

Deutsches Entomologisches Institut  
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin  
Eberswalde

KURT BEHRENDT

## Das Abwandern parasitierter Aphiden von ihren Wirtspflanzen und eine Methode zu ihrer Erfassung

Aphidiiden und Apheliniden der Gattung *Aphelinus* sind primäre Parasiten von Aphiden. Die letzten Larvenstadien dieser Endophagen verwandeln den befallenen Wirt in sogenannte Mumien, das heißt in ausgefressene Blattlaus-hüllen, die eine gewisse Festigkeit durch einen von der Parasitenlarve gesponnenen Innenkokon erhalten und die in der Regel für die Parasitengattung spezifische Verfärbungen und Verformungen aufweisen. Die Gattungen *Praon* und *Dyscritulus* spinnen allerdings ihre typischen Kokons unterhalb der leeren Aphidenhaut. In der Regel wird angenommen, daß die Mumien an Stellen der Blattlaus-Wirtspflanzen entstehen, an denen die Aphiden parasitiert wurden oder doch zuletzt Nahrung aufnahmen. Die folgenden Darlegungen zeigen, daß parasitierte Aphiden entfernt vom letzten Saugort mumifiziert werden können. Das muß künftig bei der Beurteilung der Abundanz und Effektivität der Blattlausparasiten berücksichtigt werden.

Seit 1965 mit *Aphelinus chaonia* (WALKER) durchgeführte Zuchten und Freilandbeobachtungen ergaben, daß parasitierte *Aphis fabae* SCOPOLI stets kurz vor ihrer Mumifizierung von der Wirtspflanze abwandern. Diese Prä mumien setzen sich erst nach Einwirkung thigmotaktischer Reize fest. Durch Einlegen eines grobporigen Gummischwammstückchens auf den Boden des Zuchtzylinders ist eine Konzentrierung der wandernden Prä mumien auf engstem Raum leicht erreichbar. In der Natur verbergen sie sich zwischen trockenen Pflanzenteilen oder im Untergrund und nur ausnahmsweise, wahrscheinlich nach langer Suchaktion, auf freiliegenden Substraten, beispielsweise Blättern.

Von solchem Zufallsfund zweier Mumien auf *Poa annua* unter *Evonymus*-büschen nahm die Stammzucht ihren Ausgang, zumal glücklicherweise ein Pärchen dieser parthenogenetisch-arrhenotoken Art schlüpfte.

In der Folgezeit wurden Fangringe aus Gummischwammstreifen um Zweige von *Evonymus europaea*, *Philadelphus coronarius*, um Blattstiele von *Beta vulgaris* und andere von *Aphis fabae* befallene Sommerwirtspflanzen gelegt. Die Fangergebnisse in diesen Ringen zeigten, daß *Aphelinus chaonia* in Eberswalde und Umgebung verbreitet bis häufig ist.

Das sind die ersten systematischen Freilandnachweise dieser *Aphelinus*-Art als Parasit von *Aphis fabae* in Deutschland, da sich die Fundortangabe „Deutschland“ von FERRIERE

(1965) wahrscheinlich auf Beobachtungen von Dr. SOL (unveröffentlicht, briefliche Mitteilung, 1957) in einem Gewächshaus des Institutes für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz Göttingen beziehen. SOL fand die Mumien bei seinen Zuchten in den Blattachseln, zwischen den untersten Nebenblättern von getopften *Vicia faba* und auf dem Boden des Zuchtkäfigs.<sup>1</sup>

