

Gerald Moritz, Laurence Mound

Identifikations- und Informations-Software zu wirtschaftlich wichtigen Thysanopteren-Arten (Insecta)

1 Einführung

Die klassischen Schaderregerspektren haben sich in den letzten Jahrzehnten vor allem durch die Anwendung verschiedener Insektizide zugunsten oftmals wenig bekannter, latenter Schaderregergruppen verschoben. So hat die Bedeutung der ca. 5.200 weltweit beschriebenen Thysanopteren-Arten aufgrund ihrer Insektizidtoleranz und ihrer Fähigkeit phytopathogene Viren, Bakterien und Pilzsporen zu übertragen, stark zugenommen (Moritz und Mound, 1996; Mound,

1996). Ökonomische Relevanz erlangen einige Arten durch ihre flexible Anpassung an unterschiedliche Klimaregionen, gefördert durch den wachsenden weltweiten Pflanzentransfer, sowie durch Embargomaßnahmen bei der Ein- und Ausfuhr von mit Quarantäne-Spezies infizierten Pflanzenmaterial. So erreichte z.B. in den USA der Verlust durch *Frankliniella occidentalis* und *Thrips palmi* allein im Pfefferanbau 1993 10 Millionen US\$ (Nuessly und Nagata, 1995). In Großbritannien ist der teilweise 90-prozentige Verlust im Gurkenanbau durch *F. occidentalis* mit 75.000 US\$ jährlich dotiert,

und *Thrips angusticeps* führt im Zuckeranbau zu Verlusten von bis zu 220 US\$ ha⁻¹ (Lewis, 1997). Aus diesen Gründen ist eine schnelle und exakte Identifikation des Schaderregers eminent wichtig, da diese Informationen über die Biologie des Erregers gibt und somit ökonomische Entscheidungen für geeignete phytosanitäre Maßnahmen zuläßt. Durch die Vernachlässigung der sogenannten „organismischen Biologie“ sind weltweit geeignete Spezialisten kaum noch verfügbar. Trotz der Renaissance moderner taxonomisch-systematischer Forschung unter dem neuen Schlagwort „Biodiversität“ wird es nur schwer gelingen, in kurzer Zeit eine adäquate Anzahl an Spezialisten für die Probleme der Gegenwart auszubilden. Die Erkenntnis, daß die Erforschung der biologischen Diversität auf allen Ebenen, von der organismischen bis zur zellulären und molekularen Ebene nur gemeinsam mit der Kenntnis der fast „fossilen Borstenzähler“ und der „modernen molekularen Bandenzähler“ möglich ist, sollte die Basis moderner Biodiversitätsprojekte für die bevorstehende Jahrtausendwende bilden.

Die Idee einer computergestützten Art-Diagnose sowie eines damit verbundenen Informationssystems ist somit nicht aus einer gelungenen Wissenschaftsstrategie hervorgegangen, sondern vielmehr als ein Versuch zu werten, in der gegenwärtigen Situation taxonomische Kenntnisse und biologische Informationen mit Hilfe multimedialer Technik zu konservieren und nutzbar zu machen.

2 Material und Methoden

Für die Erstellung der Datenmatrix wurden die Sammlungen des British Museum of Natural History, London, des Senckenberg-Museums, Frankfurt am Main, sowie des CSIRO, Canberra, neben eigenen Präparaten genutzt. Die für den interaktiven Key notwendige Datenmatrix muß man sich im Gegensatz zu klassischen, dichotomen Bestimmungsschlüsseln als eine dreidimensionale Tabelle vorstellen, die alle möglichen Charaktere (beschreibende, metrische, numerische) sowie deren mögliche Zustände für alle Arten aufnehmen muß.

