Blattflöhe (Homoptera: Psylloidea) : Systematik und Biologie

Autor(en): **Burckhardt, D.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel**

Band (Jahr): **39 (1989)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-1043093

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mitt. Entom. Gesellschaft Basel 39 (1/2) : 51-65 März/Juni 1989

Blattflöhe (Homoptera : Psylloidea) : Systematik und Biologie

D. BURCKHARDT

Muséum d'Histoire naturelle, Case postale 434, 1211 Genève 6, Schweiz.

Einleitung

Die Blattflöhe (Homoptera : Psylloidea) bilden eine kleine Gruppe von Pflanzenläusen mit einer weltweiten Verbreitung. Gegen 3000 Arten sind beschrieben worden ; aufgrund von unbearbeitetem Material schätzt man die Artenzahl aber auf etwa 8000. Nach neueren Untersuchungen scheint ihre Diversität in den Tropen und gemässigten Regionen der südlichen Hemisphäre am grössten zu sein, wo sie teilweise die bei uns vorherrschenden Blattläuse ersetzen. In grossen Individuenzahlen treten sie aber auch in subarktischen und -antarktischen Biotopen auf. Mehrere Eigenheiten machen Psyllen zu einem besonders interessanten Studienobjekt. Einige Aspekte ihrer Systematik und Biologie sollen hier vorgestellt werden.

Morphologie und Anatomie

Bei Blattflöhen handelt es sich um kleine, etwa 1-10 mm lange, hemimetabole Insekten, die oberflächlich kleinen Zikaden gleichen (Abb. 1). Ihr Körper kann von wachsartigen Ausscheidungen überzogen sein, und die Körperfärbung variiert oft stark. Das Integument ist meist mehr oder weniger stark behaart und trägt oft eine Mikroskulptur.

Der Kopf (Abb. 6) besitzt zwei grosse Komplexaugen und 3 Ozellen und meist 10gliedrige Antennen, die je nach Art kürzer als die Kopfbreite bis viel länger als die Körperlänge sein können. Manchmal sitzen am Kopf nach vorne ausgestülpte Wangenkegel, deren Aufgabe nicht bekannt ist. Vielleicht werden sie gebraucht, um die Blattnerven ausfindig zu machen und so einen zur Nahrungsaufnahme geeigneten Ort zu finden. Der Kopf ist wie bei anderen Pflanzenläusen stark modifiziert, so dass die Mundwerkzeuge ganz auf der Körperunterseite liegen und der Rüssel zwischen oder hinter den Vorderhüften entspringt. Der 3gliedrige Rüssel wird vom Labium gebildet und umschliesst je ein Paar Stech- und Saugborsten. Dieser Typ von stechend-saugenden Mundwerkzeugen ist bei allen Hemipteren (Schnabelkerfe) zu finden. Die von den Mandibeln und Maxillen gebildeten Stech- und Saugborsten dienen dazu, das Pflanzengewebe aufzuschneiden, Speichel in die Pflanze einzuspritzen und die flüssige Nahrung aufzunehmen.

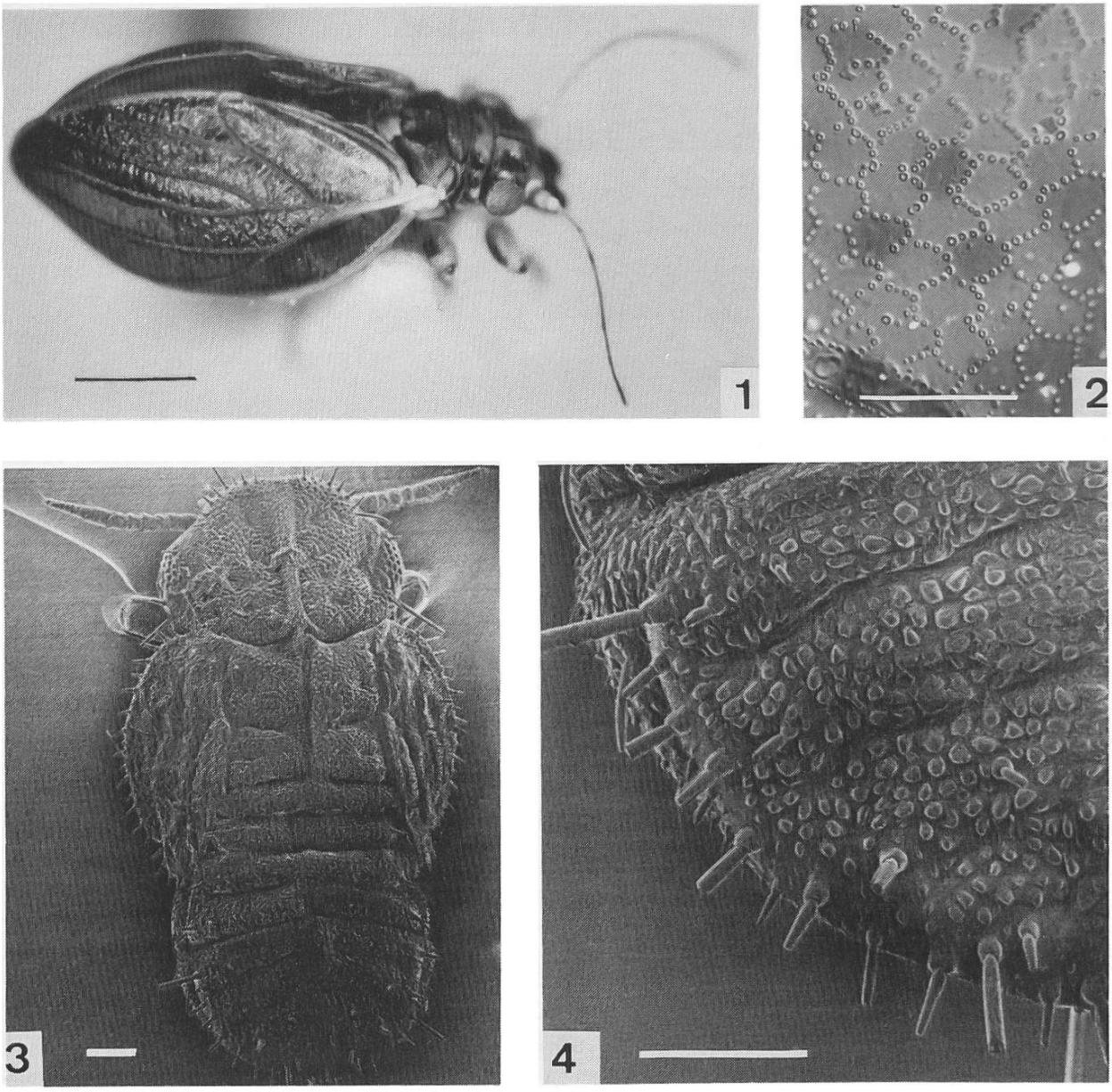

Abb. 1-4. 1. *Livilla kabylica* BURCKHARDT, Adulttier in Ruhestellung. 2. Mikroskulptur des Vorderflügels von *Agonoscena favipennis* BURCKHARDT & LAUTERER. 3-4. Letztes Larvenstadium von *Crucianus medius* BURCKHARDT & LAUTERER. 3. Dorsalansicht. 4. Abdomen mit Setae. (Skalen = 0,05 mm).

