

**Molekulargenetische und morphologische  
Untersuchungen  
zur systematischen Stellung  
der Pteromalidae innerhalb der Chalcidoidea  
(Hymenoptera: Apocrita)**

**Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades  
des Fachbereichs Biologie  
der Universität Hamburg

vorgelegt von

**Dipl.-Biol. Lars Krogmann**

aus Norderstedt

April 2005

Genehmigt vom  
Fachbereich Biologie der  
Universität Hamburg  
auf Antrag von Herrn Professor Dr. R. Abraham  
Weitere Gutachterin der Dissertation:  
Frau Professor Dr. H. Ruhberg  
Tag der Disputation: 13. Mai 2005

Hamburg, den 29. April 2005



A handwritten signature in black ink, appearing to read "A. Frühwalc".

Professor Dr. A. Frühwalc  
Dekan

# **Molekulargenetische und morphologische Untersuchungen zur systematischen Stellung der Pteromalidae innerhalb der Chalcidoidea (Hymenoptera: Apocrita)**

Inhalt.....	I
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Material &amp; Methoden .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Die verwendeten Taxa .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Molekularbiologische Techniken .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Nukleäre DNA Sequenzierung .....	5
2.2.2 Alignment und Analysen .....	6
<b>2.3 Morphologische Techniken .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Präparation .....	10
2.3.2 Rasterelektronenmikroskopie (REM) .....	12
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Molekularbiologische Ergebnisse .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Morphologische Ergebnisse .....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Pteromalidae .....	17
3.2.1.1 Pteromalidae, Pteromalinae .....	17
3.2.1.2 Pteromalidae, Miscogasterinae .....	24
3.2.1.3 Pteromalidae, Panstenoninae .....	24
3.2.1.4 Pteromalidae, Ormocerinae.....	25
3.2.1.5 Pteromalidae, Asaphinae .....	27
3.2.1.6 Pteromalidae, Cleonyminae .....	30
3.2.1.7 Pteromalidae, Spalangiinae .....	34
3.2.2 Ormyridae .....	37
3.2.3 Torymidae .....	38
3.2.4 Eurytomidae .....	43
3.2.5 Chalcididae .....	45
3.2.6 Leucospidae .....	47
3.2.7 Eucharitidae .....	49
3.2.8 Perilampidae .....	51
3.2.9 Eulophidae .....	52
3.2.10 Agaonidae .....	56
3.2.11 Eupelmidae .....	60

---

3.2.12 Encyrtidae .....	62
3.2.13 Trichogrammatidae .....	64
3.2.14 Aphelinidae .....	65
3.2.15 Signiphoridae .....	68
3.2.16 Mymarommatidae (Mymarommatoidea) .....	70
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>72</b>
<b>4.1 Molekulare Marker .....</b>	<b>72</b>
<b>4.2 Das Mesosoma der Chalcidoidea – Grundplan und Abwandlungen .....</b>	<b>73</b>
4.2.1 Das Pronotum der Chalcidoidea .....	73
4.2.2 Der Propectus der Chalcidoidea .....	76
4.2.3 Das Mesonotum der Chalcidoidea .....	79
4.2.4 Der Mesopectus der Chalcidoidea .....	96
4.2.5 Das Metanotum der Chalcidoidea .....	103
4.2.6 Der Metapectus der Chalcidoidea .....	104
4.2.7 Das Propodeum der Chalcidoidea .....	110
4.2.8 Der Petiolus der Chalcidoidea .....	111
<b>4.3 Taxonomische Schlussfolgerungen für die nicht-pteromaliden Gruppen .....</b>	<b>113</b>
<b>4.4 Taxonomische Schlussfolgerungen für die Pteromalidae .....</b>	<b>127</b>
4.4.1 Pteromalinae und Miscogasterinae .....	129
4.4.2 Panstenoninae .....	131
4.4.3 Asaphinae .....	133
4.4.4 Ormocerinae .....	134
4.4.5 Cleonyminae .....	135
4.4.6 Spalangiinae .....	136
<b>4.5 Ausblick .....</b>	<b>140</b>
<b>5. Zusammenfassung / Abstract .....</b>	<b>142</b>
<b>6. Danksagung .....</b>	<b>147</b>
<b>7. Literatur .....</b>	<b>148</b>
<b>8. Terminologie .....</b>	<b>156</b>
<b>9. Abkürzungsverzeichnis / Abbreviations .....</b>	<b>160</b>
<b>10. Bildanhang .....</b>	<b>163</b>
Curriculum vitae .....	205

## 1. Einleitung

Die Hautflügler (Insecta: Hymenoptera) stellen mit über 130.000 beschriebenen Arten (Dettner & Peters 2003) nicht weniger als 10 % des gesamten Artenreichtums auf der Erde dar. Bezüglich ihrer Lebensweise gehören sie zu den vielseitigsten Tiergruppen und beinhalten neben Parasitoiden (Abb. 1) auch phytophage und räuberische Arten (Gauld & Bolton 1988; Goulet & Huber 1993). Der Übergang von der phytophagen zur parasitischen Lebensweise vollzog sich bereits bei den „Symphyta“ (Pflanzenwespen) und führte schließlich zu der hohen Artaufspaltung innerhalb der Apocrita (Tailenwespen). Nach der Erschließung der größten und artenreichsten terrestrischen Tiergruppe, der Insekten, als Nahrungsressource kam es zu den verschiedensten Anpassungen an die Entwicklungsstadien und Lebensweisen der jeweiligen Wirtsarten und zur Ausbildung aller denkbaren Wirt-Parasitoid-Beziehungen (Clausen 1972; Godfray 1994).

Die Chalcidoidea gehören zu den wenig beachteten Gruppen parasitischer Wespen und enthalten überwiegend winzige Arten (Durchschnittsgröße  $< 2$  mm). Zu den Chalcidoidea gehören mit nur etwa 130  $\mu$ m Körperlänge die kleinsten bekannten Insekten (Mockford 1997). Einzelne Vertreter der Chalcidoidea werden bereits erfolgreich im biologischen Pflanzen- und Vorratsschutz als Gegenspieler von Schadinsekten eingesetzt und haben eine große ökonomische Bedeutung erlangt (z. B. Hunsberger & Pena 1997; Nordlund *et al.* 1998). Der Einsatz von weiteren Arten der Chalcidoidea setzt die konsequente systematische Bearbeitung dieser bisher unüberschaubaren Gruppe voraus.

Das Taxon der Chalcidoidea geht auf Latreille (1817) zurück und enthält inzwischen über 22.000 beschriebene Arten (Noyes 2003). Die Klassifizierung der Chalcidoidea war in den vergangenen 200 Jahren ständigen Veränderungen unterworfen. So variierte zum Beispiel die Anzahl der Familien zwischen 38 (noch als Unterfamilien klassifiziert von Dalla Torre 1898) und 9 (Riek 1970). In den vergangenen 20 Jahren hat sich die Zahl der anerkannten Familien bei 20 (Boucek 1988b) bzw. 19 (Noyes 2003) stabilisiert. Die phylogenetischen Beziehungen dieser Gruppen zueinander sind allerdings noch immer ungeklärt.

Erschwert wird die Aufklärung dieser Beziehungen dadurch, dass einige Familien nur durch plesiomorphe Merkmale gekennzeichnet sind und vermutlich gar keine gültigen Taxa bilden.

Dazu könnten die Pteromalidae gehören, die als Sammelbecken der Chalcidoidea gelten (Gibson *et al.* 1999; Török & Abraham 2002). Tatsächlich deutet auch die Geschichte ihrer Taxonomie auf diese Vermutung hin. Der Name „Pteromalidae“ geht zurück auf die „Unterfamilie Pteromalini“ von Dalman (1820), die zu diesem Zeitpunkt einen Großteil der heute bekannten Familien (Leucospidae, Chalcididae, Eurytomidae, Perilampidae, Torymidae, Eupelmidae, Pteromalidae, Eulophidae, Aphelinidae und Encyrtidae) enthielt. Später wurde „Pteromalins Dalm.“ als Synonym für die gesamte Überfamilie verwendet (Latreille 1825). In den folgenden Jahrzehnten wurden immer mehr distinkte Gruppen als Familien klassifiziert. Übrig blieben die „Pteromalidae“, die weiterhin unzureichend definiert waren. So wurden die heutigen Unterfamilien Miscogasterinae, Cleonyminae, Spalangiinae und Ormocerinae mehrfach als eigenständige Familien klassifiziert (Boucek 1988a).

Török & Abraham (2002) unternahmen einen ersten Versuch zur Aufklärung der phylogenetischen Beziehungen zwischen einzelnen Unterfamilien der Pteromalidae. In ihren auf morphologischen Daten basierenden Cladogrammen waren die Unterfamilien Asaphinae und Spalangiinae durch eine basale Stellung gekennzeichnet. Damit blieben sie von den übrigen Gruppen der Pteromalidae isoliert, die ein engeres Verwandtschaftsverhältnis zu anderen Familien der Chalcidoidea wie Ormyridae, Eurytomidae und Torymidae zeigten. Da die von Török & Abraham (2002) verwendeten eidonomischen Merkmale vermutlich zahlreiche Homoplasien enthielten, blieben die Ergebnisse ihrer Analysen allerdings noch vorläufig.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Ergebnisse von Török & Abraham (2002) zunächst mit **molekularbiologischen Daten** überprüft werden. Damit soll endgültig geklärt werden, ob die Pteromalidae tatsächlich eine künstliche Sammelgruppe der Chalcidoidea darstellen. Es soll weiterhin geprüft werden, ob es monophyletische Gruppen innerhalb der Pteromalidae gibt, mit denen eine sinnvolle Neuklassifizierung möglich ist.

Die molekulargenetischen Untersuchungen basieren auf Sequenzen des zweiten Expansionssegments (D2) der **28S rDNA**. Dieser Marker wurde bereits erfolgreich für phylogenetische Fragestellungen an parasitischen Hymenopteren eingesetzt (Belshaw & Quicke 1997; Dowton & Austin 1998; Quicke *et al.* 1999; Belshaw *et al.* 2001; Dowton &

Austin 2001). Auch innerhalb der Chalcidoidea wird dieser Genabschnitt zunehmend wichtiger für systematische Untersuchungen auf dem Gattungsniveau (Campbell *et al.* 1993; Babcock *et al.* 2001) oder dem Familienniveau (Rasplus *et al.* 1998; Gauthier *et al.* 2000; Campbell *et al.* 2001; Chen *et al.* 2004).

Da die Phylogenie der Pteromalidae (vermutlich) untrennbar mit den anderen Familien der Chalcidoidea verbunden ist, soll in einem zweiten Teil der Arbeit mit **morphologischen Daten** ein Beitrag zur Systematik der gesamten Überfamilie geleistet werden. In einer umfassenden, vergleichend-anatomischen Untersuchung wird das **Mesosoma** für insgesamt 36 Arten aus 7 Unterfamilien der Pteromalidae und 15 weiteren Familien der Chalcidoidea und Mymarommatoidea beschrieben, um die Merkmalsverteilung in diesen Gruppen genau verfolgen und phylogenetisch auswerten zu können.

Daten zur Morphologie der Chalcidoidea sind bisher verstreut über eine Vielzahl von Arbeiten, meist Einzelbeschreibungen aus den verschiedenen Gruppen, und haben damit keinen cladistischen Hintergrund. So gibt es nur wenige morphologische Arbeiten, in denen die Strukturen von Taxa vergleichend beschrieben werden und die Merkmalsverteilung innerhalb der Chalcidoidea untersucht wird (z. B. Darling 1988). Erst auf der Grundlage vergleichender Studien lassen sich morphologische Daten phylogenetisch bewerten und Aussagen über die Polarität eines Merkmals treffen.

Die Morphologie der adulten Apocrita ist stark abgeleitet. Der Thorax ist mit dem Tergum des 1. Abdominalsegments (Propodeum) zum sogenannten Mesosoma verschmolzen. Zusätzlich ist das 2. Abdominalsegment eingeschnürt und formt die Wespentaille (Petiolus). Dieses Merkmal gehört zu den bedeutendsten Entwicklungen innerhalb der Insecta und hat vermutlich maßgeblich zum evolutionären Erfolg der Apocrita beigetragen (Vilhelmsen 2000a). Die Morphologie des Mesosomas der Chalcidoidea wurde bisher meist nur auf der Artebene (James 1926; Bucher 1948; Heraty 1989) oder der Familienebene (Gibson 1989) berücksichtigt. Gibson (1985, 1986a) trug maßgeblich zur Beseitigung nomenklatorischer Probleme bei und setzte Maßstäbe in der cladistischen Auswertung morphologischer Merkmale. Heraty *et al.* (1997) unternahm eine erste umfassendere morphologische Untersuchung innerhalb der Chalcidoidea und konzentrierten sich auf die Mesofurca. Weitere

vergleichend morphologische Arbeiten innerhalb der Hymenoptera blieben bisher auf den Prothorax (Vilhelmsen 2000b), den Mesothorax (Johnson 1988; Whitfield *et al.* 1989; Gibson 1993a) oder den Metathorax (Vilhelmsen 2000a) beschränkt.

Mit den molekularen und morphologischen Ergebnissen dieser Arbeit sollen abschließend die bisherigen Konzepte zur Klassifizierung der Pteromalidae und der übrigen Chalcidoidea überprüft werden.



**Abb. 1:** Weibchen von *Dibrachys cavus* (Walker, 1835) (Pteromalidae: Pteromalinae) beim Anstich eines Schmeißfliegenpupariums (Diptera: Calliphoridae).

## 2. Material & Methoden

### 2.1 Die verwendeten Taxa

Für die Untersuchungen wurde vorzugsweise frisches Material verwendet, das in den Jahren 2001-2003 in Norddeutschland gesammelt wurde und bis zur Verwendung in 70 % Ethanol lagerte. Die parasitischen Wespen wurden entweder direkt im Freiland mit Streifnetzen gefangen oder aus ihren Wirten (z. B. Hymenoptera: Cynipidae, Braconidae; Diptera: Tephritidae, Chloropidae; Coleoptera: Scolytidae) gezogen. Einige schwer zu beschaffende Gruppen wurden von Kollegen zur Verfügung gestellt (s. Danksagung) oder der wissenschaftlichen Sammlung des Zoologischen Museums der Universität Kopenhagen (ZMUC) entnommen (Tab. 1).

### 2.2 Molekularbiologische Techniken

#### 2.2.1 Nukleäre DNA Sequenzierung

Die **DNA-Extraktionen** wurden mit dem DNeasy Tissue Kit von QIAGEN nach dem Protokoll des Herstellers durchgeführt. Kopf (in Ethanol) und Flügel (lichtmikroskopische Dauerpräparate) der untersuchten Tiere wurden als Belege (primary vouchers) in die Sammlung des ZMUH gegeben. Zusätzlich werden weitere Individuen der verwendeten Arten mit gleichen Funddaten (secondary vouchers) in der genannten Sammlung verwahrt.

Für die **PCR** Amplifikationen wurden 25µl Reaktionsvolumina verwendet mit 50-100ng DNA-Template, 0.5 U Pharmacia *Taq* Polymerase, 2.5µl 10x *Taq* Polymerase Puffer (500mM KCl, 15mM MgCl<sub>2</sub> und 100mM Tris-HCl, pH 9), 1µl pro dNTP (5mM Stammlösung) und 1µl pro Primer (10µM). Es wurden folgende Primer verwendet:

28S D2 forward 5'-AGAGAGAGTTCAAGAGTACGTG (Belshaw & Quicke 1997)

28S D2 reverse 5'-TTGGTCCGTGTTTCAAGACGGG (Campbell *et al.* 1993)

Die Primersequenzen sind homolog zu den Nukleotiden 3665-3686 (forward) und 4047-4068 (reverse) von *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) (Hancock *et al.* 1988). Die Primer wurden von Invitrogen synthetisiert.

Die PCR Amplifikation erfolgte in einem ABI Thermal Cycler (Applied Biosystems) in 30 Zyklen: 94°C (1 min), 60°C (30s), 72°C (30s). Die Reinigung der PCR-Produkte wurde mit dem High Pure PCR Product Purification Kit (Roche) durchgeführt.

Die **Sequenzierungs-Reaktionen** wurden in 20µl Reaktionsvolumina durchgeführt, die 2µl Big Dye (Applied Biosystems), 6µl 2,5xPuffer (PE-Biosystems), 10pmol des jeweiligen PCR Primers und 50-100ng PCR-Template enthielten. Die Cycle Sequencing Reaktion erfolgte in einem ABI Thermal Cycler (Applied Biosystems) in 28 Reaktionszyklen: 96°C (30s), 50°C (15s), 60°C (4 min). Die Reinigung der Cycle Sequencing Produkte wurde mit dem Dye Ex Spin Kit (Qiagen) durchgeführt.

Die Sequenzierungen erfolgten mit dem automatischen Sequenziergerät ABI Prism 3100 (Applied Biosystems).

### 2.2.2 Alignment und Analysen

Die Überprüfung und Editierung der Sequenzen erfolgte manuell unter Verwendung von Sequencher Version 3.1.1 (Gene Codes Corporation). Das **Alignment** wurde mit Clustal W Version 1.8 (Thompson 1994) generiert. Um Alignment-Artefakte auf ein Minimum zu beschränken, wurden in der vorliegenden Untersuchung ausgehend von den Default Einstellungen des Programms verschiedene Alignments durchgeführt, wobei die Werte für die „gap open penalty“ (kontrolliert die Anzahl neu eingeführter Gaps) verändert wurden. Dabei konnte die Länge des erhaltenen Alignments durch die Erhöhung des gap open penalty Wertes auf 30 (nach Ritchie *et al.* 2004) von 469 auf 458 verringert werden. Das 458 Positionen enthaltene Alignment besitzt eine geringere Anzahl künstlich eingeführter Gaps als das ursprüngliche Alignment, was nach (Hillis *et al.* 1990) zu bevorzugen ist.

Die phylogenetischen **Analysen** erfolgten mit dem Programm PAUP 4.0d.56 (Swofford 1997) unter Verwendung der Neighbor-Joining (NJ) (Saitou & Nei 1987) und Maximum Parsimony (MP) Verfahren. Der NJ-Baum wurde errechnet auf der Grundlage des Kimura 2-Parameter Modells (K2P) (Kimura 1980). Die Robustheit der Topologien wurde mit dem Bootstrap Test (Felsenstein 1985) überprüft (1.000 Pseudoreplikate).

Die MP-Analyse erfolgte mit der heuristischen Suche, der zufälligen schrittweisen Addition der Taxa und 50 Replikaten (PAUP Parameter: heuristic search; starting tree(s) obtained via stepwise addition; addition sequence: random; 50 replicates). Alle Merkmale wurden gleichgewichtet und Gaps als 5. Merkmalszustand behandelt. Die Bootstrap-Werte wurden in dem „50 % majority rule consensus“-Baum nach 1.000 Pseudoreplikaten erhalten.

**Tabelle 1: Die untersuchten Arten der Chalcidoidea und Mymarommatoidea (Fortsetzung nächste Seite)**<sup>a</sup>Sequenzdaten aus Dowton & Austin (2001). <sup>b</sup>Morphologische Daten aus Vilhelmsen (unveröff.).

\* Tiere stammen aus der Sammlung des ZMUC.

Taxa	28 S	Genbank Accession-Nr.	Mesosoma Morphologie
<b>Chalcidoidea</b>			
<b>Pteromalidae</b>			
<b>Pteromalinae</b>			
<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard, 1881)	x	DQ080093	-
<i>Anogmus hohenheimensis</i> (Ratzeburg, 1844)	x	DQ080094	-
<i>Caenacis inflexa</i> (Ratzeburg, 1848)	x	DQ080095	-
<i>Cecidostiba semifascia</i> (Walker, 1835)	-	-	x
<i>Dibrachys cavus</i> (Walker, 1835)	x	DQ080096	x
<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster, 1841)	x	DQ080097	x
<i>Mesopolobus dubius</i> (Walker, 1834)	x	DQ080098	-
<i>Nasonia vitripennis</i> (Walker, 1836)	-	-	x
<i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> (Rondani, 1875)	-	-	x
<i>Pteromalus bedeguaris</i> (Thomson, 1875)	x	DQ080099	-
<i>Spaniopus peisonis</i> (Erdős, 1957)	x	DQ080100	-
<b>Miscogasterinae</b>			
<i>Cyrtogaster vulgaris</i> Walker, 1833	x	DQ080101	x
<i>Miscogaster rufipes</i> Walker, 1833	x	DQ080102	-
<b>Panstenoninae</b>			
<i>Panstenon oxylus</i> (Walker, 1839)	x	DQ080103	x
<b>Ormocerinae</b>			
<i>Trichilogaster</i> sp.	x	DQ080104	x
<b>Asaphinae</b>			
<i>Asaphes vulgaris</i> Walker, 1834	x	DQ080105	x
<i>Enoggera reticulata</i> Naumann, 1991	-	-	x
<b>Cleonyminae</b>			
<i>Notanisus</i> sp.	-	-	x
<i>Thaumasura</i> sp.	-	-	x
<b>Spalangiinae</b>			
<i>Spalangia nigripes</i> Curtis, 1839	x	DQ080106	x
<b>Ormyridae</b>			
<b>Ormyrinae</b>			
<i>Ormyrus</i> sp.	x	DQ080107	x
<b>Torymidae</b>			
<b>Toryminae</b>			
<i>Torymus bedeguaris</i> (Linnaeus, 1758)	x	DQ080108	x
<i>Podagrion</i> sp.	x	DQ080109	x
<i>Monodontomerus</i> sp.	x	DQ080110	x
<b>Megastigminae</b>			
<i>Megastigmus dorsalis</i> (Fabricius, 1798)	-	-	x
<i>Megastigmus strobilobius</i> Ratzeburg, 1848	x	DQ080111	-
<b>Eurytomidae</b>			
<b>Eurytominae</b>			
<i>Eurytoma</i> sp. 1	x	DQ080112	-
<i>Eurytoma</i> sp. 2	x	DQ080113	x
<i>Tetramesa</i> sp.	x	DQ080114	x
<b>Mymaridae</b>			
<i>Gonatocerus</i> sp.	x <sup>a</sup>	AF379908 <sup>a</sup>	x <sup>b</sup>

**Tabelle 1: Die untersuchten Arten der Chalcidoidea und Mymarommatoidea**<sup>a</sup>Sequenzdaten aus Dowton & Austin (2001). <sup>b</sup>Morphologische Daten aus Vilhelmsen (unveröff.)

\* Tiere stammen aus der Sammlung des ZMUC.