Mit Hilfe dieses Materials wurde der für Mitteleuropa vorhandene visuelle, auf Grafiken bzw. mikroskopischen Abbildungen basierende Key (Moritz, 1994) wesentlich erweitert. Die Erstellung der Datenmatrix erfolgte für die mitteleuropäische Fauna auf der Basis von CABIKEY („CABIKEY to the Common Thysanoptera of Europe“, CAB International, UK) und für den australischen Key („ThripsID - Species most likely to be taken on plant material imported into Australia“) mit Hilfe der LUCID-Software (University of Queensland, Cooperative Research Centre for Tropical Pest Management, Brisbane). Aufnahme in die Datenmatrix fanden für die europäische Thripsfauna 116 Species, wobei die Effizienz für den Pflanzenschutz durch die Aufnahme potentieller Schaderreger, wie z.B. *Thrips palmi*, erhöht wurde (vgl. Tab.1 am Ende). Der LUCID-Key enthält alle wichtigen Thysanopteren, die nicht zur nativen Fauna Australiens gehören, jedoch als massive Immigranten

bekannt sind (vgl. Tab.2 am Ende). Im Gegensatz zur CABIKEY-Variante enthält der ThripsID-Key keinerlei Zeichnungen mehr, sondern wird durch mikroskopische Originalaufnahmen illustriert. Da während der Manuskriptlegung und dem Druck bereits ein Update (ThripsID 2.0) mit der nun doppelten Anzahl an zu determinierenden Arten vorliegt, soll nur die aktuellste Methode für die Bilderfassung kurz erläutert werden. Die Bildaufnahme erfolgte über eine an ein Forschungsmikroskop (Leica DMLB) angeschlossene Videokamera (JVC KY-F55B 3 CCD Colour Camera) mit Hilfe einer Framegrabberkarte (Prysm Framegrabber AMPRY, Firma SynCroscopy) und der Automatic Focus Software „Automontage“ (SynCroscopy). Die Nachbereitung der Bilder für die Bestimmungssoftware wurde mit Adobe Photoshop 5.0 vorgenommen.

Entsprechend den Auftraggebern ist die CABIKEY-Software ein auf der DOS-Ebene laufendes System (Anforderungen: 386 Prozessor oder höher, 1 MB RAM, Festplatte mit 18 MB freier Speicherkapazität, SVGA Grafikkarte), während ThripsID unter Windows 3.1, Win95 sowie NT 3.5 bzw. 4.0 lauffähig ist, wobei hier die Nutzung der Software von CD-ROM aus erfolgt. Entsprechend unterschiedlicher PC-Konfigurationen wurden die Aufnahmen in „high colour“ sowie im 256 Farben-Modus erstellt.

Für Interessierte ist eine Demoversion im WWW verfügbar (<http://www.cabi.org/catalog/cabikey/thrips.htm>) bzw. die Grundstruktur tiefer präsentiert (<http://www.ctpm.uq.edu.au/Software/Lucid.html>). Eine Einführung in die Lucid-Software ist über <http://www.biologie.uni-halle.de> als Powerpoint-Präsentation unter Institut für Zoologie, Bereich Entwicklungsbiologie verfügbar.

3 Ergebnisse

3.1 CABIKEY to the Common Thysanoptera of Europe

Das vorliegende Programm erlaubt die Determination von über 116 agrarwirtschaftlich wichtigen Arten Europas sowie die Identifikation der Larval- und Metamorphosestadien auf Familien- bzw. Unterfamilienebene (vgl. Abb.1).