In den Fangringen wurden jedoch nicht nur von *Aphelinus chaonia*, sondern auch von Aphidiiden parasitierte *Aphis fabae* gefangen. Die folgende Tabelle gibt ein Beispiel für den Erfolg der Fangringmethode an drei kleinen (100 bis 150 cm Höhe), dicht zusammenstehenden Büschen von *Evonymus europaea*. Am 1. 10. 1966 wurden 14 Fangringe angelegt. Bis zum Blattfall wurden an den Blättern keine Mumien beobachtet. Nach der Abnahme der Ringe am 1. 3. 1967, acht Tage vor Beginn des Fundatrizenschlupfes von *Aphis fabae*, wurden 357 Mumien ausgelesen. Im Frühjahr 1967 entwickelte sich an diesen Büschen ein sehr starker Befall mit *Aphis fabae*. Sieben neue Fangringe wurden am 28. 3. 1967 angelegt und am 29. 5. 67 entfernt, nachdem die Büsche von allen lebenden Aphiden verlassen waren. Während an 586 Blättern nur 161 Mumien gezählt wurden — die Blätter eines Busches waren durch überstarken Befall vertrocknet und hatten keinen Mumienbesatz — ergab die Ringauslese 712 Mumien.

Tabelle

Mumienfunde an drei Büschen von *Evonymus europaea* LINNAEUS in Eberswalde (Institutsgelände)

| Anzahl Fangringe | Zeit       | Anzahl Mumien von        |                       |                           |                          | Summe |
|------------------|------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------|
|                  |            | <i>Aphelinus chaonia</i> | <i>Praon abjectum</i> | <i>Ephedrus plagiator</i> | <i>Trioxys angelicae</i> |       |
| 14               | 1. 10. 66  | 141                      | 59                    | 157                       | 0                        | 357   |
| 7                | — 1. 3. 67 | 108                      | 140                   | 46                        | 418                      | 712   |
|                  | 28. 3. 67  |                          |                       |                           |                          |       |
| An 586 Blättern  | —29. 5. 67 | 0                        | 12                    | 149*                      |                          | 161   |
|                  | 29. 5. 67  |                          |                       |                           |                          |       |

\* *Ephedrus*- und *Trioxys*-Mumien wurden nicht getrennt ausgezählt.

Das Resultat vom Herbst 1966 gibt zugleich eine Erklärung für eine gelegentliche Diskrepanz zwischen beobachtetem starkem Parasitenflug und der später ermittelten geringen Anzahl Mumien an den Blättern. Die Abwanderung der Prä mumien in die Fangringe dürfte in diesem Falle mit der Induktion der Parasitenlarven zur Diapause unter den natürlichen Kurztagbedingungen im Zusammenhang stehen, zumal die von den Aphidiiden erzeugten Mumien die für die Überwinterung charakteristische derbere Kokonbildung aufzuweisen. Der hohe Anteil der Mumien in den Ringen bei der Auslese vom 29. 5. 67 erfordert eine andere Deutung, da er unter Langtagbedingungen auftrat. Ein solcher Fall wurde zuerst 1965 bei einem Eberswalder Stamm (10 A) von *Lysi-*

<sup>1</sup> Herrn Dr. R. SOL, Kitzberg/Kiel, danke ich auch an dieser Stelle recht herzlich für seine Mitteilungen und eine Abschrift der unveröffentlichten Studien.

*phlebus fabarum* (MARSHALL) beobachtet, der mit *Aphis fabae* auf *Vicia faba* gezogen wurde. Die meisten parasitierten Aphiden wanderten bei einer Photoperiode von 18/6 (Licht/Dunkel) und etwa 20°C von den Blättern ab. Ihre Mumifizierung erfolgte am Zuchtzylinder oder auf dem untergelegten Filterpapier. Aus solchen Mumien schlüpften die Parasiten nur nach längerer Kältebehandlung, während der Schlupf aus den am Saugort (Blatt, Stengel) verbliebenen ohne Verzögerung eintrat. Es handelt sich also um Aestivation.

Bei anderen Stämmen von *Lysiphlebus fabarum*, bei denen unter Langtagbedingungen nur Mumien am Saugort entstehen, kann Prä mumienwanderung durch Kurztag (8/16) und Temperaturen um 15 °C induziert werden. Diese Mumien, das heißt die darin befindlichen Präpuppen der Parasiten, diapausieren.

