

Arthropoda – ein Fascinosum. Zur Biodiversität und Systematik der erfolgreichsten Metazoa im Spiegel ihrer medizinischen Bedeutung

Ulrike ASPÖCK & Horst ASPÖCK

Abstract: Arthropoda – a Fascinosum. On the biodiversity and systematics of the most successful Metazoa in the mirror of their medical relevance. An overview of the Arthropoda is given, phylogeny of the higher taxa is discussed and illustrated by cladograms. The medical relevance of species and higher taxa is commented in the text with cross linking to corresponding articles, and summarised in a detailed table. 65 colour photographs demonstrate the richness and diversity of the Arthropoda.

Key words: Arthropoda, Onychophora, Tardigrada, Chelicerata, Myriapoda, Crustacea, Hexapoda, systematics, distribution, medical significance.



Inhaltsübersicht

Zur Einleitung: Arthropoda – ein Steckbrief	36
Spezieller Teil	36
1. Onychophora (Stummelfüßer)	36
2. Tardigrada (Bärtierchen)	37
Euarthropoda (Gliederfüßer i.e.S.) (3. bis 6.)	37
3. Chelicerata (Kieferklauenträger)	38
3.1. Pantopoda (Pycnogonida, Asselspinnen)	38
3.2. Xiphosura (Pfeilschwänze, Schwertschwänze) ..	39
3.3. Arachnida (Spinnentiere)	39
3.3.1. Scorpiones (Skorpione)	40
3.3.2. Uropygi (Geißelskorpione)	40
3.3.3. Amblypygi (Geißelspinnen)	40
3.3.4. Araneae (Webspinnen)	41
3.3.5. Palpigradi (Palpenläufer)	41
3.3.6. Pseudoscorpiones (Pseudoskorpione, Bücherskorpione)	42
3.3.7. Solifugae (Walzenspinnen)	43
3.3.8. Opiliones (Kanker, Weberknechte)	43
3.3.9. Ricinulei (Kapuzenspinnen)	43
3.3.10. Acari (Milben)	43
Mandibulata (4. bis 6.)	44
4. Crustacea (Krebstiere)	44
4.1. Cephalocarida	45
4.2. Branchiopoda (Kiemenfußkrebse)	45
4.2.1. Anostraca (Feenkrebse)	45
4.2.2. Notostraca (Rückenschaler)	46
4.2.3. Cladocera (Wasserflöhe)	46
4.3. Maxillopoda	46
4.3.1. Copepoda (Ruderfußkrebse)	46
4.3.2. Branchiura (Fischläuse)	46
4.3.3. Pentastomida (Zungenwürmer)	46
4.3.4. Ostracoda (Muschelkrebse)	47
4.3.5. Cirripedia (Rankenfußkrebse)	47
4.4. Malacostraca (Höhere Krebstiere)	47
4.4.1. Leptostraca (Phyllocarida)	47
4.4.2. Stomatopoda (Hoplocarida, Fangschreckenkrebstiere)	47
4.4.3. Decapoda (Zehnfüßkrebse)	48
4.4.4. Euphausiacea (Leuchtgarnelen)	48
4.4.5. Peracarida (Ranzenkrebse)	48
4.5. Remipedia	48
5. „Myriapoda“ (Tausendfüßer)	48
5.1. Chilopoda (Hundertfüßer)	49
5.2. Symphyla (Zwergfüßer)	49
5.3. Pauropoda (Wenigfüßer)	49
5.4. Diplopoda (Doppelfüßer)	49
6. Hexapoda (Sechsfüßer)	50
„Entognatha“ (Sackkiefer) (6.1. bis 6.3.)	51
6.1. Collembola (Springschwänze)	51
6.2. Protura (Beintaster)	52
6.3. Diplura (Doppelschwänze)	52

Insecta (Ectognatha, Freikiefler) (6.4. bis 6.36.)	52
6.4. Archaeognatha (Felsenspringer)	52
Dicondylia (6.5. bis 6.36.)	52
6.5. Zygentoma (Fischchen)	53
Pterygota (Geflügelte Insekten) (6.6. bis 6.36.)	53
6.6. Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	53
6.7. Odonata (Libellen)	53
Neoptera (6.8. bis 6.36.)	54
6.8. Plecoptera (Steinfliegen, Frühlingsfliegen, Uferfliegen)	54
6.9. Notoptera (Grylloblattodea, Grillenschaben)	55
6.10. Mantophasmatodea (Fersenhäuter)	55
6.11. Embioptera (Tarsenspinner, Spinnfüßer)	55
6.12. Dermaptera (Ohrwürmer)	55
Dictyoptera (6.13. bis 6.15.)	55
6.13. Mantodea (Fangschrecken)	55
6.14. „Blattoptera“ (Schaben)	56
6.15. Isoptera (Termiten)	56
Orthopterida (Heuschreckenartige Insekten) (6.16. bis 6.17.)	57
6.16. Saltatoria (Heuschrecken, Springschrecken)	57
6.17. Phasmatodea (Gespenstschrecken)	57
Eumetabola (6.18. bis 6.36.)	58
6.18. Zoraptera (Bodenläuse)	58
Acercaria (6.19. bis 6.25.)	58
6.19. Psocoptera (Corrodentia, Copeognatha, Staubläuse, Rindenläuse, Flechtlinge)	58
6.20. Phthiraptera (Tierläuse)	58
6.21. Thysanoptera (Physopoda, Fransenflügler, Thripse, Blasenfüßer)	59
Hemiptera (Rhynchotha, Schnabelkerfe) (6.22. bis 6.25.)	59
6.22. Auchenorrhyncha (Zikaden)	59
6.23. Sternorrhyncha (Pflanzenläuse)	60
6.24. Heteroptera (Wanzen)	60
6.25. Coleorrhyncha (Scheidenschnäbler)	61
Endopterygota (Holometabola) (6.26. bis 6.36.)	61
6.26. Strepsiptera (Fächerflügler)	62
Neuropterida (Netzflügler s.l.) (6.27. bis 6.29.)	62
6.27. Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)	62
6.28. Megaloptera (Großflügler)	62
6.29. Neuroptera (Planipennia, Netzflügler)	63
6.30. Coleoptera (Käfer)	63
6.31. Hymenoptera (Hautflügler)	65
Antliophora (6.32. bis 6.34.)	67
6.32. „Mecoptera“ (Schnabelfliegen, Skorpionsfliegen)	67
6.33. Siphonaptera (Flöhe)	67
6.34. Diptera (Zweiflügler, Mücken und Fliegen)	68
Amphiesmenoptera (6.35. bis 6.36.)	72
6.35. Trichoptera (Köcherfliegen)	72
6.36. Lepidoptera (Schmetterlinge)	73
7. Dank	74
8. Zusammenfassung	74
9. Literatur	74
Tabelle 1: Art und Stellenwert der medizinischen Bedeutung der einzelnen Arthropoden-Gruppen.	77

*Arthropoda – die mit den Gliederbeinen
... auch Sex-Armatoren sind nur geile
uralter Beine Basisteile¹
Lieblingsspielzeug
der Evolution*

Zur Einleitung: Arthropoda – ein Steckbrief

Die Arthropoda sind in ihrer Biodiversität und Omnipräsenz, ihrer bereits im Kambrium üppigen Existenz, die erfolgreichste Gruppe der Metazoa. Im Verband der Eukaryota relativieren sich diese Dimensionen allerdings (Stammbaum 1). Gemeinsam mit den Annelida konstituieren die Arthropoda nach traditioneller Auffassung die Articulata (Gliedertiere). Molekularsystematische Analysen korrigieren diese Beziehung zugunsten einer Verwandtschaftshypothese der Arthropoda mit den Nematoden im Verband der Ecdysozoa (Häutungstiere, mit Nematoden, Nematomorpha, Kinorhyncha und Priapulida) (WESTHEIDE 2007).

Die Akronyme mm sind symptomatisch für die gegenwärtige Datensituation, stehen doch zunehmend morphologische und molekulare Daten in Überfülle zur Verfügung – (wenn auch nicht in der notwendigen Gleichwertigkeit) – um so enttäuschender ist die babylonische Verwirrung im phylogenetischen System, da mit der wachsenden Zahl neuer Hypothesen die Zahl der Widersprüche zunimmt. Das betrifft auch die phylogenetischen Beziehungen der Arthropoda – die externen und die internen. Dass sie in die große Monophylie der Bilateria (Bilateralsymmetrie = spiegelbildliche Körperhälften) und auf nächster Ebene in die Monophylie der Protostomia (Organismen, deren „Urmund“ zum definitiven Mund wird) eingebettet sind, und dass sie selbst ein Monophylum repräsentieren – verbuchen wir im derzeitigen Stammbaumgeflatter schon als heuristisch sehr beruhigende Hypothesen. Zahlreiche Taxa innerhalb der Arthropoda sind jedoch nicht monophyletisch, sie sind durch „Apostrophierung“ ihrer Namen gekennzeichnet.

Die Arthropoda – viel zu diminuierlich Gliederfüßer, ja zumeist sogar Gliederfüßler genannt – repräsentieren mit ihrer millionenfachen Artenzahl mehr als drei Viertel aller Tierarten. Bisher sind vermutlich etwa 1,2 Millionen Arthropoden-Arten beschrieben, die Zahl der tatsächlich existierenden Spezies überschreitet

wohl sicher 10 Millionen, vermutlich erheblich, möglicherweise um ein Mehrfaches. Sie umfassen die Onychophora, die Tardigrada und die Euarthropoda (Kasten 1), zu denen die fossilen Trilobita, die Chelicerata (Spinnentiere), die „Myriapoda“ (Tausendfüßer), die Hexapoda (Sechsheiner) und die Crustacea (Krebstiere) zählen. Dass manchmal nur die Euarthropoda als Arthropoda gelten, ändert nichts an der Tatsache, dass die Onychophora mit viel mehr Überzeugung als Schwestergruppe dieser Arthropoda betrachtet werden, die Tardigrada hingegen nach wie vor enigmatisch bleiben. Als „Myriapoda“ werden Chilopoda (Hundertfüßer), Symphyla (Zwergfüßer), Diplopoda (Tausendfüßer) und Pauropoda (Wenigfüßer) zusammengefasst, obwohl nur für die beiden letztgenannten Gruppen begründete Verwandtschaft nachgewiesen ist.

Die Monophylie der Arthropoda gilt heute als gesichert – der „Arthropodensaal“ im Naturhistorischen Museum Wien, dieser phylogenetischen Hochburg mit Öffentlichkeitszutritt, aber auch z. B. das „Arthropodenpraktikum“ des Zoologischen Instituts der Universität Wien (heute Department für Evolutionsbiologie) – haben zeitlos und unbeirrt die Arthropoda längst zum axiomatischen Bollwerk werden lassen.

Wichtige Autapomorphien der Arthropoda sind eine Chitincuticula und dadurch notwendig gewordene regelmäßige Häutungen (Häutungen sind allerdings auch Kriterien für die Begründung der Ecdysozoa) sowie die Gliederung des Körpers in Kopf und Rumpf, die Bildung einer „tertiären“ Leibeshöhle (Mixocoel) mit dem damit verbundenen offenen Blutgefäßsystem und schließlich paarige Extremitäten pro Segment. Die Uniramia-Hypothese (Entwicklung der Hexapoda aus Annelida, unabhängig von Crustacea, Chelicerata und Trilobita, mit einästigen Extremitäten als Hauptkriterium) als Ausdruck einer Di- oder gar Polyphylie der Arthropoda hat heute nur noch historischen Charakter und ist widerlegt (PAULUS 2007a). Medizinisch sind zahlreiche Vertreter der Arthropoda von enormer Bedeutung (Tab. 1).

Spezieller Teil 1. Onychophora (Stummelfüßer)

*Wer sie in Händen hält, spürt die große Dimension
im Kleinen.*

Knapp 200 beschriebene Spezies, lebende Fossilien mit relikitärer Verbreitung vorwiegend auf der Südhemisphäre. Körperlänge 5 bis 150 mm. Kopf nicht deutlich abgesetzt, Körper wurmförmig, Stummelbeine mit beweglichen Krallen. Tracheenöffnungen unregelmäßig über den Körper verteilt. Die systematische Zuordnung der Onychophora gleicht einer Odyssee, von Mollusken

¹ Zumindest bei den Hexapoda ist die Herkunft der (teilweise exzentrisch gestalteten) Genitalsklerite von basalen Elementen urtümlicher Beine anatomisch-morphologisch gut begründet (SCUDDER 1971; LAWRENCE et al. 1991), die Homologisierung einzelner Sklerite dabei nach wie vor umstritten. Im größeren Kontext der Arthropoda ist allerdings die Homologisierung der Arthropodien und erst recht jene der basalen Beinderivate sehr schwierig und unsicher (siehe PAULUS 2007b).

Stammbaum 1: Verwandtschaftsbeziehungen der Eukaryota. A – Arthropoden als Teilgruppe der Metazoa. Die schwarzen Scheiben kennzeichnen Gruppen mit Krankheitserregern, die durch Arthropoda übertragen werden. Die nicht-eukaryoten Krankheitserreger (Bakterien, Viren) sind in diesem Schema naturgemäß nicht berücksichtigt.

über Annelida bis zur Schmetterlingsraupe, heute gelten sie als die Schwestergruppe der Euarthropoda (RUHBERG 2007; siehe jedoch Kasten 1).

Beispiel: Abb. 1 (Peripatopsidae).

Die Onychophoren sind medizinisch ohne Bedeutung.

2. Tardigrada (Bärtierchen)

Verzweigung ist Niedlichkeit mit Runzeln.

Etwa 700 beschriebene Arten, weltweit, in feuchten (auch marinen) Lückensystemen. Die Körpergröße kaum über einen Millimeter, sie wird als Verzweigung interpretiert. Kopf zumeist nicht deutlich abgesetzt, Rumpf mit nur 4 Segmenten. 4 Paar Beine, davon 3 Paar zum Laufen, das vierte zum Festhalten am Substrat, pro Bein vier Krallen. Molekulare Analysen unterstützen die Verwandtschaft mit Onychophora und Euarthropoda und ein Schwestergruppenverhältnis mit letzteren (GREVEN 2007), dennoch bleiben die Tardigrada eine enigmatische Gruppe (siehe Kasten 1).

Beispiel: Abb. 2 (Echiniscidae).

Die Tardigraden sind medizinisch ohne Bedeutung.

Euarthropoda (Gliederfüßer i.e.S.) (3. bis 6.)

Wichtigste Merkmale der Euarthropoda sind das Plattenskelett mit Tergiten und Sterniten sowie lateralen Pleuren, ein aus vermutlich 6 Segmenten und einem vorgelagerten Akron bestehender Kopf, Gliederextremitäten, die ursprünglich vermutlich Spaltbeine waren, ein Paar lateraler Facettenaugen, primär 4 Medianaugen. Der Kopf besitzt mehrere Paare modifizierter Extremitäten: 2 Paar Antennen, 1 Paar Mandibeln, 2 Paar Maxillen. Die Homologie der Extremitätenglieder ist nicht geklärt, das Grundmuster des Arthropodiums ist daher umstritten. Die Euarthropoda umfassen die vorwiegend terrestrischen Chelicerata (Spinnentiere), die vorwiegend aquatischen Crustacea (Krebse), die „Myriapoda“ (Tausendfüßer) und die Hexapoda (Sechsheiner).

Die konkurrierenden Verwandtschaftshypothesen innerhalb der Euarthropoda repräsentieren drei große Konzepte: Das traditionelle Antennata-Konzept betrachtet „Myriapoda“ + Hexapoda als Schwestergruppen (Stammbaum 2), das Tetraconata-Konzept hypothesiert Crustacea + Hexapoda als Adelphotaxa (Stamm-

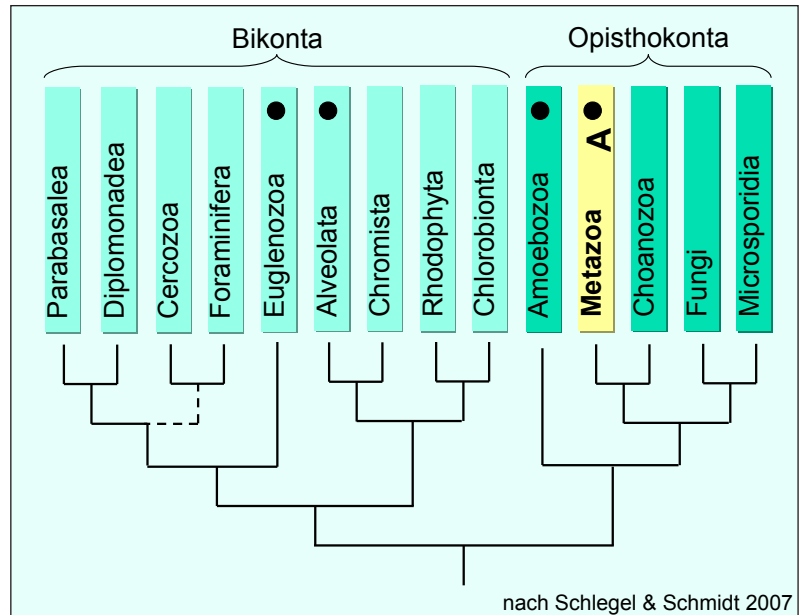
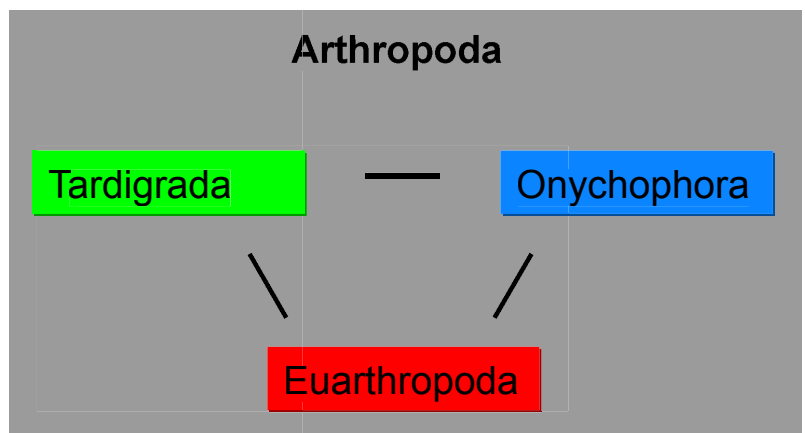


Abb. 1: Onychophora: Peripatopsidae: *Planipapillus mundus*. Australien. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Kasten 1: Verwandtschaftsreigen der Arthropoda. Die Verwandtschaft der Onychophora und Tardigrada mit den Euarthropoda gilt heute als gesichert, Euarthropoda + Onychophora versus Euarthropoda + Tardigrada wird allerdings nach wie vor diskutiert, meistens zugunsten der erstgenannten Hypothese.

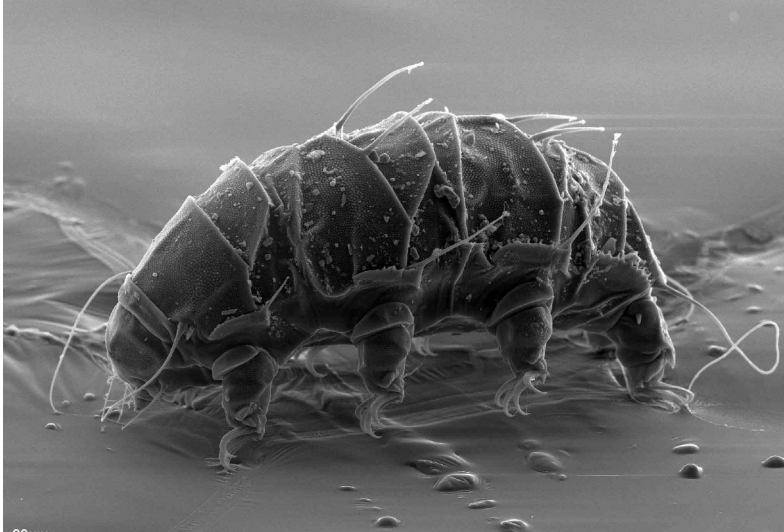


Abb. 2: Tardigrada: Echiniscidae: *Pseudechiniscus victor*. Foto: H. DASTYCH.

baum 3), das Myriochelata-Konzept schließlich vertritt Chelicerata + „Myriapoda“ und Crustacea + Hexapoda als Schwestergruppenpaare (Stammbaum 4) (PAULUS 2007b). Weitere Argumente siehe unter Mandibulata.

3. Chelicerata (Kieferklauenträger)

... und alle haben sie raffinierte Scheren – miniaturlich bis schreckfurchterlich – ...

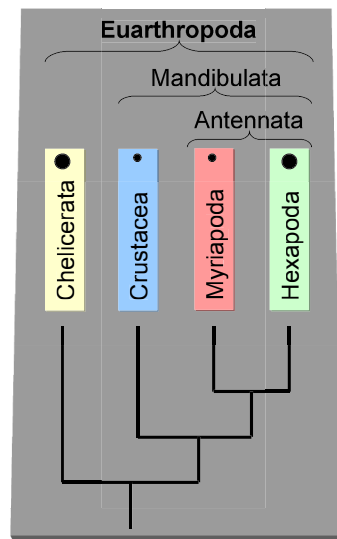
Etwa 100.000 beschriebene Arten. Extrem heterogene Gruppe mit den aquatischen Pantopoda (Asselspinnen) und Xiphosura (Pfeilschwänze) neben mehreren weiteren terrestrischen Taxa, unter ihnen Scorpiones (Skorpione), Araneae (Webspinnen), Pseudoscorpiones (Pseudoskorpione), Solifugae (Walzenspinnen), Opiliones (Weberknechte) und Acari (Milben) (Stammbaum 5). Die Chelicerata sind durch folgende Merkmale charakterisiert: Drei Rumpfsegmente verschmelzen mit dem Kopf, dadurch Körpergliederung in zwei Tagmata: Prosoma und Opisthosoma. Prosoma mit Akron und 7 Segmenten, zweites bis siebtes Segment mit Extremitäten. Das Fehlen einer Extremität auf Segment 1 wird als Reduktion interpretiert. Vorderste Extremitäten dreigliedrig, sie bilden ursprünglich eine dreigliedrige Schere. 2. Extremitäten nur bei Xiphosuren als Laufbeine, bei den übrigen Chelicerata als Pedipalpen. Die folgenden 4 Beine ursprünglich als Laufbeine ausgebildet. Opisthosoma mit 12 Segmenten, dem Mesosoma mit Tergiten und Sterniten sowie plattenförmigen Extremitäten an den Segmenten 1 bis 7 und dem als 13. Segment interpretierten Tergaldorn (Schwanzstachel). Metasoma extremitätenlos, mit den ringförmigen Segmenten 8 bis 12. Extremitäten des 1. Segments als Chilaria der Xiphosura bekannt, fehlen aber sonst. Extremitäten des 2. Segments bilden das Genitaloperculum (die primär paarigen Geschlechtsöffnungen wurden vom Hinterteil des Körpers in den Vorderteil des Opisthosomas verlagert). Die folgenden Beine sind ursprünglich Schwimmbeine, ihre Kiemen werden zu Lungen, Tracheen und Spinnwarzen (ALBERTI et al. 2007).

Die Chelizeraten umfassen zahlreiche medizinisch bedeutsame Arten und zwar unter den Scorpiones, den Araneae und den Acari.

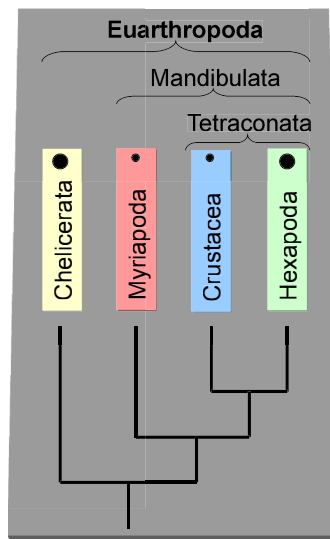
3.1. Pantopoda (Pycnogonida, Asselspinnen)

... Gonadenschläuche, Gedärmschläuche und Erscheinen – alles liegt in den Beinen ...

Etwa 1.000 beschriebene, durchwegs marine Spezies, leben in der Gezeitenzone, aber auch bis fast 7.000 m Tiefe, in allen Meeren, besonders häufig in antarktischen Gewässern. Körpergröße 1 bis 10 mm. Körper



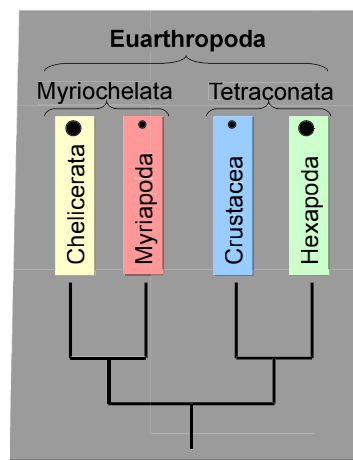
Stammbaum 2: Euarthropoda: Verwandtschaftshypothesen. „Antennata-Konzept“.



Stammbaum 3: Euarthropoda: Verwandtschaftshypothesen. „Tetraconata-Konzept“.

Die schwarzen Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.

Stammbaum 4: Euarthropoda: Verwandtschaftshypothesen. „Myriochelata-Konzept“.



nach Paulus 2007b

röhrenförmig, mit extrem langen Beinen, in die sich Mitteldarm- und Gonadenblindschläuche tief hineinziehen. Rostrum rüsselartig mit Pharynxpumpe, Ernährungsweise räuberisch, Hydroidpolypen können abgeweidet oder Actinien angestochen und ausgesaugt werden. Homologisierung des zweiten, tasterartigen, nicht lokomotorischen Beinpaars, mit Pedipalpen (der Arachnida) ist zweifelhaft, daher von AX (1999) als Parapalpen bezeichnet. Die Ovigera, ein weiteres Beinpaar vor dem ersten Laufbeinpaar, dienen der Brutpflege, bei den Männchen, die die angekitteten Eiballen austragen, stärker entwickelt als bei den Weibchen. Geschlechtsöffnungen in beiden Geschlechtern am zweiten Glied der lokomotorischen Extremitäten. Opisthosoma zu winzigem Anhang zwischen dem letzten Beinpaar reduziert. Vier Medianaugen, Komplexaugen reduziert.