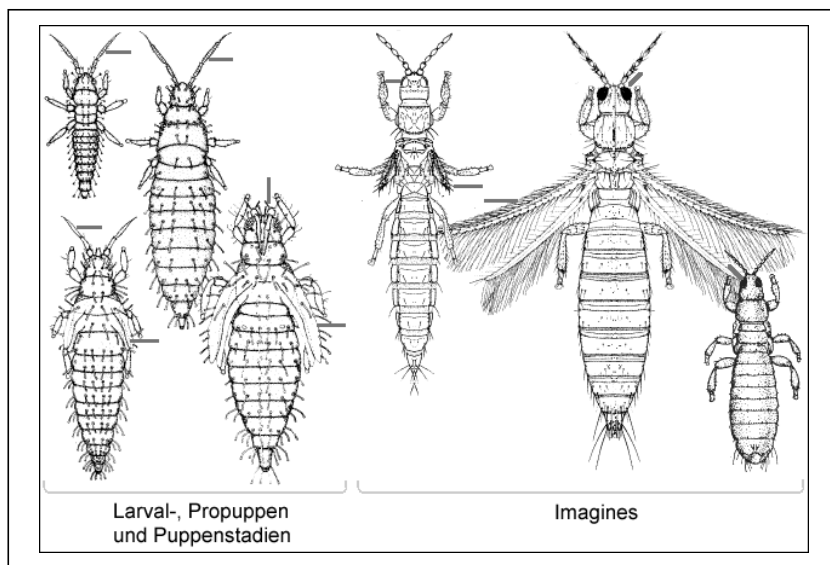


Abb.1: Diagnoseweg zu Larval-, Propuppen und Puppenstadien sowie den Imagines

Der Determinationsweg kann vom Nutzer bestimmt werden, wobei der interaktive Key jederzeit besonders günstige Identifikationsschritte vorschlägt und dabei die eingegebenen Wichtungen berücksichtigt. Entsprechend haben zum Beispiel numerische bzw. metrische Eingaben vor Farbentscheidungen immer Vorrang. Der Identifikationsweg kann entsprechend den Nutzerentscheidungen auch vollständig automatisch durchgeführt werden. Im „detailed mode“ beantwortet das System im Hintergrund korrelierte Merkmale und zeigt diese zur Verifizierung an. Weiterhin steht auf dem gesamten Determinationsweg ein Hilfesystem zur Verfügung, welches mit der F1-Taste erreicht wird. Informationen zu einzelnen Arten können schnell durch Eingabe des Artnamens abgerufen werden. Diagnostische Hinweise, die zur Verwechslung mit ähnlichen Arten führen, werden im direkten Merkmalsvergleich angezeigt, wobei neben der Beschreibung jederzeit die entsprechenden Grafiken zugänglich sind. Nach abgeschlossener Diagnose liefert das System eine „Entire description“ sowie Originalabbildungen der identifizierten Art, wodurch jegliche Zweifel an der Richtigkeit der Diagnose bei Anfängern geprüft werden können. Ein Vergleich mit jeder anderen Art ist möglich, wobei die wichtigsten Diagnosemerkmale, die zur Trennung führen, angezeigt werden. Neben diesem Identifikationstool wurde ein Informationssystem integriert, welches eine Vielzahl an Hinweisen zur Biologie der identifizierten Art liefert, sowie neben Sammel- und Präparationstechniken, die auch histologische sowie elektronenmikroskopische Verarbeitungen beinhalten, Informationen zur Reproduktion, zur Ontogenese, zur Morphologie und Anatomie, zum wirtschaftlichen Schaden, zu Wirtspflanzen, zur chemischen und biologischen Kontrolle, zur Ethologie, zu phylogenetischen Verwandtschaftsbeziehungen usw. gibt (vgl. Abb.2 und 3). Für tiefere Studien ist eine nach Schwerpunkten sortierte Referenzdatei verfügbar, die mit ca. 2.000 Titeln eine weitere Einarbeitung in das Spezialgebiet erlaubt.