Der robuste Thorax ist je nach Gruppe dorsal flach bis stark gewölbt, wodurch der Kopf nach vorne oder mehr oder weniger stark nach unten gerichtet ist. Der Thorax trägt die beiden Flügelpaare, die in Ruhe dachförmig über den Körper gelegt werden. Die gut entwickelte Flugmuskulatur befindet sich zur Hauptsache im Mesothorax. Die Vorderflügel (Abb. 5) besitzen eine typisch ausgebildete Aderung, wo sich die Adern M und Cu1 in je zwei Äste verzweigen. Die Vorderflügel können durchsichtig oder lederig sein und tragen oft eine Zeichnung oder eine Mikroskulptur (Abb. 2). Die Hinterflügel sind immer membranös mit einer reduzierten, undeutlichen Aderung. Bei manchen Arten sind die Hinterflügel stark verkürzt (*Trioza*

obsoleta-Gruppe und *Leptynoptera* spp.) oder ganz reduziert (*Trioza diptera* CRAWFORD). Die Beine besitzen 2gliedrige Tarsen mit kräftigen Klauen. Die Vorder- und Mittelbeine sind Schreitbeine, während die Hinterbeine (Abb. 10) zu Sprungbeinen umgestaltet sind. Die Sprungmuskulatur befindet sich in den stark vergrösserten Metacoxen, die starr miteinander und mit dem Metathorax verwachsen sind.

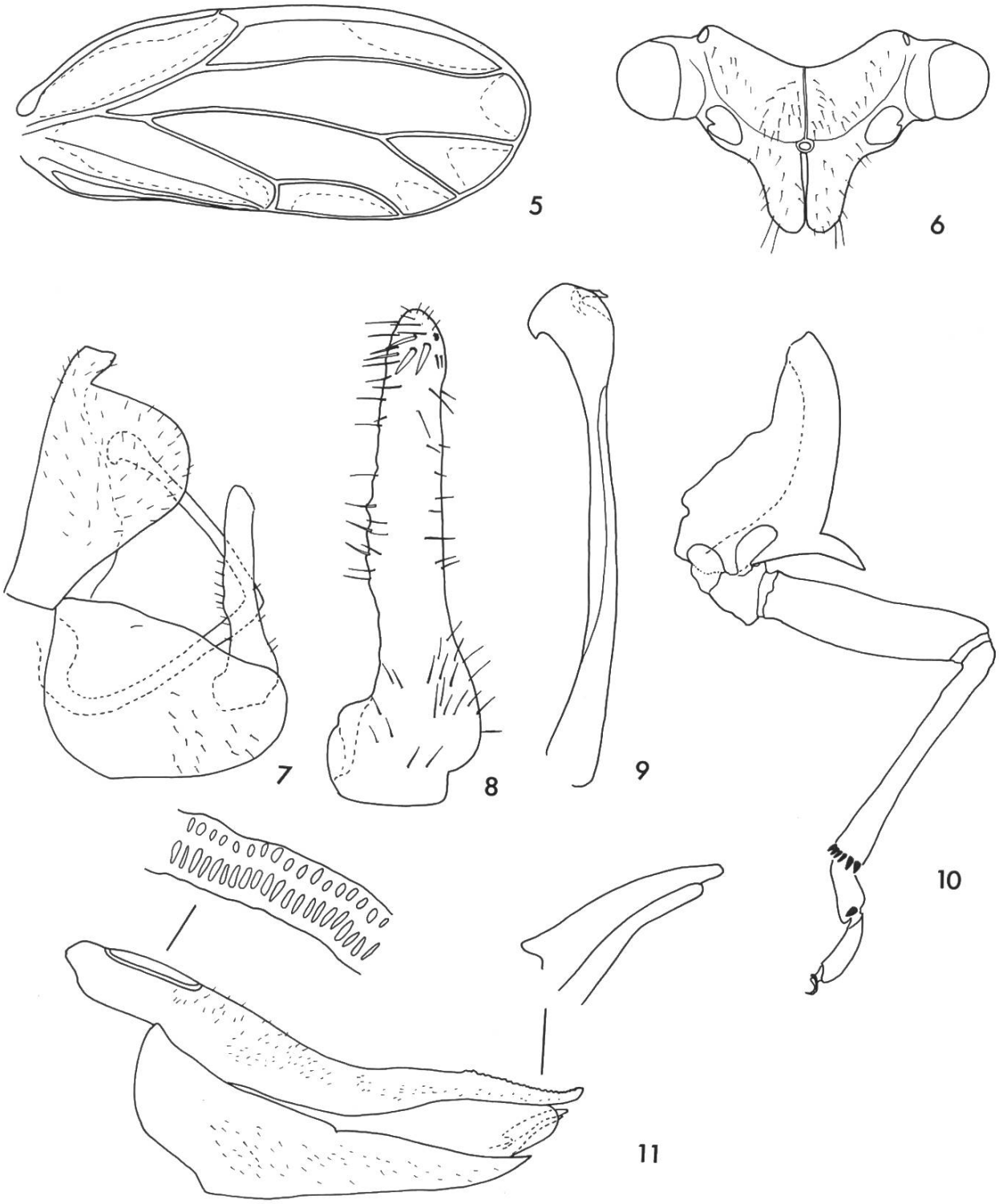

Abb. 5-11. *Notophorina magna* BURCKHARDT. 5. Vorderflügel. 6. Kopf, dorsal. 7. Männliche Terminalien, lateral. 8. Männliche Parameren, Innenseite. 9. Distales Aedeagusglied. 10. Hinterbein. 11. Weibliche Terminalien, lateral.