Zugehörigkeit zu den Chelicerata immer wieder angezweifelt, obwohl sie durch den Besitz homologer Chelizeren gut begründet erscheint. Größte Art: *Dodecolopoda mawsoni*, Spannweite über 70 cm!

Die Pantopoden sind medizinisch ohne Bedeutung.

3.2. Xiphosura (Pfeilschwänze, Schwertschwänze)

Im zoologischen Praktikum haben wir sie seziiert – der heilige Schauer ergreift uns in späten Jahren ...

Mit nur vier beschriebenen marinen Arten lebende Fossilien par excellence. Körperlänge bis zu 85 cm, damit größte heute lebende Chelicerata. Hufeisenförmiger Vorderkörper mit dem kleinen Hinterkörper über ein Gelenk beweglich verbunden (letztes Prosoma-Segment 7 greift auf Hinterkörper über, die beiden ersten Opisthosoma-Segmente schieben sich weit in den Vorderkörper hinein). Lange Mundspalte von Chelizeren und Koxen der fünf ebenfalls mit kleinen Scheren ausgerüsteten Laufbeinen umstellt. Mesosoma mit sieben Extremitätenpaaren. Extrem verkürztes Metasoma (drei verschmolzene Segmente) trägt den mächtigen, langen Schwanzstachel. Genitaloperculum überdeckt die Blattbeine der Opisthosoma-Segmente 3 bis 7, deren Exite mit lamellenartigen Kiemen. Die paarigen Genitalporen münden an der Innenseite des Genitaloperculums, einer Platte aus verschmolzenen blattförmigen Extremitäten.

Beispiel: Abb. 3 (Limulidae).

Xiphosura sind medizinisch ohne Bedeutung.

3.3. Arachnida (Spinnentiere)

Arachnophilie – welch elitäre Tugend!

Die Spinnentiere sind vorwiegend terrestrisch und mit Fächerlungen oder Tracheen ausgestattet. Ein wei-

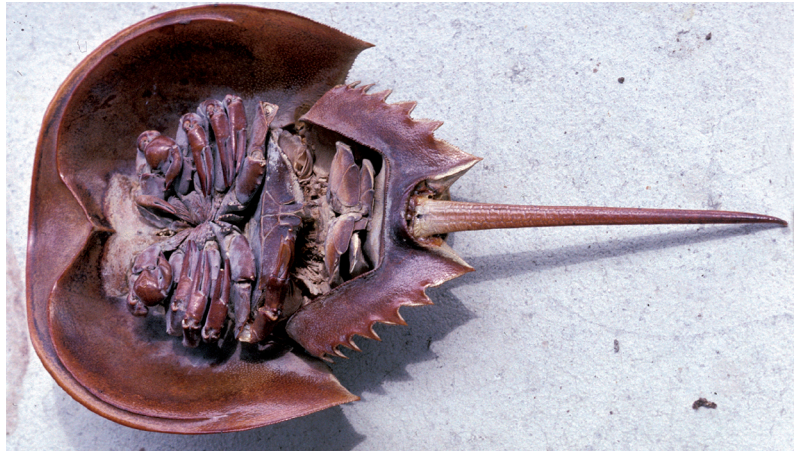
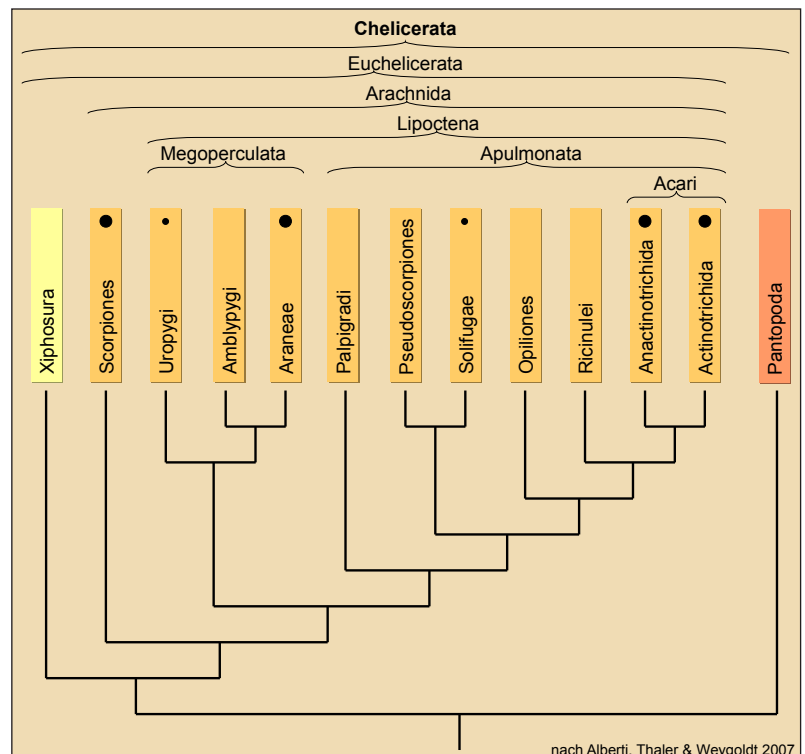


Abb. 3: Xiphosura: Limulidae: *Limulus polyphemus*. Praktikumstier. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Stammbaum 5: Chelicerata: Verwandtschaftshypothesen. Die schwarzen Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.

teres Charakteristikum ist die extraintestinale Verdauung und die Auflösung der Facettenaugen zu Einzelaugen. Sie umfassen 10 sehr unterschiedliche Gruppen (Stammbaum 5).

Die Scorpiones werden den übrigen Arachnida gegenübergestellt, von diesen bilden Uropygi, Amblypygi und Araneae als Megoperculata ein Monophylum, das den Apulmonata mit den Palpigradi, Pseudoscorpiones, Solifugae, Opiliones, Ricinulei und Acari gegenübersteht.

Medizinisch bedeutsame Arachnida finden wir unter den Scorpiones, den Araneae und den Acari.



Abb. 4: Chelicerata: Scorpiones: Euscorpiidae: *Euscorpius* sp. Männchen. Italien, Ligurien, Cinque Terre, Levanto. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 5: Chelicerata: Uropygi (Geißelskorpione). Thailand. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 6: Chelicerata: Amblypygi (Geißelspinnen). Thailand, P. Pang Kor. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

3.3.1. Scorpiones (Skorpione)

*Nur im Sternzeichen „duzen“
wir sie unbefangen furchtlos ...*

Etwa 1.900 beschriebene Arten, weltweit in den Tropen und Subtropen verbreitet, auch aus Südeuropa bekannt. Körperlänge etwa 9 mm bis über 20 cm. Zahlreiche plesiomorphe Merkmale: langes Opisthosoma mit 7 Mesosoma- und 5 Metasoma-Segmenten, 4 Paar Fächerlungen in den Opisthosoma-Segmenten 3 bis 6, 7 Paar getrennte opisthosomale Ganglien. Autapomorphien: Große Scheren am Ende der 6-gliedrigen Palpen (als Tast und Greiforgane), Opisthosoma-Segment 2 mit dem Genitaloperculum als Mündungsstelle der Genitalöffnung und auffälligen Pectines als Mechanorezeptoren, der imposante Giftstachel, der von 2 Giftdrüsen eingenommen und versorgt wird. Die Gattungen *Buthus* und *Euscorpius* sind auch aus Südeuropa bekannt.

Beispiel: Abb. 4 (Euscorpiidae).

Medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).

Medizinische Bedeutung: Durch ihren Giftstachel spielen Skorpione als Gifttiere eine erhebliche Rolle, das Gift mancher Arten ist lebensgefährlich (KOMPOSCH 2010).

3.3.2. Uropygi (Geißelskorpione)

*... der Taster geißelt nur zum Schein – anatomisch
wippt ein Bein ...*

Rund 320 beschriebene Arten, Tropen und Subtropen, Körperlänge 5 bis 75 mm. Autapomorphien: Pedipalpen mit mächtigen Scheren, die waagrecht als Fangbeine arbeiten. Auch der von Teilen der Oberlippe und Pedipalpen-Koxen gebildete Mundvorraum (Kamero-stom) ist abgeleitet. Die dritte Prosoma-Extremität ist zum antennenartigen Tastorgan umfunktioniert, Geißelskorpione laufen daher wie Insekten mit nur drei Laufbeinpaaren. Wehrdrüsen als wirkungsvoller Abwehrmechanismus im 12. Opisthosomalsegment münden neben dem After.

Die großen „Thelyphonida“ der Tropen und Subtropen (*Thelyphonus*, *Mastigoproctus*) möglicherweise nicht monophyletisch, die kleinen als Monophylum gut begründeten Schizomida leben interstitiell im Boden.

Beispiel: Abb. 5 (Uropygi).

Medizinische Bedeutung unerheblich (Tab. 1).

3.3.3. Amblypygi (Geißelspinnen)

*... nicht nur die Geißel ist patent – auch der Stiel
stolzt konvergent ...*

Etwa 140 beschriebene Arten, vorwiegend subtropisch und tropisch, von Europa bisher nur eine einzige

Art, *Charinus ioanniticus*, von Rhodos und Kos bekannt. Körperlänge: 10 bis 45 mm. Körper dorsoventral abgeflacht als Anpassung an Lückenräume im Boden. Autapomorphien: die als Tastorgan umfunktionierten fadenförmigen ersten Laufbeine, die mit einklappbaren Tarsalgliedern als Raubbeine gestalteten großen Pedipalpen und ein Stiel (Petiolus) zwischen Pro- und Opisthosoma.

Beispiel: Abb. 6 (Amblypygi).

Medizinisch ohne Bedeutung.

Der unabhängigen Entstehung der geißelartigen Tastbeine der Uropygi und Amblypygi steht die Hypothese eines gemeinsamen Ursprungs gegenüber, in deren Kontext die beiden Taxa als Pedipalpi bezeichnet werden.

3.3.4. Araneae (Webspinnen)

Willkommen im Club der Arachnophilen!

Weltweit etwa 40.000 beschriebene Arten, Körperlänge 0,5 bis 120 mm. Lebensweise (mit Ausnahme der aquatischen *Argyroneta aquatica*) terrestrisch.

Erfolgsrezept der Spinnen ist der Spinnapparat im Opisthosoma mit Spinndrüsen, die Seide produzieren und Spinnwarzen, die sie als Fäden ausleiten. Spinnseide multifunktionell für Eikons, Häutungsgespinnste, Tapezieren von Wohnröhren, Bildung von Lauf- und Fangfäden sowie Bau von Netzen. Spinnwarzen sind gegliederte Extremitätenknospen. Pedipalpen bein- oder tasterartig, das sackartige Opisthosoma setzt mit dünnem Petiolus am Prosoma an. Besondere Autapomorphie ist die Spermaübertragung durch den Pedipalpus des Männchens (aus der Geschlechtsöffnung abgesetzter Spermatropfen wird vom Pedipalpenorgan aufgenommen); bei der Kopulation gelangt das Sperma in die Receptacula seminis des Weibchens. Chelizeren mit Giftdrüsen.

Nach Lage der Spinnwarzen werden Mesothelae und Opisthothelae differenziert.

3.3.4.1. Mesothelae (Gliederinnen)

Spinnwarzen vorne liegend, Chelizeren giftigdrüsenlos, Wohnröhren mit oder ohne Stolperfäden.

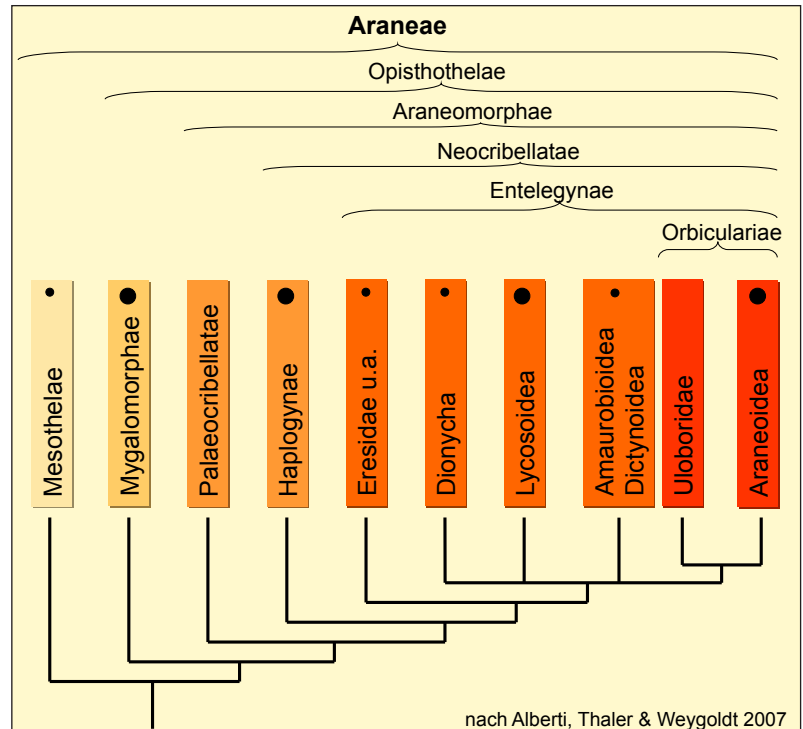
Medizinisch nahezu unbedeutend (Tab. 1).

3.3.4.2. Opisthothelae

Spinnwarzen am Körperende, Verlust von Tergiten und Sterniten, Chelizeren mit Giftdrüsen.

Mygalomorphae: berühmteste Vertreter sind die ungiftigen Vogelspinnen, z. B. *Theraphosa blondi* (Theraphosidae), bis zu 120 mm, und der gefährlich giftige *Atrax robustus* (Dipluridae) in Australien.

Weitere medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).



Stammbaum 6: Araneae: Verwandtschaftshypothesen. Die schwarzen Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.

Araneomorphae: Erfolgsgruppe mit rund 36.000 beschriebenen Arten, Erfolgsrezept ist das Cribellum, eine breite Siebplatte mit zahlreichen feinen Spinnspulen. Die Verwandtschaftshypothesen innerhalb der Araneae zeigt Stammbaum 6.

Beispiele: Abb. 7 (Theridiidae), Abb. 8 (Miturgidae). Medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).

Medizinische Bedeutung: Spinnen gehören zu den wichtigsten, bekanntesten und gefährlichsten (häufig aber auch unbegründet gefürchteten) Gifttieren (KNOFLACH & HORAK 2010).

3.3.5. Palpigradi (Palpenläufer)

Sie tasten im unsichtbaren Nichts – welch ein Leben!

Knapp 80 beschriebene Arten, hygrophile Lückenbewohner tropischer und subtropischer Böden, vereinzelt auch von Südeuropa bekannt, *Eukoeneria austriaca* (Eukoeneriidae) auch von Österreich. Körperlänge 1 bis 1,5 mm. Pigmentlos und augenlos, Pedipalpen laufbeinartig, erstes Beinpaar tasterartig. Die dreigliedrigen Chelizeren und der Schwanzfaden gelten als ursprüngliche Merkmale.

Medizinisch ohne Bedeutung.



Abb. 7: Chelicerata: Araneae: Theridiidae (Kugelspinnen): *Latrodectus tredecimguttatus* (Europäische Schwarze Witwe). Foto: H. BELLMANN.



Abb. 8: Chelicerata: Araneae: Miturgidae (Dornfingerspinnen): *Cheiracanthium punctorium* (Ammen-Dornfinger). Foto: H. BELLMANN.



Abb. 9: Chelicerata: Pseudoscorpiones: Neobisiidae: *Neobisium dolomiticum* (Mooskorpion). Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 10: Chelicerata: Solifugae: Gylippidae: *Gylippus* sp. Weibchen. Zypern. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

3.3.6. Pseudoscorpiones (Pseudoskorpione, Bücherskorpione)

*Euer Clo ist mir so sympathisch –
meint treuherzig unser Freund –
da gibt es Pseudoskorpione!
(Eine wahre Geschichte)*

Etwa 3.000 beschriebene Arten. Weltweit, vorwiegend in Spalträumen. Körpergröße 1 bis 7 mm. Große Pedipalpen mit Gift-Scheren. Die Spinnrüden – sie münden im beweglichen Finger der Chelizeren – liegen im Prosoma, können weit in das Opisthosoma reichen. Spinnsekret zur Auskleidung von Nestern. Praetarsen der Laufbeine mit Arolium – das ermöglicht Halt beim Laufen auf glatten Wänden. Fehlen von Medianaugen und Malpighischen Schläuchen gilt als Reduktion. Weibchen betreiben Brutpflege, die Eier werden auf der Ventralseite des Opisthosoma in einem Flüssigkeitstropfen oder in einem Brutsack getragen. Die vom Männchen abgesetzte Spermatophore wird vom Weibchen aufgenommen. Der Bücherskorpion, *Chelifer cancroides* (Cheliferidae), 4 bis 5 mm, ist ein Kosmopolit.

Beispiel: Abb. 9 (Neobisiidae).

Pseudoskorpione sind medizinisch ohne Bedeutung.

3.3.7. Solifugae (Walzenspinnen)

... naht behaart die Walzenspinne – was kümmert's
die flatternden Falter ...

Über 1.000 beschriebene Arten, Körperlänge 10 bis 70 mm. Mit Ausnahme von Australien auf fast allen Kontinenten verbreitet, nachtaktiv. Habitus durch mächtige Chelizeren und stachelige Beborstung geprägt. Sie sind viel harmloser als ihr Anblick vortäuscht, da ihnen Giftdrüsen fehlen.

Beispiel: Abb. 10 (Solifugae).

Medizinisch nahezu ohne Bedeutung (Tab. 1).

3.3.8. Opiliones (Kanker, Weberknechte)

*Kinderspielplatz: Flora A., drei Jahre, küsst
inbrünstig einen Weberknecht.
Zum Glück bemerkt niemand die Flucht des
Ramponierten ... (Eine wahre Geschichte)*

Weltweit etwa 4.000 beschriebene Arten, Körperlänge 2 bis 6 mm, habitusprägende, bis zu 160 mm(!) lange Beine. Prosoma und 10-segmentiges Opisthosoma breit verschmolzen. Geschlechtsöffnung zwischen den Koxen der Prosoma-Extremitäten. Autapomorphien: Ein gemeinsamer Augenhügel für die Medianaugen, Stinkdrüsen im Prosoma, Reduktion der Seitenaugen und das Fehlen Malpighischer Schläuche. Die dreigliedrigen Chelizeren mit Scheren gehören zur Grundausstattung. Die vielgliedrigen langen Tarsen nur bei einem Teil der Opiliones, Phalangiidae, evolviert. Die kurzbeinigen Brettkanker (*Trogulus*) und Siro-Arten sind eher von milbenartigem Habitus.

Beispiel: Abb. 11 (Phalangiidae).

Medizinisch ohne Bedeutung.

3.3.9. Ricinulei (Kapuzenspinnen)

... die Kapuze – das zeitlose Accessoir ...

Knapp über 50 beschriebene Arten, Körpergröße maximal 10 mm. Reliktäre Gruppe tropischer Gebiete Westafrikas und Amerikas.

Wichtigste Autapomorphie: Kapuze = Abgliederung einer beweglichen Platte am Vorderrand des Prosomas, die über die Chelizeren geklappt wird. Auch die zweigliedrigen Chelizeren, Pedipalpen mit Scheren, Verlängerung des 2. Laufbeines zu einem Tastorgan und die zu Gonopoden umfunktionierten 3. Laufbeine der Männchen sind abgeleitet.

Repräsentative Gattungen: *Cryptocellus*, Amazonasgebiet; *Ricinoides*, Westafrika.

Medizinisch ohne Bedeutung.



Abb. 11: Chelicerata: Opiliones: Phalangiidae: *Dasylobus graniferus*. Männchen. Nordtirol, Nauders. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 12: Chelicerata: Acari: Trombiidae (Samtmilben) als Ektoparasiten auf einem Marienkäfer. Niederösterreich, Hainburg. Foto: D. HAINTZ.

3.3.10. Acari (Milben)

Schau, die roten Perlen! – das sollen Parasiten sein?

Weltweit rund 50.000 beschriebene Arten, Körpergröße teilweise erheblich unter 1 mm (vollgesogene Zecken bis zu 30 mm). Breite Verschmelzung von Prosoma und Opisthosoma, Abgliederung eines Gnathosoma (mit Chelizeren und Pedipalpen) gelten als Autapomorphien. Primär terrestrische freilebende Bodenbewohner, zusätzlich wurden die Lebensräume Süßwasser und Meer erobert. Parasitismus bei Pflanzen und Tieren mehrmals unabhängig entstanden.

3.3.10.1. Anactinotrichida (Parasitiformes)

Medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).

In diese Gruppe gehören u.a. die medizinisch bedeutsamen Zecken, Ixodidae und Argasidae. Sie spielen insbesondere als Ektoparasiten und Überträger von Viren, Bakterien und Protozoen medizinisch eine enorme Rolle.



Abb. 13: Chelicerata: Acari: Ixodidae (Schildzecken): *Dermacentor* sp. Burgenland. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 14: Chelicerata: Acari: Trombidiidae. Tirol, Kufstein-Schanz. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

3.3.10.2. Actinotrichida (Acariformes)

Medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).

Medizinische Bedeutung: Acariformes spielen als Überträger von Pathogenen eine vergleichsweise geringe Rolle (Beispiel Trombiculidae), ihre große Bedeutung ergibt sich einerseits durch Erreger von Parasitosen (Krätzmilben) und als Verursacher von Allergien (Beispiel: Hausstaubmilbe).

Beispiele: Abb. 12 (Acari); Abb. 13 (Ixodidae); Abb. 14 (Trombidiidae).

Die medizinische Bedeutung der Acari ist enorm (BECK & PROSL 2010a). Sie spielen als Erreger von parasitären Erkrankungen (Skabies: STARY & STARY 2010), als Ursache von Allergien (Hausstaubmilben: WALZ & ASPÖCK 2010) sowie als Überträger von Ar-

boviren (DOBLER & ASPÖCK 2010a), von Bakterien (STANEK 2010; DOBLER 2010) und von Protozoen (WALCHNIK & ASPÖCK 2010) eine außerordentliche Rolle.

Mandibulata (4. bis 6.)

Unter dieser Bezeichnung werden „Myriapoda“, Crustacea und Hexapoda zusammengefasst. Autapomorphien für diese Hypothese sind in der Morphologie der Mandibeln und im Bau der Facettenaugen zu finden. Die Mandibel bildet eine große Kaulade, zu deren Grundausrüstung ein Palpus gehört, der allerdings fehlen kann. Die Facettenaugen sind aus Ommatidien zusammengesetzt und mit einem Kristallkegel ausgerüstet, bei den „Myriapoda“ sind zumeist nur einzelne Ommatidien vorhanden.

Innerhalb der Mandibulata (Stammbaum 2 und 3) gelten entweder Crustacea + Antennata („Myriapoda“ + Hexapoda) als Schwestergruppen oder „Myriapoda“ und Tetraconata (Crustacea + Hexapoda). Kontroversiell werden im Zuge der Uniramia-Hypothese die Mandibeln als analog, also unabhängig entstanden und eben nicht homolog interpretiert. Die Myriochelata-Hypothese basiert vorwiegend auf molekularen Ergebnissen und stellt Myriochelata („Myriapoda“ + Chelicerata) den Tetraconata (Crustacea + Hexapoda) gegenüber. Schwerer wiegende Meinungsdivergenzen betreffen das Schwestergruppenverhältnis „Myriapoda“ + Hexapoda versus Crustacea + Hexapoda. Erstere gingen als Tracheata oder, wegen des Verlusts der Extremitäten eines vorderen Kopfsegments, auch als Atelocerata in die Diskussion ein (Argumente und Literatur in KLASS & KRISTENSEN 2001, KLASS 2007). Die alternative Hypothese interpretiert die Hexapoda als terrestrische Crustacea auf der Basis des Tetraconata Konzepts (RICHTER 2002), Stammbaum 4. Diskrepanzen ergeben sich allerdings aus Schwestergruppenbeziehungen von Teilgruppen: Malacostraca + Hexapoda (morphologische Parameter) versus Branchiopoda + Hexapoda (molekulargenetische Parameter) (Literaturübersicht in KLASS 2007). Jüngste molekulare Ergebnisse (REGIER et al. 2010) untermauern die Pancrustacea (Hexapoda + Crustacea).

Unter den Mandibulaten gibt es zahlreiche Arten mit außergewöhnlicher medizinischer Bedeutung. Chilopoden und Diplopoden sind Gifttiere (KNOFLACH 2010), die Hexapoden umfassen vor allem viele Arten, die als Überträger von pathogenen Viren, Bakterien, Protozoen und Helminthen fungieren.

4. Crustacea (Krebstiere)

Von Gourmets pochiert, horoskop-malträtiert ...
und beide Autoren – horribile dictu – sind Krebstiere!

Krebse sind eine außerordentlich heterogene Gruppe mit Körpergrößen von unter 100 µm bis zu Beinspannbreiten von vier Metern. Weltweit sind etwa 50.000 Arten bekannt. Die Körpergliederung in Tagmata kennzeichnet ein Zephalon (mit Akron und 5 (?) Segmenten) sowie Thorax und Abdomen mit unterschiedlicher Segmentzahl und je sehr unterschiedlichen Extremitäten.