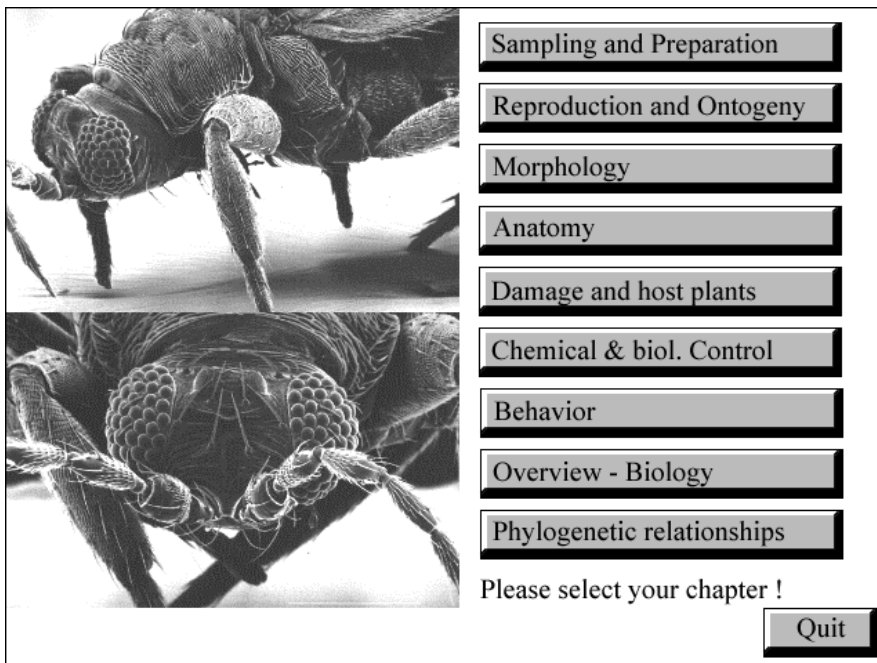


Abb.2: Informationstool – Eingangs-Screen, bei Auswahl biologischer Kontrollmaßnahmen erhält man Informationen zu möglichen Antagonisten (vgl. Abb.3)

3.2 „ThripsID – Thysanoptera species most likely to be taken on plant material imported into Australia“ - Allochthone Thysanoptera Australiens

Durch internationale Pflanzentransporte, aber auch wachsenden Tourismus wächst die Einschleppung von Thysanopteren mit potentiellem Schadstatus ständig an. Ziel dieses interaktiven Keys war es, den Australischen Quarantäne- und Inspektions-Service (AQIS) mit einem Programm auszustatten, welches die Identifikation von immigrierten Schadthysanopteren sowie den Abruf von biologischen Informationen zu den einzelnen Schaderregern gestattet. Im Unterschied zu dichotomen, verbalen bzw. grafischen Determinationsvarianten wird am PC analog zur CABIKEY-Variante eine Datenmatrix verwaltet, die einen unabhängigen Diagnoseweg nach selbst gewählten Merkmalen zulässt sowie geeignete Strategien vorschlägt. Zahlreiche mikroskopische Originalaufnahmen der einzelnen Merkmale erlauben ein leichtes und objektives Vergleichen mit den eigenen Präparaten und gestatten einen zügigen Diagnoseweg. Die Anzeige von unterschiedlichen, aber auch gemeinsamen Merkmalen der einzelnen Taxa ist möglich. Durch Subkeys verläßt man die Familienebene und kann eine Determination bis zur Art vornehmen. Für jede Species sind Angaben zur Biologie, geographischen Verbreitung sowie verwandte Arten neben einer verbalen Diagnose enthalten. Die Auswahl der geeigneten Merkmale kann durch Thumbnails sowie inhaltsreichere Originalaufnahmen neben Merkmalsbeschreibungen erfolgen.