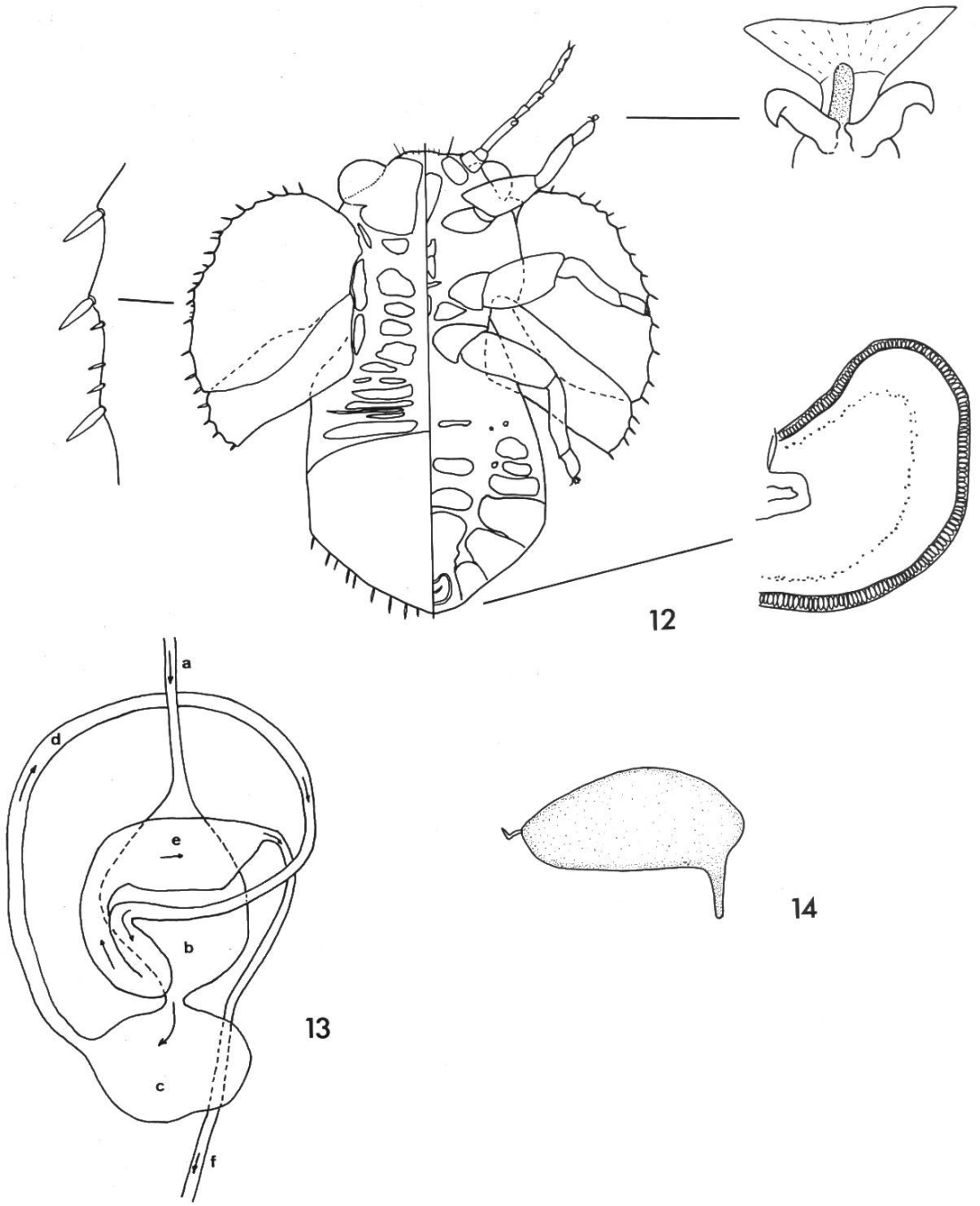

Abb. 12-14. 12. *Notophorina magna* BURCKHARDT, letztes Larvenstadium. Links dorsal, rechts ventral, mit Details des Aussenrandes der Vorderflügelscheiden, der Tarsenspitze mit tarsalem Arolium und Klauen und des perianalen Porenringes. 13. Filterkammer von *Craspedolepta nebulosa* (ZETTERSTEDT), schematisch. a : Vorderdarm, b : ampullenförmiger Abschnitt des Mitteldarmes, d : röhrenförmiger Abschnitt des Mitteldarmes, e : Endteil des röhrenförmigen Abschnittes des Mitteldarmes mit der Ampulle verwachsen, f : Hinterdarm (nach KLIMASZEWSKI & GLOWACKA, 1977). 14. Ei von *Cacopsylla mali* (SCHMIDBERGER).

Das Abdomen besitzt eine leichte basale Einschnürung, die durch Reduktion der basalen Segmente zustande kommt. Die letzten Segmente sind zu Terminalien umgestaltet. Beim Männchen (Abb. 7) sitzt der Anus auf einem 1- bis 2gliedrigen Proctiger (Analtubus) ; die Subgenitalplatte (Hypandrium) trägt die paarigen Parameren (Abb. 8) und den 1- bis 3gliedrigen Aedeagus (Abb. 9). Beim Weibchen (Abb. 11) befindet sich der Anus an der Basis des

Proctigers und ist von einem Ring von Wachsporen umgeben. Proctiger und Subgenitalplatte umschliessen 3 Paare von Legescheiden (Valvulae).

Durch den ganzen Körper zieht sich der Verdauungsapparat, der Anpassungen an flüssige Nahrung zeigt. Zur Eindickung des sehr wasserreichen Nahrungssaftes befindet sich am Übergang vom Mittel- zum Hinterdarm eine Filterkammer (Abb. 13). Ähnliche Filterkammern kommen auch in anderen Gruppen der Homoptera vor. Der dünnflüssige, zuckerhaltige Kot ist als Honigtau bekannt. Zum Schutze gegen Verschmutzung durch Honigtau wird aus perianalen Poren Wachs ausgeschieden, das den Kot umhüllt. Wachs kann leicht aus dem aufgenommenen Pflanzensaft synthetisiert werden. Scheinbar ist Wachs primär ein Abfallprodukt des Stoffwechsels, das sekundär von den Homoptera für verschiedene Zwecke verwendet wird (WEBER, 1930).

Die Psylliden besitzen 5 Larvenstadien, wovon die Stadien 2-5 immer Flügelscheiden aufweisen. Die Larven sind den Adulten unähnlich, da sie dorso-ventral abgeflacht sind und verschiedene Strukturen aufweisen, die den Adulten fehlen (Abb. 3, 12). Die Antennen sind 1- bis 10gliedrig und tragen Rhinarien. Der Rüssel ist kurz mit sehr langen Stechborsten, die tief ins Pflanzengewebe eingestochen werden. Die Beine sind relativ kurz. Das letzte Stadium weist Tibiotarsen (Verschmelzung von Tibia und Basitarsus) und eingliedrige Tarsen auf. Wenige Ausnahmen sind dazu bekannt : Arten der Togepsyllinae haben 2gliedrige Tarsen, während bei *Tainarys*-Arten der Tibiotarsus mit dem Tarsus verschmolzen ist. Die Flügelscheiden variieren stark in Grösse and Form und besitzen oft Humerallappen. Das Abdomen trägt terminal oder ventral den Anus, der in den meisten Fällen von einem Ring von Wachsporen umgeben ist. Oft können zusätzliche Felder oder Bänder von Wachsporen vorhanden sein. Die Larven tragen immer verschiedenartige Haare, die nach ihrer Gestalt benannt werden (geköpfte, lanzettförmige, stiftförmige Haare, Sectasetae etc.) (Abb. 4, 12). Ihre Anzahl, Grösse und Verteilung sind gute taxonomische Merkmale.