Taxa	28 S	Genbank Accession-Nr.	Mesosoma Morphologie
<b>Chalcidoidea</b>			
<b>Chalcididae</b>			
<b>Haltichellinae</b>			
<i>Antrocephalus</i> sp.	-	-	X
<b>Leucospidae</b>			
<i>Leucospis</i> sp. *	-	-	X
<b>Eucharitidae</b>			
<b>Eucharitinae</b>			
<i>Schizaspidia nasua</i> (Walker, 1846)*	-	-	X
<b>Perilampidae</b>			
<b>Perilampinae</b>			
<i>Perilampus</i> sp. *	-	-	X
<b>Eulophidae</b>			
<b>Tetrastichinae</b>			
<i>Aprostocetus</i> sp.	-	-	X
<b>Entedoninae</b>			
<i>Entedon ergias</i> Walker, 1839	-	-	X
<b>Agaonidae</b>			
<b>Otitesellinae</b>			
<i>Eujacobsonia mirabilis</i> Grandi, 1923	-	-	X
<b>Sycoryctinae</b>			
<i>Philotrypesis caricae</i> (Linnaeus, 1762)	-	-	X
<b>Agaoninae</b>			
<i>Blastophaga psenes</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	X
<b>Eupelmidae</b>			
<b>Eupelminae</b>			
<i>Eupelmus atropurpureus</i> Dalman, 1820	-	-	X
<b>Encyrtidae</b>			
<b>Tetracneminae</b>			
<i>Leptomastidea</i> sp.	-	-	X
<b>Trichogrammatidae</b>			
<i>Trichogramma evanescens</i> Westwood, 1833	-	-	X
<b>Aphelinidae</b>			
<b>Aphelininae</b>			
<i>Centrodora</i> sp.	-	-	X
<b>Coccophaginae</b>			
<i>Encarsia formosa</i> Gahan, 1924	-	-	X
<b>Signiphoridae</b>			
<i>Clytina giraudi</i> Erdős, 1957	-	-	X
<b>Mymarommatoidea</b>			
<b>Mymarommatidae</b>			
<i>Palaomymar anomalum</i> (Blood & Kryger, 1922)	-	-	X
<b>Ceraphronoidea</b>			
<b>Ceraphronidae</b>			
<i>Ceraphron</i> sp. <sup>a</sup>	x <sup>a</sup>	AF379900 <sup>a</sup>	-
<b>Megaspilidae</b>			
<i>Megaspilus</i> sp.	-	-	x <sup>b</sup>
<b>Proctotrupoidea</b>			
<b>Vanhorniidae</b>			
<i>Vanhornia eucnemidarum</i> Crawford, 1909 <sup>a</sup>	x <sup>a</sup>	AF379954 <sup>a</sup>	-

## 2.3 Morphologische Techniken

### 2.3.1 Präparation

Die Präparation der Wespen erfolgte nach einem von Vilhelmsen (unveröff.) entwickelten Protokoll. Die Tiere wurden dazu in eine mit Ethanol (70 %) befüllte Präparationsschale überführt, deren Boden mit Silikonharz (Silgel 600, Wacker-Chemie, München) bedeckt war. In einem ersten Schritt wurden den Tieren zunächst Kopf, Flügel, Beine und das Metasoma mit einem Skalpell entfernt. Danach wurden folgende Schnitte durchgeführt (vgl. Abb. 2\*):

1. Schnitt durch die Verbindung von Pro- und Mesothorax

→ **Objekt 1: Prothorax** (Abb. 006\*, frontal\*\*), (Abb. 011, caudal)

Bei einigen Präparaten wurde zusätzlich der Propectus (Abb. 138) mit einer feinen Nadel vom Pronotum (Abb. 136) getrennt

2. Schnitt durch die Verbindungslinie zwischen Mesopectus und Mesonotum

→ **Objekt 2: Mesonotum** (Abb. 015, ventral)

3. Schnitt durch die Verbindungslinie zwischen Mesopectus und Metathorax

→ **Objekt 3: Mesopectus** (Abb. 031, dorsal)

→ **Objekt 4: Metathorax+Propodeum** (Abb. 042, caudal) (Abb, 043 ventral)

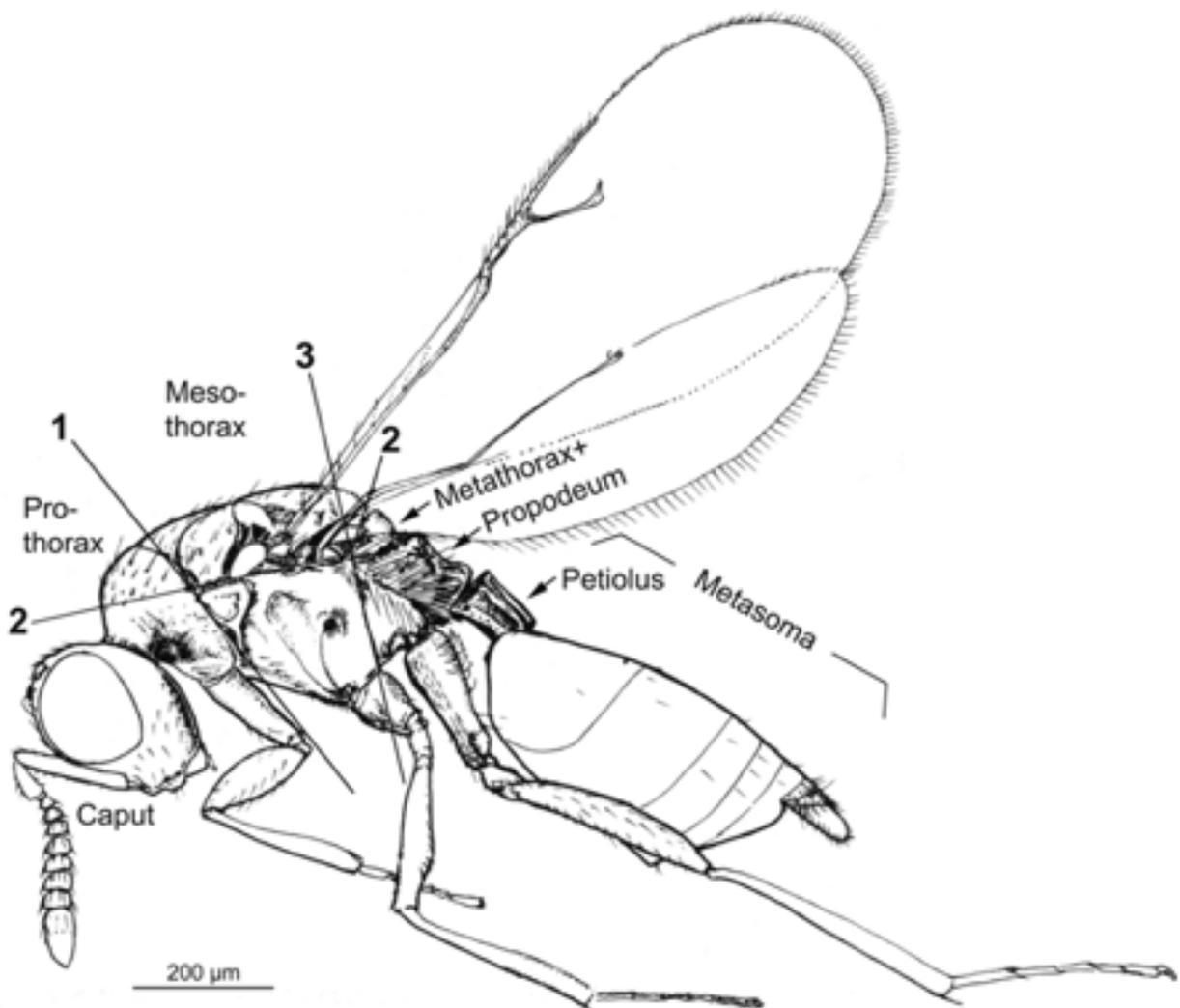
Der Petiolus (**Objekt 5**) wurde am restlichen Metasoma (Abb. 053) oder am Mesosoma belassen (Abb. 056). Zusätzlich wurde das Mesosoma von jeweils einigen Individuen vollständig untersucht (Abb. 001). Bei den besonders stark miniaturisierten Gruppen (< 1 mm Körperlänge) wurden die Schnitte mit Bruchstücken von Rasierklingen geführt.

\* Die REM-Bilder befinden sich im Bildanhang und sind durch ihre dreistellige Nummerierung (Abb. 001-328) von den Textabbildungen (Abb. 1-10) unterscheidbar.

\*\*In der Legende wurden die Objekte mit folgenden Bezeichnungen versehen: frontal, lateral, dorsal, ventral oder caudal, womit immer die Ansichten (frontal = Frontalansicht) gemeint sind. Für die Schrägansichten werden die gängigen Kombinationen (frontolateral = frontolaterale Ansicht) verwendet.

Die geschnittenen Objekte wurden in Kaliumhydroxid-Lösung (10 %) überführt und bei 40° C im Wärmeschrank 2-5 h (je nach Größe der Objekte) mazeriert, bis die endoskelettalen Bestandteile freigelegt waren. Anschließend wurden sie mit stark verdünnter Triton-Lösung (1 Tropfen/100 ml H<sub>2</sub>O dest.) gereinigt.

Von den untersuchten Arten wurden Belegexemplare in den Sammlungen des ZMUH und des ZMUC deponiert.



**Abb. 2: Lage der Schnittebenen** im Mesosoma von *Asaphes vulgaris* Walker, 1834 (Pteromalidae: Asaphinae) (Zeichnung aus Boucek 1988b, verändert).

### 2.3.2 Rasterelektronenmikroskopie (REM)

Die folgenden Arbeitsschritte wurden im Zoologischen Museum der Universität Hamburg (ZMUH) und im Zoologischen Museum der Universität Kopenhagen (ZMUC) durchgeführt, wobei zum Teil unterschiedliche Methoden zum Einsatz kamen.

Die Entwässerung der Objekte erfolgte in einer aufsteigenden Alkoholreihe (70-99,9 %). Die Objekte wurden zum Teil zusätzlich in Amylacetat fixiert (ZMUH). Die Trocknung erfolgte im „Critical-Point-Dryer“. Die Präparate wurden mit doppelseitigem Klebeband auf den Objektträgern fixiert und anschließend im Vakuum mit Gold (ZMUH) bzw. Platin (ZMUC) bedampft. Die morphologischen Strukturen wurden mit dem Rasterelektronenmikroskop *LEO 1525* (ZMUH) bzw. *JEOL JSM-6335F* (ZMUC) betrachtet und mit einer Digitalkamera aufgenommen. Die Bearbeitung der Bilddateien erfolgte mit *Adobe Photoshop 7.0*.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Molekularbiologische Ergebnisse

Mit den beschriebenen Methoden konnten für die untersuchten Arten der Chalcidoidea Genfragmente erhalten werden, die nach dem Alignment 458 Charaktere (inklusive Gaps) enthalten. Davon sind 312 Positionen variabel (68,1 %) und 146 konstant (31,9 %). Es sind insgesamt 219 Charaktere parsimony-informativ (47,8 %). Der durchschnittliche AT-Gehalt des 28S D2 Genfragments beträgt für die Chalcidoidea 38,1 % (38,4 % inklusive Außengruppen).

Nach den Neighbor-Joining (NJ) und Maximum Parsimony (MP) Analysen bilden die untersuchten Chalcidoidea drei Hauptverzweigungen, was jeweils mit hohen Bootstrap-Werten (93-100) abgesichert ist. Diese Verzweigungen führen (1) zu *Gonatocerus* sp. (Mymaridae), (2) zu *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) und (3) zu allen übrigen Vertretern der Chalcidoidea (Abb. 3, 4).

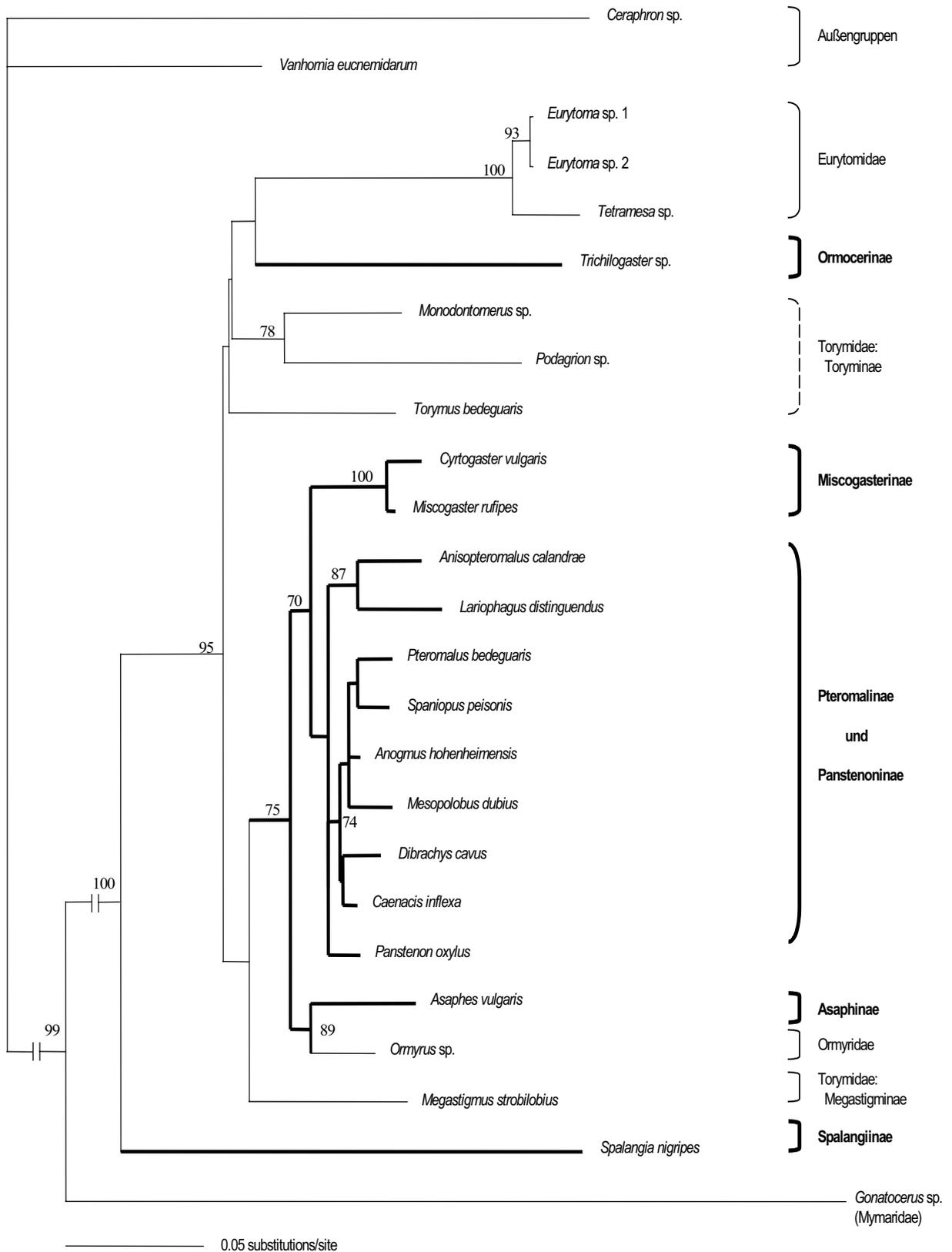
Dadurch erscheinen die Pteromalidae nicht als monophyletische Gruppe. Die untersuchten Arten aus den Unterfamilien Pteromalinae, Miscogasterinae, Panstenoninae, Asaphinae und Ormocerinae zeigen ein engeres Verwandtschaftsverhältnis zu den Vertretern aus Eurytomidae, Torymidae und Ormyridae als zu *S. nigripes* (Abb. 3, 4).

Im NJ-Baum wird die Monophylie von *Cyrtogaster vulgaris* und *Miscogaster rufipes* (beide Miscogasterinae) unterstützt (Bootstrap 100). Beide bilden zusammen mit den untersuchten Pteromalinae und Panstenoninae eine monophyletische Gruppe (Bootstrap 70). Die untersuchten Pteromalinae lassen sich darin aber insgesamt nicht von *Panstenon oxylus* (Panstenoninae) abtrennen. Innerhalb der Pteromalinae bilden *Anisopteromalus calandrae* und *Lariophagus distinguendus* (Bootstrap 87) und die übrigen sechs Arten der Pteromalinae (Bootstrap 74) jeweils eine Gruppe. *Asaphes vulgaris* (Asaphinae) bildet die Schwestergruppe zu *Ormyrus* sp. (Ormyridae) und ist dadurch von den Vertretern der drei genannten Unterfamilien der Pteromalidae (Miscogasterinae, Pteromalinae und Panstenoninae) getrennt. Die fünf Gruppen (Asaphinae, Ormyridae, Miscogasterinae, Pteromalinae und Panstenoninae) bilden aber insgesamt ein relativ gut gestütztes Monophylum (Bootstrap 75).

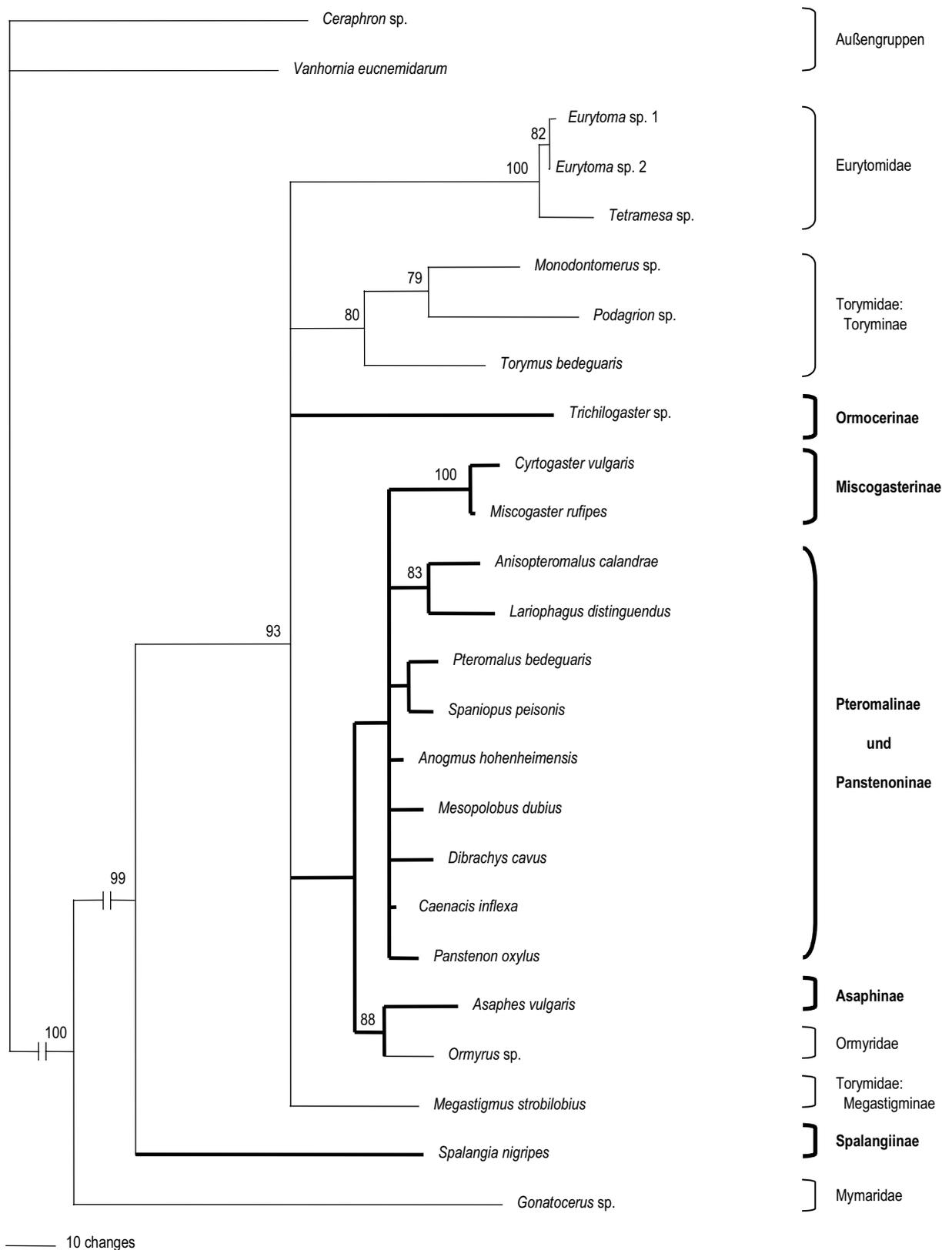
Die untersuchten Eurytomidae (*Euytoma* spp. und *Tetramesa* sp.) werden in der molekularen Analyse als Gruppe maximal unterstützt (Bootstrap 100). Innerhalb der Torymidae wird dagegen nur die Gruppe aus *Monodontomerus* sp. und *Podagrion* sp. (Bootstrap 73) gestützt (Abb. 3).

Die phylogenetischen Beziehungen zwischen *Trichilogaster* sp. (Pteromalidae: Ormocerinae), *Megastigmus strobilobius* (Torymidae: Megastigminae), *Torymus bedeguaris* (Torymidae: Toryminae) zu den erwähnten Gruppen der Chalcidoidea werden in der vorliegenden Analyse nicht eindeutig geklärt (Abb. 3).

Der MP-Baum zeigt im Wesentlichen die gleiche Topologie wie der NJ-Baum. Die Gruppen aus den untersuchten Miscogasterinae und aus den Eurytomidae erhalten jeweils eine maximale Absicherung (Abb. 4). Die Gruppe aus *Asaphes vulgaris* (Asaphinae) und *Ormyrus* sp. (Ormyridae) wird mit einem ähnlich hohen Bootstrap-Wert (88) unterstützt wie im NJ-Baum. Im Gegensatz dazu werden im MP-Baum die Verwandtschaftsbeziehungen der untersuchten Toryminae vollständig aufgelöst (Abb. 4). Die phylogenetischen Beziehungen zwischen den Vertretern aus Panstenoninae, Pteromalinae und Miscogasterinae werden hier allerdings nur unvollständig aufgelöst. Auch die Gruppen bestehend aus (1) den untersuchten Miscogasterinae, Pteromalinae und Panstenoninae und (2) den Asaphinae, Ormyridae, Miscogasterinae, Pteromalinae und Panstenoninae werden jeweils schwächer bestätigt als im NJ-Baum (Abb. 4).



**Abb. 3: Neighbor-Joining Baum mit 23 Arten der Chalcidoidea basierend auf Sequenzdaten der 28S D2 rDNA.** Die fettgedruckten Verzweigungen führen zu 14 Arten der Pteromalidae aus 6 Unterfamilien. Die Zahlen geben die Bootstrap-Support Werte (dargestellt werden nur Werte  $\geq 70$ ) für die jeweiligen Verzweigungen an.



**Abb. 4: Maximum Parsimony Baum mit 23 Arten der Chalcidoidea basierend auf Sequenzdaten der 28S D2 rDNA.** Die fettgedruckten Verzweigungen führen zu 14 Arten der Pteromalidae aus 6 Unterfamilien. Die Zahlen geben die Bootstrap-Support Werte (dargestellt werden nur Werte  $\geq 70$  aus dem „50% majority rule consensus“-Baum) für die jeweiligen Verzweigungen an.

## 3.2 Morphologische Ergebnisse

Es folgt zunächst die detaillierte Beschreibung der sklerotisierten Bestandteile des Mesosomas der Pteromalinae (3.2.1.1), die dazu dienen soll, einen Überblick über die untersuchte Region zu geben. Für alle weiteren Gruppen der Chalcidoidea wird dann im Wesentlichen nur auf Abweichungen von den hier beschriebenen Zuständen eingegangen. Insgesamt liegt der Schwerpunkt der morphologischen Beschreibungen auf den Pteromalidae (3.2.1), so dass auf die übrigen Familien der Chalcidoidea (3.2.2-3.2.15) und auf die Mymarommatoidea (3.2.16) nur kurz eingegangen wird. Die in Abschnitt 8 erläuterten Begriffe werden bei erstmaliger Verwendung durch Fettdruck markiert. Die Beschreibungen des Mesosomas beginnen bei den einzelnen Gruppen jeweils mit den Strukturen des Prothorax (Pronotum und Propectus) und setzen sich über den Mesothorax (Mesonotum und Mesopectus), Metathorax (Metanotum und Metapectus) und das Propodeum bis zum Petiolus fort.

### 3.2.1 Pteromalidae

#### 3.2.1.1 Pteromalidae, Pteromalinae

Das **Pronotum** (Halsschild) der Pteromalinae lässt sich untergliedern in ein anteriores **Collum** und ein posteriores **Collare**. Der Übergang vom Collum ins Collare erfolgt durch eine scharfe, durchgehende Carina (Abb. 001) oder durch eine schwächere Marginierung (Abb. 002, 003). Die Cuticula von Collum und Collare ist mit einer feinen, netzartigen Skulpturierung versehen, die nur den Hinterrand des Collare ausspart (Abb. 004). Vor dem Hinterrand des Collare befindet sich immer eine Reihe langer Setae (Abb. 001-004). Die Intensität der Behaarung ist auf dem übrigen Collare bei den einzelnen Arten unterschiedlich stark ausgeprägt. Das Collum ist unbehaart bis auf einige längere Sensillen am Vorderrand (Abb. 004). Die Seitenplatte des Pronotums ist stets unbehaart (Abb. 001-003). Der Hinterrand des Pronotums weist deutliche laterale Einkerbungen auf (Ausnahme: *Pachycrepoideus vindemmiae*), die Platz schaffen für die Aufnahme der **mesothoracalen Stigmen** (Abb. 002).

Der **Propectus** ist membranös mit dem Pronotum verbunden. Unterhalb der Halsöffnung berühren sich die **Propleura** (= Episterna) median entlang des oberen Drittels bis maximal der oberen Hälfte des Propectus (Abb. 005, 006). Sie bedecken den dorsolateralen Rand des Prosternums. Die anterolateralen Kanten der Propleura weisen bei *Dibrachys cavus*, *Nasonia vitripennis* und *Pachycrepoideus vindemmiae* eine Carina auf, die vom Hals in Richtung der Procoxen verläuft (Abb. 006). Bei *Cecidostiba semifascia* und *Lariophagus distinguendus* sind in diesem Bereich keine Carinae vorhanden (Abb. 005). Die Propleura sind wie das **Prosternum** leicht skulpturiert und nur mäßig behaart.

Auf dem Prosternum ist median der **Sternalgrat** angedeutet (Abb. 005, 006). Das Prosternum weist bei *N. vitripennis* und *P. vindemmiae* an den Basen der Procoxen deutliche ventrale Fortsätze auf (Abb. 006), die bei den übrigen Arten fehlen. Das Prosternum läuft ventrad in einen spitzen Fortsatz aus, der zwischen den Procoxen liegt (Abb. 005, 006). Auf der Ventralseite des Prosternums verläuft zudem eine transverse Carina (Abb. 009). Dahinter liegen submedian die **profurcalen Gruben** (Abb. 009), die durch die Einstülpung der **Profurca** entstanden sind.

Im Inneren des Propectus breiten sich die hohlen **profurcalen Arme** laterodorsad aus und artikulieren mit den Hinterrändern der Propleura. Die profurcalen Arme sind distal schaufelartig verbreitert (Abb. 007, 008). Sie besitzen dorsale, wulstförmige Erweiterungen (Abb. 011). Hier setzen cranial die profurco-postoccipitalen Muskeln und caudal die profurco-procoxalen Muskeln an (Abb. 012). Direkt hinter der Artikulation der Propleura mit den profurcalen Armen entspringen die meist stark entwickelten **propleuralen Arme** (Abb. 007, 008, 010).

Das **Mesonotum** besteht äußerlich aus zwei Skleriten, dem anterioren **Mesoscutum** und dem posterioren **Mesoscutellar-Axillar-Komplex**, die miteinander über die **transscutellare Artikulation** verbunden sind. Die transscutellare Artikulation ist seitlich unterbrochen (Abb. 001). Das Mesoscutum wird äußerlich durch die beiden **Notauli** in einen Mittellappen und zwei Seitenlappen unterteilt. Diese Unterteilung ist bei den untersuchten Pteromalinae unvollständig, da die Notauli nicht die transscutellare Artikulation am Hinterrand des Mesoscutums erreichen. Die Notauli sind äußerlich nur durch punktförmige Vertiefungen auf der Cuticula angedeutet (Abb. 013, 014). Auf der Innenseite des Mesonotums setzen sich die Notauli als Leisten fort. Diese erreichen bei *P. vindemmiae* die transscutellare Artikulation

(Abb. 016) im Gegensatz zu den anderen Arten (Abb. 015). Am Vorderrand des Mesoscutums ist quer das **1. Phragma** artikuliert, das median eingeschnitten ist (Abb. 015, 016).

Zu den äußeren Strukturen des Mesoscutellums gehören die deutlich ausgebildete **scutoscutellare Furche** und die **axillulären Sulci**. Die scutoscutellare Furche bildet einen Bogen, der unterhalb der transscutellaren Artikulation beginnt und zu den Seitenrändern des Mesoscutellums hinter dem Alarprocessus verläuft (Abb. 013, 014). Die scutoscutellare Furche trennt anterolateral die paarigen **Axillae** vom Mesoscutellum ab (Abb. 013, 014). Von dem dorsalen Bereich der Axilla ist die trianguläre **Seitenplatte der Axilla** durch die **axilläre Carina** abgetrennt (Abb. 020, 021). Die ansonsten glatte Seitenplatte der Axilla ist anterior durch leistenförmige Aufwölbungen der Cuticula charakterisiert (Abb. 020, 021). Vor der Seitenplatte der Axilla liegt die **Praeaxilla**, ein triangulärer Bereich, der durch die **parascutellare Carina** vom Mesoscutum abgetrennt wird (Abb. 021). Die glatte Oberfläche der Praeaxilla (Abb. 020, 021) wird größtenteils von der darüber liegenden **Tegula** verdeckt (Abb. 020).