4 Diskussion

Der Einsatz moderner Computertechnik und damit vorhandener Software gehört im deutschsprachigen Raum durchaus noch nicht zur Standardmethode in wissenschaftlichen Einrichtungen. Die recht ausgewogene Pro und Contra-Haltung reflektiert größtenteils das Altersspektrum der Taxonomen, wobei die Kritik hauptsächlich die Reduktion auf ökonomisch wichtige Arten betrifft, aber auch Bedenken bezüglich der zukünftigen Aufgaben der Systematiker. Des Weiteren sind unterschiedliche Arbeitsplatzausstattungen, die von alten 286er PCs mit 2x CDROM-Laufwerken bis hin zu modernen leistungsfähigen Computern mit 24x und mehr CDROM-Laufwerken reichen, oftmals hinderlich bei einer Gesamtbewertung neuer Software. Aus diesem Grund war die CABIKEY-Variante auf DOS-Ebene das System der Wahl bei Besitz eines veralteten PC. Während sich die Informations- und Identifikationstools inhaltlich sehr ähnlich sind, ist die verwendete Plattform noch unterschiedlich, wie dies Programme vom ETI (Rosendahl und Dodd, 1995; Eisenback und Zunke, 1999; Zunke und Eisenback, 1999) sowie der LUCID-Gruppe (Brooker et al.,

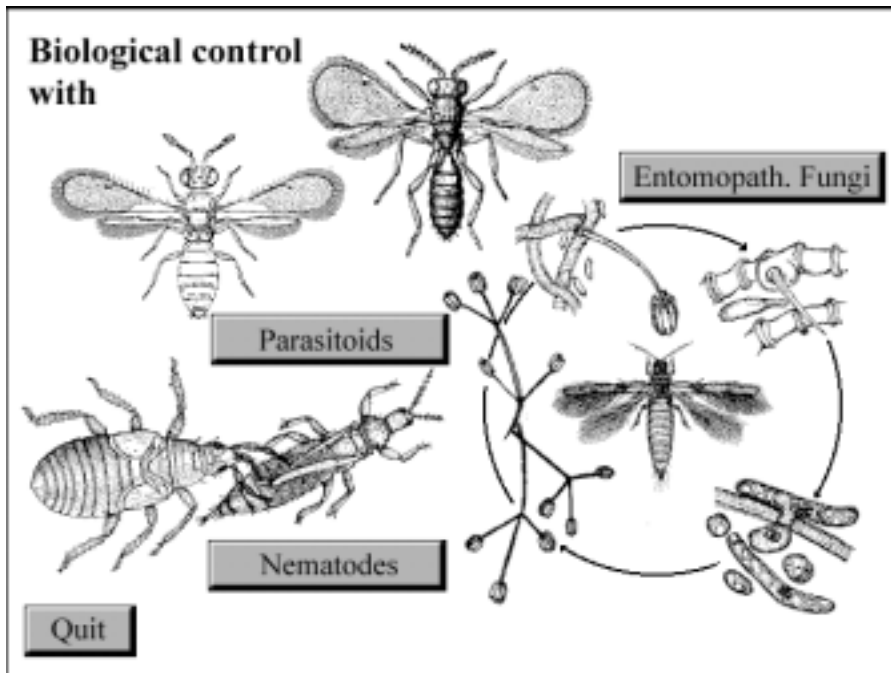


Abb.3: Biologische Kontrolle – Auswahl möglicher Antagonisten

1998; Maslin, 1998; Trueman et al., 1999) zeigen.

Gehen wir von unserer Zielgruppe aus, angewandte Wissenschaftler im Agrar- und Pflanzenschutzbereich sowie Forschungsinstitute mit entomologisch ausgerichteten Forschungsprogrammen, so ist ein eindeutiges Pro zu registrieren. Ein Vergleich der Nutzung vorhandener dichotomer Bestimmungsliteratur bestätigt diesen Trend (Stannard, 1957; Priesner, 1964; Mound et al., 1976; Schliephake und Klimt, 1979; Nakahara, 1994; Mound und Marullo, 1996).