Die Eier (Abb. 14) sind kurz bis länglich oval und besitzen einen basalen Stiel, der sehr in der Länge variieren kann. Bei gewissen Arten ist auch ein apikaler fadenförmiger Fortsatz entwickelt (apikales Filament).

Systematik, Phylogenie und Biogeographie

Die Blattflöhe gehören zur grossen hemimetabolen Insektenordnung der Hemiptera (Schnabelkerfe), deren Mitglieder sich durch stechend-saugende Mundwerkzeuge in Form eines vom Labium gebildeten Rüssels (Rostrum) auszeichnen. Innerhalb der Hemiptera (Abb. 15) werden die beiden Unterordnungen Heteropteroidea und Homoptera (Gleichflügler) unterschieden.

Während Heteroptera (Wanzen) und Coleorrhyncha eine vielgestaltige Ernährungsweise haben (Räuber, Aas-, Algen- und Pilzfresser, Pflanzensauger), ernähren sich Homoptera ausschliesslich von Pflanzensaft. Nach HENNIG (1981) zerfallen die Homoptera in folgende sechs Untergruppen : Fulgoriformes, Cicadiformes, Aphidoidea (Blattläuse), Coccoidea (Schildläuse), Aleyrodoidea (Mottenschildläuse) und Psylloidea (Blattflöhe). Fulgoriformes und Cicadiformes bilden zusammen die Auchenorrhyncha (Zikaden) und die übrigen Gruppen die Sternorrhyncha (Pflanzenläuse). Blattflöhe und Mottenschildläuse sind am nächsten miteinander verwandt, belegt durch Vorhandensein in beiden Gruppen einer speziell ausgebildeten Spermapumpe zur Übertragung flüssigen Spermas, von zu Sprungbeinen umgestalteten Hinterbeinen und eines durch Reduktion der ersten beiden Segmente gestielten Abdomens (SCHLEE, 1969). Diese heute meist verwendete Klassifizierung der Hemiptera spiegelt wahrscheinlich auch die verwandtschaftlichen Verhältnisse wider. Viele andere Verwandtschaftverhältnisse wurden für die Teilgruppen der Hemipteren postuliert, unter anderem auch aufgrund paläontologischer Befunde ; sie alle sind aber wenig überzeugend.

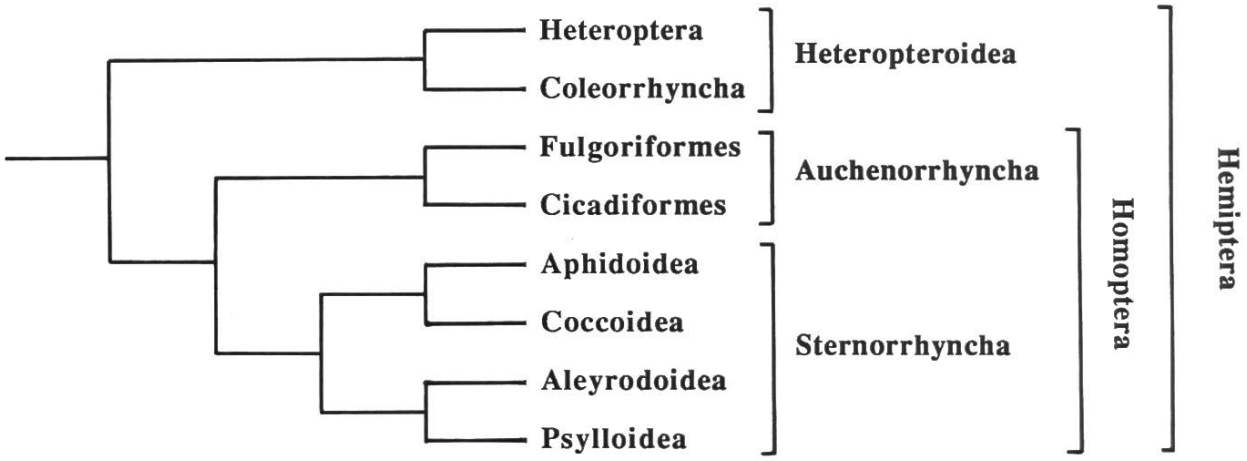

Abb. 15. Verwandtschaftsverhältnisse der Hemiptera nach HENNIG (1981). Hemiptera = Schnabelkerfe, Heteroptera = Wanzen, Homoptera = Gleichflügler, Auchenorrhyncha = Zikaden, Sternorrhyncha = Pflanzenläuse, Aphidoidea = Blattläuse, Coccoidea = Schildläuse, Aleyrodoidea = Mottenschildläuse, Psylloidea = Blattflöhe.

Psylliden wurden schon im 17. und 18. Jahrhundert in der Literatur erwähnt (BAUHIN, 1620 ; FRISCH, 1720). Mehrere Entomologen des 19. Jahrhunderts studierten Blattflöhe. Von diesen sind drei zu erwähnen, da ihr Werk von besonderer Bedeutung für die Entwicklung der Erforschung der Gruppe war. FÖRSTER (1848) teilte die Psylliden erstmals in mehrere Gattungen ein. FLOR (1861a, b) publizierte zwei Arbeiten über livländische und südeuropäische Psylliden, worin er die Genitalien zur Unterscheidung der Arten heranzog.

Löw widmete eine Reihe von Arbeiten den Psylliden und schlug eine Klassifizierung in 4 Unterfamilien vor : Liviinae, Aphalarinae, Psyllinae und Triozinae (Löw, 1879). Das System von Löw, das auf der Kenntnis der europäischen Fauna beruhte, wurde im folgenden übernommen und nur leicht modifiziert oder erweitert, um nichteuropäische Formen aufnehmen zu können (Crawford, 1914). In neuerer Zeit wurden die Unterfamilien von Löw zu Familien erhoben. Bekker-Migdisova (1973) schlug als erste ein System vor, das unter Berücksichtigung sowohl der rezenten Weltfauna als auch paläontologischer Befunde konstruiert war. Erstaunlicherweise ist ihre Klassifizierung nur wenig verschieden von derjenigen von Löw (1879). Sie unterscheidet folgende 6 Familien : Triozidae, Carsidaridae, Liviidae, Aphalaridae, Spondyliaspididae und Psyllidae. Ein Grund für die Ähnlichkeit der beiden Systeme liegt darin, dass auch in der Arbeit von Bekker-Migdisova hauptsächlich paläarktische Formen untersucht wurden und dass vor allem die Adultmorphologie berücksichtigt wurde. Ein weiterer Grund liegt aber auch in der unkritischen Auswahl der für die Klassifikation verwendeten Merkmale. Teilgruppen waren so zur Hauptsache mit primitiven (plesiomorphen) Merkmalen ohne phylogenetische Aussage definiert.