Bei *Trioxys angelicae* (HALIDAY) ist solche Ruheperiode unter Langtagbedingungen häufig. Sie wird nach bisherigen Ergebnissen im Laboratorium durch Photoperiode und Temperatur beeinflusst, und es zeigt sich, daß die Abwanderung nicht zwangsläufig mit Aestivation gekoppelt ist. So bleiben unter Frühjahrsbedingungen (15/9 = L/D, 15 °C) nur etwa 6% aller entstandenen Mumien an den Blättern, 94% wandern als Prä mumien ab, es aestivieren jedoch nur 50%. Unter Hochsommerbedingungen (18/6 = L/D und Temperaturen über 20 °C) erhöht sich zwar der durchschnittliche Anteil der Blattmumien, aber der Anteil aestivierender Parasiten-Präpuppen wechselt generationsweise: Auf eine Generation mit Aestivation folgt eine mit Subitanentwicklung, gleichgültig, ob es sich um Mumien auf Blättern oder im Fanggummi handelt. In der nächsten oder übernächsten Generation befinden sich alle Mumien im Fanggummi, und dann ist die Aestivation 100%ig.

In *Ephedrus plagiator* (NEES)-Zuchten sind unter Frühjahrsbedingungen 58% der parasitierten Aphiden an den Blättern zu finden, 42% wandern im Prä mumienstadium ab. Unter Hochsommerbedingungen verdoppelt sich die Anzahl der Abwanderer. In beiden Fällen schlüpfen die Parasiten aus den Blatt- und Gummischwamm-Mumien jedoch bei den bisher untersuchten Ökotypen nach der normalen Entwicklungsdauer. Ähnlich ist es bei *Praon abjectum* (HALIDAY) unter Langtagbedingungen.

Prä mumienwanderung in Verbindung mit Aestivation wurde auch bei *Brachycaudus helichrysi* (KALTENBACH), nicht aber bei *Hyalopecterus pruni* (GEOFFROY) auf *Prunus domestica* nach Parasitierung durch *Ephedrus plagiator* beobachtet. Die von *Aphidius rosae* HALIDAY bei *Macrosiphum rosae* LINNAEUS erzeugten Mumien sind meist nur vereinzelt zu finden, vermutlich, weil die Prä mumien wandern. Diese auch von STARY (1966) geäußerte Vermutung ist zugleich der erste Literaturhinweis auf derartige Erscheinungen bei Aphidiiden.

Die Mumien, die *Aphelinus asychis* (*semiflavus*) (WALKER) bei *Aphis fabae* und — bevorzugt — bei *Myzus persicae* SULZER erzeugt, treten unter Langtagbedingungen sowohl am Saugort als auch in eingelegten Schwammstücken auf. In der Regel erfolgt der Schlupf der Parasiten auch aus den nach Abwanderung entstandenen Mumien wie bei *Aphelinus chaonia* nach der normalen Entwicklungsdauer, also ohne Aestivation.

Abgesehen von Gelbschalenfängen, durch die wir zuerst auf das Vorhandensein von *Aphelinus asychis* aufmerksam wurden, stellt der Fang von zwei Weibchen und der Fund von sieben Mumien von *Myzus persicae*, aus denen ebenfalls *Aphelinus asychis* schlüpften, auf Zuckerrübenfeldern bei Eberswalde den ersten Wiederfund dieser Species im Freiland in Deutschland seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts (FERRIÈRE, 1965) dar, da sich die Beobachtungen von WILBERT (1964) auf nicht rekonstruierbare Gewächshausfunde in Bonn beziehen.