Krebse sind primär aquatisch, der Übergang zu parasitischer Lebensweise erfolgte mehrmals unabhängig und führte zu extremen Anpassungen und morphologischen Veränderungen; häufig ermöglicht erst die Kenntnis der Larven eine Zuordnung zu den Crustacea.

Die Monophylie der Crustacea ist nicht unumstritten, wird aber mit dem Naupliusauge (Verschmelzung der Medianaugen) und dem Besitz von 2 Paar Nephridien als Autapomorphien doch tradiert. Die Krebse werden heute in 5 Gruppen gegliedert, Cephalocarida, Branchiopoda, Maxillopoda, Malacostraca und Remipedia; mit Ausnahme der problematischen Maxillopoda handelt es sich dabei um gut begründete Monophyla, deren Verwandtschaft wird allerdings unterschiedlich interpretiert (Stammbaum 7, 8).

Unter den Crustacea gibt es mehrere Taxa mit Arten, die als Zwischenwirte von verschiedenen Helminthen fungieren, damit für die Aufrechterhaltung des Zyklus eine essentielle Rolle spielen und somit medizinisch bedeutsam sind (AUER & ASPÖCK 2010a, b). Zudem können manche Pentastomiden parasitäre Krankheiten hervorrufen (Tab. 1; BÖCKLER et al. 2010).

4.1. Cephalocarida

Männlich und weiblich in einem Stück – das ist Glück!

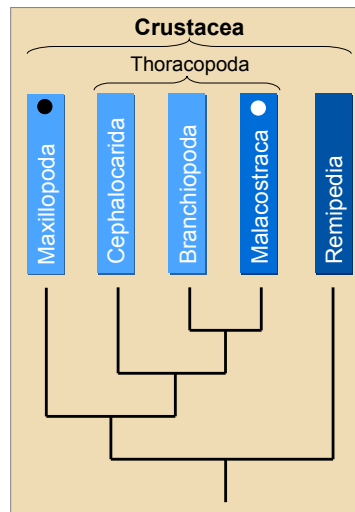
Nur 10 beschriebene Arten, Körpergröße 2 bis 3,7 mm. Vorwiegend marin, Meeresküsten bis in die Tiefsee. Verbreitung: Nord- und Südamerika, Südafrika, Neukaledonien, Neuseeland, Japan. Hufeisenförmiger Kopf mit umlaufender Duplikatur, 9 Thorakalsegmente mit Extremitäten, zehntes extremitätenlos. Wichtigste Autapomorphien: Hermaphroditismus, Verlagerung der Ovarien in den Kopf und die Verlagerung der Hoden in die hinteren Thoraxsegmente. Die Gonodukte münden im Bereich der 6. Thorakopoden.

Repräsentative Gattungen: *Hutchinsoniella* (nordamerikanische Atlantikküste), *Lightiella* (nordamerikanische Pazifikküste), *Sandersiella* (japanische Küste).

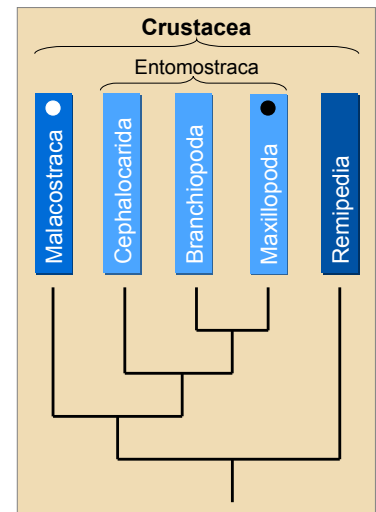
Medizinisch ohne Bedeutung.

4.2. Branchiopoda (Kiemenfußkrebse)

Sehr heterogene Süßwasserbewohner, teilweise in Extrembiotopen (z. B. in Binnensalzwässern), verein-

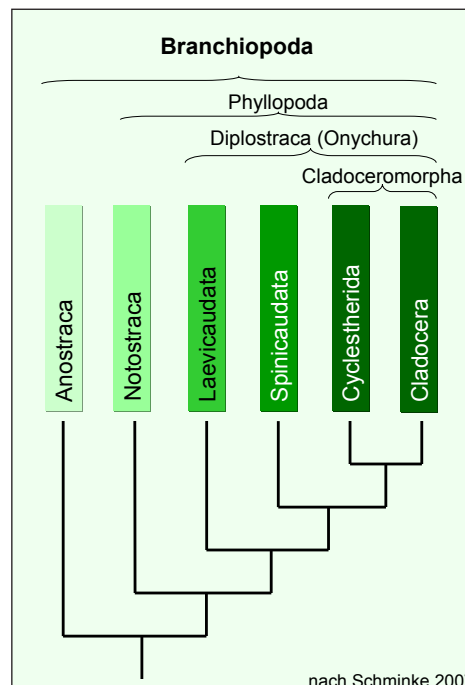


Stammbaum 7: Crustacea: Verwandtschaftshypothesen.



Stammbaum 8: Crustacea: Verwandtschaftshypothesen.

Die Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.



Stammbaum 9: Branchiopoda: Verwandtschaftshypothesen.

zelt sekundär marin, weltweit verbreitet, Monophylie durch Filterapparat, Spermienstruktur und durch larvale Merkmale gesichert. Schwestergruppenverhältnisse siehe Stammbaum 9 (im Text werden nur ausgewählte Gruppen der Branchiopoda behandelt).

4.2.1. Anostraca (Feenkrebse)

Weltweit 250 beschriebene Arten, Körperlänge 15 bis 100 mm, vorwiegend in ephemeren Binnengewässern. *Artemia salina* (Artemiidae), 1,5 cm, als Fischfutter für Aquarien beliebt, vermutlich handelt es sich um einen Spezies-Komplex.

Beispiel: Abb. 15 (Anostraca).



Abb. 15: Crustacea: Branchiopoda: Anostraca (Feenkrebse). Weibchen. Niederösterreich. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 16: Crustacea: Branchiopoda: Notostraca: *Lepidurus apus* (Schuppenschwanz). Niederösterreich. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 17: Crustacea: Maxillopoda: Cirripedia: Balanidae (Seepocken). Italien, Vieste. Foto: K. THALER.

4.2.2. Notostraca (Rückenschaler)

Weltweit 11 beschriebene Arten, vorwiegend in temporären stehenden Gewässern. Körpergröße 40 bis 80 mm.

Beispiel: Abb. 16 (Notostraca).

4.2.3. Cladocera (Wasserflöhe)

Weltweit verbreitet und extrem heterogen. *Daphnia magna* (Daphniidae), 6 mm. Großes ökologisches Gewicht.

Die Branchiopoda sind medizinisch ohne Bedeutung.

4.3. Maxillopoda

Sehr heterogene, weltweit verbreitete Gruppe, die zahlreiche Parasiten mit extrem modifiziertem Körper umfasst. Im Text werden nur ausgewählte Gruppen der Maxillopoda behandelt.

4.3.1. Copepoda (Ruderfußkrebse)

Weltweit über 12.000 beschriebene Arten, Tiefsee bis Hochgebirge, Meeres- und Süßwasserbewohner. Von enormer ökologischer Bedeutung (Assoziationen mit anderen Organismen).

Medizinisch bedeutsam sind Copepoden als Zwischenwirte von Helminthen (Tab. 1; AUER & ASPÖCK 2010a, b).

4.3.2. Branchiura (Fischläuse)

Weltweit 125 beschriebene Arten, Ektoparasiten von Fischen und Amphibien, z. B. *Argulus foliaceus*, Karpfenlaus, 10 mm; der Name täuscht, jede Süßwasserfischart kann als Wirt akzeptiert werden.

Medizinisch ohne Bedeutung.

4.3.3. Pentastomida (Zungenwürmer)

Etwa 120 beschriebene Arten, Körperlänge 2 mm bis 16 cm. Vorwiegend tropisch und subtropisch. Parasitisch an Fleisch fressenden Landwirbeltieren, und an Pflanzen fressendem Ren. Habituell und morphologisch stark verändert und sehr heterogen, Zugehörigkeit zu Crustacea molekular und morphologisch jedoch bestätigt. Als Nasenhöhlenbewohner dorsoventral stark abgeflacht, als Lungenbewohner mit trapezförmigem oder rundem Querschnitt. Als Wirte von Adulten fungieren Reptilien und hundeartige Raubtiere. Entwicklungsstadien parasitieren in Wirbeltieren, als Fehlwirt auch im Menschen, und in Insekten.

Linguatula serrata (Porocephalida), Männchen 2 cm, Weibchen 13 cm, in Nasengängen von Füchsen, Wölfen und Hunden.

Medizinische Bedeutung: Erreger seltener parasitärer Er-

krankungen beim Menschen (Tab. 1; BÖCKELER et al. 2010).

4.3.4 Ostracoda (Muschelkrebse)

Etwa 62.000 beschriebene Arten, Körper von zweiklappigem Carapax umschlossen (Name!), dienen parasitischen Krebsen und Nematoden als Wirte.

Medizinisch ohne Bedeutung.

4.3.5. Cirripedia (Rankenfußkrebse)

Weltweit etwa 1.300 beschriebene Arten, sessile Lebensweise der Adulten, in Meer- und Brackwasser, gestielte Vertreter als „Entenmuscheln“, ungestielte als „Seepocken“ bekannt.

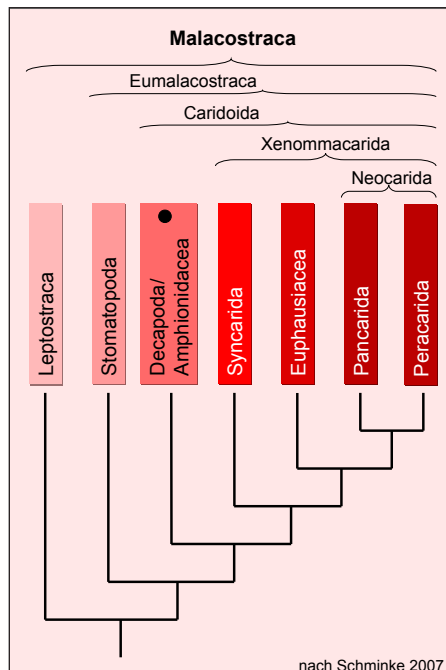
Beispiel: Abb. 17 (Balanidae).

Rhizocephala (Wurzelkrebse) ausschließlich endoparasitisch, 250 beschriebene Arten, *Sacculina carcini* (Sacculinidae), parasitiert in Krabben, komplizierter Entwicklungszyklus über *Nauplius* und *Cypris* Larven.

Cirripedia sind medizinisch ohne Bedeutung.

4.4. Malacostraca (Höhere Krebse)

Gut begründetes Monophylum (Stammbaum 10). Im Text werden nur ausgewählte Gruppen der Malacostraca behandelt.



Stammbaum 10: Malacostraca: Verwandtschaftshypothesen. Die schwarze Scheibe kennzeichnet die medizinische Relevanz.



Abb. 18: Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Potamidae (Süßwasserkrabben). Griechenland, Peloponnes, Taygetos. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 19: Crustacea: Decapoda: Hippolytidae (Putzer- und Marmorgarnelen): *Lysmata amboinensis* (Weißbandputzergarnelen). Innsbruck, Aquarium. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

4.4.1. Leptostraca (Phyllocarida)

Nur 30 beschriebene Arten, marine Gruppe, Lebensraum Litoral bis 5.300 m Tiefe, Körperlänge 1 bis 4 mm. Stehen dem Rest der Malacostraca als Schwestergruppe gegenüber.

Medizinisch ohne Bedeutung.

Eumalacostraca

4.4.2. Stomatopoda (Hoplocarida) (Fangschreckenkrebs)

Rund 350 beschriebene Arten, vorwiegend tropisch, Körpergröße 1,5 bis -34 cm, mit zu Raubbeinen umgestalteten 2. „Maxillipeden“. *Squilla mantis* (Squillidae), berühmtes Konvergenzbeispiel.

Medizinisch ohne Bedeutung.



Abb. 20: Crustacea: Malacostraca: Peracarida: Strandflohkrebs. Griechenland, Chalkidiki. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 21: Crustacea: Isopoda: Porcellionidae: *Porcellio flavomarginatus*. Griechenland, Karpathos. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

4.4.3. Decapoda (Zehnfüßkrebse)

Weltweit rund 18.000 beschriebene Arten, Körperlänge 1 mm bis 60 cm, Meeresstrand bis Tiefsee, mehrfach unabhängig Übergang ins Süßwasser und zum Landleben.

Die Arten mehrerer Dekapoden-Familien fungieren als Zwischenwirte von Helminthen und sind von erheblicher medizinischer Bedeutung (Tab. 1; AUER & ASPÖCK 2010a).

4.4.3.1. Dendrobranchiata

Penaeidae mit der wichtigsten Speisegarnele *Penaeus monodon*, 33 cm und *P. japonicus*, 22 cm, von Japan bis zum Roten Meer.

4.4.3.2. Pleocyemata

Caridea: *Macrobrachium rosenbergii* (Palaemonidae) fungiert als Zwischenwirt von *Paragonimus westermani* (Ostasiatischer Lungenegel).

Reptantia: *Hommarus gammarus* (Homaridae), (Europäischer Hummer); *Astacus astacus* (Astacidae) (Edelkrebs).

Eriocheir sinensis (Chinesische Wollhandkrabbe; Grapsidae), mit Ballastwasser in Europa eingeschleppt.

Beispiele: Abb. 18 (Potamidae);

Abb. 19 (Hippolytidae).

Medizinisch ohne Bedeutung.

4.4.4. Euphausiacea (Leuchtgarnelen)

Planktonorganismen von großer ökologischer Bedeutung durch Massenphänomene. Hauptnahrung mancher Wale, „Krill“.

4.4.5. Peracarida (Ranzenkrebse)

4.4.5.1. Amphipoda (Flohkrebse)

Beispiel: Abb. 20 (Strandflohkrebs).

4.4.5.2. Isopoda (Asseln)

Weltweit über 10.000 beschriebene Arten, Körperlänge 1 bis 45 cm, ökologisch extrem vielfältig, aquatisch (Meer- und Süßwasser) oder terrestrisch.

Beispiel: Abb. 21 (Porcellionidae).

Euphausiacea sind medizinisch ohne Bedeutung.

4.5. Remipedia

Weniger als 20 beschriebene Arten, Körperlänge 9 bis 45 mm. Leben in unterirdischen Gangsystemen, die mit dem Meer in Verbindung stehen (Bahamas, Halbinsel Yukatan, Kanarische Inseln). Kopf mit 1. Segment zu Cephalothorax verschmolzen, übrige Rumpfssegmente tragen gleichförmige Schwimmbeine mit 4-gliedrigem Endopoditen und 3-gliedrigem Exopoditen. Telson mit Furca. Große Drüsen im Kopf – „Maxillendrüsen“ – und Hermaphroditismus gelten als Autapomorphien.

Medizinisch ohne Bedeutung.

5. „Myriapoda“ (Tausendfüßer)

Toll – doch leider stimmt es nicht ...

Der Name dieser die Chilopoda (Hundertfüßer), Symphyla (Zwergfüßer), Pauropoda (Wenigfüßer) und Diplopoda (Doppelfüßer) umfassenden Gruppe terrestrischer Euarthropoda ist unschwer als romantische Übertreibung auszumachen. Überdies ist die Monophylie der „Myriapoda“ nicht gesichert, wird aber als gängige Arbeitshypothese tradiert. Die Chilopoda gelten als

Schwestergruppe der Progoneata, in der die übrigen Taxa zusammengefasst sind, als deren Synapomorphie u.a. die Lage der Geschlechtsöffnung im Vorderrumpf zu nennen ist. Diplopoda und Pauropoda werden auf der Basis abgeleiteter Merkmale der Maxillen und der Lage der Geschlechtsöffnung im 2. Rumpfsegment als Dignatha vereint (Stammbaum 11).

5.1. Chilopoda (Hundertfüßer)

„Chilo“ steht als *Pars pro toto* – doch viele kommen oligopod ins Foto.

Die Gruppe ist sehr heterogen, umfasst etwa 3.300 Arten, die Körperlänge reicht von 1 bis 25 cm, die Lebensweise ist räuberisch. Die Zahl der Beinpaare ist sehr unterschiedlich und kann 15 bis 20, im Extremfall bis zu 190 betragen. Die größten Arten (Scolopendromorpha) sind vorwiegend aus den Tropen bekannt. Der durch die Lebensweise geprägte Habitus umfasst schnelle Läufer (*Scutigera coleoptrata*) oder wurmförmige Bodenkriecher (Geophilomorpha). Die ersten Rumpfextremitäten (Maxillipeden) sind als Giftklauen im Einsatz. Den Augen – heftig diskutiert auf der Basis der Facettenaugen von *Scutigera coleoptrata* – kommt große phylogenetische Bedeutung zu, häufig sind die Augen jedoch reduziert bis obliteriert. *Scutigera coleoptrata*, Spinnenläufer, Mittelmeerraum (und Süddeutschland, Kaiserstuhl).

Beispiel: Abb. 22 (Scolopendrida).

Medizinische Bedeutung als Gifttiere (Tab. 1; KNOFLACH 2010).



Abb. 22: Chilopoda: Scolopendridae (Skolopender): *Scolopendra cingolata* (Europäischer Riesenläufer). Foto: H. BELLMANN.



Abb. 23: Diplopoda: Polydesmida (Bandfüßer): Paradoxosomatidae: *Asiomorpha coarctata*. Seychellen. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

5.2. Symphyla (Zwergfüßer)

Diese rätselhafte, kosmopolitische, mit 150 bekannten Spezies artenarme Gruppe, ist durch geringe Körpergröße (maximal 8 mm), zahlreiche Apomorphien und eine besondere Weise der Spermaübertragung („gestielte“ Spermatropfen) in die Literatur eingegangen und

kann im übrigen durch Massenaufreten in Gartenkulturen sogar schädlich werden.

Medizinisch ohne Bedeutung.

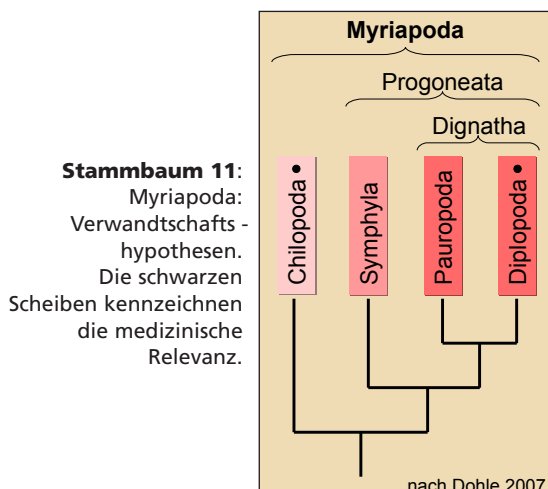
5.3. Pauropoda (Wenigfüßer)

Klein (2 mm), blind, im Boden lebend, Gehirn bis in das 1. Rumpfsegment ragend, mit zahlreichen weiteren Autapomorphien mutet diese Gruppe trotz weltweiter Verbreitung und 540 bekannten Arten sehr relikitär an.

Medizinisch ohne Bedeutung.

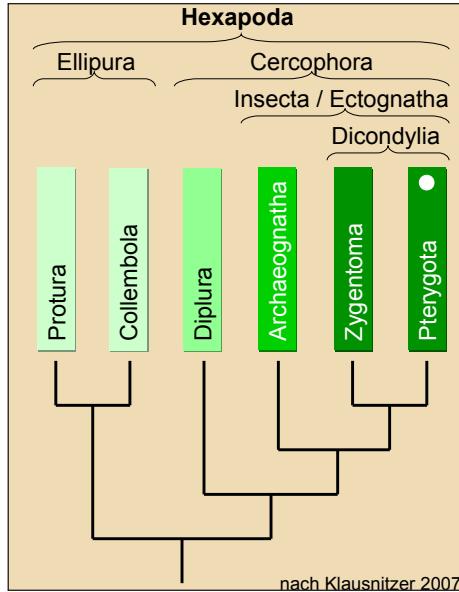
5.4. Diplopoda (Doppelfüßer)

Mit ihren Diplosegmenten, das sind Segmente mit je 2 Beinpaaren, 2 Sterniten, aber nur einem Paar Pleurite und einem Tergit, haben sie die Legende der Tausendfüßer inszeniert. Rekord sind immerhin 750 Beine bzw. 375 Beinpaare. Mit bisher 15.000 beschriebenen Arten ist dieses Taxon längst nicht erfasst. Als Zersetzer von Laubstreu, Holz und Mulm sind sie von großer ökologischer Bedeutung. Der plattenartige Habitus der Juli-



Stammbaum 12:

Hexapoda:
Verwandtschafts-
hypothesen – Übersicht.
Die weiße Scheibe
kennzeichnet die
medizinische Relevanz.



formia und Polydesmida kommt durch Kalkeinlagerungen zustande, die viel ursprünglicheren Penicillata haben eine noch unverkalkte Cuticula.

Bekannte Vertreter: *Polyxenus lagurus* (Polyxenidae, Pinselfüßer), 3 mm, in Mulm, unter Borke; *Glomeris marginata* (Glomeridae, Saftkugler), 7 bis 20 mm, mit Wehrdrüsen, Fähigkeit zur Kugelung; *Tachypodoiulus niger* (Julidae, Schnurfüßer), 20 bis 50 mm.

Beispiel: Abb. 23 (Paradoxosomatidae).

Medizinische Bedeutung als Gifttiere (Tab. 1; KNOFLACH 2010).

6. Hexapoda (Sechsfüßer)

400 million years on six legs ...

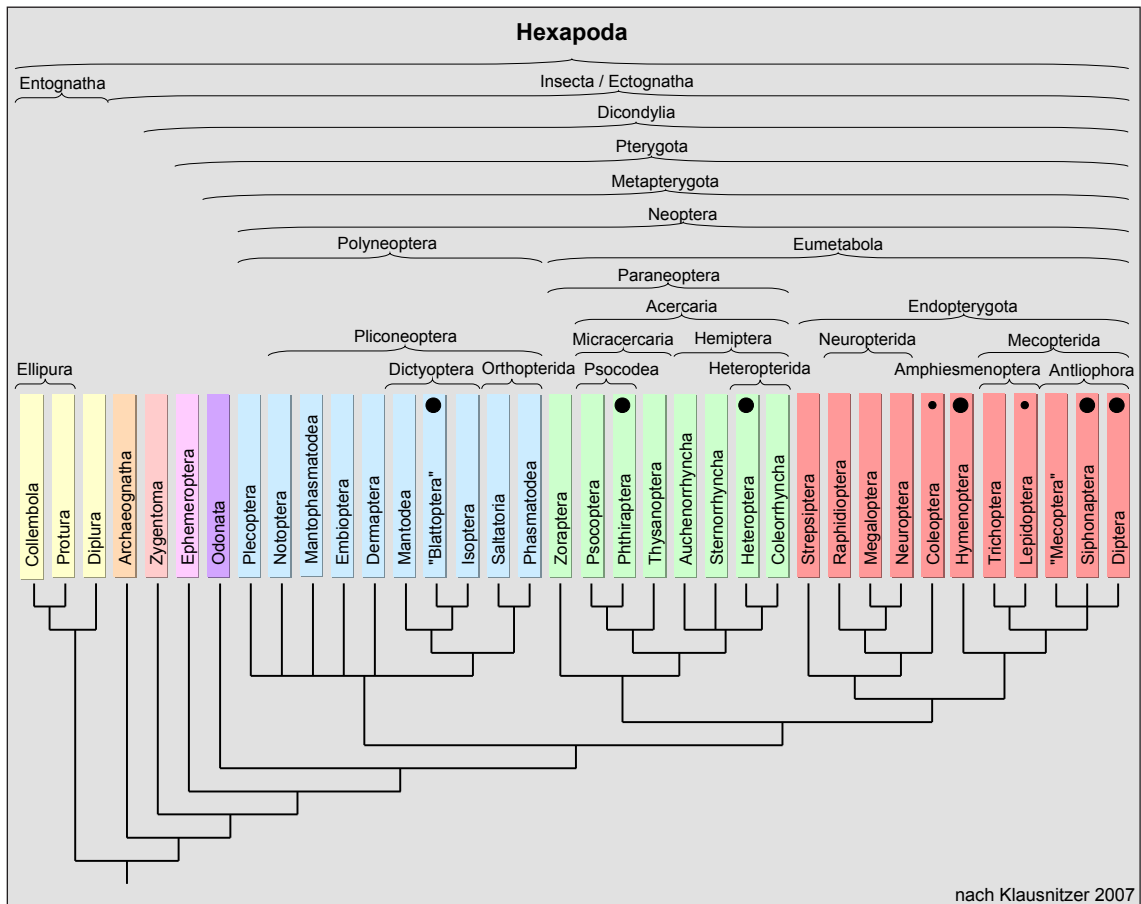
Dave A. GRIMALDI (2009) knows the story.

Die Hexapoda, mit dieser Terminologie folgen wir KRISTENSEN (1991), umfassen Collembola (Springschwänze), Protura (Beintastler), Diplura (Doppelschwänze) und Insecta. Die Insecta konstituieren sich aus Archaeognatha (Felsenspringer) und Dikondylia (Insekten mit zwei Mandibelgelenken). Zu den Dikondylia gehören die Zygentoma (Fischchen) und die Pterygota (geflügelte Insekten) (Stammbaum 12, 13).