Neue Ideen über die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Psylloidea kamen in den letzten 20 Jahren durch grosse Aufsammlungen aus den Tropen und gemässigten Regionen der Südhemisphäre. Aufgrund dieses Materials konnten einige natürliche (monophyletische) Gruppen oberhalb der Gattungsebene definiert werden (Burckhardt, 1987a, b ; Burckhardt & Lauterer, 1989 ; Hodkinson, 1987 ; Hollis, 1976, 1984, 1985, 1987). White & Hodkinson (1985) analysierten kritisch die Adult- und Larvalmorphologie und zeigten, dass Larven viele zur phylogenetischen Klassifizierung geeignete Merkmale besitzen. Sie schlugen ein System vor, worin Adult- sowie Larvalmerkmale berücksichtigt sind und das Taxa der ganzen Welt einschliesst. Dieses natürliche (mit kladistischen Methoden konstruierte) System umfasst folgende acht Familien : Aphalaridae, Spondyliaspididae, Psyllidae, Calophyidae, Phacopteronidae, Homotomidae, Carsidaridae und Triozidae. Die Liviidae von Bekker-Migdisova sind ein Teil der Aphalaridae, während die Carsidaridae von Bekker-Migdisova Vertreter der Homotomidae, Carsidaridae, Spondyliaspididae, Calophyidae, Phacopteronidae und Triozidae besitzen. Nach Burckhardt (1987a) stellen die Psyllidae + Aphalaridae + Spondyliaspididae zusammen eine natürliche Gruppe dar, während die Teilgruppen vielleicht künstlich sind. Dies hatte die Synonymisierung der Aphalaridae und Spondyliaspididae mit den Psyllidae zur Folge.

Nach Bekker-Migdisova (1973) entstanden die Psylloidea im Perm. Ihre hauptsächliche Differenzierung erfuhren sie aber erst während der Kreidezeit

(vor 120-80 Mio Jahren), also etwa zur gleichen Zeit wie die Angiospermen (Bedecktsamige Blütenpflanzen). Sehr wenig ist über die Aufsplitterung der grossen Gruppen der Blattflöhe bekannt, da weder die verwandtschaftlichen Beziehungen genügend geklärt sind, noch Fossilien aus der Kreidezeit vorliegen. Verschiedene Fossilien wurden aus dem Oligozän (35 Mio Jahre) oder Miozän (20-23 Mio Jahren) beschrieben. Bei diesen handelt es sich aber um Arten, die rezenten sehr ähnlich sind (BURCKHARDT & LAUTERER, 1989).

Die beiden artenreichsten Familien Psyllidae und Triozidae haben heute eine weltweite Verbreitung von den Tropen bis in subarktische und -antarktische Breiten. Die übrigen Familien Calophyidae, Phacopteronidae, Homotomidae und Carsidaridae umfassen viel weniger Arten und sind pantropisch mit wenigen Arten, die in subtropische oder gemässigte Breiten vorstossen.

Wie viele phytophage Arten sind auch Psylliden oft weit verbreitet. Mehrere Arten weisen eine holarktische Verbreitung auf. Der Anteil dieser Arten nimmt aber von Norden nach Süden ab. Während der grösste Teil der arktischen Arten circumpolar verbreitet ist, finden sich nur einzelne gemeinsame Arten im Mittelmeergebiet und in vergleichbaren Breiten Ostasiens oder Nordamerikas (HODKINSON, 1980). Auch aus den Tropen sind weit verbreitete Arten bekannt. *Mesohomotoma hibisci* (FROGGATT) entwickelt sich auf *Hibiscus* spp. und kommt von Australien (N.S.W.) über das tropische Asien bis nach Südafrika vor (HOLLIS, 1987).

Phänologie

Die Phänologie der britischen Psylliden kann folgenden 4 Typen zugeordnet werden (HODKINSON & WHITE, 1979) :

1. Arten, die im Ei-stadium in den Knospen der Wirtspflanze überwintern und deren Larvalentwicklung im Frühling zusammen mit dem Austreiben des Wirts beginnt (*Psyllopsis* spp. und *Psylla* spp.).

2. Arten, die als Larven auf den Wirtspflanzen überwintern (*Strophingia* spp., *Craspedolepta* spp. und *Cacopsylla ambigua* (FÖRSTER)).

3. Arten, die als Adulte auf der Wirtspflanze überwintern und die die Eier im späten Winter oder frühen Frühling legen (*Arytaina genistae* (LATREILLE) und *Cacopsylla moscovita* (ANDRIANOVA)).

4. Arten, wo die Adulten im Herbst auf Überwinterungspflanzen fliegen und im Frühling wieder auf den Wirt zur Eiablage, bei einigen Arten auch zur Paarung, zurückkehren (*Aphalara* spp., einige *Cacopsylla* und *Trioza* spp.). Bei den Überwinterungspflanzen handelt es sich meistens um Nadelhölzer.

Während viele Arten aus nördlich gemässigten Gebieten eine Generation pro Jahr haben, treten Arten aus dem Mittelmeerraum oder aus subtropischen und tropischen Regionen oft in mehreren Generationen im Jahr auf. Die Anzahl Generationen wird häufig durch klimatische Faktoren bestimmt.

Wirtspflanzen

Blattflöhe zeichnen sich durch grosse Wirtspflanzentreue aus. Je nach Wirtspflanzenspektrum, d. h. Pflanzen, auf denen sich eine Art entwickeln kann, unterscheidet man folgende Kategorien :

1. Monophag : Entwicklung auf nur einer Wirtsart (*Psylla buxi* (L.) auf *Buxus sempervirens* (Buchs), *Aphalara calthae* (L.) auf *Caltha palustris* (Dotterblume) und *Psylla colorata* Löw auf *Ostrya carpinifolia* (Hopfenbuche)).

2. Eng oligophag : Entwicklung auf mehreren Wirtsarten der gleichen Gattung (*Trioza urticae* (L.) auf *Urtica* spp. (Brennessel), *Psylla alni* (L.) auf *Alnus* spp. (Erle) und *Livia juncorum* (LATREILLE) auf *Juncus* spp. (Binsen)).

3. Weit oligophag : Entwicklung auf mehreren Gattungen derselben Wirtsfamilie (*Trioza chenopodii* REUTER auf Chenopodiaceae (Gänsefussgewächse), *Trioza apicalis* FÖRSTER auf Apiaceae (Doldengewächse) und *Euphyllura phillyreae* FÖRSTER auf *Phillyrea, Olea* (Ölbaum) und *Osmanthus* spp.).

4. Polyphag : Entwicklung auf Wirtsarten aus verschiedenen Familien (*Bactericera nigricornis* (FÖRSTER) auf krautartigen Pflanzen).