Das fremddienliche Phänomen der Prämunienwanderung bietet den Parasiten einige Selektionsvorteile. Abgesehen von dem unmittelbaren Schutz, den besonders die zarten und zerbrechlichen Mumien der Aphelinidenarten dadurch finden, werden solche verborgenen Mumien viel seltener von den zahlreichen Hyperparasitenarten gefunden. Außerdem bieten die aufgesuchten Stellen im Boden sicher ein günstigeres Mikroklima während der Aestivation oder Diapause, als es an der Pflanze vorhanden ist. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß umfassendere Untersuchungen mit der Fangringmethode zeigen werden, daß die Abwanderung von parasitierten Aphiden weit verbreitet ist.

Aestivation bzw. Diapause der Aphidenparasiten kann die Effektivität der Parasiten stark herabsetzen, wenn eine schlechte Synchronisation mit den Wirten vorliegt (SCHLINGER, 1960; STARÝ, 1966). Die größte Bedeutung der Ruhephasen liegt in der Sicherung der Art im Falle des Wirtsmangels, der im Sommer oft recht plötzlich eintreten kann. Beobachtungen bei *Lysiphlebus fabarum* deuten darauf hin, daß es Ökotypen mit unterschiedlicher Neigung zur Induktion von Ruhephasen gibt. Ähnliche Vermutungen äußert STARÝ (1966) bezüglich *Ephedrus persicae* FROGGATT. Während ein Ökotyp, der trotz reichen Wirtsangebotes aestiviert, die Erhaltung der Art sichert, würde ein anderer Ökotyp unter denselben Bedingungen die Wirtsdichte zur Vermehrung nutzen. Wir nennen ihn dann effektiver. Er ist aber durch Hyperparasiten und plötzlichen Wirtsmangel stark gefährdet. Wirtschaftlich am vorteilhaftesten wäre ein Ökotyp, der nicht nur die Wirtsdichte wirksam beeinflusst, sondern auch selbst von dieser gesteuert wird. In welchem Grade das möglich ist, ist ungeklärt.

Wenn nur ein Teil der parasitierten Aphiden einer Kolonie im Prämunienstadium abwandert, kann das Bild eines aufgelockerten Mumienbesatzes entstehen. Typischerweise wird der Mumienbesatz, der an blattlausbesiedelten Pflanzen zu beobachten ist, aber durch andere Ursachen als die Abwanderung beeinflusst. Ausschlaggebend ist einerseits die Dichte der Koloniebildung der Aphiden, andererseits sind es charakteristische Verhaltensweisen der Parasiten, wie Fluglust, Intensität der Parasitierung oder Präferenz bestimmter Wirtsstadien. So beruht zum Beispiel der oft zu beobachtende dichte Besatz der Mumien von *Aphis fabae* an *Vicia faba* nach Parasitierung durch *Lysiphlebus fabarum* sowohl auf der Neigung der Aphidenart zur Bildung dichter Kolonien als auch auf der kontinuierlichen, beharrlichen Parasitierungsweise der relativ wenig fluglustigen und gegen Störungen wenig empfindlichen Parasiten. Dichte Mumiengruppen von *Aphis fabae* nach Parasitierung durch *Trioxys (B.) angelicae* begründet STARÝ (1966) besonders mit der Präferenz der Parasitenweibchen für junge Wirtsstadien. Die unter gleichen Umweltbedingungen lebhafteren *Praon abjectum*- oder *Ephedrus plagiator*-Weibchen und ihre mehr sporadische Parasitierungsweise führen bei *Aphis fabae* dagegen zu isoliert sitzenden Mumien.