Die axillulären Sulci zweigen von der scutoscutellaren Furche ab und bilden die dorsale Begrenzung der paarigen **Axillulae** (Abb. 020). Unterhalb der Axillulae liegen die paarigen **Frenal-Arme**, die sich durch ihre glatte Oberflächenstruktur von der skulpturierten Cuticula des Mesoscutellums absetzen (Abb. 020, 021). Die Frenal-Arme sind nicht nur auf den Seitenrand des Mesoscutellums beschränkt, sondern setzen sich dorsad ins Mesoscutellum fort (Abb. 021). Die dorsalen Enden der Frenal-Arme sind bei *N. vitripennis* durch eine schwach angedeutete, punktierte **Frenal-Linie** miteinander verbunden (Abb. 014). Durch diese Linie wird ein posteriorer Bereich des Mesoscutellums abgetrennt, der als **Frenum** bezeichnet wird. Dieser Bereich nimmt bei *N. vitripennis* etwa ein Fünftel der Medianlänge des Mesoscutellums ein, seine Oberflächenstruktur unterscheidet sich nicht von der des übrigen Mesoscutellums (Abb. 014). Bei den anderen Arten ist keine Frenal-Linie erkennbar (Abb. 013).

Die scutoscutellare Furche und die axillulären Sulci setzen sich im Inneren des Mesonotums als Leisten fort. Diese sind median miteinander verschmolzen aber lateral deutlich voneinander getrennt (Abb. 017). An der Vorderkante des Mesoscutellums, auf der Höhe der Axillae, entspringen die paarigen **axillären Phragmata**, die sich anterolaterad entlang der Innenseite des Mesoscutums ausdehnen (Abb. 015-017). Sie sind etwas länger als breit und weisen einen geraden Vorderrand auf (Abb. 015-017). Am Hinterrand des Mesoscutellums ist

das **2. Phragma** des Mesonotums artikuliert. Sein hinterer Bereich dehnt sich caudad bis ins Innere des Propodeums aus und hat einen median tief eingeschnittenen Hinterrand (Abb. 018, 019). Der kürzere, anteriore Bereich des 2. Phragmas, das **Pseudophragma**, liegt an der Innenseite des Mesoscutellums und hat ebenfalls einen median eingeschnittenen Vorderrand (Abb. 019).

Der wannenförmige **Mesopectus** liegt unterhalb des Mesonotums und bildet die ventralen und lateralen Bereiche des Mesothorax (Abb. 029-031). Die äußerlich sichtbaren Bereiche des Mesopectus werden dem **Mesopleuron** zugeordnet, da es Hinweise darauf gibt, dass das ursprüngliche Mesosternum vollständig in den Mesothorax eingestülpt worden ist. Die **Mesopleuralnaht** unterteilt das Mesopleuron in das ventrale **Mesepisternum** und das dorsale **Mesepimeron** (Abb. 003). Diese Naht zieht sich von den Mesocoxen bis zum **Acropleuron** (Abb. 003). Sie ist schwach ausgebildet und markiert zugleich den Hinterrand der **mesofemorale Vertiefung**. Dieser Bereich bildet eine Führung für das Mesofemur und ist fein skulpturiert (Abb. 022). Der **transepimerale Sulcus** unterteilt das Mesepimeron in ein **oberes Mesepimeron** und ein **unteres Mesepimeron** (Abb. 039). Der transepimerale Sulcus ist bei *P. vindemmiae* nicht ausgebildet (Abb. 003). Bei den anderen Arten bildet er eine schwach ausgeprägte, gebogene Linie, die von der Mesopleuralnaht ausgehend distad zunehmend stärker in die Cuticula eingepreßt ist (Abb. 001, 002). Bei *D. cavus*, *C. semifascia*, *L. distinguendus* und *N. vitripennis* ist das skulpturierte untere Mesepimeron deutlich vom völlig glatten oberen Mesepimeron abgesetzt (Abb. 039, 040). Bei *P. vindemmiae* sind beide Bereiche skulpturiert, allerdings wird hier die Skulpturierung beim Übergang vom unteren Mesepimeron ins obere Mesepimeron etwas feiner (Abb. 022). Das Acropleuron (= Subalare) bildet ein kleines Sklerit, das unter dem Ansatz des Vorderflügels liegt und ventral vom **acropleuralen Sulcus** begrenzt wird (Abb. 020, 021). Dieser Bereich ist bei *P. vindemmiae* fein skulpturiert (Abb. 021), bei den anderen Art hingegen glatt (Abb. 020).

Ein **transepisternaler Sulcus**, der das Mesepisternum äußerlich sichtbar in das laterale **obere Mesepisternum** und das ventrale **untere Mesepisternum** teilen würde, ist bei den Pteromalinae nicht vorhanden. Der ventrale Bereich des Mesepisternums weist bei *D. cavus*, *L. distinguendus*, *N. vitripennis* und *P. vindemmiae* anterior zwei schwach ausgebildete Vertiefungen für die Aufnahme der Procoxen auf (Abb. 022-024). Die Behaarung des

Mesopectus ist reduziert und auf das Mesepisternum beschränkt (Abb. 026). Entlang der Medianachse des Mesepisternums ist die Position des Sternalgrats entweder als durchgehende aber schwach punktierte Linie (*L. distinguendus*, *N. vitripennis*) (Abb. 025) oder nur durch eine Aussparung der Skulpturierung in diesem Bereich (*C. semifascia*, *D. cavus*) angedeutet. Bei *P. vindemmiae* ist dieser Bereich des eingestülpten Mesosternums als Sulcus aus unregelmäßigen Vertiefungen ausgebildet (Abb. 023). Am hinteren Ende des Sternalgrats befindet sich bei allen Arten die runde **mesofurcale Grube**. Sie liegt frontal zu einer durchgehenden Carina, die den Vorderrand der **mesotrochantinalen Platte** und der paarigen **mesocoxalen Foramina** umgibt (Abb. 025, 026). Die Mesocoxen artikulieren jeweils mit paarigen mesotrochantinalen Loben (Abb. 026). Die mesotrochantinale Platte umschließt die mesocoxalen Foramina nicht vollständig. Caudal zu den mesocoxalen Foramina bleibt ein unterschiedlich großer, membranöser Bereich ausgespart (Abb. 027, 030). Die Mesocoxen inserieren in einer Höhlung, die cranial von der mesotrochantinalen Platte, lateral von dem überlappenden Mesopleuron und caudal von dem ventralen Bereich des angrenzenden Metapleurons begrenzt wird (Abb. 025).

Der **Praepectus** ist als unpaares Sklerit ausgebildet, das über eine vollständige und flexible Furche von dem Rest des Mesopectus abgesetzt ist (Abb. 023, 024). Der ventrale Bereich des Praepectus ist schmal und normalerweise vollständig unter den Procoxen verborgen. Die lateralen Bereiche sind triangulär und reichen mit ihrer äußersten, dorsolateralen Kante etwas über das caudal gelegene Mesopleuron hinaus (Abb. 002, 003). Der Vorderrand des Mesepisternums ist leicht u-förmig eingebuchtet und weist zwei deutliche, submediane Einschnitte oder Kanten auf (Abb. 023, 024). An dieser Stelle artikuliert der Hinterrand des Praepectus, der bei *D. cavus*, *L. distinguendus* und *N. vitripennis* zusätzlich zwei kleine Leisten ausbildet, die sich in dazu passende Ausschnitte des Mesepisternums einfügen (Abb. 024, 025).

Im Inneren des Mesopectus erhebt sich die y-förmige **Mesofurca** mit ihren nach vorne gebogenen **mesofurcalen Armen** (Abb. 028-031). Der Sternalgrat zieht sich vom caudalen Ende des Mesopectus auf der Höhe der mesofurcalen Grube bis zum Hinterrand des Praepectus. Die Seitenränder des Sternalgrats divergieren deutlich an der vorderen Basis der Mesofurca und weniger deutlich an ihrer hinteren Basis (Abb. 031). Die mesofurcale Brücke ist vollständig ausgebildet (Abb. 029) und läuft bei *N. vitripennis*, *D. cavus* und *C. semifascia* median in einen kurzen Fortsatz aus, dem zahlreiche Sehnen anhaften. Bei *L. distinguendus*

und *P. vindemmiae* ist dieser Fortsatz nicht erkennbar. Entlang des stammartig verdickten Hinterendes des vertikal aufgerichteten Sternalgrats verläuft bei *C. semifascia* und *P. vindemmiae* median eine kurze Leiste unterhalb der mesofurcalen Arme (Abb. 028, 029), die bei den anderen Arten fehlt (Abb. 030).

Vom Vorderrand des Mesepisternums zieht lateral ein Leistenpaar zum dorsalen Rand des Mesopectus, das dem äußerlich erkennbaren acropleuralen Sulcus entspricht (Abb. 033). Der Vorderrand des Mesopectus wird durch eine durchgehende Carina begrenzt. Sie bildet zusammen mit einer zweiten, ventralen Carina die Führung für den hier inserierten Praepectus (Abb. 031). Der Praepectus wird median durch zwei Leisten unterteilt (Abb. 031, 032). Sie trennen einen kleinen, triangulären Bereich im Inneren des Praepectus ab, an dessen Vorderkante mehr oder weniger deutlich die kurze, zapfenartige **Prospina** zu erkennen ist (Abb. 032). Der transepimerale Sulcus und die Mesopleuralnaht zeichnen sich im Inneren des Mesopectus als schwach ausgeprägte Eindrücke ab (Abb. 033).

Das **Metanotum** hat einen glatten Vorderrand und ist unterteilt in das mediane **Dorsellum** und die lateralen Bereiche des Metanotums (Abb. 035). Das Dorsellum ist in drei transverse Abschnitte gegliedert, von denen der anteriore und der posteriore jeweils mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Foveolae aufweisen (Abb. 036-038). Nur der anteriore und der mittlere Abschnitt setzen sich auch in den lateralen Bereichen des Metanotums fort. In der Dorsalansicht ist bei *C. semifascia* und *D. cavus* der anteriore Abschnitt des Dorsellums vom Mesoscutellum verdeckt (Abb. 034, 035). Bei *D. cavus* ist die äußerste Spitze des Mesoscutellums von den freien Abschnitten des Dorsellums verdeckt (Abb. 035, 039).

Das **Metapleuron** ist mit dem ersten abdominalen Tergum, dem **Propodeum**, verschmolzen. In der Lateralansicht ist das Metapleuron aber noch als trianguläres Pleurit erkennbar (Abb. 039-041). Vom **Metepisternum** wird durch eine scharfe, aber median unterbrochene Carina ein anteriorer Bereich abgetrennt (Abb. 042, 043). Hier befinden sich die paarigen, submedian gelegenen **metafurcalen Gruben** (Abb. 042, 043). Die paarigen, rundlichen **metacoxalen Foramina** sind etwas kleiner ausgebildet als das unpaare, ovale **petiolare Foramen** (Abb. 027). Von den Seitenrändern der metacoxalen Foramina zieht sich eine Carina bis zum Hinterrand des petiolaren Foramens (Abb. 027, 042). Der Sternalgrat ist

äußerlich nicht erkennbar (Abb. 043) oder nur sehr schwach als medianer Sulcus ausgebildet (Abb. 042, 044).

Im Inneren des Metathorax ist der **Sternalgrat** deutlich erkennbar, der als medianes, vertikales Septum vom Vorderrand des Metepisternums bis dicht an das petiolare Foramen führt (Abb. 045-049). Die hohlen Arme der **Metafurca** sind deutlich voneinander getrennt und münden in die metafurcalen Gruben. Die **metafurcalen Arme** sind distal keulenartig erweitert und verschmelzen apikal mit den posterioren Bereichen der paarigen **metapleurale Apodeme** (Abb. 050, 052). Oberhalb dieser Apodeme entspringt ein weiteres Paar sehr kurzer Apodeme vom Außenrand des Metapleurons (Abb. 051, 052). Am Vorderrand des Metepisternums befindet sich lateral zu den metafurcalen Armen ein Paar rundlicher Einfaltungen des Metapectus. Diese sind deutlich von den metafurcalen Armen getrennt und bei *C. semifascia*, *D. cavus*, *L. distinguendus* und *N. vitripennis* relativ flach und breit ausgebildet (Abb. 045-048). Bei *P. vindemmiae* sind sie schmaler geformt und distal verlängert (Abb. 049, 050).

Das Propodeum ist bei *D. cavus*, *L. distinguendus*, *N. vitripennis* und *P. vindemmiae* äußerlich ähnlich skulpturiert wie das Mesonotum (Abb. 035-041), nur bei *C. semifascia* weist es im Gegensatz dazu eine relativ glatte Cuticula auf (Abb. 034). Der Hinterrand des Propodeums ist median zu einer **Nucha** ausgezogen (Abb. 034-038), die nur bei *D. cavus* und *N. vitripennis* frontal von einer Carina begrenzt wird (Abb. 035, 037). Vom Hinterrand der Nucha zieht bei *C. semifascia*, *D. cavus*, *L. distinguendus* und *N. vitripennis* eine mediane Längscarina zum Vorderrand des Propodeums (Abb. 034-037), die bei *P. vindemmiae* fehlt (Abb. 038). Nur bei *L. distinguendus* ist zusätzlich eine horizontale **Costula** ausgebildet (Abb. 036). Die lateralen Bereiche des Propodeums, die **Callus** Regionen, sind stark behaart (Abb. 034-040). Am cranialen Ende einer **Plica** befindet sich nur bei *L. distinguendus* eine deutliche, rundliche Vertiefung, die als **basale Fovea** bezeichnet wird (Abb. 036). Die nierenförmigen propodealen Stigmen befinden sich am Vorderrand des Propodeums und besitzen einen erhöhten Rand (Abb. 039).

Der Petiolus (= 1. Metasomalsegment) ist bei *C. semifascia*, *D. cavus*, *L. distinguendus* und *N. vitripennis* nicht skulpturiert und so stark reduziert (Abb. 036, 037, 053, 054), dass das Metasoma in Dorsalansicht sessil erscheint. Bei *P. vindemmiae* ist der Petiolus verlängert und

stark skulpturiert, auf seiner Dorsalseite befindet sich eine mediane Längscarina (Abb. 055). Das Sternit des 2. Metasomalsegments ist bei *P. vindemmiae* frontolateral erweitert und umschließt die Seiten des Petiolus (Abb. 055, 056).

### 3.2.1.2 Pteromalidae, Miscogasterinae

Die meisten morphologischen Merkmale von *Cyrtogaster vulgaris* entsprechen denen, die bereits für die Pteromalinae beschrieben wurden.

Im Bereich des Pronotums ist das Collare bei *C. vulgaris* stark reduziert zu einem schmalen Rand, der dorsal keine Skulpturierung aufweist und sich dadurch vom schwach skulpturierten Collum unterscheidet (Abb. 057). Der Vorderrand des Collare wird von einer Reihe langer Sensillen begrenzt (Abb. 057).

Auf dem Mesonotum sind die Notauli unvollständig entwickelt, erreichen aber auf der Innenseite des Mesonotums die transscutellare Artikulation. Weitere Unterschiede zu den Pteromalinae finden sich bei *C. vulgaris* in der Morphologie des Praepectus. Dieser ist ventral nicht zu einer schmalen Leiste reduziert wie bei den Pteromalinae, sondern durchgehend als breiter Streifen ausgebildet (Abb. 058).

Auch die Metafurca von *C. vulgaris* weist leichte Unterschiede zu den Pteromalinae auf. So sind die Einfaltungen des Metapectus mit den metafurcalen Armen verschmolzen und insgesamt stärker reduziert (Abb. 059). Der Petiolus ist ähnlich gestaltet wie der von *Pachycrepoideus vindemmiae* (Pteromalinae), es fehlen allerdings die Erweiterungen des 2. Metasomalsegments.

### 3.2.1.3 Pteromalidae, Panstenoninae

Das Pronotum von *Panstenon oxylus* unterscheidet sich deutlich von dem der Pteromalinae. Es hat keine Marginierung, so dass der Übergang vom Collum ins Collare fließend ist (Abb. 060). In Dorsalansicht ist das Pronotum glockenförmig.

Auf dem Mesonotum von *P. oxylus* ist eine unregelmäßige Frenal-Linie entwickelt. Die Notauli sind wie bei den meisten Pteromalinae unvollständig (außen und innen). Auf dem Mesepisternum weist eine deutliche Furche auf den Sternalgrat hin (Abb. 061). Der

Praepectus bildet einen breiten Streifen, der sich median nur wenig verschmälert (Abb. 061). Der skulpturierte Praepectus wird median von einem glatten Bereich der Cuticula unterteilt. Diese Unterteilung ist im Inneren des Mesopectus nur schwach erkennbar und wird nicht wie bei den vorher behandelten Arten durch Leisten vollzogen.

Die Metafurca ist bei *P. oxylus* y-förmig ausgebildet, da die metafurcalen Arme miteinander deutlich über dem Metepisternum verschmolzen sind (Abb. 062). Es ist nur eine unpaare metafurcale Grube vorhanden (Abb. 063).

Der Petiolus von *P. oxylus* ist leicht verlängert und schwach skulpturiert (Abb. 064). Er weist zwei kurze seitliche Tuberkel auf und wird ventral von einer medianen Längsnaht unterteilt (Abb. 064).

#### 3.2.1.4 Pteromalidae, Ormocerinae

Der Habitus des Mesosomas von *Trichilogaster* sp. unterscheidet sich deutlich von dem der Pteromalinae. Insgesamt ist das Mesosoma kompakter und weist eine andere Skulpturierung auf (Abb. 065). Bei der Skulpturierung der Cuticula dominieren schwache, streifenförmige Eindrücke, während sich die bei den Pteromalinae vorherrschende netzförmige Skulpturierung bei *Trichilogaster* sp. fast ausschließlich auf das obere Mesepisternum beschränkt (Abb. 066).

Das Prosternum läuft ventrad nicht in einen spitzen Fortsatz aus und auch die ventrale Carina fehlt (Abb. 067). Die propleuralen Arme sind kürzer als bei den Pteromalinae ausgebildet (Abb. 068).

Das Mesoscutum von *Trichilogaster* sp. ist mit dünnen, kurzen Sensillen besetzt. Im Bereich des Mesoscutums und der Axillae sind schwache, rundliche Vertiefungen angedeutet, aus denen Sensillen entspringen (Abb. 065, 066). Die Notauli sind äußerlich tief eingeschnitten und vollständig (Abb. 069). Die axillulären Sulci fehlen, so dass auf dem Mesonotum keine Axillulae erkennbar sind. Auch im Inneren des Mesonotums fehlen die Leisten der axillulären Sulci, hier ist nur die Leiste der scutoscutellaren Furche erkennbar (Abb. 070). Das 1. Phragma des Mesonotums ist median nicht eingeschnitten (Abb. 070, 071).

Die mesofemorale Vertiefung (auf dem Mesepisternum) und ein transepimeraler Sulcus (auf dem Mesepimeron) sind äußerlich nicht erkennbar (Abb. 066). Das Mesepimeron ist abgesehen vom vorderen Drittel völlig glatt (Abb. 066). Das Acropleuron ist im Vergleich zu dem der Pteromalinae leicht vergrößert und mit einer streifenförmigen Skulpturierung versehen (Abb. 066). Der Sternalgrat ist äußerlich auf dem Mesepisternum nicht erkennbar, die mesofurcale Grube ist zu einem schmalen Spalt reduziert (Abb. 071).

Die posterolateralen Ecken des Praepectus sind abgerundet (Abb. 066). Im Inneren wird er nicht durch Leisten unterteilt (Abb. 072). Die Leisten des acropleuralen Sulcus, die vom Vorderrand des Mesepisternums ausgehen, sind breiter als bei den Pteromalinae (Abb. 073). Sie treffen jeweils dorsal auf die deutlich ausgeprägte Längsleiste der Mesopleuralnaht (Abb. 073).

Im Bereich des Metanotums weist *Trichilogaster* sp. einige Unterschiede zu den Pteromalinae auf. Der Vorderrand des Metanotums ist median eingeschnitten (Abb. 074). Die Seitenbereiche sind fast völlig glatt und auf dem ansonsten glatten Dorsellum befindet sich eine mediane Carina (Abb. 074). Der Vorderrand des Dorsellums wird von vertikalen Leisten begrenzt, die auf reduzierte Foveolae hinweisen und sich teilweise in die Seitenbereiche des Metanotums fortsetzen (Abb. 074). Das trianguläre Metapleuron weist keine Skulpturierung auf (Abb. 065).

Die metafurcalen Arme sind im Gegensatz zu den Pteromalinae nicht getrennt, sondern auf der Höhe des Metepisternums u-förmig miteinander verschmolzen (Abb. 075, 076). Die Einfaltungen des Metapectus sind von den metafurcalen Armen getrennt (Abb. 075). Am Vorderrand des Metepisternums ist der Sternalgrat noch nicht erkennbar (Abb. 075). Er wird erst im Inneren sichtbar und endet deutlich vor dem petiolaren Foramen (Abb. 076). Der Bereich zwischen dem petiolaren Foramen und den metacoxalen Foramina lässt sich bei *Trichilogaster* sp. in zwei Abschnitte unterteilen. Der äußere Abschnitt, der die Foramina unmittelbar umgibt, ist schwächer sklerotisiert als der versteifte, innere Bereich (Abb. 076).

Der Hinterrand des Propodeums ist nicht zu einer Nucha ausgezogen (Abb. 074). Die mediane Carina des Propodeums ist verbreitert und schwach von den submedianen Flächen des Propodeums abgesetzt (Abb. 074). Die großen, rundlichen Stigmen sind vom Vorderrand des Propodeums leicht caudad verschoben (Abb. 074).

Der Petiolus von *Trichilogaster* sp. ist stark reduziert und nicht skulpturiert (Abb. 074).

### 3.2.1.5 Pteromalidae, Asaphinae

Der Übergang vom Collare ins stark verkürzte Collum wird bei den untersuchten Asaphinae von einem tiefen, median unterbrochenen Sulcus markiert (Abb. 079, 080). Bei *Enoggera reticulata* sind Vorder- und Hinterrand des Collare, bei *Asaphes vulgaris* ist nur der Hinterrand glatt und unbehaart (Abb. 079, 080).

Die Propleura weisen nur bei *E. reticulata* jeweils eine Carina auf, die sich seitlich entlang der Vorderkante zieht (Abb. 078). Außerdem sind bei dieser Art die Propleura in ihrer Größe reduziert und überlappen nicht das Prosternum (Abb. 078). Das Prosternum weist bei beiden Arten die schon für einige Pteromalinae beschriebenen, ventralen Fortsätze neben den procoxalen Foramina auf (Abb. 077, 078). Zwischen den Procoxen bildet das Prosternum bei *E. reticulata* einen spitzen Fortsatz (Abb. 078), während es bei *A. vulgaris* leicht eingebuchtet ist (Abb. 077).

Die Vorderkanten der profurcalen Arme sind nicht miteinander verschmolzen und laufen bei *A. vulgaris* in einen spitzen Fortsatz aus (Abb. 081). Die propleuralen Arme sind bei *E. reticulata* vollständig reduziert (Abb. 082) und nur bei *A. vulgaris* zu erkennen (Abb. 081).

Die transscutellare Artikulation der untersuchten Asaphinae ist vollständig und nicht seitlich unterbrochen wie bei den Pteromalinae (Abb. 083, 084). Die Notauli sind äußerlich vollständig und erreichen auch im Inneren die transscutellare Artikulation (Abb. 083-086). Die scutoscutellare Furche ist median auffällig tief eingeschnitten und wird dann submedian unterbrochen, bevor sie sich als tiefer Einschnitt hinter den Axillae fortsetzt (Abb. 083, 084). Die axillulären Sulci, als dorsale Begrenzung der Axillulae, sind bei *A. vulgaris* schwach ausgeprägt (Abb. 083, 087) und fehlen bei *E. reticulata* (Abb. 088). Bei beiden Arten befindet sich im Bereich der Axillulae ventral eine tiefe, runde Grube (Abb. 083, 088). Das Mesonotum von *E. reticulata* weist nur Spuren einer Skulpturierung auf und erscheint in Dorsalansicht glatt (Abb. 084). Der vordere Bereich des Mesoscutums, der normalerweise vom Pronotum verdeckt wird, ist bei *A. vulgaris* glatt; das Gleiche gilt für den überwiegenden Teil der Seitenlappen des Mesoscutums und für den hinteren Bereich, der an die transscutellare Artikulation angrenzt (Abb. 083, 087). Die Oberflächen von Axillae und Axillulae sind bei *A. vulgaris* glatt, abgesehen von kleinen Warzen auf den Axillae, aus denen jeweils Sensillen entspringen (Abb. 083). Eine durch Foveolae gebildete Frenal-Linie trennt

bei *A. vulgaris* ein glattes Frenum (etwa  $\frac{1}{4}$  der Gesamtlänge des Mesoscutellums) vom schwach skulpturierten Rest des Mesoscutellums ab (Abb. 083). Bei *E. reticulata* fehlt eine derartige Frenal-Linie, allerdings weist das Mesoscutellum dieser Art einen nach oben gewölbten Hinterrand auf, der vorne von einer Reihe kleinerer Foveolae gebildet wird (Abb. 084, 088). Die Frenal-Linie setzt sich bei *A. vulgaris* im Inneren des Mesonotums als Leiste fort (Abb. 085). Auch die axillulären Sulci setzen sich hier als Leisten fort, die allerdings über ihre gesamte Länge mit der Leiste der scutoscutellare Furche verschmolzen sind (Abb. 085). Bei *E. reticulata* sind auch im Inneren des Mesonotums keine Anzeichen von axillulären Sulci erkennbar (Abb. 086).

Das Mesopleuron von *E. reticulata* und *A. vulgaris* unterscheidet sich deutlich und wird deshalb im Folgenden für beide Arten getrennt dargestellt.