Nach BURCKHARDT (1984) sind von 172 aus Mitteleuropa bekannten Psylliden-Arten 65 monophag, 80 eng oligophag, 16 weit oligophag und nur zwei Arten erwiesenermassen polyphag, während von 9 Arten die Wirtspflanzen unbekannt bleiben. Ähnliche Verhältnisse finden sich auch für die gemässigte neotropische Region, woher von 56 Arten die Wirtspflanzen bekannt sind : 37 monophage, 14 eng oligophage und 5 weit oligophage Arten (BURCKHARDT, 1986).

Eine Wirtstreue besteht auch auf höherem Niveau. Oft sind nah verwandte Arten auf verwandten Wirten zu finden und höhere Taxa bis zur Familie an eine systematisch begrenzte Wirtsgruppe gebunden (*Cacopsylla saliceti*-Gruppe an Weiden (*Salix* spp.), *Trioza chenopodii*-Gruppe an Chenopodiaceae (Gänsefussgewächse), Arten der Homotomidae auf *Ficus* spp., Arten der Carsidaridae auf Malvales). Häufiger ist jedoch der Fall, dass der grösste Teil einer Gruppe zwar auf ein Wirtstaxon beschränkt ist, dass sich aber

einige Arten auf nicht verwandten Wirten entwickeln (die Rhinocolinae sind grösstenteils an Rutales mit wenigen Arten auf Asteraceae, Zygophyllaceae und Cistaceae ; die *Cacopsylla mali*-Gruppe ist an Rosaceae ausser einer Art an *Ulmus* spp.).

Die überwiegende Zahl von Psylliden entwickelt sich auf Dicotyledonen (Zweikeimblättrige Blütenpflanzen). Ausnahmen davon bilden Arten der holarktischen Gattung *Livia*, die sich auf *Carex* (Cyperaceae) oder *Juncus* (Juncaceae) entwickeln, die polyphage *Bactericera tremblayi* (WAGNER), die auch an Zwiebel (*Allium cepa*) gefunden wurde, *Megatrioza palmicola* CRAWFORD, die in Hawaii an *Pritchardia* spp. (Palmae) lebt oder die beiden neuseeländischen Arten *Trioza colorata* (FERRIS & KLYVER) und *Trioza dacrydii* TUTHILL an *Dacrydium* spp. (Podocarpaceae). Auch unter den Dicotyledonen gibt es Ordnungen und Familien, die bevorzugt werden, während andere ganz ausgelassen werden. Es werden sowohl Bäume und Gebüsche als auch krautartige Pflanzen gewählt. Auch hier gibt es Artgruppen oder Gattungen, die auf eine Kategorie beschränkt sind (die verwandten Gattungen *Arytaina*, *Livilla* und *Arytainilla* an Gebüschen, *Cacopsylla* spp. an Bäumen und Gebüschen, viele mitteleuropäische *Trioza* spp. an Kräutern). Oft beherbergt eine Pflanzenart mehrere Psyllenarten.

Lebensweise

Die Eier werden auf die Oberfläche oder in Knospen der Wirtspflanze abgelegt und mittels des basalen Stiels im Pflanzengewebe verankert. Durch den Stiel erfolgt ein geringer Flüssigkeitsaustausch, der dem Ei genügende Feuchtigkeit sichert, durch den das Ei aber auch die Pflanze zur Gallbildung anregen kann (kleine Grübchengallen auf der Blattspreite von *Taraxacum* spp. (Pfaffenröhrlein) durch *Trioza dispar* LÖW).

Die Larvenentwicklung ist je nach Gruppe sehr verschiedenartig, und folgende Typen können unterschieden werden.

1. Die Larven sitzen in den Knospen und später in der Sprossachse, wobei der Kopf gegen die Basis gerichtet ist. Häufig besitzen diese Arten einen terminalen Anus mit einem grossen Feld von perianalen Wachsporen und sind bedeckt von auffälligen Wachsflocken (*Psylla alni* (L.) auf *Alnus* spp. (Erlen), *Ctenarytaina* und *Glycaspis* (*Boreioglycaspis*) spp. auf Myrtaceae und *Euphyllura* spp. auf Oleaceae).

2. Die Larven sitzen an der Blattbasis und entlang der Hauptnerven, besonders bei wachsenden Blättern. Die Ausscheidungen von Wachs sind weniger auffällig. Der Anus befindet sich auf der Ventralseite und besitzt nur einen einfachen perianalen Porenring (*Cacopsylla* spp. auf Salicaceae oder Rosaceae).

3. Die Larven sitzen auf der Blattunterseite, entlang der grossen Adern und formen oft mehr oder weniger deutliche Grubengallen. Wachsausscheidungen sind oft auffällig und treten am Rand des ganzen Körpers auf (*Trioza foersteri* MEYER-DÜR an *Mycelis* (Mauerlattich) und *Prenanthes* spp. (Hasenlattich)).

4. Die Larven sitzen auf der Blattunterseite oder am Blattrand und bewirken starke Deformationen, Verfärbungen oder Rollgallen, manchmal von starker Wachsausscheidung begleitet (*Psyllopsis fraxini* (L.) auf *Fraxinus* spp. (Eschen), *Trioza mesembrina* BURCKHARDT auf Apiaceae (Doldengewächsen)).

5. Die Larven leben in Gallen, die offen oder geschlossen sein können. Auch hier werden oft grosse Mengen von Wachs und Honigtau ausgeschieden (*Livia juncorum* (LATREILLE) an *Juncus* spp. (Binsen), *Phacopteron lentiginosum* BUCKTON an *Garuga* spp.).

6. Die Larven entwickeln sich unter Rindenstücken von *Eucalyptus* spp., wo die Rinde kleine runde Stücke bildet und leicht abblättert (*Phellopsylla* spp.).

7. Die Larven entwickeln sich unter von ihnen gebildeten Schildern aus wachsähnlichen Substanzen. Diese Wachsschilder sind bei vielen australischen Arten zu finden und werden von den Einheimischen „Lerps" genannt. Die „Lerps" sind sehr variabel in Gestalt und Farbe. *Lasiopsylla* spp. haben grosse, flache Schilder, die rein weiss sind. *Spondyliaspis plicatuloides* FROGGATT besitzt dunkelbraune Schilder in der Form von kleinen Muscheln. *Creiis tecta* MASKELL formt kleine, halbkugelförmige Schilder, die schmutzig weiss oder gelblich und beinahe durchsichtig sind. Andere Schilder sind wiederum pyramidenförmig (*Glycaspis* sp.).

8. Die Larven entwickeln sich unter Schildern, die von anderen Arten gemacht worden sind (*Platyobria* spp.).

9. Die Larven entwickeln sich an Wurzeln (*Craspedolepta* spp. an *Epilobium* spp. (Weidenröschen)).

Die Adulten vieler Arten sind sehr mobil und verlassen bald nach dem Schlüpfen die Wirtspflanze. Sie können dann auf verschiedenen Pflanzen angetroffen werden, von denen sie sich mitunter ernähren, die aber keine eigentlichen Wirtspflanzen darstellen, da die Larvalentwicklung nicht darauf stattfinden kann.