Die Evaluierung derartiger Programme ist zudem denkbar einfach, äußerst kritisch, objektiv und schnell – Emails und List-Server (Thripsnet) enthalten Berichte von CABIKEY- und LUCID- Usern, die schnell eigene Determinationserfolge verbreiten. Eine ständige Erneuerung und Vervollständigung durch Nutzerkontrolle hilft bei der Erstellung weiterer Updates und bildet ebenfalls einen entscheidenden Vorteil gegenüber klassischen dichotomen Varianten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Identifikationstools bilden die Basis eines größeren Projektes zur Identifikation wirtschaftlich wichtiger Thysanopteren der Welt. Dabei soll neben den vorgestellten Methoden des visuellen Vergleichs von mikroskopischen Abbildungen parallel eine molekularbiologische Bestimmungsvariante entwickelt werden, die die Identifikation ökonomisch interessanter Schaderreger durch die Entwicklung von standardisierten molekularbiologischen Methoden (DNA-Isolierung, PCR mit Primer gegen 16S rDNA [mitochondrial], RFLP [Restriction Fragment Length Polymorphism]) ermöglicht.

Danksagung

Dr. Glyn Maynard (AQIS) danken wir für die Finanzierung dieses Projektes und Dr. Geoff Norton (University of

Queensland, Brisbane) sowie Dr. Ebbe Nielsen (CSIRO, Canberra) für die Bereitstellung hervorragender Arbeitsbedingungen vor Ort. Dr. Richard zur Strassen sei für die Leihgabe ausgewählter Präparate gedankt.

6 Literatur

- BROOKER, M.I.H., Connors, J.R., Slee, A.V. (1998): Euclid – Eucalyptus of south-eastern Australia. CDROM, CSIRO Publishing 1998.
- EISENBACK, J.D., Zunke, U. (1999): Image Library for Nematology Vol. 1., Biodiversity Center of ETI, 1999.
- LEWIS, T. (1997): Pest thrips in perspective. In: LEWIS, T. (ed.) Thrips as crop vectors. CAB International, Wallingford, pp. 1-13.
- MASLIN, B. (1998): Wattles of the Kalannie region. Conservation and Land Management, CDROM.
- MORITZ, G. (1994): Pictorial key to the economically important species of Thysanoptera in Central Europe. EPPO Bulletin, 24: 181-208.
- MORITZ, G., Mound, L.A. (1996): Common Thysanoptera of Europe. An electronic identification and information system. CAB International, Wallingford.
- MORITZ, G., Mound, L.A. (1999): ThripsID - Species most likely to be taken on plant material imported into Australia. CD ROM, AQIS/ CSIRO, Canberra.
- MOUND, L. (1996): The Thysanoptera vector species of Tospoviruses. Acta Horticulturae 431: 298-309.
- MOUND, L.A., Marullo, R. (1996): The thrips of Central and South America: an introduction. Memoirs on Entomology, International 6: 1-488.
- MOUND, L.A., Morison, G.D., Pitkin, B.R.; Palmer, J.M. (1976): Thysanoptera. Handbooks for the Identification of British Insects 1 (2): 1-79.
- NAKAHARA, S. (1994): The genus Thrips L. (Thysanoptera: Thripidae) of the New World. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin 1822: 1-183.
- NUESSLY, G.S.; Nagata, R.T. (1995): Pepper varietal response to thrips feeding. In: PARKER, B.L., SKINNER, M., LEWIS, T. (eds.) Thrips biology and management. Plenum Press, New York, pp. 115-118.
- PRIESNER, H. (1964): Ordnung Thysanoptera. (Fransenflügler, Thripse). In: FRANZ, H.: Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas 2: 1-242.
- SCHLIEPHAKE, G., Klimt, K.-H. (1979): Thysanoptera, Fransenflügler. Die Tierwelt Deutschlands 66: 1-477.
- STANNARD, L.J. (1957): The phylogeny and classification of the North American genera of the suborder Tubulifera (Thysanoptera). Illinois Biological Monographs 25: 1-200.
- TRUEMAN, J.W.H., McKie, B.G., Cranston, P. (1999): Interactive Guide to Australian Aquatic Invertebrates. CDROM, CSIRO Entomology, Canberra.
- ZUNKE, U., Eisenback, J.D.: Entomological Images: Plant Parasitic Arthropods and their Enemies, EntoPix 1999.