Die äußeren Strukturen des Mesopleurons sind bei *E. reticulata* stark reduziert. Die Mesopleuralnaht und der transepimerale Sulcus sind nicht erkennbar (Abb. 089, 090). Die mesofemorale Vertiefung ist schwach angedeutet und wird ventral von dem transepisternalen Sulcus begrenzt (Abb. 089). Dorsal des transepisternalen Sulcus liegen zwei parallele, vertikale Vertiefungen, die sich im Inneren als Apodeme fortsetzen (Abb. 090, 094). Auch die äußerlich erkennbaren procoxalen Vertiefungen setzen sich im Inneren des Mesopectus als Ausbuchtungen fort (Abb. 089, 094). Eine schwache, mediane Linie weist auf den Sternalgrat hin. Auf dieser Linie liegen zwei mesofurcale Gruben, von denen die eine in der vorderen Hälfte des Mesepisternums liegt und die andere, wie bei den Pteromalinae, direkt vor der Carina, die den Vorderrand der mesotrochantinalen Platte markiert (Abb. 089). Die mesotrochantinale Platte umschließt die mesocoxalen Foramina fast vollständig und lässt nur einen kleinen Spalt am Hinterrand der Foramina frei (Abb. 089, 092). Entlang der Medianachse der mesotrochantinalen Platte zieht sich eine Carina (Abb. 089, 092). Der Praepectus von *E. reticulata* bildet einen breiten Streifen, dessen Ventralbereich ein Muster aus median und submedian angeordneten Vertiefungen aufweist (Abb. 097). Die Seitenbereiche des Praepectus sind caudad erweitert, abgerundet und überlappen deutlich das Mesopleuron (Abb. 090).

Die Mesofurca im Inneren des Mesopectus besitzt eine verschmälerte Basis. Die Seitenränder des Sternalgrats verlaufen parallel zueinander (Abb. 096). Die mesofurcale Brücke ist reduziert zu einer dünnen Struktur (Abb. 096). Die Leiste des acropleuralen Sulcus beginnt am dorsalen Rand des Mesopectus unterhalb der Vorderflügelbasis, erreicht aber nicht wie bei den Pteromalinae den Vorderrand des Mesopectus, sondern endet auf der Höhe der bereits beschriebenen vorderen Einbuchtung des Mesopleurons (Abb. 094). Im Gegensatz zu den Pteromalinae ist der Praepectus im Inneren unvollständig vom Mesepisternum abgetrennt und wird nicht durch Leisten unterteilt (Abb. 096).

Bei *A. vulgaris* sind die äußeren Strukturen des Mesopleurons nicht so stark reduziert wie bei *E. reticulata*. Mesofemorale Vertiefung, Mesopleuralnaht und transepisternaler Sulcus sind deutlich erkennbar (Abb. 091). Der transepimerale Sulcus ist stark verkürzt und besteht nur aus einer tiefen Grube, die sich oberhalb der Mesopleuralnaht befindet (Abb. 091). Im Inneren des Mesopectus befindet sich an dieser Stelle ein deutliches Apodem. Die mesofemorale Foramina werden vollständig von der mesotrochantinalen Platte umschlossen (Abb. 091, 095). Der Praepectus von *A. vulgaris* wird wie bei den Pteromalinae im Inneren durch Leisten in zwei Bereiche unterteilt und ist vom Mesepisternum durch eine vollständige Furche abgegrenzt (Abb. 095). Die Leiste des acropleuralen Sulcus erreicht wie bei den Pteromalinae den Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 093). Die Seitenränder des Sternalgrats divergieren bei *A. vulgaris* leicht an der vorderen und hinteren Basis der Mesofurca, und die mesofurcale Brücke ist nicht so stark verschmälert wie bei *E. reticulata* (Abb. 095).

Das Metanotum der Asaphinae weist den gleichen Aufbau wie bei den Pteromalinae auf. Die vordere Reihe aus Foveolae ist auf dem Metanotum von *A. vulgaris* besonders stark ausgeprägt (Abb. 101).

Im Inneren des Metathorax sind die metafurcalen Arme deutlich voneinander getrennt und distal keulenförmig erweitert (Abb. 098-100). Der Sternalgrat ist bereits am Vorderrand des Metepisternums entwickelt (Abb. 099, 100). Die für die Pteromalinae beschriebenen Einfaltungen des Metapectus sind nicht als freie rundliche Strukturen ausgebildet, sondern mit den Basen der metafurcalen Armen verschmolzen (Abb. 099, 100). Bei *E. reticulata* sind die metafurcalen Arme caudad verschoben und befinden sich nicht mehr direkt am Vorderrand des Metepisternums (Abb. 100).

Der Hinterrand des Propodeums ist bei beiden Arten zu einer deutlichen Nucha ausgezogen (Abb. 101, 102). Bei *A. vulgaris* ist die Dorsalseite des Propodeums stark skulpturiert und es lassen sich keine eindeutigen Strukturen wie Plicae, mediane Carina oder Costula erkennen (Abb. 101). Am Vorderrand des Propodeums befindet sich eine Reihe Foveolae (Abb. 101). Die Dorsalseite des Propodeums ist bei *E. reticulata* überwiegend glatt. Eine mediane Carina und die paarigen Plicae sind deutlich erkennbar (Abb. 102). Zwischen den Plicae befinden sich zwei Ränder, die von schwachen Foveolae gebildet werden und von denen einer an der Vorderkante des Propodeums und der andere direkt vor der Nucha liegt (Abb. 102). Der Petiolus ist bei beiden Asaphinae zylinderförmig (Abb. 103, 104) und auf der Dorsalseite besonders stark skulpturiert.

### 3.2.1.6 Pteromalidae, Cleonyminae

Das Pronotum von *Thaumasura* sp. und *Notanisus* sp. verschmälert sich cranial und erscheint in Dorsalansicht glockenförmig (Abb. 106, 108). Bei *Thaumasura* sp. lässt sich das breite, fein skulpturierte Collare vom streifenförmig skulpturierten Collum abgrenzen (Abb. 105). Bei *Notanisus* sp. lassen sich diese Bereiche nicht voneinander trennen, das Pronotum ist fast durchgehend fein skulpturiert (Abb. 108). Die Seitenbereiche und der Hinterrand des Pronotums sind bei beiden Arten glatt (Abb. 105, 108). Bei *Notanisus* sp. befinden sich zusätzlich zwei glatte Flächen auf der Dorsalseite des Pronotums (Abb. 108). Bei *Thaumasura* sp. ist auf dem Pronotum eine mediane Längsnaht angedeutet (Abb. 106). Der Propectus der Cleonyminae weist viele Übereinstimmungen zu den Pteromalinae auf. Allerdings sind die Vorderkanten der profurcalen Arme hier frei und nicht seitlich miteinander verschmolzen (Abb. 109, 110). Bei *Thaumasura* sp. laufen diese Vorderkanten, ähnlich wie bei *Asaphes vulgaris*, in einen spitzen Fortsatz aus (Abb. 109).

Das Mesonotum von *Thaumasura* sp. ist dorsal abgeflacht (Abb. 117). Die Notauli erreichen bei dieser Art außen und innen die transscutellare Artikulation (Abb. 111, 112). Bei *Notanisus* sp. sind die Notauli äußerlich nur schwach angedeutet und unvollständig (Abb. 113) und erreichen auch im Inneren des Mesonotums nicht die transscutellare Artikulation (Abb. 114). Die Axillae werden bei beiden Arten vollständig durch die scutoscutellare Furche vom Mesoscutellum getrennt. Sie grenzen bei *Notanisus* sp. median aneinander (Abb. 113),

während sie bei *Thaumasura* sp. deutlich voneinander getrennt sind (Abb. 111). Beiden Arten fehlen äußerlich auf dem Mesoscutellum und im Inneren des Mesonotums jegliche Anzeichen eines axillulären Sulcus (Abb. 111-114). Bei *Thaumasura* sp. werden die Axillulae dorsal von einer axillulären Carina begrenzt, die nur in Lateralansicht erkennbar ist (Abb. 117). Die glatten Frenal-Arme umschließen bei beiden Arten den ebenfalls glatten Hinterrand des Mesoscutellums (Abb. 115, 117). Bei *Thaumasura* sp. ist der durch Foveolae gebildete Hinterrand (Abb. 119) zu einer **scutellaren Lippe** ausgezogen (Abb. 117).

Auf dem Mesopleuron sind bei beiden Arten Mesopleuralnaht, transepimeraler Sulcus und mesofemorale Vertiefung deutlich erkennbar, während der transepisternale Sulcus nur schwach entwickelt ist (Abb. 116, 117). Das obere Mesepimeron ist bei *Notanisis* sp. völlig glatt und unbehaart (Abb. 116). Bei *Thaumasura* sp. ist ein kleiner Bereich des ansonsten ebenfalls glatten oberen Mesepimerons behaart, der sich unterhalb der subalaren Grube befindet (Abb. 118). Das untere Mesepimeron weist bei *Notanisis* sp. die gleiche Skulpturierung wie das Mesepisternum auf (Abb. 116). Bei *Thaumasura* sp. sind unteres Mesepimeron und oberes Mesepisternum unregelmäßig gestreift und dadurch vom unteren Mesepisternum zu unterscheiden (Abb. 117, 120). Vom Sternalgrat ist bei *Thaumasura* sp. äußerlich nur eine schwache Linie zu sehen, die sich von der mesofurcalen Grube am caudalen Ende des Mesepisternums bis zum Vorderrand des Mesopectus zieht (Abb. 120). Bei *Notanisis* sp. ist dagegen ein Sulcus entwickelt, der nicht bis zum Vorderrand des Mesepisternums reicht.

Der Praepectus der untersuchten Cleonyminae ist stark verbreitert und äußerlich durch eine median unterbrochene Furche vom Mesopectus abgegrenzt (Abb. 116, 120). Die äußerste Spitze des Praepectus überlappt caudad das dahinterliegende Mesopleuron (Abb. 116, 118).

Im Inneren des Mesopectus erreicht die Mesofurca nur bei *Thaumasura* sp. den Hinterrand des Praepectus (Abb. 122). Die Seitenränder des Sternalgrats divergieren leicht an der vorderen und deutlicher an der hinteren Basis der Mesofurca (Abb. 122). Bei *Notanisis* sp. divergieren die Seitenränder nur an der hinteren Basis der Mesofurca (Abb. 121). Die Leisten des acropleuralen Sulcus erreichen bei beiden Arten, wie bei den Pteromalinae, den Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 121-123). Die Eindrücke des transepimeralen Sulcus sind nur schwach ausgebildet. Die Mesopleuralnaht setzt sich bei *Thaumasura* sp. im Inneren

des Mesopectus als deutliche Leiste fort, die sich craniad bis zur Leiste des acroleuralen Sulcus hinzieht (Abb. 122). Der Praepectus wird bei beiden Arten durch zwei breite Leisten unterteilt, die median zu einem breiten Streifen verschmelzen (Abb. 121, 122). Diese Leisten reichen bei *Notanisus* sp. über den Hinterrand des Praepectus hinaus (Abb. 123). Der Praepectus ist bei *Notanisus* sp. im Gegensatz zu *Thaumasura* sp. im Inneren nicht durch eine komplette Furche vom Mesepisternum getrennt (Abb. 121, 122).

Das Metanotum der untersuchten Cleonyminae entspricht dem der Pteromalinae (Abb. 119, 124). Das Metapleuron ist bei *Notanisus* sp. unbehaart und in eine glatte craniale und eine skulpturierte caudale Hälfte unterteilt (Abb. 124). Das Metapleuron von *Thaumasura* sp. ist im caudalen Bereich stark behaart (Abb. 117).

Der ventrale Bereich des Metapleurons, das Metepisternum, wird bei *Notanisus* sp. im Gegensatz zu den Pteromalinae nicht durch eine horizontale Carina unterteilt (Abb. 125). Es ist außerdem nur eine unpaare, mediane metafurcale Grube ausgebildet (Abb. 125). Bei höherer Vergrößerung zeigt sich, dass sie die gemeinsame Mündung von zwei voneinander getrennten Gängen darstellt (Abb. 126). Entlang der Medianachse des Metepisternums zieht sich bei *Notanisus* sp. von der metafurcalen Grube bis zum petiolaren Foramen ein Sulcus, der auf den Sternalgrat hinweist (Abb. 125). Daneben sind auf der vorderen Hälfte des Metepisternums die mesocoxalen Vertiefungen erkennbar (Abb. 125). Die metacoxalen Foramina und das petiolare Foramen sind jeweils von einer Carina umgeben (Abb. 125).

Auf dem Metepisternum von *Thaumasura* sp. ist eine transverse Carina entwickelt (Abb. 129). Die unpaare metafurcale Grube bildet eine kleine, runde Vertiefung (Abb. 129). Eine mediane Längscarina ist im caudalen Bereich des Metepisternums angedeutet (Abb. 129). Die metacoxalen Foramina und das petiolare Foramen werden auch hier von einer Carina umgeben. Vom Seitenrand der metacoxalen Foramina verläuft eine weitere Carina zum Vorderrand des Metepisternums und trennt einen großen, glatten Teil des ventralen Propodeums vom übrigen, skulpturierten Bereich ab (Abb. 129). Die beiden submedianen Abschnitte, die oberhalb der transversen Carina liegen, bilden jeweils eine mesocoxale Vertiefung (Abb. 129).

Die Metafurca ist bei *Notanisus* sp. ähnlich wie bei den Pteromalinae ausgebildet. Die metafurcalen Arme sind voneinander getrennt und der Sternalgrat reicht bis zum Vorderrand des Metepisternums (Abb. 127). Die metafurcalen Arme sind distal keulenförmig verbreitert und nicht mit den seitlichen Einfaltungen des Metapectus verschmolzen (Abb. 127).

Bei *Thaumasura* sp. sind die beiden metafurcalen Arme miteinander verschmolzen (Abb. 128, 130). Der Sternalgrat ist nicht am Vorderrand des Metepisternums erkennbar (Abb. 130), sondern erst weiter caudad ausgebildet (Abb. 128). Die metafurcalen Arme verschmelzen nicht mit den seitlichen Einfaltungen des Metapectus (Abb. 128).

Das Propodeum läuft bei *Notanisus* sp. caudad zu einer Nucha aus und hat, abgesehen von den im Folgenden beschriebenen Foveolae, eine glatte Dorsalseite (Abb. 124). Am Vorderrand des Propodeums befindet sich bei *Notanisus* sp. eine horizontale Linie, die durch Foveolae gebildet wird (Abb. 124). Weitere vertikale Linien aus Foveolae verlaufen bei dieser Art zu beiden Seiten der medianen Carina und jeweils vom Hinterrand des Propodeums bis zu den beiden Stigmen (Abb. 124).

Bei *Thaumasura* sp. ist auf der Dorsalseite des Propodeums keine deutliche Nucha erkennbar (Abb. 119). Zusätzlich zu der seitlichen Callusbehaarung ist auch ein großer Teil der Dorsalfläche des Propodeums stark behaart. Es bleibt lediglich ein vorderer Streifen unbehaart, der etwa auf der Höhe der Stigmen liegt (Abb. 119). Der Vorderrand des Propodeums weist eine durch Foveolae gebildete und median unterbrochene, vertikale Linie auf (Abb. 119). Die nach außen gewölbten Plicae sind weit entfernt von den Stigmen und befinden sich dicht an der kurzen medianen Carina. Zwischen Plicae und medianer Carina befinden sich jeweils zwei weitere submedianen Carinae (Abb. 119). Der zwischen den Plicae gelegene Hinterrand des Propodeums ist charakterisiert durch eine glatte, nach innen gewölbte Carina (Abb. 119).

Der Petiolus von *Thaumasura* sp. ist stark reduziert und ringförmig (Abb. 131). Bei *Notanisus* sp. ist er leicht verlängert und zylinderförmig (Abb. 132).

### 3.2.1.7 Pteromalidae, Spalangiinae

Das Pronotum von *Spalangia nigripes* ist in Dorsalansicht glockenförmig ausgebildet und besitzt ein schnabelartig verlängertes Collum (Abb. 135). Die Trennung von Collum und Collare erfolgt über einen transversen Sulcus, der die Seitenränder des Pronotums nicht erreicht (Abb. 133, 134). Das Collum ist fein netzartig skulpturiert. Sein Vorderrand ist glatt und wird caudal begrenzt von einem zweiten transversen Sulcus (Abb. 134). In Frontalansicht wird deutlich, dass der Vorderrand des Pronotums aufgewölbt ist (Abb. 137). Der dorsale Bereich des Collare weist eine punktierte Cuticula auf. Die punktförmigen Eindrücke sind deutlich voneinander getrennt und umgeben jeweils ein langes Sensillum (Abb. 133, 134). Die Seitenplatte des Pronotums wird dorsal von einem tiefen Einschnitt in die Cuticula begrenzt. Sie ist fein netzartig skulpturiert und unbehaart (Abb. 133). Der glatte Hinterrand des Pronotums wird im Inneren cranial von einer breiten Leiste begrenzt (Abb. 136).

Im Unterschied zu den Pteromalinae sind die Propleura median fast vollständig miteinander verbunden und haben in Frontalansicht einen relativ geraden ventralen Rand (Abb. 137). Das Prosternum ist stark reduziert, sein dorsaler Rand wird aber nicht von den Propleura verdeckt (Abb. 138). Die anterolateralen Kanten der Propleura sind carinat (Abb. 138). Dem Sternalgrat entspricht ein breiter Sulcus auf dem Prosternum (Abb. 137, 138). Neben den Procoxen bildet das Prosternum ventrale Fortsätze aus und läuft median in einen spitzen unpaaren Fortsatz aus (Abb. 137, 138).

Die profurcalen Arme sind schaufelartig verbreitert. Die Schaufeln breiten sich über den gesamten ventralen Propectus aus und sind vollständig mit den stiel förmigen Basen der profurcalen Arme verschmolzen, so dass diese nur noch teilweise erkennbar sind (Abb. 139). Die schmalen, verlängerten propleuralen Arme entspringen an der Basis der Propleura (Abb. 139). Die profurcalen Gruben sind zu winzigen Öffnungen reduziert (Abb. 139).

Auf dem Mesonotum von *S. nigripes* werden die Notauli, die scutoscutellare Furche und die Frenal-Linie durch tief in die Cuticula eingeprägte Foveolae gebildet (Abb. 140). Die Notauli erreichen außen und innen die transscutellare Artikulation (Abb. 140, 141). Die von ihnen abgetrennten Seitenlappen des Mesoscutums sind ähnlich skulpturiert und behaart wie das dorsale Pronotum (Abb. 140). Der vordere Bereich des Mittellappens ist glatt, der hintere Bereich ist unregelmäßiger skulpturiert als die Seitenlappen und schwächer behaart

(Abb. 140). Die transscutellare Artikulation ist seitlich unterbrochen (Abb. 142). Die Axillae sind vergrößert und triangulär geformt. Auf ihrer Cuticula sind nur noch vereinzelt, schwache (aber behaarte) punktförmige Vertiefungen erkennbar (Abb. 140). Das Gleiche gilt, abgesehen vom völlig glatten Frenum, für die Cuticula des Mesoscutellums (Abb. 140). An der Stelle, wo die scutoscutellare Furche auf die transscutellare Artikulation trifft, befindet sich eine tiefe Grube (Abb. 140). Hinter den Axillae, an den Seitenrändern des Mesoscutellums, ist die scutoscutellare Furche erweitert (Abb. 142).

Im Inneren des Mesonotums sind die, im Vergleich zu den Pteromalinae deutlich verkürzten, axillären Phragmata sichtbar. An ihrem Hinterrand befindet sich jeweils eine rundliches Apodem (Abb. 141), das von den äußerlich sichtbaren Vertiefungen an den äußeren Vorderkanten der Axillae hervorgerufen wird (Abb. 140). Die scutoscutellare Furche setzt sich auch im Inneren des Mesonotums als lateral erweiterte Leiste fort (Abb. 141). Die Frenal-Linie bildet hier ebenfalls eine deutlich erkennbare Leiste (Abb. 141).

Das Mesopleuron von *S. nigripes* ist äußerlich überwiegend glatt und lediglich im ventralen Bereich behaart. Die Mesopleuralnaht ist nur rudimentär im cranialen Bereich des Mesopleurons vorhanden und fehlt im caudalen Bereich völlig. Der transepimerale Sulcus ist zu einer rundlichen Vertiefung auf der Cuticula reduziert (Abb. 143). Diese setzt sich im Inneren des Mesopectus als deutliches Apodem fort (Abb. 146). Eine zweite, ähnlich ausgebildete Vertiefung befindet sich an der Stelle, an der die Mesopleuralnaht normalerweise auf das mesocoxale Foramen trifft, also an der Basis der mesofemorale Vertiefung (Abb. 143). Im Gegensatz zu den Pteromalinae ist ein deutlich erkennbar transepisternaler Sulcus ausgebildet (Abb. 144, 145). Er wird von Foveolae gebildet, deren Eindrücke sich im Inneren des Mesopectus als Erhebungen abzeichnen (Abb. 146). Der Sternalgrat wird äußerlich auf dem Mesepisternum durch einen tiefen Sulcus markiert, der sich vom Vorderrand der mesotrochantinalen Platte bis deutlich vor den Hinterrand des Praepectus hinzieht. Im Gegensatz zu den Pteromalinae befindet sich die mesofurcale Grube nicht am Vorderrand der mesotrochantinalen Platte, sondern ist craniad verschoben und liegt innerhalb des erwähnten Sulcus (Abb. 144, 145). Die mesotrochantinale Platte umschließt die mesocoxalen Foramina vollständig und spart keinen membranösen Bereich aus (Abb. 145). Die Medianachse der mesotrochantinalen Platte wird durch eine Carina markiert (Abb. 145).

Dahinter befindet sich an der Verbindungsstelle zum Metepisternum eine zapfenartige, mediane Erweiterung des Metepisternums (Abb. 145).

Der Praepectus von *S. nigripes* ist verbreitert und stark skulpturiert (Abb. 144). Er wird durch eine mediane unterbrochene Furche unvollständig vom Mesepisternum getrennt (Abb. 144). Die Seitenbereiche des Praepectus sind durch eine Carina von dem ventralen Bereich des Praepectus, der normalerweise von den Procoxen verdeckt wird, abgegrenzt (Abb. 143, 144).

Im Inneren des Mesopectus verläuft der Sternalgrat nicht bis zum Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 147). Die Seitenränder des Sternalgrats verlaufen parallel zueinander. In der Seitenansicht ist der Bereich des Sternalgrats, der direkt über der mesofurcalen Grube eingestülpt wurde, stammförmig verdickt und lässt sich dadurch vom schmaleren Rest des Sternalgrats unterscheiden (Abb. 148).

Die Leisten des acropleuralen Sulcus sind bei *S. nigripes* deutlich vom Mesopleuron abgesetzt und erreichen im Gegensatz zu denen der Pteromalinae nicht den Hinterrand des Praepectus (Abb. 146, 147). Der Praepectus ist auch im Inneren median nicht vom Mesepisternum getrennt und wird nicht vollständig durch Leisten unterteilt (Abb. 147).

Das Metanotum von *S. nigripes* unterscheidet sich deutlich von dem der Pteromalinae. Es besteht aus einem anterioren Bereich, der durch eine Reihe Foveolae gekennzeichnet ist, und einem glatten posterioren Bereich. Das Dorsellum wird zu beiden Seiten durch einen Sulcus abgegrenzt (Abb. 149). Das Metapleuron ist stark skulpturiert und behaart und dorsal nicht vom Propodeum abgesetzt (Abb. 143). Die metafurcalen Arme im Inneren des Metathorax sind u-förmig miteinander verschmolzen (Abb. 151). Die Einfaltungen des Metapectus sind vollständig mit den metafurcalen Armen verbunden (Abb. 151). Der verkürzte Sternalgrat ist am Vorderrand des Metepisternums noch nicht erkennbar, erstreckt sich aber caudad bis zum petiolaren Foramen (Abb. 152).

Das Propodeum ist stark skulpturiert. Es wird dorsal von einer medianen Carina unterteilt (Abb. 149). Ähnlich wie bei *Notanisus* sp. verlaufen Reihen aus Foveolae vom Hinterrand des Propodeums bis zu den Stigmen, die direkt an seinem Vorderrand liegen (Abb. 149). Weitere Reihen verlaufen am Vorderrand des Propodeums und zu beiden Seiten der medianen Carina (Abb. 149). Der Vorderrand des Propodeums ist vor den Stigmen unterbrochen (Abb. 149).

Auf dem Propodeum befinden sich zwei glatte, submedian gelegene Felder (Abb. 149). Der Hinterrand des Propodeums ist zu einer deutlichen Nucha ausgezogen (Abb. 149).

Der Petiolus von *S. nigripes* ist stark verlängert und skulpturiert. Seine Seitenränder sind cranial erweitert und überlappen in Dorsal- und Ventralansicht die Nucha des Propodeums (Abb. 135, 144).

### 3.2.2 Ormyridae

Die Cuticula des Pronotums ist bei *Ormyrus* sp., abgesehen von der glatten Seitenplatte, mit unregelmäßigen Querstreifen bedeckt und stark behaart (Abb. 153, 154). Die Propleura umgeben halbreisförmig den dorsolateralen Bereich des Prosternums (Abb. 154). Das Prosternum ist ventral deutlich konvex ausgeschnitten, bildet aber keinen ventralen Fortsatz aus (Abb. 154). Im Inneren des Propectus ist die Profurca ähnlich wie bei den Asaphinae geformt (Abb. 155). Die propleuralen Arme sind stark verkürzt (Abb. 155).

Auf dem Mesonotum fehlen die Notauli, während die scutoscutellare Furche und die axillulären Sulci schwach ausgebildet sind (Abb. 153). Im Inneren des Mesonotums sind die Notauli unvollständig entwickelt. Die Leisten der scutoscutellaren Furche und der axillulären Sulci sind lateral voneinander getrennt.