Die überwiegende Anzahl Arten haben eine normale bisexuelle Fortpflanzung ; bei wenigen *Cacopsylla*, *Trioza* und *Glycaspis* spp. kennt man aber parthenogenetische Populationen (HODKINSON, 1978, 1983).

Schädlinge und Nützlinge

Wie andere Gruppen von Pflanzenläusen treten auch Psylliden als Schädlinge an Nutz- und Zierflanzen auf. Wichtige Schädlinge stellen die westpaläarktischen Birnsauger dar (*Cacopsylla pyri* (L.), *pyricola* (FÖRSTER), *bidens* (ŠULC), *permixta* BURCKHARDT & HODKINSON, und *pyrisuga* (FÖRSTER)), die auch nach Nord- und Südamerika verschleppt worden sind. An Apfelbäumen treten *Cacopsylla mali* (SCHMIDBERGER) und *costalis* (FLOR) schädlich auf. *Euphyllura* spp. verursachen zuweilen Schäden an Ölbäumen. An Gemüse können *Bactericera nigricornis* (FÖRSTER), *B. tremblayi* (WAGNER), *Trioza chenopodii* REUTER und *T. apicalis* FÖRSTER gefunden werden. Mehrere Arten verwüsten Zierpflanzen durch Gallbildung (*Trioza alacris* FLOR auf Lorbeer (*Laurus nobilis*), *Trioza baccharidis*-Gruppe auf *Baccharis* spp.).

Meistens sind die Larven das schädliche Stadium. Manchmal kann der Saftverlust allein gefährlich für die Pflanze sein (*Heteropsylla cubana* CRAWFORD). *Cacopsylla mali* (SCHMIDBERGER) stört das Wachstum durch Saugen an den Knospen von Apfelbäumen. *Gyropsylla spegazziniana* (LIZER) formt Gallen auf den Blättern von Maté-Pflanzen (*Ilex paraguariensis*), wodurch diese unbrauchbar für die Herstellung von Maté werden. Andere Arten schaden durch die Ausscheidung grosser Mengen von Honigtau, der auf den Blättern der Wirtspflanze kleben bleibt und worauf sich dann Pilze entwickeln können. Dadurch wird die Assimilation der Pflanze erschwert. Mehrere Arten sind Überträger von Virosen (HEINZE, 1959). Die asiatische *Diaphorina citri* KUWAYAMA richtet durch Übertragung des „greening desease" grosse Schäden an Citrus-Kulturen an. *Cacopsylla pyricola* (FÖRSTER) zerstört durch ein Toxin das Phloëm der Pflanze, wodurch die Birnen frühzeitig abfallen. Die Art überträgt aber auch eine Virose mit ähnlichen Folgen.

Wenigen Arten wird eine nützliche Rolle beigemessen als Honigtaulieferanten für die Bienen (SCHIMITSCHEK, 1980). *Cyamophila dicora* LOGINOVA scheidet grosse Mengen von mit Wachs vermischtem Honigtau aus, der dem biblischen Manna gleicht. Von diesen Ausscheidungen werden im Iran sehr beliebte Zuckergebäcke konfektioniert (NAEEM & BEHDAD, 1988). Die australischen „Lerps" dienten den Eingeborenen ebenfalls als Nahrung.

Feinde

Psylliden haben ein grosses Spektrum an Feinden. Bei hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit kann es zu Befall durch den Pilz *Entomophthora sphaerosperma* kommen (PFLUGFELDER, 1941).

Unter den Wirbeltieren sind Vögel bekannte Feinde von Psylliden (LAUTERER, 1981 ; MORGAN, 1984). Der grösste Teil der Räuber und Parasiten sind

aber Gliedertiere. Spinnen, Wanzen (Anthocoridae), Käfer (Coccinellidae) und Fliegenlarven (Syrphidae, Cecidomyidae und Tachinidae) stellen wichtige Räuber dar. Hymenopteren verschiedener Familien sind Parasiten und Hyperparasiten von Psylliden (FULMEK, 1958 ; PFLUGFELDER, 1941).

Sammlung, Konservierung und Bestimmung

Psylliden können leicht mit Klopfschirm oder Streifsack von den Wirtspflanzen gesammelt und mit einem Exhaustor aufgesaugt werden. Zum Abtöten verwendet man Alkohol (70%) oder Essigester (Aethylacetat). Bei starkem Befall können die Tiere und besonders die Larven mit dem Exhaustor direkt von der Wirtspflanze genommen werden. Zur Aufbewahrung werden die Tiere auf Kartonspitzen aufgeklebt, wie dies für andere Gruppen von Homopteren üblich ist. Bei langen Serien kann auch ein Teil in Alkohol (70%) konserviert werden. Oft ist es nötig, mikroskopische Präparate herzustellen, besonders bei Larven. Dazu wird das ganze Tier in Kalilauge (KOH 10%) gekocht, bis Muskulatur und inneres Gewebe aufgelöst sind, und dann gewaschen, in Alkohol (70%) seziert, in Alkohol (96%) entwässert, eventuell in Nelkenöl aufgehellt und schliesslich in Euparal eingebettet.

Oft lohnt sich die Aufzucht von Larven, die leicht mit einem Zweig der Wirtspflanze während einigen Tagen in einem Plastikbeutel gehalten werden können. Für die Bestimmung ist es nützlich, neben beiden Geschlechtern auch Larven zu haben. Mehrere Arten können im Feld leicht an ihren Gallen erkannt werden.

Für die Bestimmung europäischer Psylliden stehen mehrere Lokalfaunen zur Verfügung : Tschechoslowakei (VONDRÁČEK, 1957), Rumänien (DOBREANU & MANOLACHE, 1962), europäischer Teil der UdSSR (LOGINOVA, 1964), Polen (KLIMASZEWSKI, 1975) und Grossbritannien (HODKINSON & WHITE, 1979 : Adulte ; WHITE & HODKINSON, 1982 : Larven). Die Arbeit von WHITE & HODKINSON (1982) ist die einzige, die auch die Larven behandelt.

Schlussfolgerung

Die Psylliden sind aus mehreren Gründen interessant. Die Grösse der Gruppe erlaubt ein weltweites Studium. Ihre Diversifizierung während der Kreidezeit, also während des Auseinanderbrechens von Gondwanaland, macht die Psylliden zu einem interessanten Objekt für biogeographische Untersuchungen, und ihre engen Beziehungen zu den Wirtspflanzen stellen ein faszinierendes Thema dar.

Auch wenn die westpaläarktische Psyllidenfauna relativ gut erforscht ist, bleiben viele Fragen offen. Weitere taxonomische Untersuchungen sind in

verschiedenen Gattungen notwendig. Die Larven und Wirtspflanzen vieler Arten sind unbekannt, und mehr Information über Verbreitung und Wirtsspektren ist bei vielen Arten notwendig.