Die Hexapoda sind die artenreichste Tiergruppe, beschriebene Arten 926.400 (GRIMALDI & ENGEL 2005), 962.500 (DATHE 2005), im Rahmen der Schätzungen der Artenzahlen gibt es große Schwankungen, die Annahme von mehreren Millionen ist absolut gerechtfertigt: Die am häufigsten kolportierte Zahl ist 5 bis 10 Millionen, es gibt aber (wohl übertriebene) Schätzungen bis 100 Millionen. Die Körperlängenrekorde reichen nach KLAUSNITZER (2007) von 0,14 mm (einer Mymaridae, Hymenoptera) bis zu 330 mm (einer Stabheuschrecke, Phas-

Stammbaum 13:

Hexapoda:
Verwandtschafts-
hypothesen der
Ordnungen.
Die schwarzen
Scheiben
kennzeichnen die
medizinische
Relevanz. Nach
jüngsten
Untersuchungen
(WIEGMANN et al. 2009)
gelten die
Hymenoptera als
Schwestergruppe der
übrigen
Endopterygota.



matodea). Die Hexapoda eroberten nahezu alle Lebensräume, selbst auf das Meer und auf Gletschereis haben sich einige Arten gewagt. Sie sind nicht nur von großer ökologischer und ökonomischer, sondern auch von großer medizinischer Bedeutung. Die Monophylie der Hexapoda wird heute nicht mehr angezweifelt (Zur Stammesgeschichte siehe auch KLASS 2007).

Die Hexapoda sind durch 3 Körperregionen ausgezeichnet: Caput (Kopfregion) mit wahrscheinlich 6 Segmenten und mit einem Paar Komplexaugen als auffälligstem Sinnesorgan. Thorax mit 3 und Abdomen mit 11 Segmenten. Ein Acron und Telson sind nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Pro Segment sind ein dorsales Tergit, ein ventrales Sternit, laterale Pleurite und je ein Stigmenpaar, sowie dehnbare Intersegmentalhäute wesentliche Komponenten der Grundausrüstung. Mit einer Protein-Chitin-Cuticula als Integument sind enorme physikalische und biochemische Voraussetzungen für den Erfolg und die Biodiversität der Hexapoda gegeben. Die sehr divers entwickelten Extremitäten fungieren als Antennen, Mundwerkzeuge, Fangbeine, Laufbeine, Schwimmbeine, Sprunggabeln und Kopulationsorgane. Das zweite Kopfsegment trägt das einzige Antennenpaar, auf dem vierten bis sechsten Kopfsegment entspringen je 1 Paar Mundwerkzeuge: Mandibeln, 1. Maxillen, 2. Maxillen (Labium). Am 3 segmentigen Thorax – dem Zentrum der Lokomotion – entspringen je ein Paar Beine (daher Hexapoda). Die Hexapoda sind primär flügellos, erst im Zuge der Evolution der Pterygota kommt es zur Entwicklung je eines mesothorakalen und metathorakalen Flügelpaares. Am 11 segmentigen Abdomen gibt es nur bei einigen Gruppen (vorwiegend bei den Larven) Extremitätenderivate. Bei den Adulten können im Bereich der terminalen Genitalsegmente Extremitätenderivate spektakuläre Dimensionen erreichen.

Die Atmungsorgane der Hexapoda bestehen aus einem Geflecht von Röhrentracheen (segmentale Einstülpungen der Epidermis), die sich durch paarige, laterale Stigmen nach außen öffnen.

Die Gliederung der Hexapoda in Entognatha und Insecta (= Ectognatha vieler Autoren) ist immer noch umstritten, da die Monophylie der Entognatha nicht gesichert ist. Selbst die Gliederung der Insecta in Dicondylia und Pterygota, und deren Systematisierung in Neoptera, Acercaria und Endopterygota wird immer wieder diskrepant diskutiert, und immer wieder wird auch die Monophylie der Endopterygota hinterfragt.

Zahlreiche Arten aus vielen Gruppen der Hexapoda sind medizinisch als Erreger parasitärer Erkrankungen, als Gifttiere, als Auslöser von Allergien, ganz besonders aber als Überträger von Krankheitserregern weltweit von enormer Bedeutung (Tab. 1).



Abb. 24: Hexapoda: Collembola: Entomobryidae: *Orchesella flavescens*. Salzburg. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

„Entognatha“ (Sackkiefler) (Ordnungen 6.1. bis 6.3.)

Diese Gruppe der Hexapoda, mit Collembola, Protura und Diplura, ist durch eine Versenkung der Mandibeln und Maxillen in eine ventrale, durch komplexe Labium- und Wangen-Derivate gebildete Tasche charakterisiert, die zunächst als Synapomorphie interpretiert wurde, heute jedoch auch als Parallelbildung angesehen wird. Die allen Vertretern gemeinsame Gliederantenne gilt einstimmig als Sympleisiomorphie. Collembola + Protura wurden auf der Basis mehrerer Synapomorphien als Ellipura zusammengefasst, ein Schwestergruppenverhältnis Diplura + Insecta lässt sich ebenfalls durch mehrere Synapomorphien begründen.

6.1. Collembola (Springschwänze)

... so lustig sind sie –
dabei springen sie um ihr Leben!

Weltweit verbreitete winzige Bodenbewohner, Körperlänge 0,25 bis 9 mm, auch in extremen Lebensräumen: Gletschereis, Wasseroberflächen, Termitennester, etc. Etwa 7.300 beschriebene Arten. Mundwerkzeuge beißend-kauend oder stechend-saugend. Zahlreiche Autapomorphien, z. B. Konzentration des Zentralnervensystems, sechs Abdominalsegmente, Obliteration der Malpighischen Gefäße, Extremitätenderivate am 1., 3. und 4. Abdominalsegment, durch Hämolymphtdruck ausstülpbarer Ventraltubus, Bildung eines Retinaculum zum Festhalten der Furca, etc. Habitusextreme durch langgestreckte Arthropleona und kugelige Symphypleona repräsentiert.

Beispiel: Abb. 24 (Entomobryidae).

Collembola können durch ihr plötzliches massenhaftes Auftreten psychische Irritationen hervorrufen (Tab. 1), sie sind aber im Übrigen medizinisch ohne Bedeutung.



Abb. 25: Hexapoda: Diplura: Campodeidae. Tirol, Schanz. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 26: Hexapoda: Arachaeognatha: Machilidae: *Lepismachilis y-signata*. Südtirol, Tramin. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

6.2. Protura (Beintaster)

Spitzenkünstler der Minimalistik!

Winzige, Körperlänge 0,8 bis 2,6 mm, augenlose und antennenlose Bewohner feuchter humusreicher Böden, auch im Moos anzutreffen. Weltweit etwa 700 beschriebene Arten. Mundwerkzeuge stechend-saugend. Sinnesorgane für Chemo-, Hygro- und Thermorezeption befinden sich als Tömösváry'sche Organe (Pseudoculi) auf dem Kopf. Erstes Beinpaar sehr lang, es übernimmt die Funktion der Antennen.

Medizinisch ohne Bedeutung.

6.3. Diplura (Doppelschwänze)

Doppelschwänze?

Viel origineller sind gestielte Spermatophoren!

Etwa 850 beschriebene Arten. Körperlänge 4,5 bis 50 mm. Bewohner von Erdlückensystemen, unter Steinen,

Laub, im Moos oder unter Borke vorwiegend tropischer und subtropischer Lebensräume. Antennen vielgliedrig, Augen fehlen, Mandibeln schabend oder stechend, Lebensweise räuberisch (Japygidae) oder omnivor (Campodeidae). Abdominalsegmente mit Styli und ausstülpbaren Koxalbläschen. Cerci vielgliedrig, fadenförmig (Campodeidae) oder eingliedrig zangenförmig (Japygidae). Vom Männchen werden kurzgestielte Spermatophoren abgesetzt, die vom Weibchen aufgenommen werden.

Beispiel: Abb. 25 (Campodeidae).

Medizinisch ohne Bedeutung.

Insecta (Ectognatha, Freikiefler) (Ordnungen 6.4. bis 6.36.)

Durch Geißelantennen (nur der Scapus ist mit Muskulatur ausgestattet) und Johnstonsches Sinnesorgan im Pedicellus charakterisiertes riesiges Monophylum, das die Archaeognatha und die Dicondylia umfasst. Etwa 954.500 beschriebene Arten. Praetarsus mit paarigen Krallen, Abdomenende mit oder ohne paarige Cerci und Terminalfilum.

6.4. Archaeognatha (Felsenspringer)

Nicht die Springkünste, die Koxalbläschen haben es uns angetan!

Reliktäre Gruppe, weltweit etwa 450 beschriebene Arten. Mandibel monocondyl (mit nur einem Gelenkkopf), Bewohner feuchter Lebensräume. Körpergröße 10 bis 23 mm, Beschuppung der Körperoberfläche, die in typischer Musterung imponiert; Sprungvermögen (Name!). 2. bis 9. Abdominalsegment mit Styli und paarigen ausstülpbaren Koxalbläschen, die in Zusammenhang mit der Interpretation und Homologisierung der Genitalsegmente der Insekten große Bedeutung erlangt haben.

Beispiel: Abb. 26 (Machilidae).

Medizinisch ohne Bedeutung.

Dicondylia (Ordnungen 6.5. bis 6.36.)

Mit dem Namen dieser, die Zygentoma und die Pterygota umfassenden Gruppe wird auch ihre wichtigste Synapomorphie zum Ausdruck gebracht: Die Mandibeln besitzen einen zweiten Gelenkhöcker. Rund 954.000 beschriebene Arten. Kopfkapsel verstärkt durch komplexeres Tentorium.

6.5. Zygentoma (Fischchen)

... ursüß, bei anschaulicher Vergrößerung nur noch ur ...

Etwa 430 beschriebene Arten, feuchtigkeitsliebende

kleine Bodenbewohner, Kosmopoliten. Körperlänge 1,4 bis 20 mm, dikondyle Mandibel, Körperbeschuppung, ein Terminalfilum sowie ebenso lange Cerci sind Charakteristika dieser Gruppe.

Bekanntester Vertreter: *Lepisma saccharina*, Silberfischchen (Lepismatidae), 9 bis 11 mm, synanthroper Kosmopolit.

Beispiel: Abb. 27 (Lepismatidae).
Medizinisch ohne Bedeutung.

Pterygota (Geflügelte Insekten) (Ordnungen 6.6. bis 6.36.)

... lässt uns beflügelt sein! ...

Die Entwicklung der Flügel ist **das** Erfolgsrezept dieses Monophylums (mit knapp einer Million bekannter Arten) und ist vermutlich nur einmal erfolgt. Die Herkunft der Flügel von Paranota bzw. von basalen Extremitäten-Elementen (Exite) werden kontrovers diskutiert. Die Flügel bestehen aus zwei Lamellen und werden von Ästen der Beintracheen versorgt. Das Flügelgäßer ist durch Längsadern (Costa, Subcosta, Radius, Media, Cubitus und deren Äste, sowie Analadern) und – in der urtümlichen Ausprägung – ein Queradernetz charakterisiert. Die Flügelgelenkung ist durch besondere Sklerite, Pteralia, gewährleistet und sehr komplex.

Innerhalb der Pterygota zeichnen sich drei Linien ab: Ephemeroptera, Odonata und Neoptera. Ephemeroptera + Odonata wurden (vorwiegend von Paläontologen) als Palaeoptera zusammengefasst, heute wird jedoch der Hypothese Odonata + Neoptera der Vorzug gegeben.

Zahlreiche Pterygota sind von außerordentlicher medizinischer Bedeutung.

6.6. Ephemeroptera (Eintagsfliegen)

... ihr Liebesleben ist wortwörtlich ephemer,
nur sprachfrequentlich boomt das Wort so sehr ...

Weltweit etwa 2.500 beschriebene Arten. Körperlänge 2 bis 50 mm, Flügelspannweite bis zu 50 mm. Große Komplexaugen, bei Männchen einiger Taxa als Turbanaugen (Doppelaugen) imponierend, reduzierte Mundwerkzeuge und verkleinerte Hinterflügel charakterisieren die als Imagines kurzlebigen Eintagsfliegen. Larven aquatisch, mit abdominalen Tracheenkiemen. Entwicklungszeit 1 bis 3 Jahre. Aus dem letzten Larvenstadium schlüpft eine flugfähige, aber noch nicht geschlechtsreife Subimago – ein einmaliges Phänomen unter den Pterygota.

Beispiel: Abb. 28 (Ephemeroptera).



Abb. 27: Hexapoda: Zygentoma: Lepismatidae: *Ctenolepisma lineata*. Innsbruck. Foto: B. Thaler-Knoflach.



Abb. 28: Hexapoda: Ephemeroptera (Eintagsfliegen). Innsbruck. Foto: B. Thaler-Knoflach.

Ephemeropteren treten gelegentlich durch gleichzeitiges Schlüpfen in solchen Massen auf, dass es zu psychischen Irritationen kommen kann. Sie sind aber medizinisch ohne Bedeutung (Tab. 1).

6.7. Odonata (Libellen)

... Kleinflugzeuge mit Sexakrobatik ...

Weltweit etwa 5.600 beschriebene Arten. Flügelspannweiten rezent 20 bis 200 mm, fossil Riesenformen mit 600 mm Flügelspannweite aus dem Perm bekannt. Körpergrößenextreme 15 bis 150 mm. Mundwerkzeuge beißend-kauend. Riesige halbkugelige Komplexaugen charakterisieren diese Räuber. Nur ein Flügelgelenk (1. Pterale) ausgebildet, Männchen mit innerhalb der Pterygota einmaligem sekundärem Kopulationsapparat am 2. und 3. Abdominalsegment. Tandem-Kopulationsakrobatik und Paarungsräder. Die Fangmasken der räuberischen aquatischen Larven sind artspezifisch differen-



Abb. 29: Hexapoda: Odonata: Coenagrionidae (Schlanklibellen). Innsbruck.
Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 30: Hexapoda: Plecoptera: Perlidae: *Chloroperla* sp. Tirol, Gleirschtal.
Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 32: Hexapoda: Embioptera (Tarsenspinner). Männchen. Griechenland, Peloponnes. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 31: Hexapoda: Mantophasmatodea: Mantophasmatidae: *Karoophasma biedouwense*. Südafrika, Clanwilliam.
Foto: N. SZUCSICH, © M. EBERHARD.

ziert. Die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Großtaxa Zygoptera und Anisoptera sind noch nicht endgültig geklärt.

Beispiel: Abb. 29 (Coenagrionidae).

Medizinisch ohne Bedeutung.

Neoptera (Ordnungen 6.8 bis 6.36)

Rund 945.000 beschriebene Arten. Evolution eines komplexen Flügelgelenks mit drei bis vier frei beweglichen Gelenkstücken (Pteralia) und Knickfalten (Plica analis und Plica jugalis) in der Flügelmembran ermöglichen Zurücklegen und Zusammenfallen der Flügel über dem Abdomen.

6.8. Plecoptera (Steinfliegen, Frühlingsfliegen, Uferfliegen)

... weder Stein noch Fliegen, aber man erfreut sich ihrer im Frühling an den Ufern ...

Weltweit etwa 2.200 beschriebene Arten. Maximale Flügelspannweite 112 mm, Körperlänge 3,5 bis 40 mm. Mundwerkzeuge beißend. Flügel – schmale Vorderflügel und durch ein großes Analfeld auffällig vergrößerte Hinterflügel – werden in Ruhe dachförmig über das Abdomen gelegt, sodass die typische schlanke Silhouette ent-

steht. Larven aquatisch, vorwiegend Hautatmer, sekundäre Tracheenkiemen mehrfach unabhängig entstanden (sie repräsentieren jedoch keine Extremitätenderivate).

Beispiel: Abb. 30 (Perlidae).
Medizinisch ohne Bedeutung.

6.9. Notoptera (Grylloblattodea, Grillenschaben)

... so unscheinbar sie auch sind,
die exzentrischen Männchen leisten sich
asymmetrische Geschlechtsorgane ...

Reliktäre, nur aus der Holarktis bekannte Gruppe, mit 26 beschriebenen Arten, fehlt in Mitteleuropa. Körperlänge 14 bis 34 mm, Mundwerkzeuge kauend. Flügellose Bodenbewohner montaner Biotope mit zahlreichen Anpassungen an alpine Lebensweise.

Medizinisch ohne Bedeutung.

6.10. Mantophasmatodea (Ferschläufer)

... Ferschläufer versus Gladiator ...

Erst im 21. Jahrhundert entdeckte sensationelle Insektenordnung (KLASS et al. 2002, 2005) der Afrotropis mit bisher knapp 20 beschriebenen Arten. „Ferschläufer“ weil sie mit dem 5. Tarsomer und Praetarsus abheben. Sekundär flügellos, systematische Stellung noch ungeklärt (siehe auch BEUTEL & GORB 2006). Larven terrestrisch.

Beispiel: Abb. 31 (Mantophasmatidae).
Medizinisch ohne Bedeutung.

6.11. Embioptera (Tarsenspinner, Spinnfüßer)

... ganz liebe Spinner sind sie ...

Reliktäre Gruppe mit etwa 250 beschriebenen Arten, aus den Tropen, Subtropen und Mittelmeerländern bekannt. Weibchen flügellos. Körperlänge 3 bis 25 mm. Mundwerkzeuge kauend. Bodenbewohner in selbst fabrizierten Röhren. Erstes Tarsenglied der Vorderbeine angeschwollen, mit zahlreichen Spinndrüsen.

Beispiel: Abb. 32 (Embiidae).
Medizinisch ohne Bedeutung.

6.12. Dermaptera (Ohrwürmer)

... so schön sind die Flügelfächer – doch alle starren
gebannt auf die Zangen ...

Weltweit etwa 2.200 beschriebene Arten, Körperlänge 3 bis 85 mm, Mundwerkzeuge beißend-kauend, Vorderflügel (Tegmina) stark verkürzt und sklerotisiert, Hinterflügel mit kompliziertem Faltungsmechanismus



Abb. 33: Hexapoda: Dermaptera: Ligiduridae: *Ligidura riparia* (Sandohrwurm). Tunesien. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

(HAAS 2007), Tegmina nur wenig überragend. Abdomen terminal mit kräftigen Cerci.

Beispiel: Abb. 33 (Ligiduridae).

Gelegentliche Bisse von Dermapteren sind völlig unerheblich, menschliche Ohren werden nur irrtümlich als zufälliges Versteck aufgesucht (Tab. 1).

Dictyoptera (Ordnungen 6.13 bis 6.15)

Monophylum, das sich aus Mantodea, „Blattoptera“ und Isoptera konstituiert. Wichtigste Synapomorphie ist die Bildung von Ootheken – Eipaketen in gemeinsamer Umhüllung. Die Schwestergruppenverhältnisse innerhalb der Dictyoptera werden kontrovers diskutiert: Blattoptera + Mantodea als Schwestergruppen, oder, mit mehr Argumenten, Blattoptera + Isoptera als Schwestergruppen. In Zusammenhang mit der zweiten Hypothese ergibt sich die Frage, ob Isoptera nicht vielmehr eine Teilgruppe der Schaben in weitestem Sinn sind (BOHN & KLASS 2005, KLASS & MEIER 2006).

6.13. Mantodea (Fangschrecken)

... Gottesanbeterin – der Schein trügt ...

Etwa 2.300 beschriebene Arten. Körperlängen mit Extremen von 10 bis 170 mm. Hauptvorkommen in den Tropen und Subtropen, mit einer Art auch in Mitteleuropa vertreten. Mundwerkzeuge kauend. Die berühmten Fangbeine gelten als Paradebeispiel für Konvergenz (mit den verblüffend ähnlichen Fangbeinen der Mantispidae, Neuroptera): Femur und Tibia des ersten Beinpaars – beide bedornt – können klappmesserartig zusammenschnappen. Der sehr bewegliche dreieckige Kopf in Kombination mit dem verlängerten Pronotum erhöhen die Effizienz der Fangbeine erheblich. Vorderflügel verhärtet.



Abb. 34: Hexapoda: Mantodea: Mantidae: *Mantis religiosa* (Europäische Gottesanbeterin). Italien, Ligurien, Levanto. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

Beispiel: Abb. 34 (Mantidae).
Medizinisch ohne Bedeutung.

6.14. „Blattoptera“ (Schaben)

... husch, husch, flitz ...

Monophylie dieser weltweit verbreiteten Gruppe nicht ausreichend gesichert, rund 4.000 (7.000, einschließlich Isoptera, siehe unten) beschriebene Arten. Flügelspannweite 2,5 bis 170 mm. Mundwerkzeuge kauend. Der typische Habitus wird durch den flachen Körper, den hypognathen Kopf geprägt und durch die raschen Verbergungsmanöver verstärkt. Flügel in Ruhe flach über dem Körper. Fettkörper mit Bakterien in Bakteriozyten. Abdomen beider Geschlechter mit Stinkdrüsen.

Beispiel: Abb. 35 (Blattidae).

Medizinische Bedeutung: Schaben spielen einerseits als Auslöser von Allergien andererseits als Überträger von pathogenen Mikroorganismen eine erhebliche Rolle (Tab. 1; POSPISCHIL 2010).

6.15. Isoptera (Termiten)

... wir bestaunen die Eleganz ihrer Architektur,
während sie unsere Holzhütten zermulmen ...

Etwa 3.000 beschriebene Arten, vorwiegend in den Tropen und Subtropen beheimatet, anthropogen weit – auch nach Mitteleuropa – verschleppt. Körperlängen von 2 bis 22 mm, bei ei-prallen Königinnen im Extremfall bis zu 140 mm. Mundwerkzeuge beißend-kauend, die schmalen, langen Flügel werden beim Hochzeitsflug an einer Bruchstelle abgeworfen. Pheromon gesteuerte Staaten der Superlative: Erreichen mit 3 Millionen die größte bekannte Individuenzahl unter Staaten bildenden Insekten. Staaten durch polymorphe Kasten charakterisiert: Larven als flügellose sterile Soldaten und Arbeiter; Geschlechtstiere geflügelt. Komplexe Nester als landschaftsprägende Hügel oder auf totem Holz oder unterirdisch. Symbiose mit Einzellern und Bakterien (Verdauung pflanzlicher Nahrung in Gärkammern im Enddarm), Pilzzucht in Pilzkammern und Pilzgärten.

Beispiel: Abb. 36 (Isoptera).

Auf Grund jüngster Ergebnisse (siehe KLASS & MEIER 2006) werden die Termiten als Taxon der Blattoptera betrachtet.

Medizinisch ohne Bedeutung.



Abb. 35: Hexapoda: Blattoptera: Blattidae: *Periplaneta americana* (Amerikanische Großschabe). Spanien, Gran Canaria. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 36: Hexapoda: Isoptera (Termiten). Griechenland. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

Orthoptera (Heuschreckenartige Insekten) (Ordnungen 6.16. bis 6.17.)

Dieses nur mäßig begründete Monophylum umfasst Saltatoria und Phasmatodea.

6.16. Saltatoria (Heuschrecken, Springschrecken)

... von der Heuschreckenplage zum „alter Ego“
des Alfred KALTENBACH*

Weltweit etwa 20.000 beschriebene Arten, Körpergröße 2 bis 200 mm, größte Flügelspannweite 250 mm. Mundwerkzeuge beißend-kauend, Hinterbeine als Sprungbeine modifiziert. Vorderflügel (Tegmina) stärker sklerotisiert, viel schmaler als Hinterflügel, in Ruhe dachartig über dem Körper.

6.16.1. Ensifera (Langfühlerschrecken)

Weltweit etwa 9.500 beschriebene Arten. Antennen meist so lang wie der Körper oder länger. Gehörorgane (Tympanalorgane) an der Basis der Vordertibien mit 2 freiliegenden oder verdeckten Trommelfellen. Stridulationsorgan an der Basis der Tegmina mit Cubitus posterior als Schrillader.

Tettigoniodea (Laubheuschrecken)

Linker Vorderflügel mit Schrillader, Gehörorgan an Vordertibien. Bekanntester Vertreter: Großes Grünes Heupferd, *Tettigonia viridissima* (Tettigoniidae).

Beispiel: Abb. 37 (Tettigoniidae).

Grylloidea (Grillen)

Beide Vorderflügel mit Schrillader. Bekanntester Vertreter: *Gryllus campestris* (Gryllidae), Feldgrille.

6.16.2. Caelifera (Kurzfühlerschrecken)

Weltweit etwa 1.000 beschriebene Arten, Antennen zumeist nicht länger als Kopf und Pronotum zusammen. Männchen zumeist mit Stridulationsorganen, Gehörorgane am ersten Abdominalsegment.

Acridoidea (Feldheuschrecken)

Stridulation mit Hinterschenkel und Vorderflügel. Bekanntester Vertreter: *Locusta migratoria* (Acrididae), Europäische Wanderheuschrecke.

Beispiel: Abb. 38 (Acrididae).

Medizinische Bedeutung: Heuschrecken können in manchen (insbesondere tropischen) Gebieten, wo Heuschrecken gegessen werden als Zwischenwirte von Helminthen fungieren; manche der oral aufgenommenen Helminthen können sich im Menschen weiter entwickeln (Tab. 1; AUER & ASPÖCK 2010g).

* mit lieben Gedanken an den subtilsten tiefen Orthopterologen.



Abb. 37: Hexapoda: Saltatoria: Ensifera: Tettigoniidae (Laubheuschrecken): *Saga pedo* (Große Sägeschrecke). Niederösterreich, Eichkogel. Foto: D. HAINZ.



Abb. 38: Hexapoda: Saltatoria: Caelifera: Acrididae: *Arcyptera fusca* (Große Höckerschrecke). Tirol, Pfunds. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

6.17. Phasmatodea (Gespenstschrecken)

... Zoologisches Praktikum im Thanatosis-Bann
einer Stabheuschrecke ...