Die Cuticula des Mesopleurons ist nur ventral im Bereich des Mesepisternums skulpturiert (Abb. 156). Der über der deutlich erkennbaren mesofemorale Vertiefung gelegene Bereich des Mesepimerons ist glatt und wird nicht durch einen transepimeralen Sulcus unterteilt (Abb. 156). Der Sternalgrat ist äußerlich kaum erkennbar. Vor der Carina der mesotrochantinalen Platte liegt die mesofurcale Grube (Abb. 156). Die mesotrochantinale Platte umschließt die mesocoxalen Foramina unvollständig. Der schmale Praepectus ist ventral nicht vollständig vom Mesepisternum abgetrennt (Abb. 156). Der ventrale Bereich des Praepectus wird von seiner erweiterten Vorderkante überlappt (Abb. 156).

Im Inneren des Mesopectus ist der Praepectus wie bei den Pteromalinae vollständig vom Mesepisternum abgetrennt. Die Leisten des acropleuralen Sulcus sind vollständig ausgebildet, und die Mesopleuralnaht zeichnet sich als schwach ausgeprägte Leiste ab.

Die Skulpturierung der Seitenbereiche des Metanotums entspricht bei *Ormyrus* sp. im Wesentlichen dem für die Pteromalinae beschriebenen Typus. Das Dorsellum ist hingegen

völlig glatt (Abb. 157). An seinem Hinterrand sind noch die vertikalen Carinae der reduzierten Foveolae erkennbar (Abb. 157).

Das trianguläre Metapleuron ist schwach streifenförmig skulpturiert und unbehaart (Abb. 153). Um die vergrößerte metacoxalen Foramina läuft eine vollständige Carina, die den posterioren Bereich des Metepisternums vom anterioren Bereich abgrenzt. Direkt am Vorderrand des Metepisternums liegen die paarigen metafurcalen Gruben (Abb. 158). Eine weitere, unpaare Grube liegt caudal zu ihnen auf der medianen Längsachse des Metepisternums (Abb. 158). Im Inneren des Metathorax sind die metafurcalen Arme u-förmig miteinander verschmolzen (Abb. 159). Die Einfaltungen des Metapectus sind nur im proximalen Bereich mit den metafurcalen Armen verbunden (Abb. 159). Der distale Bereich der metafurcalen Arme ist schaufelartig erweitert und läuft cranial in eine Spitze aus (Abb. 159). Der Sternalgrat ist dorsal verlängert und bereits am Vorderrand des Metepisternums sichtbar (Abb. 159).

Das Propodeum ist durch zwei submedianen Carinae charakterisiert (Abb. 157). Entlang des Hinterrands verlaufen zwei Sulci, die jeweils an den Seitenrändern des petiolaren Foramens entspringen (Abb. 157). Es ist keine deutliche Nucha entwickelt (Abb. 157).

Der Petiolus von *Ormyrus* sp. ist zu einer kurzen, ringförmigen Struktur reduziert (Abb. 160).

### 3.2.3 Torymidae

In diesem Abschnitt werden die Unterfamilien Megastigminae und Toryminae behandelt.

Das Pronotum von *Megastigmus dorsalis* (Megastigminae) ist in Dorsalansicht rechteckig und lässt sich nicht eindeutig in ein Collum und in Collare unterteilen (Abb. 161). Die Cuticula ist, abgesehen vom glatten Seitenbereich des Pronotums, unregelmäßig gestreift und behaart (Abb. 161, 164). Das Prosternum weist keinen ventralen Fortsatz auf (Abb. 163). Im Inneren des Propectus sind die propleuralen Arme schwach entwickelt und die profurcalen Arme laufen in breite Schaufeln aus (Abb. 162).

Die Cuticula des Metanotums ist bei *M. dorsalis* unregelmäßig skulpturiert (Abb. 165). Auf dem Mesoscutum sind die Notauli vollständig ausgebildet (Abb. 165). Die scutoscutellare

Furche und die axillulären Sulci verlaufen so dicht zusammen, dass die schmalen Axillulae kaum erkennbar sind (Abb. 164). Die glatten, paarigen Frenal-Arme umgeben die dorsale Frenal-Linie (Abb. 164, 165). Auch im Inneren des Mesonotums sind die Leisten der Notauli vollständig (Abb. 166). Die Leiste der scutoscutellaren Furche ist unterhalb der Axillulae lateral erweitert (Abb. 166). Es sind hier allerdings keine separaten Leisten für die axillulären Sulci ausgebildet.

Auf dem Mesopleuron von *M. dorsalis* sind die schwache Mesopleuralnaht und die mesofemorale Vertiefung erkennbar (Abb. 164). Der schwach ausgebildete transepimerale Sulcus trennt das glatte obere Mesepimeron vom skulpturierten unteren Mesepimeron (Abb. 164). Das glatte Acropleuron wird ventral von einem Sulcus begrenzt, der zugleich die dorsale Begrenzung der mesofemorale Vertiefung bildet (Abb. 164).

Die mesofurcale Grube liegt cranial zu der Carina der mesotrochantinalen Platte (Abb. 163). Der Sternalgrat wird durch einen deutlichen Sulcus markiert, dessen Vorderende leicht erweitert ist, aber keine Grube bildet (Abb. 163). Die mesocoxalen Foramina werden nur anterolateral von der mesotrochantinalen Platte umschlossen und sind im caudalen Bereich von einer Membran umgeben (Abb. 163). Der Praepectus bildet einen breiten Streifen, der vollständig vom Mesepisternum getrennt ist (Abb. 163).

Die caudale Begrenzung des Acropleurons ist im Inneren, ähnlich wie bei *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae), stielförmig erweitert und vom Mesopleuron abgesetzt. Der ventrale Bereich ist hingegen schwach entwickelt und reicht wie bei den Pteromalinae bis zum Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 167). Die Mesofurca trägt ihrer hinteren Basis eine dünne, mediane Leiste (Abb. 167), die bereits für einige Pteromalinae beschrieben wurde. Der Praepectus ist auch im Inneren vollständig vom Mesepisternum getrennt, wird aber nicht median durch Leisten unterteilt.

Das Metanotum von *M. dorsalis* ähnelt insgesamt dem der Pteromalinae. Auf dem Dorsellum ist allerdings eine mediane Längscarina angedeutet (Abb. 169). Das Metapleuron ist genauso unregelmäßig skulpturiert wie das dorsale Propodeum (Abb. 164). Das glatte Metepisternum wird äußerlich von einer vollständigen Carina begrenzt, die vom Hinterrand des petiolaren Foramen bis zum Vorderrand des Metepisternums läuft (Abb. 163). Es wird durch eine weitere, quer verlaufende Carina in einen schmalen anterioren, und einen breiteren

posterioren Bereich getrennt (Abb. 163). Der anteriore Bereich trägt die unpaare metafurcale Grube (Abb. 163). Die paarigen mesocoxalen Vertiefungen sind von einer Carina umgeben und werden normalerweise seitlich vom Mesopleuron verdeckt (Abb. 163). Im posterioren Bereich des Metepisternums liegen die metacoxalen Foramina und das petiolare Foramen. Zwei submedianen Längscarinae führen vom petiolaren Foramen bis zum Hinterrand des anterioren Bereichs des Metepisternums (Abb. 163).

Die Metafurca ist charakterisiert durch metafurcale Arme, die am Vorderrand des Metepisternums voneinander getrennt sind (Abb. 168). Sie sind aber proximal angenähert (Abb. 168). Auf dem ventrad ausgezogenen Metepisternum ist der weitere Verlauf der metafurcalen Arme erkennbar. Danach treffen sie sich unterhalb des metepisternalen Vorderrands und laufen in einen gemeinsamen, ventrad verschobenen Stamm aus (Abb. 168).

Auf dem Propodeum von *M. dorsalis* lassen sich die vorhandenen, unregelmäßigen Strukturen nicht eindeutig der bisher verwendeten Terminologie zuordnen. Der Hinterrand des Propodeums ist leicht ausgezogen zu einer schwachen Nucha (Abb. 165, 169).

Der Petiolus von *M. dorsalis* ist stark reduziert.

Der Propectus der untersuchten Toryminae ähnelt im wesentlichen dem von *M. dorsalis* (Megastigminae), allerdings sind die profurcalen Arme basal stärker verbreitert und die propleuralen Arme insgesamt stärker reduziert (Abb. 183).

Auf dem Pronotum von *Podagrion* sp. ist das verkürzte, größtenteils unbehaarte Collum erkennbar, das sich vom behaarten Collare unterscheiden lässt (Abb. 177). Bei *Torymus bedeguaris* und *Monodontomerus* sp. ist das Collum so stark reduziert, dass eine Unterteilung des Pronotums nur schwer möglich ist (Abb. 170, 182). Die Seitenplatte des Pronotums ist bei allen drei Arten unbehaart (Abb. 170, 177, 182).

Das Mesonotum der Toryminae ist fein netzartig skulpturiert und stark behaart (Abb. 170, 178, 182). Auf dem Mesoscutum sind die Notauli bei allen Arten vollständig (innen und außen) ausgebildet (Abb. 171a, b). Auf dem Mesoscutellum fehlen die axillulären Sulci bei *Podagrion* sp., allerdings ist der Bereich der Axillulae glatt und damit vom Rest des Mesoscutellums unterscheidbar (Abb. 177). Bei *T. bedeguaris* ist ein schwach ausgebildeter axillulärer Sulcus vorhanden (Abb. 182), bei *Monodontomerus* sp. wird der dorsale Bereich

der Axillulae durch eine unregelmäßige Carina markiert (Abb. 170). Im Inneren des Mesonotums ist die dorsale Begrenzung der Axillulae nur bei *T. bedeguaris* sp. durch eine separate Leiste markiert. *Monodontomerus* sp. ist die einzige der untersuchten Toryminae, bei der eine Frenal-Linie entwickelt ist. Sie bildet auch im Inneren des Mesonotums eine Leiste (Abb. 171a, b). Das äußerlich von ihr abgetrennte Frenum ist feiner skulpturiert als das übrige Mesonotum (Abb. 171b). Bei *Podagrion* sp. und *T. bedeguaris* ist der caudale Bereich des Mesoscutellums glatt (Abb. 170, 182). Der Hinterrand des Mesoscutellums wird bei den drei untersuchten Arten durch Foveolae markiert und ist deutlich vom Mesoscutellum abgesetzt (Abb. 171b, 178, 182).

Der Bereich des Mesopleurons, der oberhalb der Mesopleuralnaht liegt, ist bei den drei Arten der Toryminae glatt; ein transepimeraler Sulcus ist ausgebildet (Abb. 170, 177, 182). An der caudalen Basis des äußerlich reduzierten Sternalgrats befindet sich die mesofurcale Grube (Abb. 179, 184). Die mesotrochantinale Platte ist caudal zu den mesocoxalen Foramina unterbrochen. Bei *T. bedeguaris* ist das Mesepimeron durch das dahinterliegende Metapleuron tief eingeschnitten (Abb. 182). Der Praepectus wird bei allen Arten äußerlich durch eine vollständige Furche vom Mesepisternum abgetrennt.

Im Inneren des Mesopectus ist die zum transepimeralen Sulcus gehörende Leiste nur bei *Monodontomerus* sp. (Abb. 173) und *Podagrion* sp. erkennbar. Die für *M. dorsalis* (Megastigminae) beschriebene leistenförmige Struktur an der hinteren Basis der Mesofurca ist nur bei *Monodontomerus* sp. vorhanden. Die Leisten des acroleuralen Sulcus sind bei allen drei Arten vollständig ausgebildet (Abb. 173, 186). Der Praepectus ist auch im Inneren vollständig vom Mesepisternum getrennt und wird median durch zwei Leisten unterteilt (Abb. 173, 185, 186).

Das Metanotum von *T. bedeguaris* und *Podagrion* sp. ähnelt dem der Pteromalinae (Abb. 178, 182). Bei *Monodontomerus* sp. ist das Dorsellum glatt und besitzt wie bei *M. dorsalis* (Megastigminae) eine mediane Carina (Abb. 174). Das Metapleuron ist bei allen Arten durch eine deutliche Furche vom Propodeum abgesetzt (Abb. 170, 177, 182). Es ist bei *Monodontomerus* sp. triangulär, skulpturiert und vollständig behaart (Abb. 170). Bei *Podagrion* sp. ist dieser Bereich relativ groß und ansatzweise rechteckig geformt (Abb. 177). Die Cuticula ist hier glatt und nur an den Außenrändern behaart (Abb. 177). Das Metapleuron

von *T. bedeguaris* ist durch die ventrad ausgezogene, ins Mesepimeron hineinreichende Vorderkante ebenfalls ansatzweise rechteckig ausgebildet (Abb. 182). Die Cuticula ist glatt und nur caudal behaart (Abb. 182). Das glatte Metepisternum wird bei allen drei Arten von einer vollständigen Carina umgeben, die bei *T. bedeguaris* nur um beide metacoxalen Foramina verläuft (Abb. 184), während sie bei den beiden anderen Arten der Toryminae auch das petiolare Foramen mit einschließt (Abb. 179). Das Metepisternum wird bei allen untersuchten Arten durch eine horizontale Carina unterteilt (Abb. 179, 184). Der posteriore Bereich des Metepisternums wird nur bei *Podagrion* sp. (Abb. 179) und *Monodontomerus* sp. durch eine mediane Längscarina unterteilt. Am vorderen Rand des Metepisternums liegt bei allen Arten die unpaare metafurcale Grube (Abb. 179, 184).

Die Metafurca ist bei *Podagrion* sp. und *Monodontomerus* sp. y-förmig ausgebildet (Abb. 175, 176, 180). Die Basis ist bei *Monodontomerus* sp. breit mit dem Mesepisternum verschmolzen (Abb. 175, 176), bei *Podagrion* sp. sind zusätzlich noch die ventralen Seiten der metafurcalen Arme mit dem Metepisternum verschmolzen (Abb. 180). Bei beiden Arten lässt sich zwischen den verschmolzenen metafurcalen Armen der Sternalgrat erkennen (Abb. 175, 180). Die Metafurca ist bei beiden Arten nicht mit den abgerundeten Einfaltungen des Metapectus verbunden (Abb. 175, 176, 180). Bei der Metafurca von *T. bedeguaris* sind die metafurcalen Arme nicht miteinander verschmolzen, aber ähnlich wie bei *M. dorsalis* proximal angenähert und distad divergierend (Abb. 187). Der Sternalgrat entspringt am Vorderrand des Metepisternums (Abb. 187). Die Einfaltungen des Metapectus sind deutlich von den metafurcalen Armen getrennt (Abb. 187).

Das Propodeum von *Monodontomerus* sp. ist überwiegend glatt. Der Vorderrand wird von einer Reihe aus Foveolae begrenzt, die im medianen Bereich caudad ausgezogen ist (Abb. 174). Die mediane Carina ist vollständig ausgebildet. Vom Hinterrand des Propodeums zieht ein Paar Foveolae zu den Stigmen (Abb. 174). Der Hinterrand des Propodeums ist zu einer schwachen Nucha ausgezogen (Abb. 174).

Bei *Podagrion* sp. ist das Propodeum skulpturiert. Vom Hinterrand ziehen zwei diagonale Carinae zum Vorderrand des Propodeums (Abb. 178). Es ist eine sehr schwach entwickelte Nucha vorhanden (Abb. 178).

Das Propodeum von *T. bedeguaris* ist glatt und, vom Callusbereich abgesehen, unbehaart (Abb. 182). Am Vorderrand ist eine schmale Reihe schwach in die Cuticula eingepprägter Foveolae entwickelt (182). Es ist keine ausgeprägte Nucha vorhanden.

Der Petiolus von *Podagrion* sp. ist ventral erweitert (Abb. 181). Bei *T. bedeguaris* und *Monodontomerus* sp. (Abb. 174) ist der Petiolus dagegen stark reduziert.

### 3.2.4 Eurytomidae

Das vergrößerte Collare von *Eurytoma* sp. und *Tetramesa* sp. (beide Eurytominae) wirkt in Dorsalansicht rechteckig (Abb. 191). Es ist bei beiden Arten punktförmig skulpturiert und behaart (Abb. 188, 190). Das kurze Collum ist durch eine median unterbrochene Carina vom Collare abgesetzt. Die Seitenbereiche des Pronotums und das Collum sind sehr fein skulpturiert und unbehaart (Abb. 188, 190).

Das Prosternum hat einen geraden ventralen Rand (Abb. 189). Die propleuralen Arme im Inneren des Propectus sind fast vollständig reduziert.

Auf dem Mesonotum sind die Notauli bei beiden Arten äußerlich vollständig, erreichen also die transscutellare Artikulation (Abb. 188, 191). Die Notauli setzen sich bei *Tetramesa* sp. in Leisten fort, die im Inneren des Mesonotums nicht die transscutellare Artikulation erreichen (Abb. 192b). Bei *Eurytoma* sp. sind die Leisten hingegen auch im Inneren vollständig ausgebildet (Abb. 192a). Die scutoscutellare Furche ist bei beiden Arten äußerlich deutlich ausgeprägt, während die axillulären Sulci nur schwach angedeutet sind (Abb. 188, 191). Die Seitenplatte der Axilla ist glatt (*Tetramesa* sp.) oder schwach unregelmäßig skulpturiert (*Eurytoma* sp.). Die glatten Frenal-Arme reichen bei beiden Arten ein Stück in den skulpturierten Bereich des Mesoscutellums hinein (Abb. 188, 191). Im Inneren des Mesonotums ist die Leiste der scutoscutellaren Furche bei *Tetramesa* sp. lateral erweitert (Abb. 192b) im Gegensatz zu *Eurytoma* sp. (Abb. 192a). Die axillären Phragmata sind bei *Tetramesa* sp. verkürzt (Abb. 192b).

Auf dem Mesopleuron ist die mesofemorale Vertiefung schwach erkennbar (Abb. 188, 190). Der transepimerale Sulcus beider Arten, der transepisternale Sulcus ist nur bei *Eurytoma* sp. zu erkennen und zieht sich hier von der Vorderkante der mesotrochantinalen Platte bis zum

Hinterrand des Praepectus (Abb. 189). Der anteriore Bereich des unteren Mesepisternums ist bei *Eurytoma* sp. glatt und geht ohne deutliche Trennung direkt in den ventralen Bereich des verbreiterten Praepectus über (Abb. 189). Der anteriore Bereich des unteren Mesepisternums wird vom oberen Mesepisternum durch eine Carina abgegrenzt, die zugleich die innere Begrenzung des transepisternalen Sulcus darstellt (Abb. 189). Die Abgrenzung zum posterioren Bereich des unteren Mesepisternums erfolgt über zwei craniad ziehende Carinae (Abb. 189). Diese treffen sich median an der vorderen mesofurcalen Grube (Abb. 189). Letztere liegt am cranialen Ende des Sternalgrats, vom dem äußerlich eine Naht erkennbar ist, die bis zur zweiten (hinteren) mesofurcalen Grube führt (Abb. 189). In der Verlängerung dieser Naht befinden sich auf dem Praepectus eine mediane Längscarina und auf der mesotrochantinalen Platte ein tiefer medianer Eindruck (Abb. 189). Die mesocoxalen Foramina sind vollständig von der Cuticula der mesotrochantinalen Platte umgeben.

Die für *Eurytoma* sp. beschriebene Unterteilung des unteren Mesepisternums ist bei *Tetramesa* sp. nicht vorhanden (Abb. 190). Die Naht des Sternalgrats verläuft von der mesofurcalen Grube bis kurz vor den Vorderrand des Mesepisternums. Hier ist keine zweite mesofurcale Grube vorhanden, sondern nur eine rundliche Verbreiterung dieser Naht. Der Praepectus ist bei *Tetramesa* sp. durch eine fast vollständige Furche vom Mesepisternum abgetrennt, die nur in einem schmalen, medianen Bereich unterbrochen ist (Abb. 190).

Im Inneren des Mesopectus ist die Leiste des acropleuralen Sulcus nur bei *Tetramesa* sp. ausgebildet (Abb. 193). Der Praepectus ist innerlich entweder durch eine vollständige Furche vom Mesopectus getrennt (*Tetramesa* sp.) (Abb. 193) oder nur unvollständig abgeteilt (*Eurytoma* sp.). Bei beiden Arten wird der Praepectus nicht vollständig durch die Leisten des Vorderrands unterteilt (Abb. 193).

Das Metanotum von *Eurytoma* sp. ähnelt dem von *Antrocephalus* sp. (Chalcididae: Haltichellinae, Abb. 204). Allerdings sind hier die beiden wellenförmigen Strukturen auf dem Dorsellum fast vollständig miteinander verschmolzen. Bei *Tetramesa* sp. ist das Dorsellum unregelmäßig skulpturiert (Abb. 194).

Das Metapleuron ist bei beiden Arten ähnlich skulpturiert wie das Propodeum und nicht durch eine dorsale Begrenzung von ihm abgetrennt (Abb. 188, 190). Vom lateralen Bereich des Metepisternums wird ein glatter Bereich durch eine Carina abgetrennt (Abb. 189). Eine median unterbrochene, horizontale Carina ist bei beiden Arten vorhanden und unterteilt das

mediane Metepisternum weiter in einen anterioren und einen posterioren Bereich (Abb. 189). Im anterioren Bereich befinden sich die besonders deutlich ausgeprägten, paarigen metafurcalen Gruben (Abb. 189). Im posterioren Bereich verlaufen zwei submediane Längscarinae bis zum petiolaren Foramen (Abb. 189).

Im Inneren des Metathorax sind die metafurcalen Arme bei *Tetramesa* sp. von den Einfaltungen des Metapectus deutlich getrennt (Abb. 195) und damit von *Eurytoma* sp. (Abb. 196) unterscheidbar. Der Sternalgrat ist bei beiden Arten verlängert und schon am Vorderrand des Metepisternums sichtbar (Abb. 195, 196).

Auf dem stark skulpturierten Propodeum befinden sich bei beiden Arten zwei unregelmäßige, submediane Längscarinae (Abb. 194). Es ist keine deutliche Nucha ausgebildet (Abb. 194).

Der Petiolus ist bei beiden Arten skulpturiert und bei *Eurytoma* sp. stark verlängert.

### 3.2.5 Chalcididae

Die Cuticula des Pronotums von *Antrocephalus* sp. (Haltichellinae) ist dicht und vollständig punktiert. Aus den Punkten entspringen lange Sensillen (Abb. 197). Die Trennung von Collum und Collare erfolgt durch eine scharfe, median unterbrochene Carina (Abb. 197).

Das Prosternum ist ventral nur leicht ausgebuchtet und läuft nicht in einen spitzen Fortsatz aus. Im Inneren des Propectus sind die profurcalen Arme bereits im proximalen Bereich stark verbreitert (Abb. 198). Die propleuralen Arme sind stark entwickelt und apikal abgerundet (Abb. 198).

Das Mesonotum von *Antrocephalus* sp. weist äußerlich die gleiche Skulpturierung wie das Pronotum auf (Abb. 199b). Die Notauli sind vollständig (innen und außen), und die transscutellare Artikulation ist seitlich nicht unterbrochen (Abb. 199a, b). Die scutoscutellare Furche trennt die schmalen Axillae vom Mesoscutellum ab und ist im Inneren des Mesonotums als gebogene Leiste erkennbar (Abb. 199a). Von den axillulären Sulci fehlen jegliche Ansätze, sowohl außen auf dem Mesoscutellum als auch im Inneren des Mesonotums. Die axillären Phragmata im Inneren des Mesonotums sind stark verkürzt und haben einen geraden Vorderrand (Abb. 199a). Die Seitenplatte der Axilla bildet keine einheitliche Platte, sondern besteht aus zerklüfteten Aufwölbungen der Cuticula (Abb. 200).

Die glatten Frenal-Arme laufen in den stark aufgewölbten Hinterrand des Mesoscutellums aus (Abb. 200). Der Hinterrand ist median scharf eingeschnitten und bildet dadurch zwei submedianen Fortsätze (Abb. 199a, 200).

Auf dem Mesopleuron von *Antrocephalus* sp. ist die mesofemorale Vertiefung deutlich ausgebildet und streifenförmig skulpturiert (Abb. 201). Ein transepimeraler Sulcus fehlt ebenso wie ein transepisternaler Sulcus. Die mesotrochantinale Platte wird median durch eine tiefe Längsfurche unterbrochen und umgibt die mesocoxalen Foramina vollständig (Abb. 202). Das Mesepimeron und der posteriore Bereich des Mesepisternums sind punktförmig skulpturiert und behaart (Abb. 201). Der anteriore Bereich des Mesepisternums ist glatt und durch eine Carina vom posterioren Bereich abgetrennt (Abb. 201). Darüber hinaus ist er median entlang des Sternalgrats erhöht und bildet insgesamt eine Führung für die Procoxen (Abb. 201). Der Praepectus ist zu einem schmalen Streifen reduziert, der durch eine median unterbrochene Querfurche unvollständig vom Mesopleuron abgetrennt ist (Abb. 201). Die Seitenbereiche des Praepectus sind caudad leicht erweitert und abgerundet. Sie überlappen das dahinterliegende Mesopleuron (Abb. 201).

Im Inneren des Mesopectus sind auf der Höhe des acropleuralen Sulcus zwei Apodempaaare sichtbar (Abb. 203). Der Praepectus ist innerlich vollständig vom Mesopleuron getrennt und wird nicht durch Leisten unterteilt.

Die Seitenbereiche des Metanotums werden bei *Antrocephalus* sp. durch eine Reihe aus Foveolae gebildet und weisen jeweils einen schmalen Vorder- und Hinterrand auf (Abb. 204). Auf dem Dorsellum verläuft der Hinterrand in zwei submedianen Wellen (Abb. 204).

Das Metapleuron und die lateralen Bereiche des Metepisternums sind punktförmig skulpturiert. Sie setzen sich deutlich vom glatten ventralen Bereich des Metepisternums ab (Abb. 205). Diesen Bereich umgibt eine Carina, die vom petiolaren Foramen seitlich zu den metacoxalen Foramina und weiter bis zum Vorderrand des Metepisternums verläuft (Abb. 205). Das Metepisternum wird quer durch eine horizontale Carina und längs durch eine mediane Carina unterteilt (Abb. 205). Im vorderen Bereich des Metepisternums, direkt an dem Übergang zum skulpturierten Bereich, liegen die paarigen mesocoxalen Vertiefungen (Abb. 205).