Identifikations- und Informations-Software zu wirtschaftlich wichtigen Thysanopteren-Arten (Insecta)
(G. Moritz, L. Mound)

Zusammenfassung

Es werden zwei Identifikationstools zur Bestimmung ökonomisch wichtiger Thysanopteren-Arten der europäischen und australischen Fauna vorgestellt. Neben dem eigentlichen Determinationsprogramm kann ein themengebundenes Literaturverzeichnis sowie ein großzügig illustriertes Compendium mit zahlreichen Informationen zur Biologie der Thysanoptera einschließlich Hinweisen zu Sammel- und Präparationsmethoden genutzt werden.

Stichworte: *Thysanoptera, Thrips, Cabikey, Lucid*

Identification- and information-software to economic important thrips species (Insecta)
(G. Moritz, L. Mound)

Summary

This CABIKEY and LUCID products has been designed to enable identification to species level of commonly found specimens of economic importance to agriculture in Europe and in Australia. Both programs also provides a list of selected references, and an illustrated compendium of information about the biology of Thysanoptera and methods for their study. The accurate recognition of Thysanoptera species is often difficult and a quick determination is necessary for the first steps toward effective control measures. These tools are intended for such situations.

Key words: *Thysanoptera, Thrips, Cabikey, Lucid*

Prof. Dr. Gerald Moritz ist tätig am Institut für Zoologie der Universität Halle-Wittenberg (Domplatz 4, 06108 Halle/Saale, Tel.: 0345 55 26430, Fax 0345 55 27152, e-mail: moritz@zoologie.uni-halle.de).

Tab.1: Spezies-Liste: „Common Thysanoptera of Europe CABIKEY“

Acanthothrips nodicornis	Haplothrips aculeatus	Orothrips priesneri
Aeolothrips albicinctus	Haplothrips leucanthemi	Oxythrips ajugae
Aeolothrips astutus	Haplothrips minutus	Oxythrips bicolor
Aeolothrips collaris	Haplothrips niger	Parthenothrips dracaenae
Aeolothrips ericae	Haplothrips setiger	Pezothrips frontalis
Aeolothrips fasciatus	Haplothrips subtilissimus	Phlaeothrips coriaceus
Aeolothrips gloriosus	Haplothrips tritici	Platythrips tunicatus
Aeolothrips intermedius	Heliothrips	Poecilothrips albopictus
Aeolothrips melaleucus	haemorrhoidalis	Prosopothrips vejdownskyi
Aeolothrips propinquus	Hercinothrips bicinctus	Pseudocryptothrips meridionalis
Aeolothrips tenuicornis	Hercinothrips femoralis	Rhipidothrips gratusus
Aeolothrips versicolor	Hindsiothrips bonessi	Rubiothrips sordidius
Aeolothrips vittatus	Hindsiothrips bonessi	Rubiothrips vitis
Allothrips pillichellus	Holarthrothrips tenuicornis	Scirtothrips longipennis
Anaphothrips obscurus	Hoplandrothrips bidens	Scolothrips longicornis
Ankothrips niezabitoskii	Hoplothrips corticis	Sericothrips bicornis
Aptinothrips rufus	Hoplothrips fungi	Stenchaetothrips biformis
Aptinothrips stylifer	Hoplothrips ulmi	Stenothrips graminum
Bagnalliella yuccae	Iridothrips iridis	Taeniothrips inconsequens
Baliothrips dispar	Kakothrips robustus	Taeniothrips picipes
Bebelothrips latus	Limothrips cerealium	Tenothrips discolor
Bolothrips bicolor	Limothrips denticornis	Thrips (Taeniothrips) dianthi
Bolothrips icarus	Liothrips setinodis	Thrips (Taeniothrips) simplex
Cephalothrips monilicornis	Liothrips vaneeckei	Thrips (Taeniothrips) vulgatissimus
Ceratothrips ericae	Lispothrips crassipes	Thrips angusticeps
Chaetanaphothrips orchidii	Megathrips lativentris	Thrips atratus