Etwa 3.000 beschriebene Arten. Vorwiegend aus tropischen Gebieten der orientalischen Region bekannt. Körperlängen mit Extremwerten von 11,6 bis 330 mm (!). Mundwerkzeuge kauend. Körper sehr lang und dünn oder walzenförmig dick. Neue systematische Gliederung in Timematodea und Euphasmatodea und Kommentare zu mehrfach unabhängiger Flügelreduktion und zum Thema Reexpression von (im Grundmuster fehlenden) Flugorganen (BRADLER 2005).

Beispiel: Abb. 39 (Phylliidae).

Medizinisch ohne Bedeutung.



Abb. 39: Hexapoda: Phasmatodea: Phylliidae (Wandelnde Blätter): *Phyllium* sp. Zucht Zoologisches Institut Innsbruck. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 40: Hexapoda: Psocoptera: Psocidae: *Psociderastis gibbosa*. Tirol, Tarrenz, Gurgltal. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

Eumetabola (Ordnungen 6.18. bis 6.36.)

Umfassen Paraneoptera und Endopterygota und repräsentieren rund 908.000 beschriebene Arten. Die Monophylie der Eumetabola ist nicht ausreichend begründet.

6.18. Zoraptera (Bodenläuse)

Die Bodenläuse – welch ein systematischer Unruheherd!

Knapp über 30 beschriebene Arten, Körperlänge 1,5 bis 3 mm, Verbreitung pantropisch (außer Australien). Mundwerkzeuge beißend-kauend, geflügelt oder ungeflügelt. Feuchtigkeitsliebende Bewohner vermodernder Böden und unter Baumrinde. Pilzmyzelien und Milben als Nahrung.

Medizinisch ohne Bedeutung.

Acercaria (Ordnungen 6.19. bis 6.25.)

Repräsentieren etwa 114.000 beschriebene Arten. Monophyletische Gruppe mit zahlreichen Synapomor-

phien, unter anderem mit Cibarium als Saugpumpe. Umfasst Micracercaria (Psocoptera, Phthiraptera und Thysanoptera) + Hemiptera, alternativ werden Thysanoptera + Hemiptera als Condylgnatha zusammengefasst.

6.19. Psocoptera (Corrodentia, Copeognatha, Staubläuse, Rindenläuse, Flechtlinge)

... soooo viele Namen ...?

Weltweit etwa 4.000 beschriebene Arten, Körperlänge 0,5 bis 10 mm. Mundwerkzeuge kauend-stemmend. Geflügelt oder flügellos. Auf Blättern oder Rinde, in Bodenspreu, Vogelnestern, synanthrop in Gebäuden.

Beispiel: Abb. 40 (Psocidae).

Schädlinge in Nahrungsmitteln, wodurch sie zu erheblichen psychischen Irritationen führen können; möglicherweise wird ihre Bedeutung als Auslöser von Allergien unterschätzt (Tab. 1).

6.20. Phthiraptera (Tierläuse)

Weltweit etwa 5.000 beschriebene Arten, Körperlänge 0,35 bis 11,8 mm. Mundwerkzeuge beißend-kauend oder stechend-saugend. Obligatorische, permanente flügellose Ektoparasiten bei Vögeln (Federlinge) oder Säugetieren (Haarlinge, Läuse). Körper dorsoventral abgeflacht, Beine mit Klammereinrichtungen. Die großen Eier werden mit Vaginalsekret an Federn und Haare angeklebt. Die gesamte Entwicklung mit drei Larvalstadien verläuft auf dem Wirt.

Medizinische Bedeutung: Phthiraptera haben als Zwischenwirte von Helminthen (Mallophagen), als Ektoparasiten (*Pediculus*, *Phthirus*) sowie als Überträger pathogener Mikroorganismen große Bedeutung. Medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).

„Mallophaga“ ursprünglicher Name für Amblycera + Ischnocera, alle mit Beißmandibeln, Kopf breiter als Prothorax. Paraphyletische Gruppe.

6.20.1. Amblycera (Haftfußläuslinge)

Rund 1.400 beschriebene Arten, Körperlänge 0,8 bis 11,8 mm.

Medizinisch ohne Bedeutung.

6.20.2. Ischnocera (Kletterfußläuslinge)

Rund 3.100 beschriebene Arten. Körperlänge 0,81 bis 9,72 mm.

Medizinische Bedeutung: Haarlinge können als Zwischenwirte von Bandwürmern fungieren (Tab.1; AUER & ASPÖCK 2010g).

6.20.3. Anoplura (Läuse)

... *Petroleum für die Nissen der Welt* ...

Weltweit etwa 540 Arten beschrieben. Körperlänge 0,35 bis 8 mm, Säugetierparasiten mit stechend-saugenden Mundwerkzeugen, Distalteile der Mandibeln bilden ein Rohr, das zum Blutsaugen eingesetzt wird (KRENN & ASPÖCK 2010).

Zahlreiche Familien. Berühmt-berüchtigte Vertreter *Pediculus capitis* und *P. humanus* (Pediculidae), *Phthirus pubis* (Phthiridae).

Beispiel: Abb. 41 (Philopteridae).

Die medizinische Bedeutung der Läuse ist enorm (HABEDANK 2010), nicht so sehr, weil sie als Ektoparasiten zu erheblichen Beeinträchtigungen des Wohlbefindens führen können, sondern weil die Kleiderlaus im Laufe der Menschheitsgeschichte Millionen Erkrankte zu Tode gebracht hat (Tab. 1; DOBLER 2010).

6.20.4. Rhynchophthirina (Rüsselläuse)

Drei beschriebene Arten, Afrika, Asien, auf Elefanten, Warzenschwein und Buschschwein.

Medizinisch ohne Bedeutung.

6.21. Thysanoptera (Physopoda, Fransenflügler, Thripse, Blasenfüßer)

... ein Hauch von Fransen aber nicht zerfranst
– wie schön ...

Weltweit etwa 5.500 beschriebene Arten, Körperlänge 0,5 bis 14 mm. Stechend-saugende Mundwerkzeuge, saugen Pflanzensäfte, konsumieren Pollen und Nektar, wenige Arten zoophag. Pflanzenschädlinge, übertragen Pilze, Viren und Bakterien. Flügelflächen bandartig reduziert, Hinterrand mit fransenartigen langen Haaren, Flügel können fehlen. Tarsen mit ausstülpbarem blasenförmigem Arolium.

Schädlinge, doch medizinisch so gut wie ohne Bedeutung (Tab. 1).

Hemiptera (Rhynchota, Schnabelkerfe) (Ordnungen 6.22. bis 6.25.)

Weltweit rund 100.000 beschriebene Arten. Umfassen Auchenorrhyncha, Sternorrhyncha, Heteroptera und Coleorrhyncha, mit dem berühmt-berüchtigten Stechrüssel als wichtigster Synapomorphie. Mandibeln und Maxillen sind tief in den Kopf versenkt und bilden die Stechborsten, die Laciniae sind zu einem Doppelrohr verfalzt (Nahrungskanal und Speichelkanal). Pharynx und Mundhöhle bilden eine Saugpumpe. Auchenorrhyncha und Sternorrhyncha wurden früher als Ho-



Abb. 41: Hexapoda: Phthiraptera: Philopteridae: *Columbicola columbae*. Foto: H. BELLMANN.



Abb. 42: Hexapoda: Hemiptera: Cicadomorpha: Cicadellidae (Zwergzikaden): *Cicadella viridis* (Binsenschmuckzikade). Tirol, Innsbruck. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

moptera zusammengefasst. Filterkammer im Darm zur Eindickung des Nahrungssaftes vermutlich mehrmals konvergent entstanden.

6.22. Auchenorrhyncha (Zikaden)

... dreimal glücklich die Zikaden,
denn ihre Weiber sind stumm* ...

Erfolgsgruppe mit weltweit etwa 43.000 beschriebenen Arten, Körperlänge 1,8 bis 95 mm, Flügelspannweite maximal 130 mm. Saugrüssel entspringt von der Unterkante des Kopfes. Pflanzensaftsauger mit intrazellulären Symbionten (Bakterien, Hefen), können als Überträger von Pflanzenviren schädlich sein. Flügel in Ruhe dachartig über dem Körper zusammengelegt, Hinterbeine als Sprungbeine. Die berühmten Gesänge – nicht alle sind für das menschliche Ohr hörbar – werden von Männchen und bei vielen Arten auch von Weibchen produziert, Gehörorgane im Abdomen in ventraler Grube bei beiden Geschlechtern.

* Nach Xenarchos, 4. Jhdt. v. Chr.



Abb. 43: Hexapoda: Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphidoidea, Blattlaus auf Kiefer. Tirol, Innsbruck. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 44: Hexapoda: Heteroptera: Cimicidae (Plattwanzen): *Cimex lectularius* (Bettwanze). Tirol, Reutte. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 45: Hexapoda: Heteroptera: Pyrrhocoridae (Feuerwanzen): *Pyrrhocoris apterus* (Gemeine Feuerwanze). Tunesien. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

6.22.1. Fulgoromorpha (Laternenträgerartige)

Rund 12.500 beschriebene Arten.

Fulgoridae, Laternenträger, Kopf in langen Fortsatz ausgezogen, berühmtes Beispiel: *Laternaria phosphorea*, Surinamesischer Laternenträger.

6.22.2. Cicadomorpha (Zikadenartige)

Rund 30.000 beschriebene Arten.

Philaenus spumarius (Cercopidae) Wiesenschaumzikade, gehört zum Sommerglück, auch der laute Gesang der Bergzikade, *Cicadetta montana* (Tibicinidae); der tatsächlich siebzehnjährige Entwicklungszyklus der Siebzehnjährigen Zikade, *Magicicada septendecim* (Tibicinidae) erregt immer noch Staunen.

Beispiel: Abb. 42 (Cicadellidae).

Die Auchenorrhyncha sind medizinisch ohne Bedeutung.

6.23. Sternorrhyncha (Pflanzenläuse)

... wer kennt nicht das „Lied von der Reblaus“ ...?

Etwa 16.400 beschriebene Arten, Körperlängen 0,5 bis 35 mm. Basis des Saugrüssels im Bereich der Vorderkoxen. Zahlreiche Pflanzenschädlinge, mit teilweise komplizierten Entwicklungszyklen und vielen auch flügellosen „Morphen“.

6.23.1. Aphidina (Blattläuse)

Cinara piceae (Lachnidae), kompensiert als Honigtauproduzent („Waldhonig“) die Schädlingsassoziationen mit den übrigen Blattläusen, so auch der Reblaus *Viteus vitifolii* (Aphididae).

6.23.2. Coccina (Schildläuse)

Umfassen zahlreiche bekannte Pflanzenschädlinge, als Nützlich und Rohstofflieferant für Cochenille, Schellack etc. sei hier jedoch *Porphyrophora polonica* (Margarodidae) genannt.

Beispiel: Abb. 43 (Aphidoidea).

Sternorrhyncha umfassen zahlreiche Schädlinge, medizinisch ohne Bedeutung.

6.24. Heteroptera (Wanzen)

... wer nie die Beere mit der Wanze aß,
der kennt euch nicht, ihr himmlischen Mächte ...

Weltweit etwa 40.500 beschriebene Arten, damit eine der erfolgreichsten Insektengruppen. Körperlänge 0,5 bis 110 mm, vorwiegend terrestrisch, zudem wurde auch das Süßwasser und – einmalig unter Insekten – mit einigen Arten der Gattung *Halobates* auch das Meer erobert. Pflanzensaftsauger, leben räuberisch oder spielen

als Blutsauger eine erhebliche Rolle als Überträger von Krankheitserregern. Die Mandibeln bilden die Stechborsten, die Maxillen formen ein Doppelrohr, das Nahrungskanal und einen Speichelkanal umfasst. Speichelpumpe im Kopf (KRENN & ASPÖCK 2010). Vorderflügel als Hemelytren verstärkt, Hinterflügel häutig.

Das System wird kontroversiell diskutiert, hier werden nur die wichtigsten Gruppen erwähnt.

6.24.1. Gerromorpha (Amphibiochorisa, Wasserläufer)

Leben auf der Wasseroberfläche, darunter z. B. auch der marine *Halobates micans* (Halobatidae), Golf von Mexiko.

Medizinisch ohne Bedeutung.

6.24.2. Nepomorpha (Hydrocorisae, Cryptocerata, Wasserwanzen)

Monophylum mit etwa 2.000 Arten.

Unterschiedliche Strategien, Atemluft zu transportieren, z. B. *Notonecta glauca* (Notonectidae), Gemeiner Rückenschwimmer, Luftvorrat als Hülle über dem ganzen Körper.

Medizinische Bedeutung: Stiche von Notonectidae und Belostomatidae sind sehr schmerzhaft, aber ungefährlich (Tab. 1).

6.24.3. Gymnocerata (Geocorisae, Landwanzen)

Etwa 38.000 Arten, möglicherweise nicht monophyletisch.

Cimicomorpha

Medizinisch wichtige Taxa: Cimicidae, Plattwanzen, z. B. *Cimex lectularius* (Bettwanze), Vorderflügel reduziert, Hinterflügel fehlen, Spermen vom Männchen in das Ribagische Organ des Weibchens eingeführt.

Cimicidae sind medizinisch als Ektoparasiten und Blutsauger weltweit von Bedeutung; sie können zudem mechanisch zahlreiche Krankheitserreger übertragen (Tab. 1; POSPISCHIL 2010b).

Beispiel: Abb. 44 (Cimicidae).

Reduviidae, z. B. *Rhodnius polixus*, Blutsauger an Menschen und Fledermäusen.

Medizinische Bedeutung: Viele Arten mehrerer Genera übertragen in Süd- und Mittelamerika den Erreger der Chagas-Krankheit, dadurch haben Reduviidae hohen medizinischen Stellenwert (Tab. 1; WALOCHNIK & ASPÖCK 2010).

In einigen weiteren Familien der Cimicomorpha gibt es Arten, die den Menschen gelegentlich und eher zufällig stechen; dies ist aber ohne medizinische Bedeutung (Tab. 1).

Pentatomorpha

Etwa 16.000 Arten. Bekannteste Vertreter: *Pyrrhocoris apterus* (Pyrrhocoridae), Feuerwanze, Aggregationsphänomen an Baumstämmen; *Dolycoris baccarum* (Pentatomidae), Beerenwanze.

Beispiel: Abb. 45 (Pyrrhocoridae).

Medizinisch im Wesentlichen ohne Bedeutung, viele Arten mehrerer Familien stechen gelegentlich den Menschen, sind aber harmlos (Tab. 1).

6.25. Coleorrhyncha (Scheidenschnäbler)

Reliktäre Gruppe mit nur 25 beschriebenen Arten, Südamerika und Australische Region, in *Nothofagus*-Wäldern im Moos, Körper abgeplattet, Länge 2 bis 5,2 mm.

Pelordium hammoniorum (Peloridiidae), Südküste, Patagonien, einzige bekannte flugfähige Art.

Medizinisch ohne Bedeutung.

Endopterygota (Holometabola) (Ordnungen 6.26. bis 6.36.)

Rund 800.000 beschriebene Arten, damit erfolgreichstes Monophylum (85 %) der Hexapoda. Charakterisiert durch unterschiedliches Aussehen und unterschiedliche Lebensweise der Larven und durch Einschaltung eines Puppenstadiums zwischen letztem Larvalstadium und der Häutung zur Imago. Abbau larvaler Organe durch Histolyse, Aufbau imaginaler Merkmale in der Puppe. Flügelanlagen als Einstülpungen unter larvaler Cuticula. Larvale Stemmata werden durch Komplexaugen ersetzt.

Die Systematik der Endopterygota wird noch heftig diskutiert: Den Neuropterida + Coleoptera bzw. Coleopterida werden Hymenopterida + Mecopterida gegenübergestellt. Die Hymenoptera gelten allerdings seit jüngster Zeit als Schwestergruppe der übrigen Endopterygota (WIEGMANN et al. 2009). Die Mecopterida umfassen Amphiesmenoptera (Trichoptera + Lepidoptera) und Antliophora (Diptera + Siphonaptera + „Mecoptera“). Die Strepsiptera wurden alternativ als Schwestergruppe der Endopterygota, als Schwestergruppe der Diptera (Halteria-Hypothese), oder (wieder) als Schwestergruppe der Coleoptera betrachtet – „Goodbye Halteria!“ heißt es dazu in der jüngsten Analyse originell bei FRIEDRICH & BEUTEL (2010).



Abb. 46: Hexapoda: Strepsiptera: Stylopidae: *Stylops* sp. Foto: H. BELLMANN.

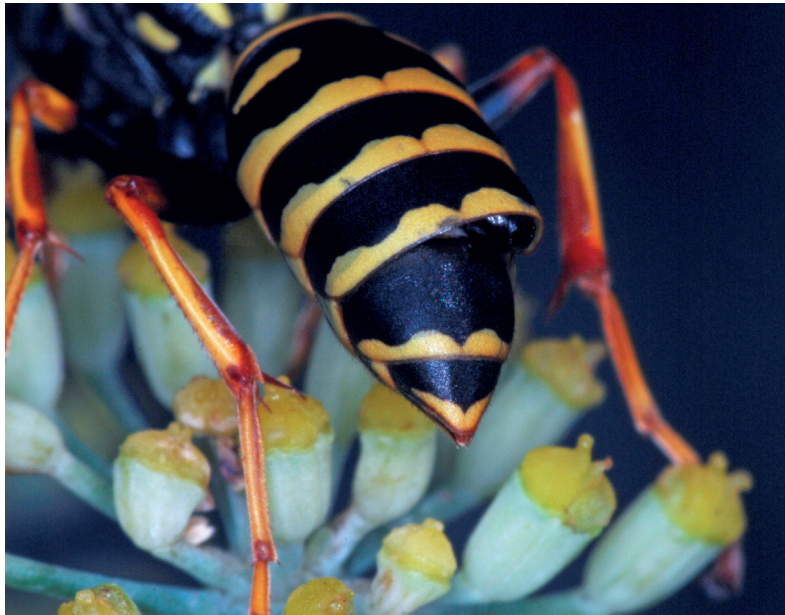


Abb. 47: Hexapoda: Strepsiptera. Stylopisierte Wespe. Tirol, Innsbruck. Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 48: Hexapoda: Raphidioptera: Raphidiidae: *Dichrostigma flavipes*. Niederösterreich, Eichkogel. Foto: F. ANDERLE.

6.26. Strepsiptera (Fächerflügler)

*Die Männer fächeln verzweifelt
– gerüchteweise segmentüberkreuzt
– denn ihre Weiber stecken in fremden Rümpfen!*

Etwa 600 beschriebene Arten, Körperlänge der Männchen 1,0 bis 7,5 mm, der Weibchen 1,5 bis 30 mm. Vorderflügel der Männchen zu Pseudohalteren reduziert, Hinterflügel fächerförmig, Geäder reduziert. Weibchen freilebend oder mit dem sackförmigen Abdomen im „stylopisierten“ Wirtsorganismus steckend, stets ungeflügelt. Befruchtung durch hypodermale Injektion (Einstichbegattung). Entwicklung wird als Hypermetabolie bezeichnet. Parasiten von Insekten. Systematische Stellung kontrovers, siehe oben.

Beispiel: Abb. 46 (Stylopidae) und 47 (Stylopisierte Wespe).

Medizinisch ohne Bedeutung.

Neuropterida (Netzflügler s.l.) (Ordnungen 6.27. bis 6.29.)

Umfassen die drei Ordnungen Raphidioptera, Megaloptera und Neuroptera und gelten mit insgesamt 6.300 beschriebenen und vermutlich 10.000 tatsächlich existierenden Arten als die ertümlichsten Endopterygota. Übersicht: ASPÖCK & ASPÖCK 2007.

6.27. Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)

*... sie streckten ihre Hälse gemeinsam mit den
Dinosauriern – nur viel eleganter ...*

Lebende Fossilien mit nur etwa 250 beschriebenen Arten, holarktisch, fehlen rezent auf der Südhemisphäre. Mundwerkzeuge beißend-kauend, Vorderflügelängen 5 bis 21 mm, Kopf prognath, Prothorax halsartig verlängert, Weibchen mit langem Ovipositor. Larven terrestrisch.

Beispiel: Abb. 48 (Raphidiidae).

Medizinisch ohne Bedeutung; gelegentlich wurde über unangenehme Bisse der Imagines berichtet (Tab. 1).

6.28. Megaloptera (Großflügler)

... nicht alle sind mega, aber alle sind ur und geil ...

Weltweit etwa 330 beschriebene Arten, Vorderflügelängen 8 bis 85 mm, Kopf subprognath. Mundwerkzeuge beißend-kauend. Larven aquatisch.

Corydalus cornutus (Corydalidae), Männchen mit langen, zangenartigen Mandibeln.

Beispiel: Abb. 49 (Sialidae).

Medizinisch ohne Bedeutung. (Manche Corydaliden können schmerzhaft, aber ohne nennenswerte Konsequenzen, beißen (Tab. 1).

6.29. Neuroptera (Planipennia, Netzflügler)

... aus zarter Spitze sind die Flügel ...

Weltweit rund 5.700 beschriebene Arten, Vorderflügelängen 2 bis 80 mm, Kopf orthognath, Mundwerkzeuge beißend. Flügel in Ruhe dachartig über dem Abdomen gefaltet. Larven vorwiegend terrestrisch, nur Nevrothidae und Sisyridae mit aquatischen Larven. Mandibeln und Maxillen der Larven zu komplexen Saugzangen mit Nahrungskanal und Giftkanal (extraintestinale Verdauung) umgestaltet (stärkste Synapomorphie der Neuroptera). Verpuppung in doppelwandigem Seidenkokon. Die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Neuroptera werden kontrovers diskutiert (ASPÖCK et al. 2001, ASPÖCK & ASPÖCK 2008, HARING & ASPÖCK 2004; BEUTEL et al. 2010).

6.29.1. Nevrothiformia

Nevrothidae, mit aquatischer Puppe, lebende Fossilien mit stark disjunkter Verbreitung. Indikator für Gewässergüte.

Beispiel: Abb. 50 (Nevrothidae).

6.29.2. Hemerobiiformia

Sehr heterogene Gruppe, deren Monophylie auf morphologischer Basis mehrfach begründet wurde, molekularsystematisch jedoch nicht bestätigt werden konnte.

Mantispa styriaca (Mantispidae), Steirischer Fanghaft, erstes Beinpaar zu Fangbeinen modifiziert (berühmte Konvergenz zu Mantodea); *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae), Florfliege, Einsatz in der Schädlingsbekämpfung.

6.29.3. Myrmeleontiformia

Robustes Monophylum. Larven mit kompakten Kopfkapseln.

Bekannte Beispiele: *Nemoptera sinuata* (Nemopteridae), Fadenhaft, Hinterflügel fadenartig schmal;

Euroleon nostras (Myrmeleontidae), Ameisenjungfer, Larven bauen Trichter.

Neuroptera medizinisch ohne Bedeutung; manche Larven und Imagines können unangenehm beißen (Tab. 1). In Afrika lassen sich junge Mädchen von Ameisenlöwen in die Brust beißen, was zu einer vorübergehenden Vergrößerung der Brust führen kann (KUTALEK & PRINZ 2004).

6.30. Coleoptera (Käfer)

Wilhelm BUSCH, Franz KAFKA, Ernst JÜNGER, ...
– oh ihr armen Käfer ...



Abb. 49: Hexapoda: Megaloptera: Sialidae (Schlammfliegen): *Sialis lutaria* (Gemeine Wasserflorfliege). Niederösterreich, Tulln. Foto: F. ANDERLE.



Abb. 50: Hexapoda: Neuroptera: Nevrothidae: *Nevrothus apatellus*. Italien, Friaul. Foto: P. SEHNAL.

Über 360.000 beschriebene Spezies, weltweit, sehr heterogene Erfolgsgruppe, die fast alle Lebensräume erobern konnte. Körperlänge 0,25 bis 160 mm. Kopf zumeist prognath, jedoch auch orthognath oder hypognath, Mundwerkzeuge kauend-beißend, Antennen sehr unterschiedlich gestaltet. Vorderflügel zu kompakt sklerotisierten Elytren modifiziert. „Fluggeräte“ sind die Hinterflügel mit stark abgewandeltem Geäder, in Ruhe sind sie unter den Elytren gefaltet.

Medizinische Bedeutung (Tab. 1): Zwischenwirte mehrerer humanpathogener Helminthen in mehreren Familien der Polyphaga (AUER & ASPÖCK 2010g); Meloidae durch Toxinae bedeutsam (LÜCKMANN & KLAUSNITZER 2010). Viele Arten mehrerer Familien der Polyphaga können durch massenhaftes Auftreten zu psychischen Irritationen führen, gelegentliche Bisse von Käfern sind meist harmlos, doch kann es vereinzelt zu toxisch-allergischen Reaktionen kommen (Tab. 1). Überdies spielen Käfer in der Forensischen Entomologie eine Rolle.

Verwandtschaftshypothesen siehe Stammbaum 14, 15.



Abb. 51: Hexapoda: Coleoptera: Carabidae (Laufkäfer): *Cicindela sylvicola* (Berg-Sandlaufkäfer). Tirol, Zirl. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

6.30.1. Archostemata

Elytren unvollständig sklerotisiert. Reliktäre Gruppe mit weltweit etwa 35 Arten. Holzbewohner.

Medizinisch ohne Bedeutung.

6.30.2. Adephaga

Weltweit etwa 30.000 Arten, sie repräsentieren mehr als 10% aller Käfer, primär räuberisch. Acht Familien, davon sechs aquatisch, mit Carabidae (Laufkäfer) als umfangreichster Familie und Dytiscidae (Schwimmkäfer), als umfangreichster aquatischer Familie der Adephaga.

Beispiel: Abb. 51 (Carabidae).

6.30.3. Myxophaga

Weltweit etwa 100 Arten, aquatisch und semiaquatisch, Larven mit Spirakularkiemern (einzigartig innerhalb der Coleoptera).

