- die Quelle nicht oder noch nicht im deutschen Verleih erhältlich ist,
- keine für *A. aphidimyza* wesentlichen Aussagen enthält oder
- nicht zu übersetzen war.

Anhang:

Bezugsmöglichkeiten für die räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza*

Deutschland: Firma W. Neudorff GmbH KG

Abt. Nutzorganismen

An der Mühle 3

Postfach 1209

D-3254 Emmerthal 1

Hobbygärtner können Bestellgutscheine beim Samen- und Gartenfachhandel kaufen (ca. 15,- DM), die nur noch ausgefüllt und eingesandt werden müssen. Eine "Hobbyeinheit" enthält 80 Puppen für 10 m<sup>2</sup>.

Erwerbsgärtner bestellen direkt beim Zuchtbetrieb.

250 m<sup>2</sup> - 300 Stück - 30,- DM

500 m<sup>2</sup> - 600 Stück - 55,- DM

1000 m<sup>2</sup> - 1200 Stück - 100,- DM

Die Preise verstehen sich zuzüglich 10,- DM Versandkosten pro Lieferung plus Mehrwertsteuer.

Dänemark: Chr. Hansens Biosystems A/S

Fanogade 15

DK-2100 Copenhagen O.

Kanada: Applied Bio-Nomics Ltd.

P.O. Box 2637

Sidney

B.C. Canada V8L 4C1

Preis: \$ 10,00/100 Stück; \$ 25,00/500 Stück

Von der Firma Kemira Ltd. (in Kap. 6.2. erwähnt) in Finnland ist *A. aphidimyza* nicht mehr zu beziehen.