Im Inneren sind die metafurcalen Arme mit den Einfaltungen des Metapectus verschmolzen (Abb. 206). Der Sternalgrat erstreckt sich bis zum Vorderrand des Metepisternums und ist

stark vergrößert. Er ist breiter als der proximale Bereich der metafurcalen Arme und erreicht dorsal annähernd die Höhe, auf der die metafurcalen Arme mit den metapleuralen Apodemen artikulieren (Abb. 206).

Das Propodeum ist stark skulpturiert. Die Skulpturierung ist netzartig, unregelmäßig und insgesamt gröber als im Bereich des Metapleurons (Abb. 204). Auf der Dorsalseite befinden sich zwei submediane Carinae (Abb. 204). Es ist keine Nucha ausgebildet.

Der verkürzte Petiolus von *Antrocephalus* sp. ist stark skulpturiert und besitzt zwei laterale Fortsätze.

### 3.2.6 Leucospidae

Das Pronotum von *Leucospis* sp. ist vergrößert und in Dorsalansicht rechteckig. Es ist punktförmig skulpturiert und behaart (Abb. 207). Das Collum kann nicht vom Collare unterschieden werden (Abb. 207). In Lateralansicht ist der vor den mesothoracalen Stigmen gelegene Bereich des Pronotums rechtwinklig eingeschnitten (Abb. 207). Vor dem Hinterrand des Pronotums verläuft eine auffällige Carina (Abb. 207).

Das Prosternum hat einen geraden ventralen Rand (Abb. 210). Im Inneren des Propectus sind die Schaufeln der profurcalen Arme stark verbreitert (Abb. 208). Der basale, stielförmige Bereich der profurcalen Arme bleibt allerdings deutlich erkennbar. Die propleuralen Arme sind kräftig entwickelt (Abb. 208).

Das Mesonotum weist eine ähnliche Skulpturierung auf wie die bereits für *Antrocephalus* sp. und die beiden Eurytominae beschriebene (Abb. 209a). Die Notauli sind äußerlich völlig reduziert und im Inneren des Mesonotums nur im anterioren Bereich vorhanden (Abb. 209a, b). Die transscutellare Artikulation ist seitlich unterbrochen (Abb. 209a). Der mediane Bereich der transscutellaren Artikulation besitzt zwei craniad auslaufende Außenränder (Abb. 209a). Die scutoscutellare Furche ist äußerlich nicht erkennbar. Ihre innere Leiste liegt dicht an der transscutellaren Artikulation an und verzweigt sich an ihren äußersten Enden (Abb. 209a, b). Die glatten Praeaxillae sind, ebenso wie die darüber liegenden Tegulae, verschmälert und erstrecken sich über die Gesamtlänge des Mesoscutums bis zu den mesothoracalen Stigmen (Abb. 207). Die Axillae sind fast vollständig zu winzigen, ovalen

Flächen reduziert, ihre glatten Seitenplatten sind schmal und stark behaart (Abb. 207). Die glatten Axillulae sind ebenfalls nur angedeutet (Abb. 207).

In Lateralansicht ist auf dem Mesopleuron caudal die kurze mesofemorale Vertiefung und cranial dazu eine schmale procoxale Vertiefung erkennbar (Abb. 207). Die Cuticula beider Vertiefungen ist glatt. Die Mesopleuralnaht ist schwach erkennbar, transepimeraler und transepisternaler Sulcus fehlen. Der Bereich des Mesepimeron ist genauso skulpturiert und behaart wie das Mesonotum (Abb. 207). Das Metepisternum ist feiner skulpturiert und kaum behaart (Abb. 210). Die mesofurcale Grube liegt cranial zu der Carina der mesotrochantinalen Platte (Abb. 210). Die mesocoxalen Foramina sind vollständig von der mesotrochantinalen Platte umgeben (Abb. 212). Der Praepectus ist ventral stark reduziert. Sein Lateralbereich ist cranial eingeschnitten für die Aufnahme der mesothoracalen Stigmen (Abb. 207).

Im Inneren des Mesopectus zeichnen sich deutlich die procoxalen und die mesofemorale Vertiefungen ab (Abb. 211). Vor der mesofemorale Vertiefung verläuft im Inneren eine breite Leiste auf der Höhe der äußerlich nur schwach erkennbaren Mesopleuralnaht (Abb. 211). Sie trifft cranial auf die Leiste des acropleuralen Sulcus (Abb. 211, 212). Die Seitenränder des Sternalgrats divergieren an der vorderen Basis der Mesofurca stark (Abb. 213). Der Praepectus ist innerlich fast vollständig vom Mesepisternum abgetrennt (Abb. 213).

Auf dem Metanotum von *Leucospis* sp. ist das Dorsellum durch eine v-förmige Carina von den Seitenbereichen abgegrenzt (Abb. 216). Das ventrale Bereich des Metapleurons, das Metepisternum, ist glatt (Abb. 210), während der laterale Bereich stark skulpturiert ist (Abb. 207). Am Vorderrand des Metepisternums befindet sich die unpaare metafurcale Grube (Abb. 210). Im Inneren des Metathorax sind die metafurcalen Arme median miteinander verbunden (Abb. 214, 215). Die Einfaltungen des Metapectus ziehen sich fast über die Gesamtbreite des Metepisternums hin und sind mit der Metafurca verschmolzen (Abb. 214, 215). Der Sternalgrat ist nicht am Vorderrand des Mesepisternums erkennbar, sondern erst weiter caudad ausgebildet (Abb. 215).

Das Propodeum ist schmal und das große petiolare Foramen dorsad verschoben (Abb. 216). Auf dem schmalen Grat zwischen dem propodealen Foramen und dem Vorderrand ist eine

mediane Längscarina ausgebildet. Zwischen den Stigmen und dem petiolaren Foramen befindet sich jeweils ein angedeuteter Sulcus.

Der Petiolus ist reduziert und ringförmig (Abb. 216).

### 3.2.7 Eucharitidae

Das Mesosoma von *Schizaspidia nasua* (Eucharitinae) ist im Vergleich zu den bisher beschriebenen Chalcidoidea stark abgewandelt. In Seitenansicht ist die Längsachse stark verkürzt. Die Bereiche, die normalerweise über das Mesonotum hinausragen (Metanotum+Propodeum, Pronotum) sind nach innen verschoben, pressen das Mesopleuron zusammen und werden insgesamt caudal und cranial vom Mesonotum überragt (Abb. 220). Dadurch entspricht bei *S. nasua* die Höhe des Mesosomas in etwa seiner Gesamtlänge (ohne die mesoscutellaren Fortsätze).

Das Pronotum ist stark reduziert und grenzt mit seinem Hinterrand direkt an den Vorderrand des Mesoscutums (Abb. 217). Das Pronotum ist vollständig mit dem schmalen Propectus verwachsen (Abb. 218, 224). Die mesothoracalen Stigmen liegen innerhalb der Cuticula der verschmolzenen Bereiche (Abb. 218).

Das Prosternum ist auf eine kleine Fläche reduziert, sein dorsolateraler Rand wird nicht von den Propleura bedeckt (Abb. 217). Im Inneren des Propectus sind die profurcalen Arme dorsal verschmolzen und bilden eine **profurcale Brücke** (Abb. 219). Die propleuralen Arme sind deutlich entwickelt (Abb. 219). Die Prospina deutet auf die Segmentgrenze zwischen Prothorax und Mesothorax hin und ist leicht verlängert (Abb. 219).

Der Vorderrand des Mesonotums ist submedian auf der Höhe der mesothoracalen Stigmen eingeschnitten (Abb. 217). Die Notauli erreichen die transscutellare Artikulation (innen und außen) (Abb. 222, 223). Die transscutellare Artikulation ist gerade und vollständig entwickelt. Das Mesoscutum ist in Dorsalansicht breiter als das Mesoscutellum. Die schmalen Axillae grenzen direkt aneinander, so dass die scutoscutellare Furche äußerlich nicht die transscutellare Artikulation erreicht (Abb. 223). Es sind keine Ansätze von axillulären Sulci vorhanden. Im Inneren des Mesonotums ist die Trennung von transscutellarer Artikulation und scutoscutellarer Furche noch deutlicher. Die Leiste der scutoscutellaren Furche ist von

der transscutellaren Artikulation caudad verschoben und läuft in deutlichem Abstand fast parallel zu ihr (Abb. 222). Die Konturen der Axillae sind im Inneren des Mesonotums nicht erkennbar. Die axillären Phragmata sind verkürzt, und das 1. Phragma ist reduziert (Abb. 222). Das Mesoscutellum bildet caudal zwei Fortsätze aus (Abb. 220, 222, 223). Der Hinterrand des Mesoscutellums wird durch eine Reihe Foveolae markiert (Abb. 226).

Auf dem lateralen Mesopleuron von *S. nasua* sind nur die Mesopleuralnaht und der acropleurale Sulcus deutlich erkennbar (Abb. 220). Auf dem ventralen Mesopleuron fehlt ein äußerlicher Hinweis auf den Sternalgrat. Die mesotrochantinale Platte umschließt vollständig die runden mesocoxalen Foramina (Abb. 221). Die große mesofurcale Grube befindet sich zwischen den mesocoxalen Foramina (Abb. 221). Der ventrale Bereich des Praepectus ist zu einer schmalen Leiste reduziert, die vollständig vom Mesopleuron getrennt ist (Abb. 221). Cranial zu ihr befindet sich die mediane Vertiefung der Prospina (Abb. 221).

Im Inneren des Mesopectus ist die mesofurcale Brücke noch erkennbar, aber über ihre gesamte Breite mit der Mesofurca verschmolzen (Abb. 224). Die Leiste des acropleuralen Sulcus ist vollständig ausgebildet (Abb. 224).

Das Metanotum von *S. nasua* besteht in den Seitenbereichen aus Foveolae (Abb. 226). Eine Carina verläuft vom Hinterrand der Seitenbereiche bis zum Vorderrand des Metanotums (Abb. 226). Das grob skulpturierte Metapleuron ist äußerlich nicht vom Propodeum zu trennen. Auf dem schmalen Metepisternum ist die unpaare metafurcale Grube caudad in Richtung des petiolaren Foramens verschoben (Abb. 221). Die Metafurca von *S. nasua* besteht aus einer stammartigen Basis, die sich dorsolateral in zwei gebogene metafurcale Äste fortsetzt (Abb. 225). Der Sternalgrat verläuft vor und hinter dieser Basis bis hin zum petiolaren Foramen. Die Einfaltungen des Metapectus sind deutlich von der Metafurca getrennt (Abb. 225).

Die kleinen Stigmen liegen am Vorderrand des Propodeums, der von einer Reihe aus Foveolae markiert wird (Abb. 226). Der fast völlig glatte Petiolus ist zylinderförmig und stark verlängert.

### 3.2.8 Perilampidae

Die dorsalen und lateralen Bereiche des Pronotums von *Perilampus* sp. (Perilampinae) sind punktförmig skulpturiert und behaart (Abb. 227). Der breite anteriore Bereich des Pronotums ist, abgesehen von einer halbkreisförmigen Reihe aus Foveolae, glatt. (Abb. 227). Das Pronotum ist mit dem Praepectus verschmolzen, allerdings ist die Begrenzungslinie zwischen beiden Bereichen im Gegensatz *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae) außen und innen noch vollständig erkennbar (Abb. 227, 228). Die Hinterränder der mesothoracalen Stigmen werden von den verlängerten postspiraculären Apodemen begrenzt (Abb. 228).

Das Prosternum läuft ventrad zu einem spitzen Fortsatz aus (Abb. 227). Im Inneren des Propectus von *Perilampus* sp. sind die profurcalen Arme wie bei *S. nasua* über eine profurcale Brücke miteinander verbunden (Abb. 229). Die propleuralen Arme sind auch hier stark entwickelt (Abb. 229).

Das Mesonotum von *Perilampus* sp. ist punktförmig skulpturiert und behaart. Davon ausgespart bleiben nur die streifenförmigen Bereiche des Mesoscutums, die äußerlich an die vollständigen Notauli angrenzen, sowie die Axillulae und die äußeren Hälften der Axillae (Abb. 230, 233). Die transscutellare Artikulation ist auf der Höhe der Axillae unterbrochen. Die scutoscutellare Furche trennt die Axillae vollständig voneinander (Abb. 230). Die Frenal-Arme laufen am Hinterrand des Mesoscutellums in eine breite Frenal-Linie aus (Abb. 232). Hinter der carinaten Frenal-Linie befindet sich ein doppelter Rand, bestehend aus dem eigentlichen, durch Foveolae gebildeten Hinterrand und aus einem zweiten, davor liegenden, ebenfalls durch Foveolae gebildeten Rand, der als Frenum bezeichnet werden kann (Abb. 232).

Im Inneren des Mesonotums sind die vollständigen Leisten der Notauli und die reduzierten axillären Phragmata erkennbar (Abb. 231). Neben der Leiste der scutoscutellaren Furche ist keine innere Begrenzung der Axillulae erkennbar (Abb. 231).

Auf dem Mesopleuron von *Perilampus* sp. sind die mesofemorale Vertiefung, die Mesopleuralnaht und der transepimerale Sulcus erkennbar (Abb. 227). Insgesamt ist das Mesopleuron durch eine Vielzahl aus unregelmäßigen, behaarten Punktreihen charakterisiert

(Abb. 227, 234). Die mesofurcale Grube liegt zwischen den mesocoxalen Foramina (Abb. 234). Letztere werden nicht vollständig von der mesotrochantinalen Platte umschlossen. Im Inneren des Mesopectus ist die vordere Basis der Mesofurca stark verbreitert, im Gegensatz zur schmalen hinteren Basis, die sich auf der Höhe der mesofurcalen Grube befindet (Abb. 235). Die Leisten des acropleuralen Sulcus sind deutlich am vorderen Seitenrand des Mesopectus erkennbar (Abb. 235). Der Praepectus setzt sich im Inneren nicht vom Mesopectus ab (Abb. 235). Die Position seines Vorderrands wird durch die zapfenförmige Prospina angedeutet (Abb. 235). Zu beiden Seiten der Prospina befinden sich zwei kleine Gruben (Abb. 235).

Das Metanotum von *Perilampus* sp. weist die gleichen Charakteristika auf, die bereits für die Pteromalinae beschrieben wurden (Abb. 230). Das kleine Metapleuron wird äußerlich durch einen Sulcus vom Propodeum abgegrenzt (Abb. 227). Am Vorderrand des Metepisternums liegt die unpaare metafurcale Grube (Abb. 234). Im Inneren des Metathorax sind die metafurcalen Arme u-förmig miteinander verschmolzen (Abb. 236). Der Sternalgrat reicht nicht ganz bis zum Vorderrand des Metepisternums. Die Einfaltungen des Metapectus sind nicht mit den metafurcalen Armen verbunden (Abb. 236).

Auf dem Propodeum von *Perilampus* sp. verläuft eine mediane Carina (Abb. 230). Am Vorderrand befindet sich eine breite Reihe aus Foveolae (Abb. 230). Die Cuticula des Propodeums weist zwei glatte, sublaterale Flächen auf und ist ansonsten grob skulpturiert (Abb. 230).

Der Petiolus von *Perilampus* sp. ist moderat verlängert (Abb. 227, 230) und durch zwei seitliche Fortsätze charakterisiert.

### 3.2.9 Eulophidae

Es folgen die Beschreibungen des Mesosomas von *Aprostocetus* sp. (Tetrastichinae) und *Entedon ergias* (Entedoninae).

Das Pronotum von *Aprostocetus* sp. (Tetrastichinae) ist netzartig skulpturiert und behaart (Abb. 237). Im Inneren des Propectus laufen die profurcalen Arme in schmale Schaufeln aus,

deren Vorderkanten distal erweitert sind (Abb. 238). Die propleuralen Arme sind stark reduziert (Abb. 238).

Die Notauli des Mesonotums sind äußerlich tief eingeschnitten und vollständig (Abb. 237). Die Axillae sind craniad verschoben, so dass die transscutellare Artikulation nicht mehr als gerade Furche verläuft (Abb. 237). Der Mittellappen des Mesoscutums wird von einem medianen Sulcus in Längsrichtung unterteilt (Abb. 237). Die scutoscutellare Furche ist äußerlich nur undeutlich erkennbar (Abb. 237). Die axillulären Sulci sind schwach entwickelt und verlaufen parallel zur Längsachse (Abb. 237). Neben den axillulären Sulci sind zwei tiefe submediane Sulci entwickelt (Abb. 237). Auf dem ansonsten unbehaarten Mesoscutellum befinden sich zwei verlängerte Sensillenpaare (Abb. 237). Die Cuticula ist in dem Übergangsbereich von Axillae und Axillulae leistenförmig aufgewölbt (Abb. 237). Im Inneren des Mesonotums markieren zwei schmale Leisten den Verlauf der transscutellaren Artikulation und der scutoscutellaren Furche. Die axillulären Sulci setzen sich in eine separate Leiste fort (Abb. 239). Die Innenseite des Mesoscutellums wird, abgesehen von einem v-förmigen medianen Einschnitt, durch eine zweite Cuticulawand verdeckt, die sich von der scutoscutellaren Leiste caudad zum Hinterrand des Mesoscutellums hinzieht (Abb. 239).

Die äußeren Strukturen des Mesopleurons sind bei *Aprostocetus* sp. zum größten Teil reduziert. Es sind aber eine deutliche Mesopleuralnaht und ein transepimeraler Sulcus entwickelt (Abb. 237). Die mesofurcale Grube liegt cranial zu der Carina der mesotrochantinalen Platte. Die Mesocoxen werden nicht vollständig von der Cuticula der mesotrochantinalen Platte umschlossen. Der Praepectus scheint bei *Aprostocetus* sp. vollständig mit dem Mesopleuron verschmolzen zu sein. Während bei den bisher beschriebenen Arten zumindest der laterale Bereich durch eine tiefe Furche vom Mesopleuron getrennt wurde, ist hier nur ein flacher Sulcus vorhanden (Abb. 237). Im Inneren des Mesoplectus bilden die mesofurcalen Apodeme keine vollständige mesofurcale Brücke aus (Abb. 240, 241). Die Leisten des transepimeralen Sulcus, der Mesopleuralnaht und des acropleuralen Sulcus sind jeweils vollständig entwickelt (Abb. 240, 241). Der Praepectus wird durch zwei Leisten unterteilt. Diese unterbrechen die Leiste, die den Mesoplectus vom Praepectus abtrennt, und reichen fast bis zur vorderen Basis der Mesofurca (Abb. 240, 241).

Auf den Seitenbereichen des Metanotums von *Aprostocetus* sp. sind die Längsleisten der Foveolae fast vollständig reduziert. Der glatte Hinterrand geht direkt in das glatte Dorsellum über (Abb. 237).

Das dreieckige Metapleuron ist äußerlich durch eine Naht vom Propodeum abgetrennt (Abb. 237). Die unpaare metafurcale Grube liegt am Vorderrand des Metepisternums.

Im Inneren des Metathorax ist die Metafurca durch v-förmig verschmolzene, schmale metafurcale Arme charakterisiert (Abb. 242). Der Sternalgrat ist zu einer kurzen Struktur reduziert und liegt hinter der Metafurca (Abb. 242). Am Vorderrand des Metepisternums liegen die freien Einfaltungen des Metapectus (Abb. 242). Die Cuticula, die sich zwischen dem petiolaren Foramen und den metacoxalen Foramina befindet, ist größtenteils schwach sklerotisiert, wird aber durch leistenförmige Verstrebungen verstärkt (Abb. 242).

Auf dem glatten Propodeum ist das petiolare Foramen leicht craniad verschoben. Davor liegt eine mediane Carina. Die runden Stigmen sind relativ groß entwickelt (Abb. 237).

Der Petiolus von *Aprostocetus* sp. ist stark reduziert.

Das Pronotum von *Entedon ergias* (Entedoninae) ist fast durchgehend netz- bis wabenförmig skulpturiert (Abb. 243). Der Übergang vom breiten Collum ins dorsal stark reduzierte Collare wird durch eine Carina markiert. An den Seiten des Collare befindet sich jeweils eine auffällige Erhebung (Abb. 243). Der Hinterrand des Pronotums wird von langen Sensillen begrenzt (Abb. 243).

Das Prosternum läuft ventrad in einen kurzen Fortsatz aus (Abb. 244). Im Inneren des Propectus ist bei den profurcalen Armen kein stielförmiger Bereich ausgebildet. Die propleuralen Arme sind stark verkürzt.

Auf dem Mesonotum von *E. ergias* sind die Notauli äußerlich nur undeutlich zu erkennen (Abb. 245). Die scutoscutellare Furche ist vollständig entwickelt. An der Stelle, an der sie auf die transscutellare Artikulation trifft, befindet sich eine tiefe Grube (Abb. 245). Die Axillae sind nur leicht cranial erweitert (Abb. 245). Auf dem Mittellappen des Mesoscutums befinden sich zwei Paare langer Sensillen, auf dem Mesoscutellum ist nur ein Paar vorhanden (Abb. 245). Die axillulären Sulci trennen die kleinen Axillulae vom Mesoscutellum ab (Abb. 243). Auf der Innenseite des Mesonotums reichen die Leisten der Notauli nicht bis zur transscutellaren Artikulation (Abb. 246). Die Leiste der scutoscutellaren Furche trennt sich

lateral in zwei Leisten auf. Die hintere Leiste gehört jeweils zu einem axillulären Sulcus (Abb. 246).

Das laterale Mesopleuron ist relativ glatt, abgesehen von der stark skulpturierten mesofemorale Vertiefung (Abb. 243). Es ist ein deutlicher transepimeraler Sulcus ausgebildet (Abb. 243). Das Mesopleuron wird nur durch eine unvollständige Furche vom Metapleuron abgetrennt (Abb. 243). Auf dem ventralen Mesopleuron sind die leicht skulpturierten procoxalen Vertiefungen erkennbar (Abb. 244). Die mesofurcale Grube liegt am Vorderrand der mesotrochantinalen Platte. Die mesocoxalen Foramina werden vollständig von dieser Platte umgeben. Der Praepectus ist lateral stark vergrößert und bildet auch ventral einen breiten Streifen (Abb. 244). Der Praepectus von *E. ergias* ist im Gegensatz zu *Aprostocetus* sp. (Tetrastichinae) durch eine deutliche, nur median unterbrochene Furche vom Metepisternum abgetrennt (Abb. 244).

Im Inneren des Mesoplectus sind die Leisten des acropleuralen Sulcus und der Mesopleuralnaht erkennbar (Abb. 247). Die Position des transepimeralen Sulcus ist durch eine deutliche Erhebung auf der Cuticula angedeutet (Abb. 247). Der Praepectus ist durch eine median unterbrochene Leiste unvollständig vom Mesoplectus abgetrennt und wird durch zwei Leisten in seine Lateralhälften unterteilt (Abb. 247). Zwischen den beiden Hälften des Praepectus liegt die deutlich erkennbare Prospina (Abb. 247). Die Basis der Mesofurca ist cranial und caudal stark erweitert und vom schmalen Rest des Sternalgrats abgesetzt (Abb. 247).

Der Vorderrand des Metanotums ist in den Seitenbereichen verbreitert. Der Hinterrand verläuft im Bereich des Medianbereichs wellenförmig. Das Metapleuron ist in der Seitenansicht nicht dreieckig, sondern leicht rechteckig geformt (Abb. 243). Das Metepisternum wird durch eine scharfe horizontale Carina unterteilt, und der dadurch abgegrenzte posteriore Bereich des Metepisternums zusätzlich noch durch zwei submedianen Carinae untergliedert (Abb. 244). Der anteriore Bereich des Metepisternums mit den paarigen metafurcalen Gruben wird seitlich durch das erweiterte Mesopleuron verdeckt (Abb. 244).

Im Inneren des Metathorax sind die metafurcalen Arme voneinander getrennt und mit den Einfaltungen des Metapectus verschmolzen (Abb. 248). Der Sternalgrat ist deutlich entwickelt und reicht bis zum Vorderrand des Metepisternums (Abb. 248).

Das glatte Propodeum wird durch eine mediane Längscarina unterteilt (Abb. 245). Vom Hinterrand des Propodeums verläuft jeweils ein Sulcus entlang der Außenseite der Stigmen und ein Stück weiter am Vorderrand des Propodeums (Abb. 245). Hinter den Stigmen bildet die Cuticula jeweils einen dornenförmigen Fortsatz aus (Abb. 245). Der zu einer angedeuteten Nucha ausgezogene Hinterrand des Propodeums wird cranial von einer Reihe aus Foveolae begrenzt (Abb. 245).

Der Petiolus von *E. ergias* ist stark reduziert.

### 3.2.10 Agaonidae

Im Folgenden werden die Unterfamilien Otitesellinae, Agaoninae und Sycoryctinae behandelt.

Das Mesosoma von *Eujacobsonia mirabilis* (Otitesellinae) ist insgesamt stark abgeflacht (Abb. 251). Der Prothorax ist im Vergleich zum restlichen Mesosoma vergrößert (Abb. 251). Der dorsomediane Bereich des Pronotums ist fast vollständig mit feinen, in Reihen angeordneten und caudad weisenden Dornen besetzt (Abb. 249, 250). Der Hinterrand des Pronotums sowie der dorsolaterale und der laterale Bereich sind durch eine glatte Cuticula charakterisiert (Abb. 249, 251). Lateral zu dem bedornen Bereich befinden sich noch einige lange Sensillen (Abb. 250).

Das glatte, ventral abgerundete Prosternum wird in Frontalansicht fast vollständig von den vergrößerten Propleura verdeckt (Abb. 252). Die Oberfläche der Propleura ist übersät mit kräftigen Sensillen. Diese sind unterhalb der Halsöffnung sowie entlang der mesialen Ränder verlängert und büschelartig angeordnet und im übrigen Bereich dornenartig verkürzt (Abb. 252).

Im Inneren des Propectus können die profurcalen Arme optisch kaum von den breiten Schaufeln unterschieden werden. Die propleuralen Arme sind reduziert.

Auf dem Mesoscutum von *E. mirabilis* sind die Notauli tief eingeschnitten (Abb. 249). Der Mittellappen des Mesoscutums ist durch einen unvollständigen, medianen Sulcus charakterisiert (Abb. 249), der sich im Inneren des Mesonotums nicht als Leiste fortsetzt. Die

scutoscutellare Furche ist äußerlich schwach erkennbar, die axillulären Sulci fehlen (Abb. 255).