6.30.4. Polyphaga

Umfassen 90 % aller Käferarten, größte Diversität.

Staphyliniformia

Weltweit etwa 66.000 Arten; Imagines mit reduzierten Vorderflügeln (Ausnahme Hydrophilidae, Wasserkäfer, z. B. *Hydrophilus piceus*, Großer Kolbenwasserkäfer).

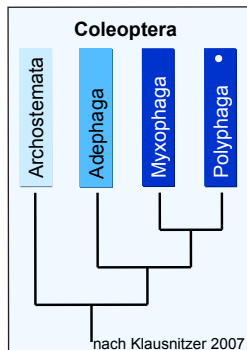
Silphidae (Aaskäfer): *Necrophorus vespilloides* (Geheimer Totengräber), medizinisch unter dem Gesichtspunkt der forensischen Entomologie bedeutsam (GRASSBERGER & AMENDT 2010b).

Staphylinidae (Kurzflügler), extrem verkürzte Elytren. Geringe medizinische Bedeutung (Tab. 1).

Scarabaeiformia

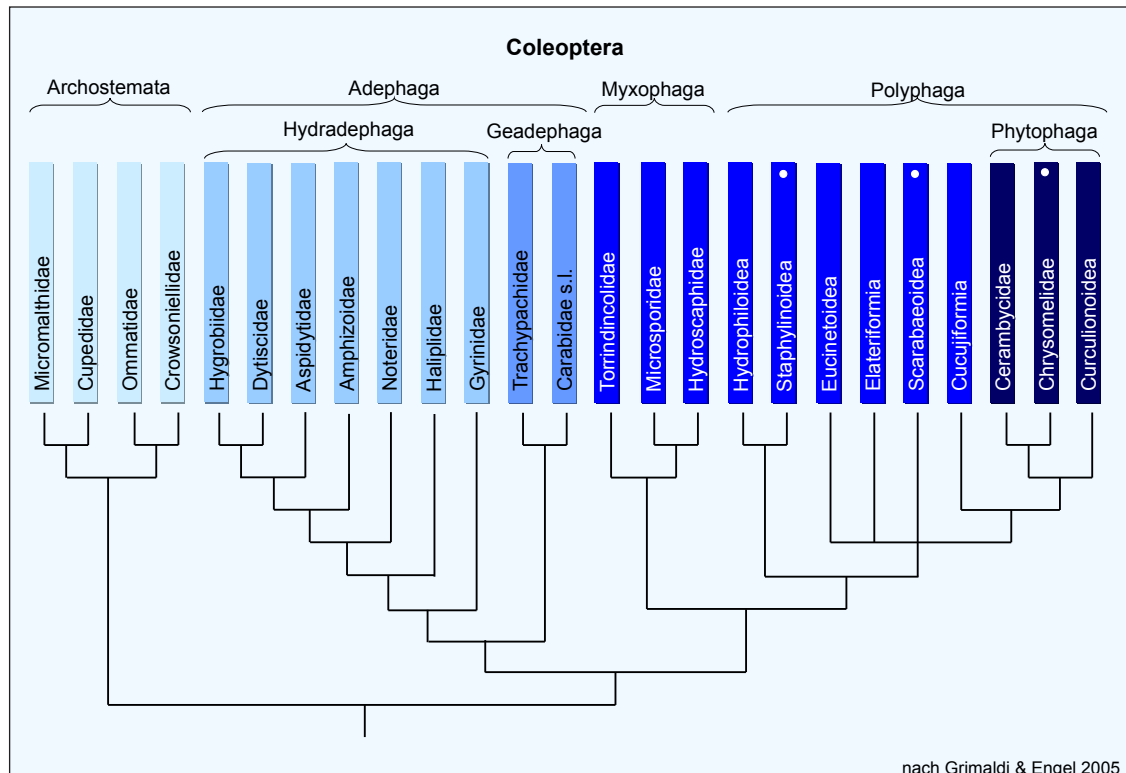
Weltweit etwa 29.000 Arten.

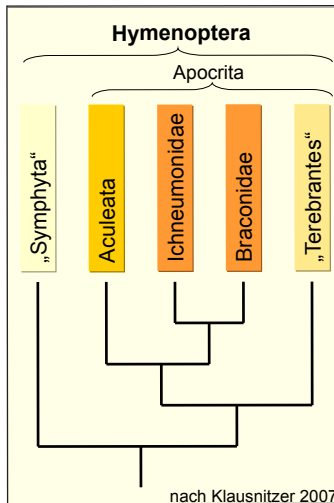
Lucanidae (Schröter), etwa 1.200 Arten, *Lucanus cervus* (Hirschkäfer), spektakulärster einheimischer Käfer, Männchen häufig mit hypertrophierenden Mandibeln; Scarabaeidae (Blatthornkäfer), *Melolontha melolontha* (Maikäfer), gelegentlich Massenvermehrungen. Manche Arten der Scarabaeidae fungieren als Zwischenwirte von humanpathogenen Helminthen (AUER & ASPÖCK 2010g).



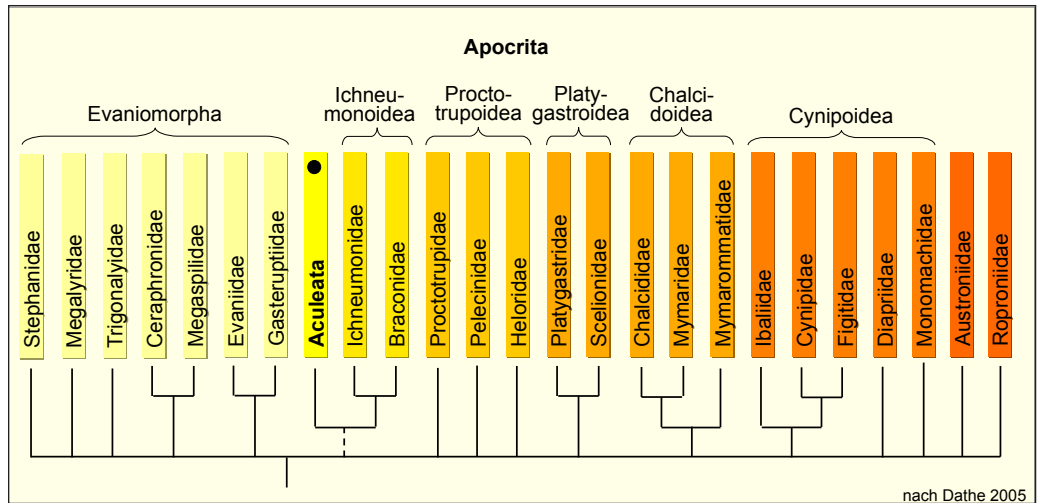
Stammbaum 14:
Coleoptera:
Verwandtschaftshypothesen – Übersicht.

Stammbaum 15:
Coleoptera:
Verwandtschaftshypothesen.
Die weißen Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.





Stammbaum 16: Hymenoptera: Verwandtschaftshypothesen – Übersicht.



Stammbaum 17: Apocrita: Verwandtschaftshypothesen. Die schwarze Scheibe kennzeichnet die medizinische Relevanz.

Elateriformia

Weltweit etwa 41.000 Arten, Populärste Familie: Lampyridae (Leuchtkäfer), *Phosphaenus hemipterus*, Leuchtorgane (selbstproduziertes Licht ohne Symbionten) nahe der Abdomenspitze.

Bostrichiformia

Weltweit etwa 4.000 Arten, darunter *Anthrenus pimpinellae* (Dermestidae), Speckkäfer, gefürchteter Schädling in Tiersammlungen und in Fellen.

Medizinische Bedeutung: Psychische Irritationen durch massenhaftes Auftreten. In der forensischen Entomologie bedeutsam (GRASSBERGER & AMENDT 2010b).

Cucujiformia

Weltweit 207.000 beschriebene Arten. Darunter *Tenebrio molitor* (Mehlkäfer), Tenebrionidae (Schwarzkäfer), Larven als Futter- und Versuchstiere wichtig; Tenebrionidae fungieren als Zwischenwirte von Helminthen (Tab. 1; AUER & ASPÖCK 2010g). Meloidae: aus Beingenlenken austretende Hämolymphe enthält toxisches Cantharidin, medizinische Bedeutung: LÜCKMANN & KLAUSNITZER (2010).

6.31. Hymenoptera (Hautflügler)

... Giftspektakel und Honeymoon der Taillierten – doch unheimlich leise schädeln die Untaillierten im Forst ...

Weltweit rund 132.000 beschriebene Arten, Körperlänge 0,14 bis 80 mm, Kopf orthognath, Mundwerkzeuge beißend-kauend bis leckend-saugend. Orthopteroider Lege- bzw. Wehrstachel ist einzigartig unter Endopterygota.

Männchen entwickeln sich aus unbefruchteten haploiden, Weibchen aus befruchteten diploiden Eiern (Arrhenotokie). Besondere Phänomene sind Brutfürsorge und Staatenbildung. Das System der Hymenoptera befindet sich im Umbruch. Übersicht: Stammbaum 16.

Medizinisch bedeutsam als Gifttiere sind viele Akuleaten (Tab. 1).

Die Stellung der Hymenoptera als Schwestergruppe der übrigen Endopterygota wird in WIEGMANN et al. (2009) diskutiert.

6.31.1. „Symphyta“ (Pflanzenwespen)

Weltweit rund 8.700 beschriebene Arten. Keine Einschnürung zwischen erstem und zweitem Abdominalsegment. Paraphyletische Gruppe, die urtümliche Vertreter umfasst. Zahlreiche Forstschädlinge.

Beispiel: Abb. 52 (Siricidae).
Medizinisch ohne Bedeutung.



Abb. 52: Hexapoda: Hymenoptera: Siricidae (Holzwespen): *Urocerus gigas* (Riesenholzwespe). Tirol, Längenfeld. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

Stammbaum 18: Aculeata: Verwandtschaftshypothesen. Die schwarzen Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.

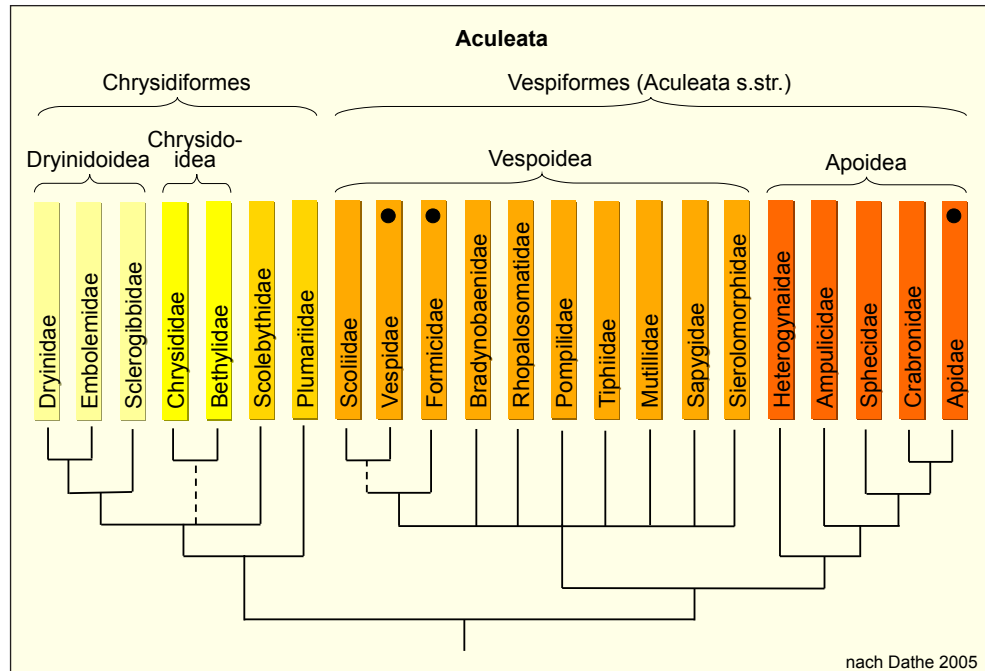


Abb. 53: Hexapoda: Hymenoptera: Mutillidae (Ameisenwespen). Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 54: Hexapoda: Hymenoptera: Vespidae (Faltenwespen): *Vespula vulgaris* (Gemeine Wespe). Foto: H. BELLMANN.

6.31.2. Apocrita (Tailenwespen)

Weltweit rund 124.000 beschriebene Arten, monophyletische Gruppe. Einschnürung (gelenkiger Petiolus) zwischen erstem, fest mit dem Thorax verbundenem und zweitem Abdominalsegment – Wespentaille! Verwandtschaftsverhältnisse siehe Stammbaum 17.

6.31.2.1. „Terebrantes“ (Legewespen)

Weltweit etwa 65.000 beschriebene Arten. Zusammenfassung aller nicht-akuleaten Apocrita, zumeist als Parasitoide in anderen Insekten, der Legebohrer (Terebrum) ist namensgebend; kein Monophylum. Zahlreiche Vertreter als Hyperparasiten in die Entwicklung anderer Insekten eingebunden, z. B. *Perilampus polypteri* (Perilampidae, Chalcidoidea) in von *Nemeritis* (Ichneumonidae) parasitierten Raphidiopteren-Larven.

Medizinisch ohne Bedeutung.

6.31.2.2. Aculeata (Stechwespen)

Weltweit rund 58.000 beschriebene Arten. Gut gesichertes Monophylum, wichtigste Autapomorphie ist der zum Stachel (Aculeus) umgewandelte Ovipositor, der nicht mehr der Eiablage, sondern der Verteidigung und dem Beuteerwerb dient. Verwandtschaftshypothesen: Stammbaum 18.

Vespoidea (Wespen) und Apoidea (Grabwespen und Bienen)

Vespidae (Faltenwespen), weltweit etwa 4.000 beschriebene Arten. Viele Vespiden sind als Gifttiere und als Auslöser von Allergien medizinisch bedeutsam (Tab. 1; HEMMER 2010).

Formicidae (Ameisen), weltweit mit 11.000 beschriebenen Arten. Viele Ameisen spielen als Gifttiere, als Auslöser von Allergien und durch psychische Irritationen eine Rolle. Außerdem können manche synanthrope Arten mechanisch Krankheitserreger übertragen (Tab. 1; POSPISCHIL 2010c).

Apidae (Bienen), weltweit über 20.000 Arten. Viele Apidae sind als Gifttiere und als Auslöser von Allergien medizinisch bedeutsam (Tab. 1; HEMMER 2010).

Beispiele: Abb. 53 (Mutillidae, Ameisenwespen, Spinnenameisen, Bienenameisen); Abb. 54 (Vespidae, Faltenwespen).

Antliophora (Ordnungen 6.32. bis 6.34.)

Etwa 137.000 beschriebene Arten. Umfassen die nicht-monophyletischen „Mecoptera“, Nannomecoptera, Siphonaptera und Diptera. Synapomorphien kryptisch und subtil, der Besitz einer Spermapumpe – „Parade-Synapomorphie“ hat sich als Konvergenz erwiesen.

6.32. „Mecoptera“ (Schnabelfliegen, Skorpionsfliegen)

*Der Schnabel ist kein Gruppen-Muss
– bestechend nur der Bitta-Kuss.*

Weltweit etwa 600 beschriebene Arten, Flügelspannweite 20 bis 70 mm, Kopf orthognath, zumeist schnabelartig verlängert, Mundwerkzeuge beißend-kauend, Basalteile der Maxillen und des Labiums verlängert, Clypeus und Labrum verschmolzen. Flügel gleichförmig. Männchen mit auffallendem Genitalapparat (Skorpionfliegen!) und Spermapumpe (fehlt Nannochoristidae und Boreidae). Larven terrestrisch, orthognath (außer Nannochoristidae, aquatisch, prognath), stark beborstet, mit abdominalen Stummelfüßen, häufig spannerauppenartige Fortbewegung; teilweise mit Komplexaugen, Bittacidae mit sekundärem Ocellus.

Nannochoristidae (Südamerika, Australien, Neuseeland): *Nannochorista philpotti*, Neuseeland; Jüngste Untersuchungen behandeln den phylogenetischen Stellenwert der enigmatischen Nannochoristidae: Siphonaptera + Nannomecoptera + Diptera (BEUTEL et al. 2009).

Besonderes Balzverhalten mit Hochzeitsgabe der Männchen z. B. bei *Panorpa communis* (Panorpidae) und beim durch lange dünne Beine schnakenähnlichen *Bittacus italicus* (Bittacidae); *Boreus hyemalis* (Boreidae, Winterhafte), winteraktiv, auch auf Schnee.

Beispiel: Abb. 55 (Boreidae).

Medizinisch ohne Bedeutung.

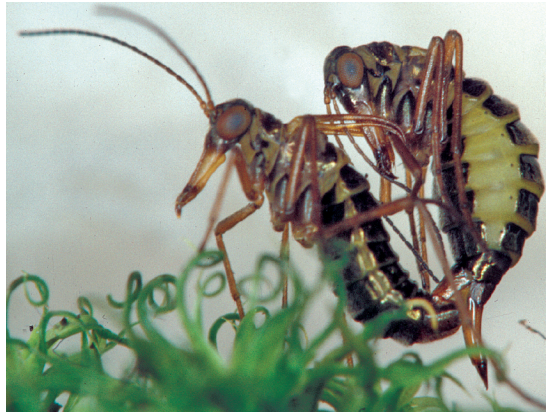


Abb. 55: Hexapoda: Mecoptera: Boreidae (Winterhafte): *Boreus westwoodi*. Tirol, Innsbruck, Stangensteig. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

6.33. Siphonaptera (Flöhe)

*Vom Pest-Vektor zum Zirkusdirektor –
welch tolle Karriere!*

Weltweit rund 2.200 beschriebene Arten, Körperlänge 0,5 bis 8 mm. Blutsaugende, temporäre Ektoparasiten von Säugetieren und Vögeln, mit besonderer Nestbindung. Spektakuläre Autapomorphien der Imagines sind der seitlich zusammengedrückte Körper, dachziegelartig übereinander gelagerte Tergite und Sternite, ein Kopf mit nach hinten gerichtetem Zahnkamm (Ctenidium), ein Paar Einzelaugen, Antennen in Gruben. Mundwerkzeuge stechend-saugend, Maxillarpalpen viergliedrig. Am Stechapparat sind Labrum, Epipharynx, Lacinie und Labialpalpen beteiligt. Mandibeln fehlen. Sekundär flügellos, drittes Beinpaar als Sprungbeine, enormes Sprungvermögen. Larven blind und beinlos, kräftig beborstet. Puppe im selbst gesponnenen Kokon.



Abb. 56: Hexapoda: Siphonaptera: Hystrichopsyllidae: *Hystrichopsylla talpae* (Maulwurfsfloh). Tirol, Stangensteig. Foto: B. THALER-KNOFLACH.

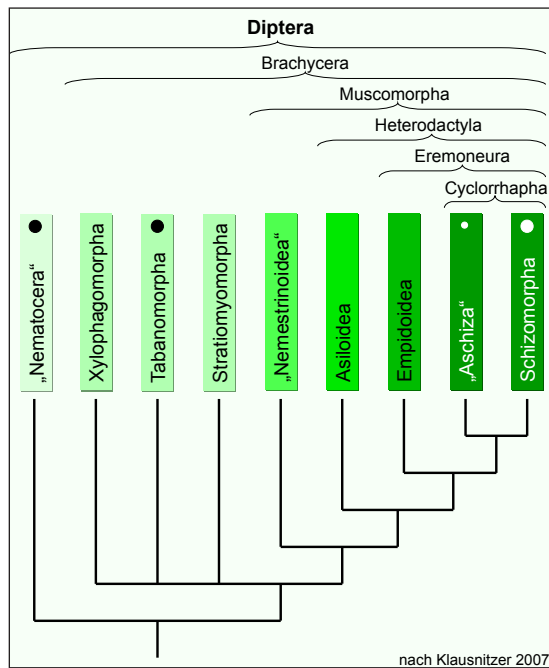
Beispiel: Abb. 56 (Hystrichopsyllidae).

Medizinische Bedeutung: Flöhe zeigen nur geringe Wirtsspezifität, viele primär bei Säugetieren oder Vö-

geln parasitierende Arten saugen (gelegentlich oder häufig) auch am Menschen Blut. Stiche können zu erheblichen allergischen Reaktionen führen; die größte medizinische Bedeutung haben jedoch Flöhe als Vektoren von *Yersinia pestis*, dem Erreger der Pest. Die im Lauf der Jahrhunderte immer wieder auftretenden Epidemien haben die Menschheitsgeschichte tiefgreifend geprägt (Tab. 1; BECK & PROSL 2010b). Erwähnung verdient auch der Sandfloh (*Tunga penetrans*; Tungidae), dessen Weibchen sich tief in die Haut einbohrt (Tab. 1).

Stammbaum 19:

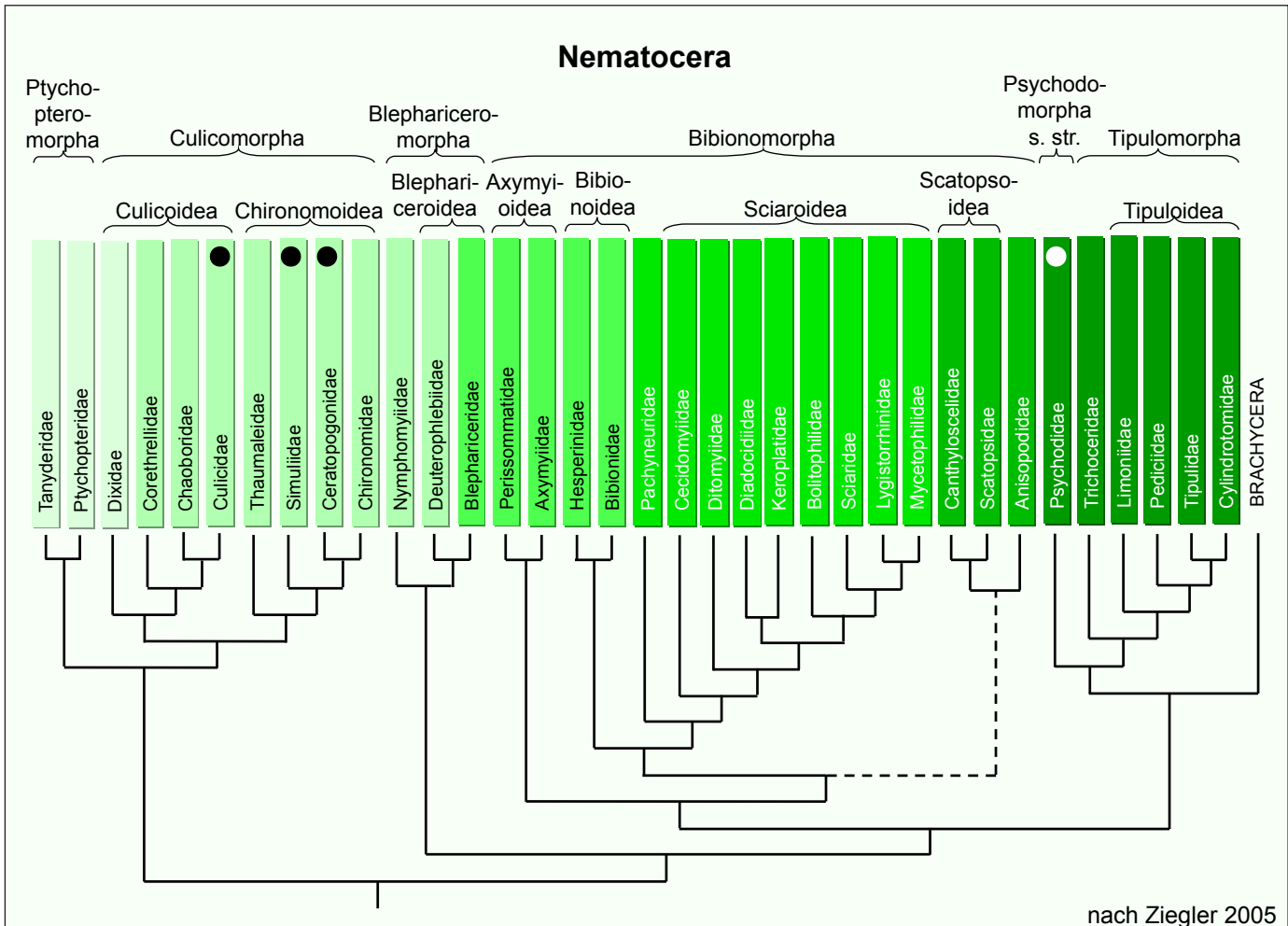
Diptera:
Verwandschaftshypothesen – Übersicht.
Die Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.



6.34. Diptera (Zweiflügler, Mücken und Fliegen)

Ob Essigschlürfer, Aasschlecker, Wadenbeißer oder Vampire, alle haben sie entzückende kleine Schwingkölbchen ...

Weltweit etwa 134.000 beschriebene Arten, Flügelspannweite 1 bis 100 mm. Mundwerkzeuge leckend-saugend oder stechend-saugend. Vorderflügel häutig, Hinterflügel zu Schwingkölbchen reduziert. Larven terrestrisch oder aquatisch, häufig saprophag oder parasitisch, Ovariparie und Larviparie mehrfach unabhängig entstanden.



Stammbaum 20: Nematocera: Verwandschaftshypothesen. Die Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.

Die medizinische Bedeutung der Diptera ist enorm, unter ihnen finden sich zahlreiche Vektoren von human-pathogenen Viren, Bakterien, Protozoen und Helminthen. Außerdem induzieren viele blutsaugende Dipteren allergische Reaktionen. Schließlich verursachen viele Dipteren eine Myiasis. Die Larven mancher Arten werden in der Madentherapie eingesetzt. Verwandtschaftsverhältnisse siehe Stammbaum 19.