Mitunter kann ein aufgelockerter Mumienbesatz auch dadurch zustande kommen, daß bereits parasitierte Aphiden wiederholt angestochen werden und sich dann absondern. Meist setzen sie sich unweit der verlassenen Kolonie wieder fest. Hier ist wahrscheinlich die von FAHRINGER (1922) beschriebene Abwanderung der von *Lysiphlebus fabarum* parasitierten *Aphis rumicis* einzuordnen. Bezeichnend ist jedenfalls, daß von Aphidiiden parasitierte Aphiden, die später am Blatt mumifiziert werden, um so seßhafter werden, je älter das Larvenstadium des Parasiten in ihrem Inneren ist. Wenn die Situation bei den als Prä-mumien abwandernden parasitierten Aphiden gerade entgegengesetzt ist, so muß das physiologische Ursachen haben. Bei der durch Aphidiiden veranlaßten Wanderung ist eine Beziehung zur Ruhephase (Aestivation, Diapause), die typischerweise damit verbunden ist, naheliegend. Wäre aber eine sehr spezifische Funktion, zum Beispiel die eines Diapausehormones, für den auf die Prä-mumie ausgeübten Wanderreiz maßgebend, so müßte bei der durch Apheliniden veranlaßten Wanderung eine andere Ursache vorliegen. Einfacher und auf beide Fälle anwendbar wäre daher eine Ursache, die nur eine indirekte Beziehung zur Ruhephase besäße. Das könnte beispielsweise ein Druckreiz auf das Nervensystem der Prä-mumie sein, der durch eine besondere Verhaltensweise oder auch nur durch die Körpermasse der Parasitenlarve ausgeübt wird. Es bestehen allerdings auch Unterschiede bei der Beendigung der durch Aphidiiden bzw. Apheliniden verursachten Wanderung. Bei letzteren sind thigmotaktische Reize für das Festsetzen erforderlich, und die Mumifizierung tritt oft erst viele Stunden später ein. Von Aphidiiden provozierte Wanderungen finden oft auf glatten Flächen ihr Ende, so daß das Festsetzen vermutlich durch den unmittelbaren Angriff der Parasitenlarve auf das Nervensystem und die Muskulatur der Prä-mumie herbeigeführt wird. Dennoch muß die Ursache der Wanderung nicht unterschiedlicher Natur sein.

Über Zucht und Bionomie der erwähnten Parasiten von *Aphis fabae* werden in Kürze eingehendere Untersuchungsergebnisse veröffentlicht.

#### Methode

Etwa ein cm breite und 0,3 cm dicke Streifen aus grobporigem Gummischwamm werden ohne Spannung um Zweige, Äste, Stengel beziehungsweise Blattstiele von Aphidenwirtpflanzen gelegt. Die freien Enden der Streifen werden mit nichtrostendem Bindedraht umwickelt oder durch kleine Gardinenklammern zusammengehalten. Die Erneuerung der Fangringe erfolgt in Abhängigkeit vom Massenwechsel der Aphiden, von der Witterung, der Entwicklungsdauer der Parasiten und vom Ziel der Untersuchung.

#### Zusammenfassung

Blattlausmumien entstehen oft nicht am Saugort der parasitierten Aphiden. Die letzten Larvenstadien von *Aphelinus chaonia* (WALKER) provozieren die befallenen *Aphis fabae*-Stadien regelmäßig zur Abwanderung aus der Kolonie und gewöhnlich von der Pflanze. Diese Prä-mumien kommen durch thigmotaktische Reize veranlaßt zur Ruhe, bevor sie mumifiziert werden. In Zuchten zeigt auch *Aphelinus asychis* (*semiflavus*) (WALKER) bei *Myzus persicae* SULZER und *Aphis fabae* SCOPOLI bevorzugt dieses Verhalten. Bei den Aphidiiden *Lysiphlebus fabarum* (MARSHALL), *Ephedrus plagiator* (NEES), *Praon abjectum* (HALIDAY), *Trioxys angelicae* (HALIDAY) ist diese Abwanderung der Wirte im Prä-mumienstadium teilweise mit Diapause (bei Kurztagbedingungen) oder teilweise mit Aestivation

(bei Langtagbedingungen) verbunden. Nur aus Blattläusen, die an ihren Saugorten mumifiziert wurden, schlüpfen die Parasiten in der Regel ohne Verzögerung. Der Nachweis der Abwanderung läßt sich durch Anlegen von Fangringen aus Gummischwammstreifen um Pflanzenteile, die von Aphiden befallen sind, führen. An *Evonymus europaea* als Winterwirt von *Aphis fabae* waren die Mumienausbeuten in Fangringen mehrfach höher als an Blättern. *Aphelinus chaonia* war mittels der Fangringmethode als verbreitete Art um Eberswalde nachweisbar.