Auf dem Mesopleuron sind die Mesopleuralnaht und der transepimerale Sulcus deutlich erkennbar (Abb. 251). Der laterale Bereich des Mesepisternums ist behaart (Abb. 251, 253). Alle äußeren Spuren des Sternalgrats sind reduziert; die längliche mesofurcale Grube liegt cranial zur mesotrochantinalen Platte (Abb. 253). Die mesocoxalen Foramina werden nicht vollständig von der acarinaten mesotrochantinalen Platte umschlossen (Abb. 253). Der Praepectus wird durch eine vollständige Furche vom Mesepisternum getrennt.

Im Inneren des Mesopectus erreicht die Mesofurca nicht den Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 254). Die Leisten des acropleuralen Sulcus sind vollständig entwickelt (Abb. 254). Transepimeraler Sulcus und Mesopleuralnaht zeichnen sich im Inneren des Mesopectus ab (Abb. 254). Der mediane Forststanz der mesofurcalen Brücke ist bei *E. mirabilis* deutlich verlängert (Abb. 254).

Das Metanotum wird in Dorsalansicht fast vollständig vom Mesoscutellum verdeckt (Abb. 255). Das Metapleuron ist genauso skulpturiert wie der caudal dazu liegende posteriore Bereich des Propodeums (Abb. 251, 255). Der anteriore Bereich des Metepisternums wird bei *E. mirabilis* vollständig vom Mesopleuron verdeckt (Abb. 253). Die paarigen metafurcalen Gruben münden im Inneren des Metathorax in die weit voneinander entfernten metafurcalen Arme (Abb. 257). Die metafurcalen Arme sind nicht mit den Einfaltungen des Metapectus verschmolzen (Abb. 257).

Auf dem Propodeum sind die Stigmen weit caudad verschoben und befinden sich in einem Sulcus, der vom petiolaren Foramen bis zum Seitenrand des Propodeums führt (Abb. 255). Im Inneren der Stigmen befinden sich zahlreiche Dornen (Abb. 256). Das Propodeum wird durch zwei lateral zum petiolaren Foramen verlaufende Sulci unterteilt (Abb. 255). Der mediane Bereich ist netzförmig skulpturiert und unterscheidet sich dadurch von der gröberen Skulpturierung der Seitenbereiche (Abb. 255).

*E. mirabilis* besitzt einen stark reduzierten Petiolus.

Das Mesosoma von *Blastophaga psenes* (Agaoninae) ist fast ausschließlich durch eine völlig glatte Cuticula charakterisiert (Abb. 258, 259).

Das vergrößerte Pronotum überlappt einen großen Teil des Mesoscutums. Die Profurca im Inneren des Propectus besteht aus zwei verbreiterten profurcalen Armen (Abb. 260). Ähnlich

wie bei *E. mirabilis* (Otitesellinae) lässt sich hier kein stielartiger, proximaler Bereich unterscheiden.

Das Mesoscutum von *B. psenes* hat einen unregelmäßigen Hinterrand, der das Mesoscutellum überlappt (Abb. 258). Dadurch ist die transscutellare Artikulation in Dorsalansicht nicht erkennbar. Die Notauli reichen äußerlich nicht bis zum Hinterrand des Mesoscutums (Abb. 258). Die scutoscutellare Furche ist nur schwach ausgeprägt, der axilluläre Sulcus nur teilweise angedeutet (Abb. 258). Der Hinterrand des Mesoscutellums ist gerade und überlappt den anterioren Bereich des Metanotums (Abb. 258).

Auf der Innenseite des Mesonotums sind die zu den Notauli gehörenden Leisten vollständig ausgebildet (Abb. 261). Die axillären Phragmata sind stark verkürzt (Abb. 261). Auf der Höhe der äußerlich durchs Mesoscutum verdeckten transscutellaren Artikulation befindet sich eine durchgehende Leiste (Abb. 261). Sie verschmilzt mit einem breiten Bogen, der median durch eine v-förmige Leiste eingeschnitten wird. Die Seitenränder des Bogens werden durch Leisten verstärkt, die auf der Höhe der scutoscutellaren Furche liegen. (Abb. 261).

Auf dem lateralen Mesopleuron ist nur die **Pollentasche** als tiefe Grube erkennbar. Auf dem ventralen Mesopleuron ist die mesotrochantinale Platte nicht vom Mesepisternum abgesetzt. Die mesofurcale Grube liegt auf der Höhe des Vorderrands der mesocoxalen Foramina (Abb. 259). Die mesocoxalen Foramina werden nur im anterolateralen Bereich von der mesotrochantinalen Platte umgeben. Der Praepectus ist median mit dem Mesepisternum verschmolzen (Abb. 259). Im Inneren des Mesopectus ist der Sternalgrat reduziert, übrig bleibt nur noch die stammförmige Basis der Mesofurca.

Das Metanotum von *B. psenes* überlappt in Dorsalansicht den vorderen Bereich des Propodeums und weist Reste einer netzartigen Skulpturierung auf (Abb. 258).

Das Propodeum ist glatt und im Callusbereich leicht behaart (Abb. 262). Die Stigmen sind caudad verschoben und liegen verborgen innerhalb eines Sulcus, der zum Vorderrand des Propodeums führt (Abb. 262). Der Sulcus ist mit aufgereihten Dornen besetzt (Abb. 262).

Der Petiolus von *B. psenes* ist schmal und ringförmig.

Die Cuticula des Pronotums von *Philotrypesis caricae* (Sycoryctinae) weist eine sehr schwache streifige Skulpturierung auf (Abb. 263, 264). Die Strukturen des Propectus sind bei

*P. caricae* nicht so aberrant wie bei den beiden vorigen Agaonidae, sondern entsprechen im Wesentlichen denen der Torymidae.

Auf dem Mesonotum von *P. caricae* erreichen die Notauli die transscutellare Artikulation (Abb. 263). Die scutoscutellare Furche und die axillulären Sulci sind äußerlich nicht deutlich ausgeprägt (Abb. 263). Auf der Innenseite des Mesonotums erreichen die Leisten der Notauli ebenfalls die transscutellare Artikulation, und die Leiste der scutoscutellaren Furche ist lateral nicht erweitert.

Die Mesopleuralnaht und der transepimerale Sulcus sind auf dem Mesopleuron von *P. caricae* deutlich entwickelt (Abb. 264). Das untere Mesepimeron ist schwach skulpturiert, während das obere Mesepimeron eine glatte Cuticula aufweist (Abb. 264). Der Sternalgrat ist äußerlich als schwache Naht erkennbar. Die mesofurcale Grube liegt direkt vor der mesotrochantinalen Platte (Abb. 265). Letztere umschließt die mesocoxalen Foramina unvollständig.

Im Inneren des Mesopectus ist die Leiste des acropleuralen Sulcus vollständig ausgebildet. Die Mesopleuralnaht zeichnet sich hier als definierte Leiste ab (Abb. 266). Der Praepectus wird vollständig vom Mesepisternum abgetrennt und durch zwei Leisten unterteilt (Abb. 266). Die Prospina ist besonders deutlich entwickelt und im Vergleich zu anderen Arten (z. B. *Entedon ergias*) craniad verschoben (Abb. 266).

Das Metapleuron von *P. caricae* ist rechteckig geformt und durch einen Sulcus vom Propodeum abgesetzt (Abb. 264). Das Metepisternum wird nicht durch Carinae unterteilt (Abb. 265). An seinem Vorderrand befinden sich die paarigen metafurcalen Gruben. Die metafurcalen Arme sind u-förmig miteinander verschmolzen und vom Vorderrand des Metepisternums ein Stück caudad verschoben. Sie sind dadurch von den direkt am Vorderrand gelegenen Einfaltungen des Metapectus getrennt.

Auf dem glatten Propodeum sind die runden Stigmen caudad verschoben (Abb. 263, 264).

Der Petiolus von *P. caricae* ist stark reduziert.

### 3.2.11 Eupelmidae

Das Pronotum von *Eupelmus atropurpureus* (Eupelminae) ist in Dorsalansicht glockenförmig und hat einen median eingeschnittenen Hinterrand (Abb. 267). Die Cuticula ist schwach skulpturiert und mit Ausnahme der Seitenplatte behaart (Abb. 268). Auf der Dorsalseite ist eine mediane Längsnaht angedeutet (Abb. 267). Das Prosternum bildet keinen ventralen Fortsatz aus (Abb. 269). Im Inneren des Propectus sind die profurcalen Arme gleichmäßig schaufelförmig verdickt und die propleuralen Arme stark verkürzt (Abb. 270).

Das Mesonotum von *E. atropurpureus* ist stark abgeflacht (Abb. 268). Auf dem Mesoscutum sind äußerlich keine Notauli erkennbar (Abb. 267). Dicht am Seitenrand des Mesoscutums verlaufen die tiefen, paarigen **Parapsidienfurchen** (Abb. 267, 268). Die transscutellare Artikulation ist gerade (Abb. 267). Die scutoscutellare Furche ist äußerlich nur zu erahnen und verläuft v-förmig von der transscutellaren Artikulation aus. Sie trifft caudal jeweils auf eine rundliche Vertiefung, die zur Axillula gehört (Abb. 267). Durch die äußerlich schwach ausgebildete scutoscutellare Furche sind die dreieckigen Axillae fast nicht sichtbar.

Auch auf der Innenseite des Mesonotums konnten keine Leisten der Notauli nachgewiesen werden. Der verbreiterte Seitenrand des Mesonotums ist bei *E. atropurpureus* im Bereich der transscutellaren Artikulation stark modifiziert (Abb. 271). Hinter der transscutellaren Artikulation ist der Seitenrand des Mesonotums stark verbreitert und seitlich mit den aberranten axillären Phragmata verbunden (Abb. 271, 272). Auf der Höhe der transscutellaren Artikulation befindet sich eine Leiste, die median mit der v-förmigen Leiste der scutoscutellaren Furche verbunden ist (Abb. 271). Die Leisten der axillulären Sulci sind separat ausgebildet und verlaufen parallel zur Längsachse des Mesonotums (Abb. 272), analog zu den Innenrändern der äußerlich sichtbaren Vertiefungen der Axillulae (Abb. 267). Auf dem 2. Phragma des Mesonotums verläuft eine mediane Leiste, die caudad zu einem bis zum Propodeum reichenden Fortsatz verlängert ist (Abb. 271). Die entgegengesetzte Vorderkante des 2. Phragmas reicht in den Mesothorax hinein (Abb. 271).

Das Mesopleuron von *E. atropurpureus* weist im Vergleich zu den bisher beschriebenen Arten zahlreiche Modifikationen auf. Das Acropleuron ist stark vergrößert und bildet den kompletten äußerlichen Seitenbereich des Mesopleurons (Abb. 268). Dieser Bereich wird ventral durch den acropleuralen Sulcus begrenzt (Abb. 273). Die mesofurcale Grube liegt

cranial zur mesotrochantinalen Platte (Abb. 273). Die mesocoxalen Foramina werden caudal nicht von der sklerotisierten mesotrochantinalen Platte, sondern von einem breiten Streifen intercoxaler Membran begrenzt (Abb. 273, 277). Der Ventralbereich des Praepectus ist vollständig mit dem Mesepisternum verschmolzen. Er ist glatt und ragt v-förmig weit ins Mesepisternum hinein (Abb. 274). Die ovalen Seitenbereiche des Praepectus sind skulpturiert und frei (Abb. 268, 274).

Das Mesepimeron ist bei *E. atropurpureus* ins Innere des Mesopectus verlagert worden und bildet dort im hinteren Drittel eine zweite Innenwand (Abb. 275). Die Mesofurca ist durch Apodeme charakterisiert, die craniad sehr schmal zulaufen und miteinander gerade noch zu einer dünnen mesofurcalen Brücke verbunden sind (Abb. 275). Der acropleurale Sulcus bildet im Inneren des Mesopectus eine breite Leiste (Abb. 275).

Das glatte Metanotum von *E. atropurpureus* ist als relativ breiter Streifen entwickelt, dessen Vorderrand durch das Mesoscutellum tief eingeschnitten wird (Abb. 267). Durch zwei submedianen Eindrücke wird das Metanotum in die beiden Seitenbereiche und das Dorsellum unterteilt.

In der Lateralansicht ist das schmale, rechteckige Metapleuron erkennbar (Abb. 268). In der Ventralansicht ist der Hinterrand des Metepisternums caudad ausgezogen. Die unpaare metafurcale Grube befindet sich in der Nähe des Hinterrands (Abb. 277).

Im Inneren des Metathorax von *E. atropurpureus* sind die metafurcalen Arme u-förmig miteinander verbunden (Abb. 276). Der Sternalgrat reicht nicht bis zum Vorderrand des Metepisternums. Die Einfaltungen des Metapectus sind nicht mit den metafurcalen Armen verschmolzen (Abb. 276).

Der Hinterrand des glatten Propodeums wird bei *E. atropurpureus* durch das vergrößerte, rechteckige petiolare Foramen tief eingeschnitten (Abb. 267). Die großen, runden Stigmen liegen am Vorderrand des Propodeums (Abb. 267, 276).

Der Petiolus von *E. atropurpureus* ist zu einer hakenförmigen Struktur reduziert (Abb. 278).

### 3.2.12 Encyrtidae

Das Pronotum von *Leptomastidea* sp. (Tetracneminae) ist fein skulpturiert und, abgesehen vom anterolateralen Bereich, behaart (Abb. 279-281). Der Vorderrand des Prosternums ist median leicht ausgezogen (Abb. 281). Die Naht des Sternalgrats ist vollständig erkennbar (Abb. 281). Im Inneren des Propectus sind die Vorderkanten der profurcalen Arme frei; die propleuralen Arme sind schwach entwickelt (Abb. 282).

Seine maximale Breite erreicht das Mesoscutum schon vor der transscutellaren Artikulation, auf der Höhe der Tegulae, so dass es insgesamt deutlich breiter als das Mesoscutellum ist (Abb. 279). Die Notauli sind nur am Vorderrand des Mesoscutums angedeutet. Die scutoscutellare Furche trennt die schmalen Axillae vom Mesoscutum ab, erreicht aber nicht die transscutellare Artikulation. Dadurch sind die Axillae median miteinander verschmolzen (Abb. 279). Hinter den Axillae sind keine deutlichen Axillulae ausgebildet. Auf der Innenseite des Mesonotums sind die axillären Phragmata verlängert und ventrad ausgerichtet (Abb. 284). Die inneren Leisten der Notauli sind nur am Außenrand des Mesonotums entwickelt (Abb. 284). Die Leiste der scutoscutellaren Furche verläuft v-förmig. Der Seitenrand des Mesonotums ist zum Teil ähnlich wie bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) ausgebildet und weist cranial verlängerte **mesoscutale Fortsätze** auf. Das 2. Phragma des Mesonotums ist stark abgewandelt und verschmälert (Abb. 284).

Das Mesopleuron von *Leptomastidea* sp. weist einige Übereinstimmungen zu *E. atropurpureus* auf. Auch hier ist das Acropleuron stark vergrößert (Abb. 280). Die mesotrochantinale Platte ist bei dieser Art allerdings cranial verschoben (Abb. 283). Der Bereich zwischen mesotrochantinaler Platte und Metepisternum wird von intercoxaler Membran bedeckt und erreicht fast die Ausdehnung des gesamten Mesepisternums (Abb. 283). Die acarinate mesotrochantinale Platte umgibt nur den anterolateralen Bereich der mesocoxalen Foramina (Abb. 283). Vor ihr liegt die mesofurcale Grube (Abb. 283). Der Praepectus ist ventral fast völlig reduziert und mit dem Mesepisternum verschmolzen. Die lateralen Bereiche sind stark vergrößert und frei (Abb. 280, 283).

Der Mesopectus von *Leptomastidea* sp. ist im Inneren noch stärker abgewandelt als bei der vorigen Art. Die zweite Innenwand reicht bis ins vordere Drittel des Mesopectus und bildet jeweils einen großen Hohlraum zur Innenwand des Acropleurons (Abb. 285, 286). Die verbreiterte Mesofurca reicht bis zum Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 285). Die mesofurcalen Apodeme sind bei *Leptomastidea* sp. stark reduziert und bilden zwei dünne, median deutlich voneinander getrennte Strukturen (Abb. 285).

Das Metanotum wird median vom Hinterrand des Mesoscutellums verdeckt (Abb. 288). Die Seitenbereiche sind glatt (Abb. 288). Das Dorsellum ist schwach skulpturiert, sein Hinterrand läuft caudad in zwei submedianen Rundungen aus, die sich in dazu passende Vertiefungen auf dem Vorderrand des Propodeums einfügen (Abb. 288). Das Metapleuron von *Leptomastidea* sp. ist stark reduziert zu einem schmalen, triangulären Bereich, der auffällig behaart ist (Abb. 280). Der anteriore Bereich des Metepisternums ist vollständig vom erweiterten Acropleuron verdeckt (Abb. 283). Der posteriore Bereich wird durch eine mediane Längscarina charakterisiert (Abb. 283). Im anterioren, normalerweise verdeckten Bereich des Metepisternums befinden sich die paarigen metafurcalen Gruben (Abb. 287). Der Sternalgrat ist äußerlich deutlich erkennbar und läuft im Inneren des Metapectus in die v-förmig verschmolzenen metafurcalen Arme aus. Die Basis der Metafurca ist stark verbreitert, dennoch sind die Konturen der dünnen metafurcalen Arme deutlich abgesetzt (Abb. 287). Die Einfaltungen des Metapectus sind nicht frei erkennbar. Am Vorderrand des Metepisternums befindet sich eine weitere, unpaare metafurcale Grube (Abb. 287).

In Dorsalansicht ist das Propodeum von *Leptomastidea* sp. stark verbreitert und kurz (Abb. 288). Der Vorderrand ist durch die Erweiterungen des Metanotums eingeschnitten (Abb. 288). Die Plicae sind im caudalen Bereich des Propodeums angedeutet und trennen den glatten medianen Bereich von den Seitenbereichen ab (Abb. 288). Eine Costula verläuft in einem Bogen zwischen den Plicae, und eine mediane Längscarina ist schwach angedeutet (Abb. 288). Der Hinterrand des Propodeums ist gerade und bildet keine Nucha aus (Abb. 288).

Der Petiolus von *Leptomastidea* sp. ist zu einem schmalen Ring reduziert (Abb. 288).

### 3.2.13 Trichogrammatidae

Das Pronotum von *Trichogramma evanescens* ist schwach skulpturiert (Abb. 289) und am Hinterrand behaart. Die Gesamtlänge des Pronotums ist stark reduziert, so dass es in Dorsalansicht kaum noch zu erkennen ist (Abb. 291). Propleura und Prosternum sind äußerlich unbehaart (Abb. 289). Im Inneren des Propectus sind die profurcalen Arme miteinander oberhalb des Prosternums verschmolzen und haben einen kurzen, gemeinsamen Stamm (Abb. 290). Die profurcalen Arme lassen sich jeweils in einen basalen Stiel und eine apikale Schaufel unterteilen (Abb. 290). An den Verbindungspunkten zur Propleura entspringen die stark verkürzten propleuralen Arme (Abb. 290).

Auf dem schwach skulpturierten Mesonotum sind nur wenige lange Sensillenpaare vorhanden. Davon liegen jeweils zwei Paare auf dem Mittellappen des Mesoscutums und auf dem Mesoscutellum. Ein weiteres Paar befindet sich auf dem Seitenlappen des Mesoscutums und auf den Axillae (Abb. 291). Die Notauli bilden auf dem Mesoscutum zwei tiefe Furchen, die bis zur transscutellaren Artikulation reichen. Letztere ist zwischen den Notauli besonders tief entwickelt (Abb. 291). Die Axillae sind cranial deutlich erweitert und bleiben aufgrund der fehlenden scutoscutellaren Furche äußerlich mit dem Mesoscutellum verbunden (Abb. 291). Der Bereich der Axillulae ist völlig glatt, wird aber nicht durch axilluläre Sulci begrenzt (Abb. 291). Im Inneren des Mesonotums sind die axillären Phragmata stark verlängert und seitlich erweitert (Abb. 291). Ihre Innenränder werden durch Leisten verstärkt, die den vollständigen Leisten der Notauli anliegen (Abb. 292). Obwohl die scutoscutellare Furche äußerlich nicht erkennbar ist, befindet sich im Inneren des Mesonotums die dazugehörige Leiste (Abb. 292). Das 2. Phragma des Mesonotums ist stark verlängert und reicht bis weit in das Metasoma hinein (Abb. 295).

Die äußeren Strukturen des Mesopleurons sind bei *T. evanescens* bis auf die Mesopleuralnaht reduziert (Abb. 289, 293). Die breite mesofurcale Grube befindet sich auf der mesotrochantinalen Platte zwischen den mesocoxalen Foramina (Abb. 293). Der Praepectus ist, abgesehen von den freien Seitenbereichen, vollständig mit dem Mesepisternum verbunden (Abb. 293).

Im Inneren des Mesopectus ist die Mesofurca durch die vollständige Reduktion ihrer Apodeme und damit auch der mesofurcalen Brücke charakterisiert (Abb. 294). Der

Sternalgrat ist anterolateral erweitert und verläuft bis zum Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 294). Die Mesopleuralnaht bildet eine deutliche Leiste (Abb. 294).

Das Metanotum von *T. evanescens* ist schwach skulpturiert. Auf den Seitenbereichen befinden sich zwei stark reduzierte Sensillenpaare. Das Dorsellum ist im Vergleich zu den eingewölbten Seitenbereichen deutlich konvex (Abb. 291). In Lateralansicht bildet das schmale Metapleuron kleine Dornenreihen an der Grenze zum Mesepimeron aus (Abb. 289). Das Metepisternum ist in Ventralansicht deutlich entwickelt und füllt den Bereich zwischen den vergrößerten metacoxalen Foramina aus (Abb. 289). Im Inneren des Metathorax fehlt der Sternalgrat vollständig. Die metafurcalen Arme sind stark reduziert zu kleinen, an den äußersten Seitenrand des Metathorax verschobenen Haken (Abb. 296).

Auf dem schwach skulpturierten Propodeum von *T. evanescens* sind nur wenige Strukturen erhalten. Die Stigmen befinden sich am Vorderrand des Propodeums, der auf ihrer Höhe eingeschnitten ist (Abb. 291). Abgesehen von jeweils zwei Sensillenpaaren auf dem Callus ist das Propodeum unbehaart.

Der Petiolus von *T. evanescens* ist in Dorsalansicht fast so breit wie das vorangehende Propodeum und das nachfolgende Tergum des 3. Abdominalsegments (Abb. 291). Er ist reduziert zu einem schmalen Streifen, auf dem sich eine median unterbrochene, dorsale Dornenreihe befindet (Abb. 291).

### 3.2.14 Aphelinidae

Im Folgenden werden die Unterfamilien Aphelininae und Coccophaginae behandelt.

Das Pronotum von *Centrodora* sp. (Aphelininae) ist dorsal zu einem schmalen Streifen reduziert, der die Vorderkante des Mesoscutums bogenförmig umgibt (Abb. 297). Das Pronotum wird dorsal durch eine vollständige Medianfurche in zwei Hälften unterteilt (Abb. 297). Es ist durchgehend schwach skulpturiert und dorsal behaart (Abb. 297, 298). Auf der Höhe der mesothoracalen Stigmen ist das Pronotum tief eingeschnitten (Abb. 298). Das Prosternum bildet zwischen den procoxalen Foramina keinen ventralen Fortsatz aus (Abb. 299). Im Inneren des Propectus sind die profurcalen Arme basal miteinander

verschmolzen und laufen apikal in breite Schaufeln aus (Abb. 302). Die propleuralen Arme sind reduziert.

Auf dem Mesoscutum von *Centrodora* sp. sind die Notauli als tiefe, gerade Furchen ausgebildet (Abb. 297). Diese Furchen sind über den tief eingeschnittenen Medianbereich der transscutellaren Artikulation miteinander verbunden. Die Seitenbereiche der transscutellaren Artikulation sind äußerlich nicht deutlich erkennbar, das Gleiche gilt für die scutoscutellare Furche (Abb. 297). Dadurch scheinen die Seitenlappen des Mesoscutums äußerlich eine Einheit mit den Axillae und dem Mesoscutellum zu bilden (Abb. 297). Auf dem Mesonotum verläuft ein durchgehender medianer Sulcus (Abb. 297). Die Axillulae sind durch einen glatten Bereich, der caudal zu den Axillae liegt, angedeutet. Die Seitenplatte der Axilla ist glatt. Auf dem Mesoscutum befinden sich einige lange, in Reihen angeordnete Sensillen (Abb. 297). Auf dem Mesoscutellum sind nur zwei Sensillenpaare, auf den Axillae ist ein Sensillenpaar vorhanden (Abb. 297).

Auf der Innenseite des Mesonotums bilden der mediane Sulcus, die Notauli und die scutoscutellare Furche jeweils durchgehende Leisten (Abb. 301). Die äußerlich nicht erkennbare dorsale Begrenzung der Axillulae erfolgt im Inneren durch Leisten, die deutlich von der Leiste der scutoscutellaren Furche getrennt sind (Abb. 301). Die axillären Phragmata sind bei *Centrodora* sp. stark verlängert und breiten sich anterolaterad entlang der Innenränder des Mesonotums aus (Abb. 301). Das stark verlängerte 2. Phragma des Mesonotums reicht weit caudad bis ins Metasoma hinein (Abb. 303).

Bei *Centrodora* sp. sind die meisten äußeren mesopleuralen Strukturen reduziert. Im caudalen Bereich ist die Mesopleuralnaht gut erkennbar (Abb. 299). Die abgerundeten Seitenbereiche des Praepectus sind deutlich entwickelt und frei (Abb. 298), der Ventralbereich ist stark reduziert und nicht vom Mesepisternum abgesetzt (Abb. 299).

Im Inneren des Mesopectus sind die Seitenränder des Sternalgrats wie bei *Trichogramma evanescens* im cranialen und caudalen Bereich stark verzweigt (Abb. 300). Die mesofurcalen Apodeme sind nicht über eine mesofurcale Brücke miteinander verbunden (Abb. 302). Die Seiten des Mesopleurons bilden im cranialen Bereich eine doppelte, anterior geöffnete Innenwand aus (Abb. 300). Die Leiste an der Vorderkante des Mesopectus ist jeweils lateral vom Mesepisternum losgelöst und dorsal aufgerichtet (Abb. 300, 302).