6.34.1. „Nematocera“ (Mücken)

Paraphyletische Gruppe aller „basalen“ Diptera mit etwa 49.000 beschriebenen Arten. Verwandtschaftshypothesen siehe Stammbaum 20.

Medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).

Culicidae (Stechmücken): Die medizinische Bedeutung der Culicidae übertrifft die aller anderen Insekten und ist insgesamt enorm. Stechmücken fungieren als Vektoren von Arboviren (DOBLER & ASPÖCK 2010), von Plasmodien, den Malaria-Erregern (WERNSDORFER & WERNSDORFER 2010) und von Filarien (AUER & ASPÖCK 2010a, b, c). Die Zahl der jährlichen Todesfälle durch Stechmücken überschreitet möglicherweise 2 Millionen, vielleicht sogar erheblich. Dass der Stich von Stechmücken auch zu allergischen Erscheinungen führen kann, hat vergleichsweise nur geringen Stellenwert.

Beispiel: Abb. 57 (Culicidae).

Simuliidae (Melusinidae, Kriebelmücken): Die medizinische Bedeutung ist dadurch, dass Simuliidae als Vektoren von *Onchocerca volvulus* fungieren, sehr hoch (AUER & ASPÖCK 2010e). Überdies führen die Stiche der Kriebelmücken zu erheblichen toxisch-allergischen Reaktionen (siehe auch WERNER & GRUNEWALD 2010).

Beispiel: Abb. 58 (Simuliidae).

Ceratopogonidae (Helidae, Heleidae, Leptoconopidae, Gnitzen): Medizinische Bedeutung: Ceratopogonidae spielen eine gewisse (aber vergleichsweise geringe) Rolle als Überträger humanpathogener Viren, während sie in der Veterinärmedizin als Vektoren des Virus der Blauzungenkrankheit der Wiederkäuer hohen Stellenwert haben. Überdies können sie einige Filarien auf den Menschen übertragen (WERNER & KAMPEN 2010; AUER & ASPÖCK 2010b).

Psychodidae (Schmetterlingsmücken): Medizinische Bedeutung: Mehrere Arten der Phlebotominae (Sandmücken) spielen als Vektoren von Arboviren (DOBLER & ASPÖCK 2010c), von Bartonellen und Leishmanien eine gewichtige Rolle (WALOCHNIK & ASPÖCK 2010c).

6.34.2. Brachycera (Fliegen)

Rund 8.600 beschriebene Arten. Unbestrittenes Monophylum, Antennen meist mit Arista (borstenarti-



Abb. 57: Hexapoda: Diptera: Culicidae (Stechmücken): *Aedes* sp. Foto: H. BELLMANN.



Abb. 58: Hexapoda: Diptera: Simuliidae (Kriebelmücken): *Simulium* sp. Foto: H. BELLMANN.

ger Geißel). Larven acephal (nur inneres Kopfskelett) oder hemicephal. Puparium (Verpuppung in der letzten Larvenhaut).

Medizinisch relevante Taxa und medizinische Bedeutung (Tab. 1).

„Orthorrhapha“ (Niedere Fliegen, Spaltschlüpfer)

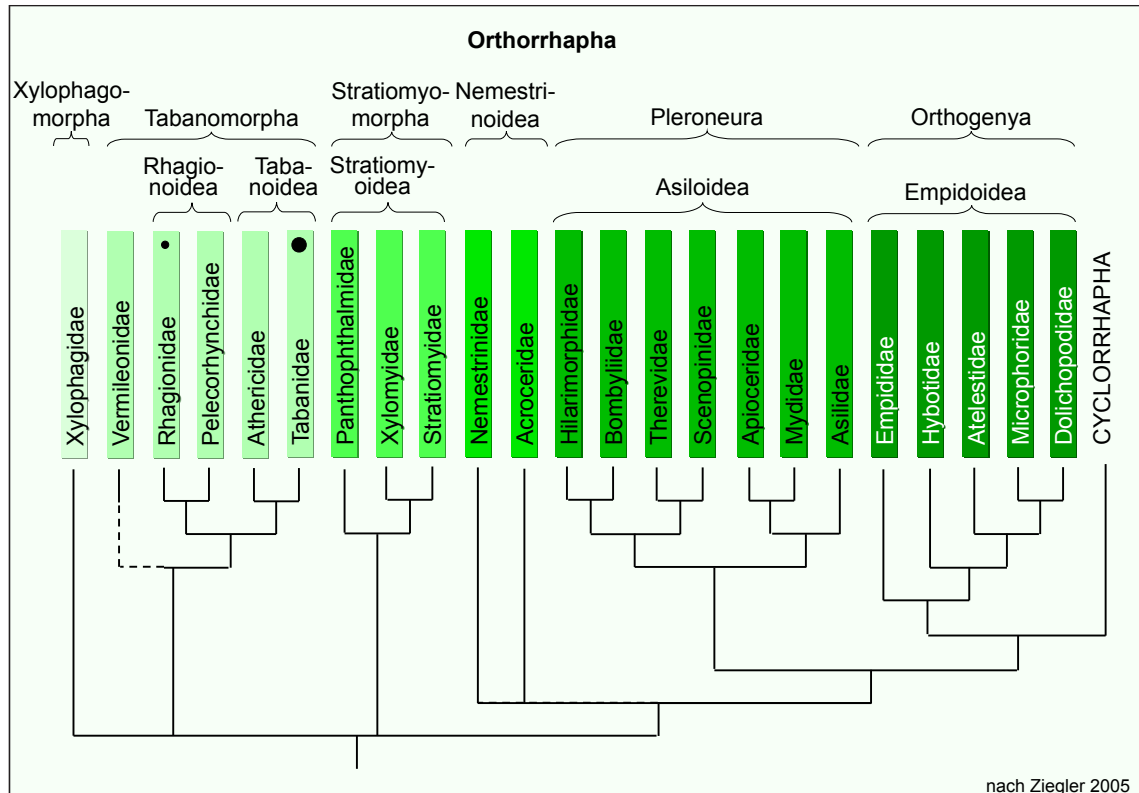
Paraphyletische Gruppe, deren Imagines durch einen Spalt aus der freien Puppe schlüpfen. Übersicht: Stammbaum 21.

6.34.2.1. Tabanomorpha

Rhagionidae (Schnepfenfliegen): Einige Arten saugen Blut bei Wirbeltieren.

Tabanidae (Bremsen): Medizinische Bedeutung: Tabanidae sind als Blutsauger und als Vektoren von *Loa loa*

Stammbaum 21:
Diptera Orthorrhapha:
Verwandtschafts-
hypothesen.
Die schwarzen
Scheiben
kennzeichnen die
medizinische
Relevanz.



medizinisch bedeutsam (AUER & ASPÖCK 2010d; GRASSBERGER 2010).

Beispiel: Abb. 59 (Tabanidae).

6.34.2.2. Stratiomyomorpha

Stratiomyidae (Waffenfliegen), medizinisch ohne Bedeutung.

6.34.2.3. Asiloidea

Asilidae (Raubfliegen), Bombyliidae (Wollschweber), *Bombylius discolor*. Medizinisch ohne Bedeutung.

6.34.2.4. Empidoidea

Empididae (Tanzfliegen). Medizinisch ohne Bedeutung.

Cyclorrhapha (Deckelschlüpfer)

Gut begründetes Monophylum, Puppen in Puparium eingeschlossen, Imagines schlüpfen durch Sprengen eines Deckels. Larven als acephale Maden.

Übersicht: Stammbaum 22.

6.34.2.5 „Aschiza“

Phoridae

Phoridae (Buckelfliegen) können als Myiasis-Erreger auftreten, außerdem haben sie in der Forensischen Entomologie Bedeutung (Tab. 1; GRASSBERGER & AMENDT 2010a, b).

Syrphoidea

Syrphidae (Schwebfliegen)

Abgesehen von seltenen Myiasis-Erregern (GRASSBERGER & AMENDT 2010a) sind Syrphiden medizinisch unbedeutend.

6.34.2.6 Acalyptatae

Tephritoidea

Piophilidae (Käsefliegen) können als Myiasis-Erreger auftreten, außerdem haben sie in der Forensischen Entomologie Bedeutung (Tab. 1; GRASSBERGER & AMENDT 2010a, b).



Abb. 59: Hexapoda: Diptera: Tabanidae (Bremse): *Haematopota pluvialis* (Regenbremse). Foto: H. BELLMANN.

Carnoidea

Eine Spezies der Chloropidae hat in jüngster Zeit durch Massenaufreten erhebliche Aufregung ausgelöst (Tab. 1; KOTRBA 2010).

Drosophiloidea (Ephrydroidea)

Drosophilidae (Taufliegen, Essigfliegen), *Drosophila melanogaster*, berühmtestes Versuchstier der Genetik, als Labortier von enormer wissenschaftlicher Bedeutung. Medizinische Bedeutung sehr gering (Tab. 1).

6.34.2.7 Calyptratae

Hippoboscoidea (Pupipara)

Glossinidae (Tsetse-Fliegen): Medizinische Bedeutung: Tsetse-Fliegen sind Ektoparasiten und Blutsauger und spielen als Überträger der Erreger der Schlafkrankheit eine enorme Rolle (Tab. 1; WALOCHNIK & ASPÖCK 2010c).
Beispiel: Abb. 60 (Glossinidae).

Hippoboscidae (Lausfliegen), *Lipoptena cervi* (Hirschlausfliege)

Beispiel: Abb. 61 (Hippoboscidae).

Medizinische Bedeutung: Lausfliegen können am Menschen Blut saugen, übertragen aber keine Krankheitserreger (Tab. 1).

Muscoidea

Muscidae (Echte Fliegen): Muscidae haben vielfältige und sehr große medizinische Bedeutung (Tab. 1), insbesondere durch die mechanische Übertragung von Krankheitserregern. Weiters sind sie als Myiasis-Erreger bedeutsam (GRASSBERGER & AMENDT 2010a), wenige Arten sind Ektoparasiten und saugen Blut (KRENN & ASPÖCK 2010). Schließlich spielen sie auch in der Forensischen Entomologie eine erhebliche Rolle (GRASSBERGER & AMENDT 2010b).

Oestroidea

Calliphoridae (Schmeißfliegen) und Sarcophagidae (Fleischfliegen), medizinische Bedeutung (Tab. 1), sind vor allem als Myiasis-Erreger von Bedeutung (GRASSBERGER & AMENDT 2010a), weiters spielen sie in der Forensischen Entomologie eine große Rolle (GRASSBERGER & AMENDT 2010b).

Auch durch die Fähigkeit, mechanisch Krankheitserreger zu übertragen, sind sie bedeutsam. Schließlich werden bestimmte Spezies in der Maden-Therapie eingesetzt (GRASSBERGER 2010b).

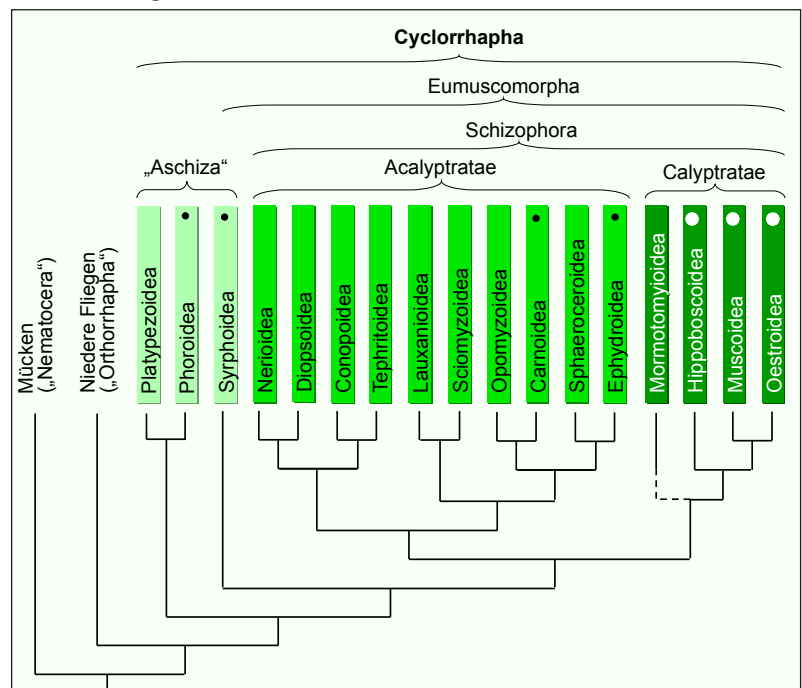
Oestridae (Dasselfliegen), Cuterebridae (Amerikanische Dasselfliegen), Gasterophilidae (Magenfliegen): Medizinische Bedeutung (Tab. 1), wichtige Myiasis-Erreger (GRASSBERGER & AMENDT 2010a).



Abb. 60: Hexapoda: Diptera: Glossinidae (Tsetse-Fliegen): *Glossina palpalis*. Foto: R. POSPISCHIL.



Abb. 61: Hexapoda: Diptera: Hippoboscidae (Lausfliegen): *Lipoptena cervi* (Hirschlausfliege). Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Stammbaum 22: Diptera Cyclorrhapha: Verwandtschaftshypothesen. Die Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.



Abb. 62: Hexapoda: Trichoptera (Köcherfliegen). Tirol, Innsbruck.
Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 63: Hexapoda: Lepidoptera: Nymphalidae (Edelfalter): *Danaus chrysippus* (Kleiner Monarchfalter). Griechenland, Arta.
Foto: B. THALER-KNOFLACH.



Abb. 64: Hexapoda: Lepidoptera: Arctiidae (Bärenspinner): *Euplagia quadripunctaria* (Spanische Flagge). Niederösterreich, Hainburg. Foto: D. HAINZ.



Abb. 65: Hexapoda: Lepidoptera: Notodontidae (Zahnspinner): *Thaumetopoea processionea* (Eichen-Prozessionsspinner). Foto: H. BELLMANN.

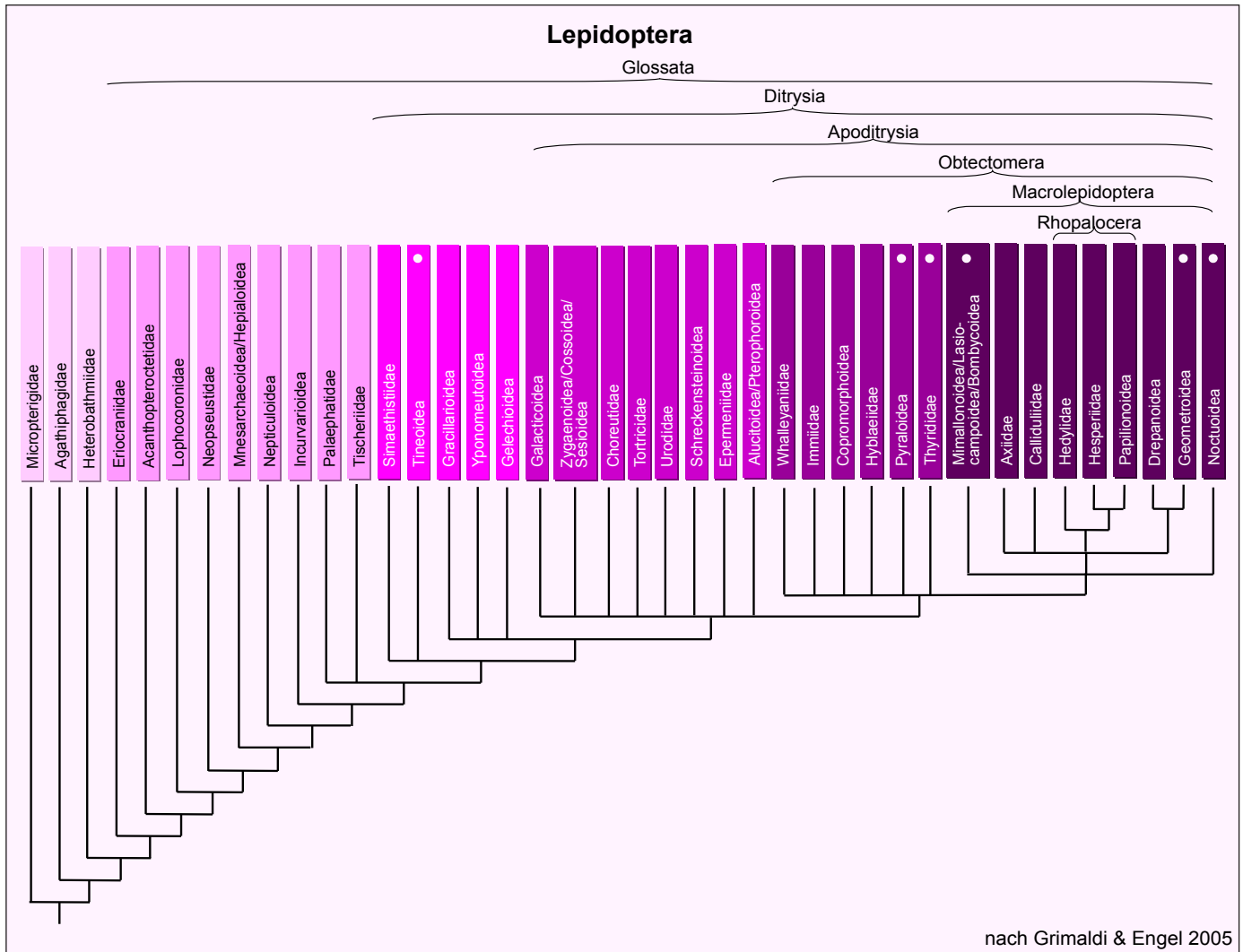
Amphiesmenoptera (Ordnungen 6.35. bis 6.36.)

Rund 160.000 beschriebene Arten. Umfassen Trichoptera + Lepidoptera, durch zahlreiche teilweise kryptische Synapomorphien (z. B. Labium mit Hypopharynx verschmolzen) gut begründet, eidonomisch erkennbar ist die dichte Behaarung der Flügel (bei Lepidoptera zu Schuppen evolviert).

6.35. Trichoptera (Köcherfliegen)

*Köcher? Prunkkabinette sind es aus
Perlmutter, Sand und Gestein!*

Etwa 10.500 beschriebene Arten, Verbreitung weltweit, aquatische Larven in allen stehenden und fließenden Habitattypen des Süßwassers, aber auch Bewohner von Binnensalzwasser und Brackwasser (ausnahmsweise auch terrestrisch). Flügelspannweite 2 bis 86 mm. Flügel stark behaart, Mundwerkzeuge zu (durch Hämolympdruck) ausstülpbarem Haustellum gestaltet. Die namensgebenden Köcher der Larven werden mit Hilfe von Seiden-Spinnfäden aus sehr heterogenen Material-



Stammbaum 23: Lepidoptera: Verwandtschaftshypothesen. Die weißen Scheiben kennzeichnen die medizinische Relevanz.

lien, Sand, Steinchen, Schneckengehäusen, etc. gebaut. Aus der Puppe schlüpfen schwimmfähige Imagines.

Beispiel: Abb. 62 (Trichoptera).

Medizinische Bedeutung: Gelegentlich werden Allergien durch Trichopteren beobachtet, Massenaufreten mancher Arten führen manchmal zu psychischen Irritationen (Tab. 1). Im Übrigen sind Köcherfliegen medizinisch bedeutungslos. Indikatoren für Gewässergüte.

6.36. Lepidoptera (Schmetterlinge)

Schmetterlinge, geheimnisvolle Seelen – über Nacht habt ihr die Milch verhext und Schmetten draus gemacht – why? Butterfly!

Rund 150.000 beschriebene Arten, Verbreitung weltweit, größter Artenreichtum in den Tropen, Vertikalverbreitung vereinzelt bis 6.000 m. Flügelspannweiten 4 bis 320 mm. Imagines mit Saugrüssel, lediglich ursprüngliche Vertreter mit kauenden Mundwerkzeugen;

die Imagines vieler Taxa haben reduzierte Mundwerkzeuge und nehmen keine Nahrung auf. Schuppen (umgewandelte Haare) bedecken beide Flügelpaare und den Rumpf. Färbung der Schuppen durch Pigmente und Interferenzerscheinungen (Schillerfarben). Warnfarben, Mimikry und kontinentübergreifende Wanderungen (als Einzelgänger oder in Schwärmen) gehören zu den spektakulärsten Phänomenen der Schmetterlinge.

Raupen weichhäutig, vorwiegend auf oder in Pflanzenteilen, terrestrisch, vereinzelt alle Übergänge zu aquatischer Lebensweise. Pflanzenfresser, nur vereinzelt tierische Produkte als Nahrung.

Die Klärung der Phylogenie ist nach wie vor im Fluss. Stammbaum 23 zeigt den gegenwärtigen Stand.

Beispiele: Abb. 63 (Nymphalidae), Augenfalter. Abb. 64 (Arctiidae), Bärenspinner. Abb. 65 (Notodontidae), Zahnspinner.

Medizinisch relevante Taxa (Tab. 1).

Medizinische Bedeutung: Im Vergleich zu der großen Artenzahl und der biologischen Vielfalt gering. Manche synanthrope Falter (z. B. Lebensmittelmotten) können zu Allergien (und auch zu psychischen Irritationen führen); die Raupen mancher Lepidopteren (z. B. Prozessionsspinner) können durch ihre Haare – wenn diese eingeatmet werden – zu bedrohlichen Symptomen führen. Schließlich gibt es auch in einigen Familien Spezies, die regelmäßig Tränenflüssigkeit saugen (BÜTTIGER et al. 1996) und selbst Blutsauger sind bekannt (KRENN & ASPÖCK 2010); dabei können auch Krankheitserreger übertragen werden.

7. Dank

Folgende Personen haben uns liebenswürdigerweise Fotografien zur Verfügung gestellt: Mag. Franziska ANDERLE (Wien), Dr. Heiko BELLMANN (Ulm), Dr. Hieronymus DASTYCH (Hamburg), Dr. Monika EBERHARD (Berlin), Dr. Dieter HAINZ (Wien), Dr. Reiner POSPISCHIL (Berghem Fliesteden), Peter SEHNAL (Wien), Dr. Nikola SZUCSICH (Hamburg) und Dr. Barbara THALER-KNOFLACH (Innsbruck). Ihnen allen auch an dieser Stelle herzlichen Dank.

Unser ganz besonderer Dank gilt Frau Mag. Franziska ANDERLE für die graphische Assistenz bei der Gestaltung der Stammbäume und für die umfangreiche Logistik, insbesondere bei der Aufbereitung der Fotos.

Herrn Harald Bruckner (Wien) danken wir sehr herzlich für technische Assistenz und die kunstvoll gestaltete Collage – unser farbfrohes Präludium!

8. Zusammenfassung

In einem Überblick über die Arthropoda wird die Phylogenie der höheren Taxa diskutiert und in Kladoogrammen dargestellt. Die medizinische Relevanz von Taxa verschiedener hierarchischer Kategorien wird im Text kommentiert, mit Hinweisen auf entsprechende Artikel vernetzt und in einer Tabelle zusammengefasst. 65 Farbfotografien demonstrieren die Üppigkeit und Diversität der Arthropoda.

9. Literatur

Die Literaturliste enthält Titel, die mit einem * gekennzeichnet sind; diese Arbeiten werden als weiterführende Literatur genannt, sie sind nicht im Text zitiert.

- ALBERTI G., THALER K. & P. WEYGOLDT (2007): Chelicerata. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), *Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 479-532.
- ASPÖCK U., PLANT J.D. & H.L. NEMESCHKAL (2001): Cladistic analysis of Neuroptera and their systematic position within Neuropterida (Insecta: Holometabola: Neuropterida: Neuroptera). — *Systematic Entomology* **26**: 73-86.
- ASPÖCK U. & H. ASPÖCK (2007): Verbliebene Vielfalt vergangener Blüte. Zur Evolution, Phylogenie und Biodiversität der Neuropterida (Insecta: Endopterygota). — *Denisia* **20**: 451-516.
- ASPÖCK U. & H. ASPÖCK (2008): Phylogenetic relevance of the genital sclerites of Neuropterida (Insecta: Holometabola). — *Systematic Entomology* **33**: 97-127.
- AUER H. & H. ASPÖCK (2010a): Die wichtigsten lymphatischen Filariosen des Menschen (Nematoda, Spirurida, Onchocercidae). — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 765-774.
- AUER H. & H. ASPÖCK (2010b): Krankheiten durch seltene Filarien. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 775-781.
- AUER H. & H. ASPÖCK (2010c): Dirofilariosen beim Menschen – seltene Helminthozoonosen auch in Mitteleuropa (Nematoda, Spirurida, Onchocercidae). — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 783-794.
- AUER H. & H. ASPÖCK (2010d): *Loa loa* und die Loaose. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 795-800.
- AUER H. & H. ASPÖCK (2010e): Onchozerkose – Flussblindheit. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 801-808.
- AUER H. & H. ASPÖCK (2010f): Drakunkulose – Eine bald ausgerotete Krankheit? — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 809-813.
- AUER H. & H. ASPÖCK (2010g): Wurm-Krankheiten durch (absichtlichen oder unabsichtlichen) Verzehr von Arthropoden. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 733-763.
- AX P. (1999): *Das System der Metazoa II. Ein Lehrbuch der phylogenetischen Systematik*. — G. Fischer Verlag, Stuttgart: 1-384.
- BECK W. & H. PROSL (2010a): Humanpathogene Milben (Acari) von Tieren und aus der Natur – seltene Zoonose-Erreger des Menschen in Mitteleuropa. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 123-136.
- BECK W. & H. PROSL (2010b): Humanpathogene Flöhe (Siphonaptera) von Tieren und aus der Natur – Zoonose-Erreger des Menschen in Mitteleuropa. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 267-278.
- *BELLMANN H. & K. HONOMICHL (2007): *Biologie und Ökologie der Insekten*. 4. Auflage. Begründet von W. JACOBS & M. RENNER. — Spektrum Akademischer Verlag: 1-756.
- BEUTEL R.G., FRIEDRICH F. & U. ASPÖCK (2010): The larval head of Nevrothidae and the phylogeny of Neuroptera (Insecta). — *Zoological Journal of the Linnean Society* **158**: 533-562.
- BEUTEL R.G. & S.N. GORB (2006): A revised interpretation of the evolution of attachment structures in Hexapoda (Arthropoda), with special emphasis on Mantophasmatodea. — *Arthropod Systematics & Phylogeny* **64**(1): 3-25.
- BEUTEL R.G., KRISTENSEN N.P. & H. POHL (2009): Resolving insect phylogeny: The significance of cephalic structures of the Nannomecoptera in understanding endopterygote relationships. — *Arthropod Structure & Development* **38**(5): 427-460.
- BÖCKELER W., RICHLING I. & H. SATTMANN (2010): Pentastomiden, Pentastomosen und ihre humanmedizinische Bedeutung. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), *Krank durch Arthropoden*. *Denisia* **30**: 411-426.