Chirothrips aculeatus	Melanthrips ficalbii	Thrips flavus
Chirothrips manicatus	Melanthrips fuscus	Thrips fuscipennis
Collemboothrips mediterraneus	Melanthrips gracilicornis	Thrips hukkineni (treherni)
Compsothrips albosignatus	Melanthrips pallidior	Thrips linarius
Cryptothrips nigripes	Merothrips floridensis	Thrips major
Dendrothrips degeeri	Mycterothrips consociatus	Thrips minutissimus
Dendrothrips ornatus	Mycterothrips salicis	Thrips nigropilosus
Drepanothrips reuteri	Haplothrips verbasci	Thrips palmi
Firmothrips firmus	Neohydatothrips	Thrips physapus
Frankliniella intonsa	gracilicornis	Thrips pini
Frankliniella occidentalis	Odontothrips confusus	Thrips tabaci
Frankliniella pallida	Odontothrips loti	Thrips validus
Frankliniella tenuicornis	Odontothrips meliloti	Tmetothrips subapterus
Gynaikothrips ficorum	Odontothrips ulicis	Xylaplothrips fuliginos

Tab. 2: Spezies-Liste: „ThripsID“

Aeolothrips fasciatus	Frankliniella williamsi	Pseudanaphothrips achaetus
Anaphothrips obscurus	Franklinothrips vespiformis	Pseudodendrothrips mori
Anaphothrips sudanensis	Gynaikothrips ficorum	Rhipiphorothrips cruentatus
Apterothrips apteris	Haplothrips froggatti	Scirtothrips aurantii
Aptinothrips rufus	Haplothrips gowdeyi	Scirtothrips citri
Aptinothrips stylifer	Haplothrips niger	Scirtothrips dorsalis
Arorathrips mexicanus	Haplothrips spp. [Trybomiella]	Scolothrips sexmaculatus
Ayyaria chaetophora	Haplothrips victoriensis	Selenothrips rubrocinctus
Caliothrips fasciatus	Heliothrips haemorroidalis	Stenchaetothrips biformis
Caliothrips indicus	Hercinothrips bicinctus	Tenothrips frici
Caliothrips striatopterus	Hercinothrips femoralis	Thrips australis
Chaetanaphothrips orchidii	Kakothrips pisivorus	Thrips flavus
Chaetanaphothrips signipennis	Leucothrips nigripennis	Thrips hawaiiensis
Chirothrips ah	Limothrips angulicornis	Thrips imaginis
Chirothrips manicatus	Limothrips cerealium	Thrips major
Cranothrips poultoni	Liothrips vaneeckeii	Thrips meridionalis
Dendrothripoides innoxius	Megalurothrips sjostedti	Thrips nigropilosus
Desmothrips australis	Megalurothrips usitatus	Thrips obscuratus
Dichromothrips corbetti	Microcephalothrips	Thrips orientalis
Echinothrips americanus	abdominalis	Thrips palmi
Elaphrothrips spp.	Nesothrips lativentris	Thrips parvispinus
Frankliniella bispinosa	Nesothrips propinquus	Thrips setipennis
Frankliniella insularis	Neohydatothrips samayunkur	Thrips setosus
Frankliniella intonsa	Parthenothrips dracaenae	Thrips simplex
Frankliniella occidentalis	Pezothrips dianthi	Thrips tabaci
Frankliniella schultzei	Pezothrips kellyanus	Thrips taiwanus
Frankliniella tritici	Podothrips semiflavus	Thrips vulgatissimus