### Summary

Mummies of aphids often occur in other places than the sucking places of the parasitized aphids. The last larval instar of *Aphelinus chaonia* (WALKER) provokes the attacked *Aphis fabae* regularly to migrate from the colony and usually from the plant. This praemummy comes to rest by thigmotactic stimuli before being mummified. In laboratory rearing also *Aphelinus asychis* (*semiflavus*) (WALKER) preferably shows this behaviour on *Myzus persicae* SULZER and *Aphis fabae* SCOPOLI. With the aphidiids *Lysiphlebus fabarum* (MARSHALL), *Ephedrus plagiator* (NEES), *Praon abjectum* (HALIDAY), *Trioxys angelicae* (HALIDAY), this migration of the hosts as praemummies is connected with diapause (under conditions of a short day) or partially with aestivation (under conditions of a long day). As a rule the parasites emerge without delay only from aphids which are mummified in their sucking places. This migration in the open air can be demonstrated by putting rings made of rubber sponge round the parts of plants that are attacked by aphids. On *Evonymus europaea* as a main host of *Aphis fabae* the catch of mummies was several times bigger on the rings than on the foliage. By this method *Aphelinus chaonia* was established as a species very much in evidence around Eberswalde near Berlin.

### Резюме

Мумии тлей образуются часто не у места сосания паразитированных тлей. Последние личиночные стадии *Aphelinus chaonia* (WALKER) провоцируют стадии *Aphis fabae* регулярно к миграции из колонии и обычно от растения. Эти премумии успокаиваются из-за тигмотактических раздражений перед мумификацией. В разведениях показывают *Aphelinus asychis* (*semiflavus*) (WALKER) у *Myzus persicae* SULZER и *Aphis fabae* SCOPOLI предпочитанно это поведение. У *Aphididae* *Lysiphlebus fabarum* (MARSHALL), *Ephedrus plagiator* (NEES), *Praon abjectum* (HALIDAY), *Trioxys angelicae* (HALIDAY) эта миграция хозяинов в стадии премумии почти всегда связана с диапаузой (при коротких днях) или с эстивацией (при длинных днях). Только из тех тлей, которые мумифицировались на месте сосания, вылупиваются паразиты без задержки. Миграцию можно доказать путём применения резиновых губок как кольцевидную ловушку на частях растений, на которых находятся тли. На *Evonymus europaea* как зимний хозяин для *Aphis fabae* была добыча в кольцах несколько раз выше чем на листьях. *Aphelinus chaonia* была отмечена этими кольцами как распространённый вид в окрестности Еберсвальде.

### Literatur

- FAHRINGER, J., Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger Schmarotzerwespen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung für biologische Bekämpfung von Schädlingen. Z. angew. Ent., 8, 325—388; 1922.
- FERRIERE, CH., Hymenoptera Aphelinidae d'Europe et du Bassin Méditerranéen. Masson et C<sup>ie</sup> Editeurs, Paris. 206 S.; 1965.
- SCHLINGER, E. J., Diapause and secondary parasites nullify the effectiveness of rose-aphid parasites in Riverside, California, 1957—1958. Journ. econ. Ent., 53, 151—154; 1960.
- STARÝ, P., Aphid Parasites of Czechoslovakia. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague. 242 S.; 1966.
- WILBERT, H., Das Ausleseverhalten von *Aphelinus semiflavus* HOWARD und die Abwehrreaktion seiner Wirte (Hymenoptera: Aphelinidae) Beitr. Ent., 14, 159—221; 1964.