- BOHN H. & K.-D. KLASS (2005): Dictyoptera. — In: DATHE H.H. (Hrsg.), 5. Teil: Insecta. In: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Begründet von A. KAESTNER. Zweite Auflage. Korrigierter Nachdruck. GRUNER H.-E. (Hrsg.), Band I: Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 181-182.
- BRADLER S. (2005): 16. Phasmatodea, Gespenstschrecken. — In: DATHE H.H. (Hrsg.), 5. Teil: Insecta. In: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Begründet von A. KAESTNER. Zweite Auflage. Korrigierter Nachdruck. GRUNER H.-E. (Hrsg.), Band I: Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 251-261.
- BÜTTIKER W., KRENN H.W. & J.F. PUTTERILL (1996): The proboscis of eye-frequenting and piercing Lepidoptera (Insecta). — *Zoomorphology* **116**: 77-83.
- DATHE H.H. (2005): Hymenoptera, Hautflügler. — In: DATHE H.H. (Hrsg.), 5. Teil: Insecta. In: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Begründet von A. KAESTNER. Zweite Auflage. Korrigierter Nachdruck. GRUNER H.-E. (Hrsg.), Band I: Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 585-651.
- *DATHE H.H. (Hrsg.): 5. Teil: Insecta. In: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Begründet von A. KAESTNER. Zweite Auflage. Korrigierter Nachdruck. GRUNER H.-E. (Hrsg.), Band I: Wirbellose Tiere. — Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 1-961.
- DOBLER G. (2010): Läuse – Fleckfieber, Zeckenstichfieber und andere Rickettsiosen. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 565-592.
- DOBLER G. & H. ASPÖCK (2010a): Durch Zecken übertragene Arboviren als Erreger von Infektionen des Menschen. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. — *Denisia* **30**: 467-499.
- DOBLER G. & H. ASPÖCK (2010b): Durch Stechmücken übertragene Arboviren als Erreger von Infektionen des Menschen. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 501-553.
- DOBLER G. & H. ASPÖCK (2010c): Durch Sandmücken übertragene Arboviren als Erreger von Infektionen des Menschen. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 555-563.
- DOHLE W. (2007): Myriapoda, Tausendfüßer. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 535-554.
- FRIEDRICH F. & R.G. BEUTEL (2010): Goodbye Halteria? The thoracic morphology of Endopterygota (Insecta) and its phylogenetic implications. — *Cladistics*, doi: 10.1111/j.1096-0031.2010.00305.x
- GRASSBERGER M. (2010a): Tabanidae (Bremesen). — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 261-266.
- GRASSBERGER M. (2010b): „Madentherapie“ – Fliegenlarven in der Wundbehandlung. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 833-842.
- GRASSBERGER M. & J. AMENDT (2010a): Myiasis – Fliegenmadenkrankheit. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 427-438.
- GRASSBERGER M. & J. AMENDT (2010b): Forensische Entomologie. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 843-860.
- GREVEN H. (2007): Tardigrada, Bärtierchen. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 456-462.
- GRIMALDI D.A. (2009): 400 million years on six legs: On the origin and early evolution of Hexapoda. — *Arthropode Structure & Development*, doi:10.1016/j.asd.2009.10.008.
- GRIMALDI D. & M.S. ENGEL (2005): Evolution of the Insects. — Cambridge University Press, Cambridge, 1-755.
- HAAS F. (2007): Ohrwürmer, die unterschätzten Untermieter. — *Denisia* **20**, zugleich Katalog der oberösterreichischen Landesmuseen. Neue Serie **66** (2007): 575-586.
- HABEDANK B. (2010): Läuse – Biologie, medizinische Bedeutung und Bekämpfung. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 191-212.
- HARING E. & U. ASPÖCK (2004): Phylogeny of the Neuropterida: a first molecular approach. — *Systematic Entomology* **29**: 415-430.
- HEMMER W. (2010): Insekten als Auslöser allergischer Reaktionen. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 381-409.
- KAMPEN H. (2010): Laufmilben (Acari, Trombiculidae) als Krankheitserreger und -überträger. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 137-148.
- KLASS K.-D. (2007): Die Stammesgeschichte der Hexapoden: eine kritische Diskussion neuerer Daten und Hypothesen. — *Denisia* **20**: 413-450.
- KLASS K.-D. & N.P. KRISTENSEN (2001): The ground plan and affinities of hexapods: Recent progress and open problems. — *Annales de la Société Entomologique de France* **37** (1-2): 265-298.
- KLASS K.-D., ZOMPRO O. & J.U. ADIS (2005): Mantophasmatodea. — In: DATHE H.H. (Hrsg.), 5. Teil: Insecta. In: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Begründet von A. KAESTNER. Zweite Auflage. Korrigierter Nachdruck. GRUNER H.-E. (Hrsg.), Band I: Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 161-166.
- KLASS K.-D. & R. MEIER (2006): A phylogenetic analysis of Dictyoptera (Insecta) based on morphological characters. — *Entomologische Abhandlungen* **63**: 3-50.
- KLASS K.-D., ZOMPRO O., KRISTENSEN N.P. & J. ADIS (2002): Mantophasmatodea: a new insect order with extant members in the Afrotropics. — *Science* **296** (5572): 1456-1458.
- KLAUSNITZER B. (2007): Insecta (Hexapoda), Insekten. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 638-724.
- KNOFLACH B. (2010): Hundert- und Tausendfüßer und ihre humanmedizinische Bedeutung. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 365-380.
- KNOFLACH B. & P. HORAK (2010): Giftspinnen im Überblick. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 319-350.
- KOMPOSCH C. (2010): Skorpione und Skorpiongifte aus biologischer und humanmedizinischer Sicht (Arachnida, Scorpiones). — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 279-317.
- KOTRBA M. (2010): Massenaufreten der Gemeinen Rasenhalmfliege *Thaumatomyia notata* (Diptera, Chloropidae) an Gebäuden – ein zunehmendes Problem in unserer Zeit? – In: H. ASPÖCK (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. — *Denisia* **30**: 451-456.

- KRENN H.W. & H. ASPÖCK (2010): Bau, Funktion und Evolution der Mundwerkzeuge blutsaugender Arthropoden. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 81-103.
- KRISTENSEN N.P. (1991): Phylogeny of extant hexapods. — In: NAUMANN I.D., CARNE P.B., LAWRENCE J.F., NIELSEN E.S., SPRADBERRY J.P., TAYLOR R.W., WHITTEN M.J. & M.J. LITTLEJOHN (eds), Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers. Volume I. Second Edition. Melbourne University Press, Carlton, Victoria: 125-140.
- KUTALEK R. & A. PRINZ (2004): Ethnoentomologie Afrikas – Insekten in traditioneller Therapie und Prophylaxe. — Denisia **13**: 529-539.
- LAWRENCE J.F., E.S. NIELSEN & I.M. MACKERRAS (1991): Skeletal anatomy and key to orders. — In: NAUMANN I.D., CARNE P.B., LAWRENCE J.F., NIELSEN E.S., SPRADBERRY J.P., TAYLOR R.W., WHITTEN M.J. & M.J. LITTLEJOHN (eds), Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers. Volume I. Second Edition. Melbourne University Press, Carlton, Victoria: 3-32.
- LÜCKMANN J. & B. KLAUSNITZER (2010): Die Verwendung der Ölkäfer (Coleoptera, Meloidae) in der Medizin vom Altertum bis in die Gegenwart. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 815-831.
- * NAUMANN I.D., CARNE P.B., LAWRENCE J.F., NIELSEN E.S., SPRADBERRY J.P., TAYLOR R.W., WHITTEN M.J. & M.J. LITTLEJOHN (eds) (1991): The Insects of Australia. A textbook for students and research workers. 2nd Edition. — Melbourne University Press: 1-1137.
- PAULUS H. (2007a): Arthropoda, Gliederfüßer. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 438-446.
- PAULUS H. (2007b): Euarthropoda, Gliederfüßer i.e.S. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 463-473.
- POSPISCHIL R. (2010a): Schaben (Dictyoptera, Blattodea) – Ihre Bedeutung als Überträger von Krankheitserregern und als Verursacher von Allergien. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 171-180.
- POSPISCHIL R. (2010b): Bettwanzen (Cimicidae) – ein weltweit wachsendes Problem. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 213-223.
- POSPISCHIL R. (2010c): Ameisen (Hymenoptera, Formicidae) – Ihre Lebensweise und medizinische Bedeutung. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 225-232.
- RICHTER S. (2002): The Tetraconata concept: hexapod-crustacean relationships and the phylogeny of Crustacea. — Organisms Diversity & Evolution **2** (3): 217-237.
- REGIER J.C., J.W. SHULTZ, A. ZWICK, A. HUSSEY, B. BALL, R. WETZER, J.W. MARTIN & C.W. CUNNINGHAM (2010): Arthropod relationships revealed by phylogenomic analysis of nuclear protein-coding sequences. — Nature **463**, doi:10.1038/nature08742: 1079-1083.
- RUHBERG H. (2007): Onychophora, Stummelfüßer. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 447-455.
- SCHLEGEL M. & S.L. SCHMIDT (2007): Evolution und Stammesgeschichte der Eukaryoten — Denisia **20**: 155-164.
- SCHMINKE H.K. (2007): Crustacea, Krebse. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 555-637.
- SCUDDER G.G.E. (1971): Comparative morphology of insect genitalia. — Annual Review of Entomology **16**: 379-406.
- STANEK G. (2010): Borreliosen. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 605-624.
- STARY G. & A. STARY (2010): Skabies. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 439-450.
- WALOCHNIK J. & H. ASPÖCK (2010a): Tsetse-Fliegen, Trypanosomen und Schlafkrankheit – die tödlichste Parasitose. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 637-654.
- WALOCHNIK J. & H. ASPÖCK (2010b): Raubwanzen, *Trypanosoma cruzi* und Morbus Chagas – die Geißel Südamerikas. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 655-672.
- WALOCHNIK J. & H. ASPÖCK (2010c): Sandmücken, Leishmanien und Leishmaniosen – neue Dimensionen alter Krankheiten. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 673-694.
- WALOCHNIK J. & H. ASPÖCK (2010d): Zecken, Babesien und Babesiosen – die Rinder malaria beim Menschen. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 717-731.
- WALOBK D. (1993): The Upper Cambrian Rehbachiella and the phylogeny of Branchiopoda and Crustacea. — Fossils and Strata **32**: 1-202.
- WALZ M.G. & H. ASPÖCK (2010): Hausstaubmilben und andere Allergie erzeugende synanthrope Milben: Biologie, Ökologie und medizinische Bedeutung. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 351-364.
- WERNER D. & H. KAMPEN (2010): Gniten (Diptera, Ceratopogonidae) und ihre medizinische Bedeutung. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 245-260.
- WERNER D. & J. GRUNEWALD (2010): Kriebelmücken (Diptera, Simuliidae) und ihre Rolle als Krankheitserreger. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 233-243.
- WERNSDORFER W.H. & G. WERNSDORFER (2010): Malaria. — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Krank durch Arthropoden. Denisia **30**: 695-716.
- WESTHEIDE W. (2007): Articulata, Gliedertiere. — In: WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.), Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 369-373.
- *WESTHEIDE W. & R. RIEGER (Hrsg.) (2007): Spezielle Zoologie. Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. — Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 1-982.
- WIEGMANN B.M., J. KIM & M. D. TRAUTWEIN (2009): Holometabolous insects (Holometabola). — In: The Timetree of Life, S.B. Hedges and S. Kumar, Eds. Oxford University Press: 260-263.
- ZIEGLER J. (2005): Diptera, Zweiflügler (Fliegen und Mücken). — In: DATHE H.H. (Hrsg.), 5. Teil: Insecta. In: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Begründet von A. KAESTNER. Zweite Auflage. Korrigierter Nachdruck. GRUNER H.-E. (Hrsg.), Band I: Wirbellose Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 756-860.

Tabelle 1: Art und Stellenwert der medizinischen Bedeutung der einzelnen Arthropoden-Gruppen. Große Scheiben signalisieren besonders hohe medizinische Relevanz.

Taxon	Ektoparasiten	Blutsauger und dadurch auch Auslöser von toxisch-allergischen Symptomen	Vektoren (zyklische Übertragung)				Vektoren azyklische = mechanische Übertragung)				Zwischenwirte von Helminthen		Parasiten in Geweben oder Körperhöhlen	Gifftiere	Auslöser von Allergien nach Stich durch Giftstachel oder Biss	Auslöser von Kontakt- oder Inhalationsallergien	Gelegentliche Irritation durch Biss oder Stich ohne schwerwiegende Folgen	Psychische Irritation oft durch Massenauftreten	Einsatz als Therapeutica	Bedeutung in der forensischen Entomologie
	pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen	pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen												
3.3. Arachnida (Spinnentiere)	●	●	●	●	●								●	●	●	●	•			
3.3.1. Scorpiones (Skorpione)														●						
3.3.2. Uropygi (Geißelskorpione)																	•			
3.3.4. Araneae (Webspinnen)														●			•			
Mesothelae																	•			
Liphistiidae (Gliederspinnen)																	•			
Mygalomorphae (Vogelspinnenartige)														●			•			
Actinopodidae														●						
Atypidae (Tapezierspinnen)														•			•			
Ctenizidae (Falltürspinnen)														•			•			
Hexathelidae														●			•			
Nemesiidae (Braune Falltürspinnen)														•			•			
Theraphosidae (Vogelspinnen)														●			•			
Haplogynae														●			•			
Dysderidae (Sechsaugenspinnen)														•			•			
Filistatidae (Lochröhrenspinnen)														•			•			
Segestriidae (Fischernetzspinnen)														•			•			
Sicariidae														●						
Eresidae u.a.														•			•			
Eresidae (Röhrenspinnen)														•			•			
Dionycha (Zweikraller)														●			•			
Clubionidae (Sackspinnen)														•			•			
Gnaphosidae (Plattbauchspinnen)														•			•			
Lamponidae														•			•			
Miturgidae (Dornfingerspinnen)														●			•			
Salticidae (Springspinnen)														•			•			
Sparassidae (Riesenkrabbenspinnen)														•			•			
Thomisidae (Krabbenspinnen)														•			•			
Lycosoidea (Wolfspinnenartige)														●			•			
Ctenidae (Kammspinnen)														●			•			
Lycosidae (Wolfspinnen)														•			•			
Oxyopidae (Luchsspinnen)														•			•			
Pisauridae (Raubspinnen)														•			•			
Zoropsidae (Kräuseljagdspinnen)														•			•			
Amaurobioidea (Finsterspinnenartige)														•			•			
Agelenidae (Trichterspinnen)														•			•			
Amaurobiidae (Finsterspinnen)														•			•			
Cybaeidae (Gebirgstrichterspinnen)														•			•			
Araneoidea														●			•			
Araneidae (Radnetzspinnen)														•			•			
Theridiidae (Kugelspinnen)														●						
3.3.7. Solifugae (Walzenspinnen)													●	•	●	●	•			
3.3.10. Acari (Milben)	●	●	●	●	●								●	•	●	●	•			

Tabelle 1:
Fortsetzung

Taxon	Ektoparasiten	Blutsauger und dadurch auch Auslöser von toxisch-allergischen Symptomen	Vektoren (zyklische Übertragung)				Vektoren azyklische = mechanische Übertragung)				Zwischenwirte von Helminthen	Parasiten in Geweben oder Körperhöhlen	Gifftiere	Auslöser von Allergien nach Stich durch Giftstachel oder Biss	Auslöser von Kontakt- oder Inhalationsallergien	Gelegentliche Irritation durch Biss oder Stich ohne schwerwiegende Folgen	Psychische Irritation oft durch Massenauftreten	Einsatz als Therapeutica	Bedeutung in der forensischen Entomologie
			pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen	pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen									
Parasitiformes	●	●	●	●	●								●						
Argasidae (Lederzecken)	●	●	●	●									●						
Ixodidae (Schildzecken)	●	●	●	●	●	●							●						
Dermanyssidae (Raubmilben)	●	●																	
Macronyssidae	●	●					?							●					
Acariformes	●	●		●											●	●			
Trombiculidae (Herbstmilben)	●	●		●															
Pyemotidae (Kugelbauchmilben)	●														●				
Cheyletiellidae (Pelzmilben)	●														●				
Demodicidae (Haarbalgmilben)												●							
Sarcoptidae (Krätzmilben)												●							
Psoroptidae	●														●				
Tyroglyphoidea (Vorratsmilben)															●				
Pyroglyphidae (Hausstaubmilben)															●				
4. Crustacea (Krebstiere)											●	●							
4.3.1. Copepoda (Ruderfußkrebse)											●								
4.3.3. Pentastomida (Zungenwürmer)												●							
4.4. Malacostraca (Höhere Krebse)											●								
4.4.3. Decapoda (Zehnfüßer)											●								
5. Myriapoda (Tausenfüßer)													●						
5.1. Chilopoda (Hundertfüßer)													●						
5.4. Diplopoda (Doppelfüßer)													●						
6. Hexapoda (Sechsfüßer)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.1. Collembola (Springschwänze)																	●		
Insecta (Insekten)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.6. Ephemeroptera (Eintagsfliegen)																	●		
6.12. Dermaptera (Ohrwürmer)																●			
6.14. Blattoptera (Schaben)							●	●	●	●					●		●		
6.16. Saltatoria (Heuschrecken)											●								
6.19. Psocoptera (Staubläuse, Rindenläuse)																	●		
6.20. Phthiraptera (Tierläuse)	●	●		●							●				●		●		
6.20.2. Ischnocera (Kletterfußläuslinge)											●				●				
Trichodectidae (Haarlinge)											●				●				
6.20.3. Anoplura (Läuse)	●	●		●													●		
Pediculidae (Läuse)	●	●		●													●		
Pthiridae (Filzläuse)	●	●					?										●		
6.21. Thysanoptera (Fransenflügler)																●			
6.24. Heteroptera (Wanzen)	●	●			●		●	●							●	●	●		
6.24.2. Nepomorpha (Wasserwanzen)																	●		
Notonectidae (Rückenschwimmer)																	●		
Belostomatidae (Riesenwanzen)																	●		
6.24.3. Gymnocerata (Landwanzen)	●	●			●		●	●							●	●	●		
Cimicomorpha	●	●			●		●	●							●	●	●		

Tabelle 1:
Fortsetzung

Taxon	Ektoparasiten	Blutsauger und dadurch auch Auslöser von toxisch-allergischen Symptomen	Vektoren (zyklische Übertragung)				Vektoren azyklische = mechanische Übertragung)				Zwischenwirte von Helminthen	Parasiten in Geweben oder Körperhöhlen	Gifftiere	Auslöser von Allergien nach Stich durch Giftstachel oder Biss	Auslöser von Kontakt- oder Inhalationsallergien	Gelegentliche Irritation durch Biss oder Stich ohne schwerwiegende Folgen	Psychische Irritation oft durch Massenaufreten	Einsatz als Therapeutica	Bedeutung in der forensischen Entomologie
			pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen	pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen									
Cimicidae (Plattwanzen)	●	●					•	•							•		•		
Reduviidae (Raubwanzen)	●	●			●												•		
Miridae (Blindwanzen)																	•		
Anthochoridae (Blumenwanzen)	•	•														•			
Pentatomomorpha																•			
Nabidae (Sichelwanzen)																•			
Lygaeidae (Bodenwanzen)																•			
Pyrrhocoridae (Feuerwanzen)																•			
Rhopalidae (Glasflügelwanzen)																•			
6.27. Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)																•			
6.28. Megaloptera (Großflügler)																•			
6.29. Neuroptera (Netzflügler)																•			
6.30. Coleoptera (Käfer)											•		•			•	•	•	•
Adephaga („Fleischfresser“)																•			
Polyphaga („Allesfresser“)											•		•			•	•	•	•
Histeridae (Stutzkäfer)																			•
Silphidae (Aaskäfer)																			•
Staphylinidae (Kurzflügler)													•			•			•
Scarabaeidae (Blatthornkäfer)											•								
Dermestidae (Speckkäfer)																	•		•
Ptinidae (Diebskäfer)																	•		
Latridiidae (Moderkäfer)																	•		
Tenebrionidae (Schwarzkäfer)											•								
Meloidae (Ölkäfer)													•					•	
Chrysomelidae (Blattkäfer)													•						
und viele andere Polyphaga																•	•		
6.31. Hymenoptera (Hautflügler)													●	●		•	●		
Aculeata (Stechwespen)													●	●			●		
Vespidae (Wespen)													●	●			●		
Formicidae (Ameisen)													●	●			●		
Apidae (Bienen)													●	●			●		
viele andere Hymenoptera																•			
6.33. Siphonaptera (Flöhe)	●	●		●							•	•					•		
Pulicidae	●	●		●							•						•		
Ceratophyllidae (Vogelflöhe)	•	•															•		
Tungidae (Sandflöhe)	•	•										•							
6.34. Diptera (Zweiflügler, Fliegen s.l.)	●	●	●	•	●	●	●	●	●	●		●					●	●	●
6.34.1. Nematocera (Mücken)	●	●	●	•	●	●											•		
Culicidae (Stechmücken, Gelsen)	●	●	●		●	●											●		
Simuliidae (Kriebelmücken)	●	●	?		●												•		
Ceratopogonidae (Gnitzen)	●	●	•		•												•		
Psychodidae/ Phlebotominae (Sandmücken)	●	●	●	•	●														

Tabelle 1:

Fortsetzung

Taxon	Ektoparasiten	Blutsauger und dadurch auch Auslöser von toxisch-allergischen Symptomen	Vektoren (zyklische Übertragung)				Vektoren azyklische = mechanische Übertragung)				Zwischenwirte von Helminthen	Parasiten in Geweben oder Körperhöhlen	Gifftiere	Auslöser von Allergien nach Stich durch Giftstachel oder Biss	Auslöser von Kontakt- oder Inhalationsallergien	Gelegentliche Irritation durch Biss oder Stich ohne schwerwiegende Folgen	Psychische Irritation oft durch Massenauftreten	Einsatz als Therapeutica	Bedeutung in der forensischen Entomologie
			pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen	pathogener Viren	pathogener Bakterien	pathogener Protozoen	pathogener Helminthen									
6.34.2. Brachycera (Fliegen s.str.)	●	●			●	●	●	●	●	●		●					●	●	●
Orthorrhapha (Spaltschlüpfer)	●	●				●		•											
Rhagionidae (Schnepfenfliegen)	•	•																	
Tabanidae (Bremsen)	●	●				●		•											
Cyclorrhapha (Deckelschlüpfer)	●	●			●		●	●	●	●		●					●	●	●
Phoridae (Buckelfliegen)												•							•
Syrphidae (Schwebfliegen)												•							
Piophilidae (Käsefliegen)												•							•
Chloropidae (Halmfliegen)																	•		
Drosophilidae (Fruchtfliegen)								•				•							
Muscidae (Hausfliegen)	•	•					●	●	●	●		●					●		●
Calliphoridae (Schmeißfliegen und Fleischfliegen)							•	•	•	•		●						●	●
Cuterebridae (Amerikanische Dasselfliegen)												●							
Oestridae (Dasselfliegen)												●							
Gasterophilidae (Magenfliegen)												•							
Glossinidae (Tsetse-Fliegen)	●	●			●														
Hippoboscidae (Lausfliegen)	•	•																	
6.35. Trichoptera (Köcherfliegen)															•		•		
6.36. Lepidoptera (Schmetterlinge)	•	•											•		•		•		
Tineidae (Motten)															•		•		
Pyralidae (Zünsler)	•	•*													•				
Lasiocampidae (Glucken)															•				
Saturniidae (Pfauenspinner)															•				
Sphingidae (Schwärmer)	•	•*																	
Geometridae (Spanner)	•	•*																	
Noctuidae (Eulen)	•	•													•				
Thiatyridae	•	•*																	
Notodontidae (Zahnspinner)	•	•*																	
Thaumetopoeidae (Prozessionsspinner)													•		•				
Lymantriidae (Trägspinner)															•				
viele andere Lepidoptera																			
* saugen Tränenflüssigkeit																			

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Prof. Dr. Horst ASPÖCK

Abteilung für Medizinische Parasitologie

Institut für Spezifische Prophylaxe und Tropenmedizin

Medizinische Universität Wien

Kinderspitalgasse 15

A-1095 Wien

E-Mail: horst.aspoeck@meduniwien.ac.at

Univ.-Prof. Dr. Ulrike ASPÖCK

Zweite Zoologische Abteilung

Naturhistorisches Museum Wien

Burggring 7

A-1010 Wien

E-Mail: ulrike.aspoeck@nhm-wien.ac.at