Danksagung

Die EM-Photographien wurden von Dr. R. Hermann, Laboratorium für Elektronenmikroskopie I, ETH Zürich, angefertigt, wofür ich ihm an dieser Stelle danken möchte.

Literatur

BAUHIN, 1620. Prodromus theatri botanici.

BEKKER-MIGDISOVA, E. E., 1973. Systematics of the Psyllomorpha and the position of the group within the order Homoptera. *Doklady na dvadzat chetvertom ezheghodnom chtenii pamyati N. A. Kholodkovskogo, 1-2 aprelya 1971*, Leningrad, edited by E. P. Narchik : 90-117 (British Lending Library Translation RTS 8526).

BURCKHARDT, D., 1984. Wirtspflanzenspektren und Morphologie der Arten der *Trioza apicalis*-Gruppe (Sternorrhyncha, Psylloidea). *Verh. SIEEC X, Budapest 1983* : 105-107.

— 1986. Biogeographie und Wirtspflanzenverhältnisse der Psylliden (Homoptera, Psylloidea) der gemässigten und subantarktischen Neotropis. *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 59 : 427-433.

— 1987a. Jumping plant lice (Homoptera : Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 1 : Psyllidae (subfamilies Aphalarinae, Rhinocolinae and Aphalaroidinae). *Zool. J. Linn. Soc.* 89 : 299-392.

— 1987b. Jumping plant lice (Homoptera : Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 2 : Psyllidae (subfamilies Diaphorininae, Acizziinae, Ciriacreminae and Psyllinae). *Zool. J. Linn. Soc.* 90 : 145-205.

BURCKHARDT, D. & LAUTERER, P., 1989. Systematics and biology of the Rhinocolinae (Homoptera : Psylloidea). *J. Nat. Hist.* 23 : 643-712.

CRAWFORD, D. L., 1914. A monograph of the jumping plant lice or Psyllidae of the New World. *Bull. U. S. Nat. Mus.* 85 : 1-186.

DOBREANU, E. & MANOLACHE, C., 1962. Insecta, Homoptera, Psylloidea. *Fauna Repub. pop. rom.* 8 (3) : 376 pp.

FLOR, G., 1861a. Die Rhynchoten Livlands. 2. Dorpat : 436-546.

— 1861b. Zur Kenntnis der Rhynchoten. *Bull. Soc. nat. Moscou* 34 : 331-422.

FÖRSTER, A., 1848. Übersicht der Gattungen und Arten in der Familie der Psylloden. *Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl.* 5 : 65-98.

FRISCH, J. L., 1720. Beschriebung von allerley Insecten. 1, Lipsiae : 40 pp.

FULMEK, L., 1958. Die Parasitinsekten der Blattflöhe (Psyllidae). *Ent. Nachrichtenblatt Österr. u. Schw. Ent.* 10 : 53-60.

HEINZE, K., 1959. Phytopathogene Viren und ihre Überträger. Dunker & Humblot, Berlin : 290 pp.

HENNIG, W., 1981. Insect Phylogeny. John Wiley & Sons, Chichester : 514 pp.

HODKINSON, I. D., 1978. The psyllids (Homoptera : Psylloidea) of Alaska. *Syst. Ent.* 3 : 333-360.

— 1980. Present-day distribution patterns of the holarctic Psylloidea (Homoptera : Insecta) with particular reference to the origin of the nearctic fauna. *J. Biogeogr.* 7 : 127-146.

— 1983. Facultative parthenogenesis in *Psylla myrtilli* Wagner (Hom., Psyllidae) : the saga continues in Norway. *Fauna norv. Ser. B.* 30 : 1-2.

— 1987. First records of Euphyllurini (Homoptera : Psylloidea) from Central and South America. *Ent. scand.* 17 : 143-152.

HODKINSON, I. D. & WHITE, I. M., 1979. Homoptera, Psylloidea. *Handb. Ident. of Br. Insects* 2 (5a) : 98 pp.

HOLLIS, D., 1976. Jumping plant lice of the tribe Ciriacremini (Homoptera : Psylloidea) in the Ethiopian region. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.)* 34 : 1-83.

— 1984. Afrotropical jumping plant lice of the family Triozidae (Homoptera : Psylloidea). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.)* 49 : 1-102.

— 1985. *Parapsylla*, a Gondwanan element in the psyllid fauna of Southern Africa (Homoptera). *Zool. J. Linn. Soc.* 83 : 325-342.

— 1987. A review of the Malvales-feeding psyllid family Carsidaridae (Homoptera). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.)* 56 : 87-127.

KLIMASZEWSKI, S. M., 1975. Psylloidea, koliszki (Insecta : Homoptera). *Fauna Polski* 3 : 295.

KLIMASZEWSKI, S. M. & GLOWACKA, E., 1977. Der Darmtrakt der Larven und Adulten von *Cerna nebulosa* (Zett.) (Homoptera, Aphalaridae). *Annls. zool. Warsz.* 33 : 455-461.

LAUTERER, P., 1981. Leafhoppers and psyllids in the food of Young House Martins (*Delichon urbica*) in the Krkonoše Mountains (Homoptera : Auchenorrhyncha & Psyllidea). *Acta Mus. Reginaehrad. S. A., Scient. Nat.* 16 : 183-193.

LOGINOVA, M. M., 1964. Podotryad Psyllinea – psillid, ili listobloshki. In G. YA. BEI BIENKO (Ed.), *Opred. nasekom. evrop. tchasti SSSR* 1 : 437-482.

LÖW, F., 1879. Zur Systematik der Psylloden. *Verh. zool.-bot. Ges.* 28 : 585-610.

MORGAN, F. D., 1984. Psylloidea of South Australia. *Handbk Flora and Fauna South Australia* : 136 pp.

NAEEM, A. & BEHDAD, E., 1988. The biology of "gaz psyllid" in Iran. *Ent. Phyt. Appliq.* 55 : 29-30, 111-121.

PFLUGFELDER, O., 1941. Psyllina. *Klassen und Ordnungen des Tierreiches* 5 (3) : 95 pp.

SCHIMITSCHEK, E., 1980. Manna. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umwelt* 53 : 113-121.

SCHLEE, D., 1969. Sperma-Übertragung (und andere Merkmale) in ihrer Bedeutung für das phylogenetische System der Sternorrhyncha (Insecta, Hemiptera). *Z. Morph. Tiere* 64 : 95-138.

VONDRÁČEK, K., 1957. Mery. *ČSR* 9: 431 pp.

WEBER, H., 1930. Biologie der Hemipteren. Julius Springer, Berlin : 543 pp.

WHITE, I. M. & HODKINSON, I. D., 1982. Psylloidea (Nymphal stages) Hemiptera, Homoptera. *Handbk Ident. Br. Insects* 2 (5b) : 50 pp.

WHITE, I. M., and HODKINSON, I. D., 1985. Nymphal taxonomy and systematics of the Psylloidea. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.)* 50, 153-301.