Das Metanotum von *Centrodora* sp. wird durch zwei tiefe, diagonal verlaufende Sulci in die schmalen glatten Seitenbereiche und in ein breites, schwach skulpturiertes Dorsellum unterteilt (Abb. 297). Das Metapleuron ist in Seitenansicht zu einem schmalen Dreieck reduziert (Abb. 298). Das Metepisternum bildet einen schmalen Streifen aus, auf dem sich die unpaare metafurcale Grube befindet (Abb. 303).

Im Inneren des Metapectus sind die dünnen metafurcalen Arme stark verlängert und v-förmig miteinander verschmolzen (Abb. 303, 304). Die Basis der Metafurca ist nicht durchgehend mit dem Metepisternum verbunden (Abb. 304).

Das kräftige Propodeum von *Centrodora* sp. ist glatt und weist keine auffälligen Strukturen auf (Abb. 297). Der Petiolus erreicht die Breite des 2. Metasomalsegments (Abb. 297) und ist dorsolateral mit winzigen Dornen besetzt.

Die Strukturen des Prothorax von *Encarsia formosa* (Coccophaginae) entsprechen im Wesentlichen denen von *Centrodora* sp. (Aphelininae). Das Pronotum ist hier allerdings weiter reduziert und in Dorsalansicht, ähnlich wie bei *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae), fast nicht mehr zu erkennen (Abb. 305, 306).

Die äußeren Strukturen des Mesonotums von *E. formosa* ähneln denen von *Centrodora* sp. Dies gilt für die Notauli und den Medianbereich der transscutellaren Artikulation sowie für die äußere Behaarung (Abb. 306). Allerdings sind bei *E. formosa* die scutoscutellare Furche und die Seitenbereiche der transscutellaren Artikulation durch äußerliche Nähte erkennbar, und der mediane Sulcus des Mesonotums fehlt (Abb. 306). In diesen Merkmalen entspricht das Mesonotum von *E. formosa* dem von *T. evanescens* (Trichogrammatidae). Die axillären Phragmata verlaufen bei *E. formosa* entlang der Innenwand des Mesoscutums (Abb. 308) und sind nicht laterad verschoben wie bei *Centrodora* sp.

Auf dem Mesopleuron von *E. formosa* sind äußerlich nur die mesofurcale Grube und der Praepectus deutlich erkennbar. Die mesofurcale Grube liegt am Vorderrand der mesotrochantinalen Platte (Abb. 307). Der Praepectus bildet einen schmalen Streifen, der ventral nicht vom Mesepisternum abgetrennt ist (Abb. 307). Die Mesopleuralnaht ist äußerlich nur angedeutet.

Die Mesofurca von *E. formosa* ist stark abgewandelt. Die mesofurcalen Arme sind zueinander hingebogen (Abb. 309, 310). Die mesofurcalen Apodeme sind vollständig reduziert. Der Sternalgrat ist wie bei *T. evanescens* und *Centrodora* sp. cranial stark verzweigt (Abb. 309, 310). Die Mesopleuralnaht bildet im Inneren des Mesopectus eine breite Leiste aus (Abb. 310).

Das Metanotum von *E. formosa* ist äußerlich mit dem Propodeum verschmolzen (Abb. 306). Die beiden für *Centrodora* sp. beschriebenen Sensillenpaare sind auch bei dieser Art vorhanden (Abb. 306). Das Metapleuron bildet eine schmale, dreieckige Struktur und ist durch einen Sulcus vom Propodeum getrennt (Abb. 307). Im Inneren des Metathorax sind die metafurcalen Arme ähnlich verlängert wie bei *Centrodora* sp., allerdings an der Basis getrennt (Abb. 309).

Das Propodeum von *E. formosa* ist zu einem kurzen Streifen reduziert und besitzt zwei Sensillenpaare im Callusbereich (Abb. 306).

Der Petiolus ist stark verbreitert und wird durch eine schwache, mediane Längsnaht unterteilt (Abb. 332).

### 3.2.15 Signiphoridae

Das Pronotum von *Clytina giraudi* ist dorsoventral abgeflacht und stark vergrößert (Abb. 311). Seine mediane Länge übertrifft sogar die kombinierte Länge von Meso- und Metathorax (Abb. 311). Das Pronotum ist nur schwach skulpturiert und dorsal behaart (Abb. 311, 312). Die mesothoracalen Stigmen werden fast völlig vom seitlich eingeschnittenen Pronotum umgeben (Abb. 312).

Das Prosternum läuft ventrad zwischen den procoxalen Foramina spitz aus (Abb. 313). Im Inneren des Propectus sind die propleuralen Arme stark verkürzt. Dadurch sind die Artikulationspunkte zwischen profurcalen Arme und Propleura und damit auch die kurzen propleuralen Arme ventrad verschoben (Abb. 314).

Das Mesonotum von *C. giraudi* ist stark verkürzt (Abb. 311). Das schwach skulpturierte Mesoscutum wird durch die transscutellare Artikulation vollständig vom fast völlig glatten Mesoscutellum abgetrennt (Abb. 311). Es fehlen sämtliche äußerlichen Anzeichen von

Notauli, Axillae und scutoscutellarer Furche (Abb. 311). Auf der Höhe der Axillulae ist eine glatte Grube erkennbar. Die Leisten der Notauli sind nur am äußersten Innenrand des Mesoscutums nachweisbar (Abb. 315). Die axillären Phragmata sind leicht verlängert und wie bei *Centrodora* sp. laterad verschoben, so dass sie sich entlang des Innenrands des Mesonotums ausdehnen (Abb. 315). Das Mesoscutellum wird innerlich von einer zweiten Cuticulawand bedeckt, die nur median unterbrochen ist, so dass in diesem Bereich die Innenwand des Mesoscutellums sichtbar wird (Abb. 315). Diese Wand geht über in die leistenartig verdickten Innenränder der axillären Phragmata (Abb. 315). Das 2. Phragma des Mesonotums ist extrem stark verlängert (Abb. 316) und reicht weit in das Metasoma hinein. Auf dem Mesopleuron von *C. giraudi* lassen sich keine besonderen äußeren Merkmale nachweisen. Der Praepectus bildet einen schmalen Streifen, der seitlich frei (Abb. 312), aber median mit dem Mesepisternum verschmolzen ist. Die Mesofurca von *C. giraudi* ist stark reduziert. Die mesofurcalen Apodeme sind vollständig reduziert, so dass keine mesofurcale Brücke ausgebildet ist (Abb. 317). Die Seitenränder des Sternalgrats verzweigen sich caudad und craniad (Abb. 317). Die unvollständige Furche am Hinterrand des Praepectus setzt sich im Inneren des Mesopectus in eine ebenso unvollständige Leiste fort (Abb. 317).

Auf dem Metanotum von *C. giraudi* trennen zwei diagonale Sulci wie bei *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae) ein breites Dorsellum von den schmalen Seitenbereichen ab (Abb. 311). In Lateralansicht ist das Metapleuron dorsal nicht vom Propodeum abgegrenzt (Abb. 312). In Ventralansicht liegen die winzigen, submedianen metafurcalen Gruben deutlich vom Vorderrand des Metepisternums entfernt (Abb. 318). Die dünnen, verlängerten metafurcalen Arme sind laterad verschoben und der Sternalgrat ist vollständig reduziert (Abb. 319).

Die für das Metanotum beschriebenen Sulci setzen sich optisch auf dem Propodeum in zwei weitere diagonale Sulci fort, die sich am Hinterrand treffen (Abb. 311). Dadurch wird ein schwach skulpturierter, dreieckiger Medianbereich vom Rest des Propodeums abgetrennt (Abb. 311). Das Propodeum von *C. giraudi* ist stark vergrößert und hat einen caudal ausgebuchteten Hinterrand (Abb. 311). Es wird lateral und caudal vom 2. Tergum des Metasomas begrenzt. Dazwischen befinden sich zwei submedianen, halbkreisförmige Strukturen, die den reduzierten Petiolus darstellen (Abb. 311).

### 3.2.16 Mymarommatidae (Mymarommatoidea)

Das Pronotum von *Palaeomymar anomalum* ist dorsomedian stark eingeschnürt (Abb. 320). Unterhalb dieser Einschnürung befindet sich die Halsöffnung (Abb. 323). Der Propectus ist extrem abgewandelt. Die Propleura sind mit dem Prosternum zu einem Carapax verschmolzen (Abb. 328). Die Profurca ist schmal und y-förmig und besitzt gerade profurcale Arme (Abb. 322).

Auf dem Mesonotum ist die transscutellare Artikulation vollständig und gerade ausgebildet (Abb. 323). Mesoscutum und Mesoscutellum sind grob netzförmig skulpturiert (Abb. 323). Auf dem Mesoscutum sind, abgesehen von drei langen Sensillenpaaren, keine äußeren Strukturen erkennbar. Das Mesoscutellum ist seitlich durch halbmondförmige Vertiefungen eingedrückt (Abb. 323). Dorsal wird durch die Frenal-Linie ein breites, streifenförmiges Frenum, das aus unregelmäßigen Foveolae besteht, vom Rest des Mesoscutellums abgetrennt (Abb. 323). Der Hinterrand des Mesoscutellums ist median leicht eingeschnitten. Auf dem Mesoscutellum befindet sich ein langes, submedianes Sensillenpaar (Abb. 323). Es ist äußerlich keine scutoscutellare Furche erkennbar.

Im Inneren des Mesonotums sind keine schmalen Leisten erkennbar, die auf Notauli hinweisen würden (Abb. 324). Die axillären Phragmata sind schmal und losgelöst von der Innenseite des Mesoscutums (Abb. 324). Unterhalb der transscutellaren Artikulation verläuft eine breite, bogenförmige Leiste, die vermutlich der scutoscutellaren Furche zuzuordnen ist (Abb. 324). Die Leiste verschmilzt caudad mit einer breiten Leiste, die auf der Höhe der äußerlichen Frenal-Linie liegt (Abb. 324).

Das 1. Phragma des Mesonotums ist bei *Palaeomymar anomalum* zungenförmig verlängert und reicht bis ins Pronotum hinein (Abb. 322, 324). Auf der Außenseite des 1. Phragmas befinden sich zwei submedianen, nach außenweisende Fortsätze (Abb. 325).

Auf dem Mesopleuron sind bis auf die Naht des Sternalgrats alle äußeren Nähte oder Sulci reduziert (Abb. 326, 328). Die mesofurcale Grube liegt zwischen den mesocoxalen Foramina, die vollständig von der Cuticula der mesotrochantinalen Platte umgeben werden. Der Bereich des Mesepimerons ist glatt, aber nicht durch eine Trennungslinie vom skulpturierten

Mesepisternum abgesetzt (Abb. 326). Das Mesopleuron ist teilweise mit dem caudal gelegenen Metapleuron und vollständig mit dem schmalen Metanotum verschmolzen (Abb. 326). Bei *Palaeomymar anomalum* ist offensichtlich kein Praepectus ausgebildet. Die breiten Leisten im Inneren des Mesopectus und die äußerlichen Einschnürungen an der Vorderkante des Mesopectus könnten auf diese Struktur hinweisen (Abb. 326, 327). Die y-förmige Mesofurca zieht sich bis zum Vorderrand des Mesopectus (Abb. 327). Es sind bei ihr keine Anzeichen einer mesofurcalen Brücke zu erkennen.

Das Metanotum von *Palaeomymar anomalum* ist stark reduziert zu einer schmalen Lippe, die zwischen Mesoscutellum und Propodeum herausragt (Abb. 323). An den Seitenrändern des Metanotums befinden sich zwei Sensillen (Abb. 326).

Das Metapleuron von *Palaeomymar anomalum* ist nur geringfügig kleiner als das Mesepimeron (Abb. 326). Es ist ebenfalls glatt und dorsal nicht durch einen Sulcus vom Propodeum abgetrennt (Abb. 326). Auch der ventrale Bereich des Metapleurons, das Metepisternum, ist bei *Palaeomymar anomalum* deutlich entwickelt und bildet einen breiten Streifen. Entlang des Sternalgrats ist eine breite mediane Carina entwickelt. Es konnten bei *Palaeomymar anomalum* keine metafurcalen Strukturen gefunden werden.

Das Propodeum ist durchgehend grob skulpturiert und weist am Hinterrand eine Carina auf (Abb. 326). Die Stigmen sind äußerlich schwer zu erkennen und liegen am äußersten Vorderrand des Propodeums .

Der Petiolus von *Palaeomymar anomalum* ist stark verlängert und zylinderförmig (Abb. 321). Er ist dorsal und lateral ähnlich skulpturiert wie das Propodeum (Abb. 321); der Ventralbereich ist glatt. Bei *Palaeomymar anomalum* ist auch das 3. Abdominalsegment petiolat, so dass man auch von einem 2-segmentigen Petiolus sprechen könnte. Dieses Segment ist nicht skulpturiert und nicht so stark verlängert wie das vorangehende (Abb. 321).

## 4. Diskussion

### 4.1 Molekulare Marker

Für die Aufklärung phylogenetischer Beziehungen innerhalb einer Auswahl von Taxa ist der Grad der Variation des verwendeten molekularen Markers ein entscheidender Parameter. Die Gene der nukleären ribosomalen RNA (18S, 5.8S, 28S) bilden Mosaike aus hoch konservativen und variablen Regionen (Caterino *et al.* 2000) und eignen sich damit für Fragestellungen auf verschiedenen taxonomischen Niveaus (Belshaw & Quicke 1997). Expansionssegmente (ES) sind Regionen innerhalb eukaryotischer 28S rRNA, die großen Insertionen und schnellen Substitutionsraten unterliegen (Hassouna *et al.* 1984). Die D2 Region stellt ein derartiges Expansionssegment innerhalb der 28S rRNA dar.

In dem vorliegenden Datensatz (inklusive Außengruppen) sind nach dem Alignment 68 % aller Positionen variabel. In dem vergleichbaren Datensatz von Belshaw & Quicke (1997), der 31 Arten aus den Familien Braconidae und Ichneumonidae (beide Ichneumonoidea) enthält, sind 61 % der Positionen variabel. Dennoch halten Belshaw & Quicke (1997) das Expansionssegment des 28S D2 rRNA Gens für „einen exzellenten Marker für phylogenetische Rekonstruktionen“, während die beiden anderen in der zitierten Arbeit verwendeten Marker (Elongationsfaktor 1 $\alpha$  und Cytochrom b) zu variabel waren und kaum auswertbare Sequenzdaten lieferten. Im vorliegenden Datensatz sind 219 Charaktere parsimony-informativ (47,8 %). Dies entspricht dem hohen Anteil, der auch in den 28S Datensätzen von Campbell *et al.* (2001) ermittelt wurde. Diese Autoren weisen darauf hin, dass die Anzahl informativer Stellen in mitochondrialen Genfragmenten für Gruppen der Apocrita wesentlich geringer ist.

Der Vergleich der molekularen und morphologischen Ergebnisse mit der bestehenden Klassifizierung der Chalcidoidea erfolgt in den Abschnitten 4.3 (nicht-pteromalide Gruppen) und 4.4 (Pteromalidae).

## 4.2 Das Mesosoma der Chalcidoidea – Grundplan und Abwandlungen

Das Mesosoma der Chalcidoidea weist eine hohe morphologische Diversität auf und bildet die komplexeste Region des Wespenkörpers. Als Träger der lokomotorischen Strukturen (Beine, Flügel) und als Ansatzstelle für Kopf und Metasoma hat es bei allen Arten zwar im Wesentlichen die gleiche Funktion, wurde aber dennoch im Laufe der Evolution als Folge der Anpassung an eine sich verändernde Lebensweise abgewandelt. Die phylogenetischen Analysen innerhalb der Chalcidoidea wurden bislang dadurch erschwert, dass eine präzise Kenntnis über die Merkmalsverteilungen innerhalb dieser Gruppe und damit auch über die Grundplanmerkmale fehlt (Gibson *et al.* 1999). Das liegt zum einen daran, dass in allen bisherigen Untersuchungen nur relativ kleine Gruppen untersucht wurden (Gattungen oder Unterfamilien). Zum anderen wurden meist nur eidonomische Merkmale verwendet ohne Berücksichtigung der inneren Anatomie, wodurch Merkmalsveränderungen und Übergänge nur unzureichend erfasst werden können. So können zum Beispiel die häufig in Analysen verwendeten Notauli äußerlich reduziert sein, aber im Inneren noch vollständige Leisten bilden und damit funktionsmorphologisch vorhanden sein. Im Laufe dieses Abschnitts wird die morphologische Variabilität des Mesosomas der Pteromalidae und der übrigen Gruppen der Chalcidoidea diskutiert und phylogenetisch ausgewertet. Dies beinhaltet auch Vergleiche mit der aus der Literatur bekannten Merkmalsverteilung innerhalb der Ordnung Hymenoptera.

### 4.2.1 Das Pronotum der Chalcidoidea

Eine Unterteilung des Pronotums in die beiden Bereiche **Collum** und **Collare** lässt sich bei den Pteromalinae und Miscogasterinae besonders gut nachvollziehen. Diese Unterteilung beruht auf dem Vorhandensein einer scharfen Carina (Abb. 001, 057) oder zumindest einer deutlichen Marginierung des Pronotums an der Grenze zwischen Collum und Collare (Abb. 002, 003). Für die Pteromalidae haben diese Merkmale eine große diagnostische Bedeutung. So verwendet Graham (1969) in seinen Bestimmungsschlüsseln die synonymen Begriffe „collar“ (= Collare) und „neck“ (= Collum). Für eine phylogenetische Einordnung dieser Merkmale ist ihre Homologie eine Voraussetzung. Während man bei den Pteromalinae und Miscogasterinae noch davon ausgehen könnte, dass die Bereiche des Collums und des Collare jeweils homolog zueinander sind, ist dies für die Gesamtheit der Chalcidoidea überaus

fraglich. Dafür müsste man postulieren, dass auch die Begrenzungslinien (Carina oder Marginierung) bei allen Gruppen homolog sind.

Bei *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) erfolgt die Unterteilung des Pronotums durch einen unvollständigen Sulcus (Abb. 133-135). Ein zweiter Sulcus verläuft direkt am Vorderrand des Pronotums (Abb. 134). Der Bereich des Collums ist bei *S. nigripes* schnabelförmig ausgezogen und dadurch vom Collare abgetrennt. Es bleibt jedoch offen, ob beide Bereiche homolog zu denen der Pteromalinae sind.

Ein sich cranial verschmälerndes, glockenförmiges Pronotum findet bei den untersuchten Cleonyminae und Panstenoninae. Ein Collum ist aber nur bei *Thaumasura* sp. (Cleonyminae) erkennbar (Abb. 105). Bei *Trichilogaster* sp. (Ormocerinae) ist das Pronotum zu einer schmalen Scheibe reduziert, die kein eindeutiges Collum aufweist (Abb. 066). Die untersuchten Asaphinae sind durch ein sehr schmales Collum gekennzeichnet, dass durch einen charakteristischen, median unterbrochenen Sulcus vom Collare getrennt wird (Abb. 079, 080). Dieser Sulcus ist innerhalb der untersuchten Chalcidoidea einzigartig und könnte für die Klassifizierung der Asaphinae bedeutsam sein.

Bei *Ormyrus* sp. (Ormyridae) und einigen Torymidae (*Megastigmus dorsalis*, *Monodontomerus* sp. und *Torymus bedeguaris*) ist der Bereich des Collums jeweils so stark reduziert, dass die Terminologie bei diesen Gruppen nicht mehr anwendbar ist. Bei *Podagrion* sp. (Torymidae) ist ein schmales Collum vom marginierten Collare abgetrennt (Abb. 177). Charakteristisch für die Eurytomidae ist das rechteckig vergrößerte Pronotum (Abb. 191). Auch hier ist das Collum stark reduziert. Das Pronotum von *Antrocephalus* sp. (Chalcididae, Haltichellinae) besitzt ein Collum, das durch seitliche Carinae unvollständig vom Collare abgetrennt wird. Der gleiche Zustand findet sich auch bei *Chalcis* sp. (Chalcididae, Chalcidinae). Delvare & Boucek (1992) sehen diesen Zustand innerhalb der Chalcididae als abgeleitet an. Für ein Grundplanmerkmal der Chalcididae halten sie den in dieser Gruppe weit verbreiteten Zustand einer nur in Lateralansicht erkennbaren, dorsal fehlenden Carina. Überträgt man diese Theorie auf die Gesamtheit der Chalcidoidea, dann könnte man ein vollständiges Fehlen dieser Carina als plesiomorphes Merkmal für die Überfamilie annehmen. Eine Marginierung des Pronotums könnte bereits den Übergangszustand darstellen zu einer

scharf ausgeprägten Carina, die dann mehrfach unabhängig voneinander in den verschiedenen Gruppen der Chalcidoidea ausgebildet worden wäre. Innerhalb der Chalcididae wurde die Carina des Pronotums bei einigen Gruppen weiter entwickelt zu einer schmalen Lamina, die sich deutlich vom Pronotum absetzt und als apomorpher Zustand gilt (Delvare & Boucek 1992). Bei *Leucospis* sp. ist vor dem Hinterrand des Pronotums eine Carina ausgebildet (Abb. 207). Das Pronotum weist bei dieser Art aber keinerlei Anzeichen für eine Differenzierung in ein Collum und ein Collare auf, so dass eine Homologie zwischen der pronotalen Carina von *Leucospis* sp. und zum Beispiel der von *Cecidostiba semifascia* (Pteromalidae, Pteromalinae) fraglich ist.

In der vorliegenden Untersuchung fehlen die Marginierung des Pronotums und die pronotale Carina bei den untersuchten Arten aus Aphelinidae, Signiphoridae, Trichogrammatidae, Encyrtidae, Eupelmidae und Agaonidae vollständig.

Das Pronotum von *Perilampus* sp. ist scheibenförmig abgeflacht, sein Hinterrand weist eine punktförmige Skulpturierung auf und ist durch eine Carina vom glatten vorderen Bereich abgetrennt (Abb. 227). Eine halbkreisförmig angeordnete Reihe aus Foveolae läuft parallel zu dieser Carina. Auch hier ist nicht zu entscheiden, welche dieser Strukturen homolog zu der Begrenzungslinie von Collum und Collare in anderen Gruppen der Chalcidoidea ist. Das abgeleitete Pronotum von *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae) ist so stark reduziert, dass Collum und Collare nicht mehr erkennbar sind (Abb. 217).

Es lässt sich abschließend feststellen, dass sich die Bereiche Collum und Collare für das Pronotum der Chalcidoidea nicht morphologisch exakt definieren lassen. Es gibt weder eindeutige Begrenzungen auf der Innenseite noch auf der Außenseite des Pronotums, die eine Homologie dieser Bereiche für die Gruppen der Chalcidoidea begründen könnten. Dies schränkt die Bedeutung dieser pronotalen Bereiche für phylogenetische Analysen zumindest auf einem hohen taxonomischen Niveau ein.

Das Pronotum von *Spalangia nigripes* ist durch eine breite **innere Leiste** gekennzeichnet (Abb. 136). Eine solche Struktur fehlt bei allen anderen untersuchten Arten der Chalcidoidea. Die Leiste verläuft parallel zum glatten Hinterrand des Pronotums. Ihre Lage wird nicht durch eine äußerlich sichtbare Struktur markiert (Abb. 134, 136). Bei einer Reihe von *Spalangia*

Arten befindet sich auf dieser Höhe ein breiter Sulcus aus Foveolae, der in der Morphologie dem vorderen Sulcus des Pronotums von *S. nigripes* (Abb. 134) ähnelt. Zu diesen Arten gehören zum Beispiel *S. cameroni* und *S. endius* (Figs. 26, 30 in Boucek 1963). Dies macht es wahrscheinlich, dass bei *S. nigripes* die innere Leiste (analog zu den Notauli der Chalcidoidea) durch die Einfaltung des äußerlichen Sulcus (= „isolated crenulate cross-line consisting of close punctures in front of hind margin“ in Boucek 1963) entstanden ist. Der Sulcus wäre dann bei *S. nigripes* (Abb. 134) und anderen Arten wie z. B. *S. subpunctata* und *S. fuscipes* (Boucek 1963, Figs. 45, 52) sekundär reduziert worden. Da die innere Leiste in der vorliegenden Untersuchung nur bei *S. nigripes* gefunden wurde, scheint sie für die Systematik dieser Gruppe relevant zu sein.

#### 4.2.2 Der Propectus der Chalcidoidea

Der **Propectus** der Chalcidoidea weist äußerlich nur eine relativ geringe Variabilität auf. Das **Prosternum** ist bei fast allen Gruppen vergrößert und frei (Abb. 078) oder nur apikal von den **Propleura** verdeckt (z. B. Abb. 005, 077). Die ventralen Ränder der Propleura bilden dabei einen stumpfen Winkel, und ihre mesialen Ränder sind nur unterhalb der Halsöffnung miteinander verbunden (Abb. 005). Von diesem Merkmalszustand weichen nur zwei der untersuchten Chalcidoidea ab. Die Propleura von *Eujacobsonia mirabilis* (Otitesellinae) sind ventral erweitert und verdecken fast vollständig das Prosternum (Abb. 252). Die Propleura sind zudem mit zahlreichen Sensillen besetzt, die sich bei dieser Art auch auf dem Pronotum finden (Abb. 250). Die Sensillen stehen vermutlich im Zusammenhang mit der spezialisierten Lebensweise (Boucek 1988b) und stellen einen sekundären Merkmalszustand dar.

Bei *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) sind die Propleura stark vergrößert und haben einen geraden ventralen Rand (Abb. 137). Ihre mesialen Ränder sind über die gesamte Höhe der Propleura miteinander verbunden. Das Prosternum ist reduziert zu einem schmalen Streifen, der aber ventral zu einem deutlichen Fortsatz erweitert ist (Abb. 137). Bei diesem Merkmal könnte es sich um den plesiomorphen Zustand handeln. Vergrößerte Propleura und ein reduziertes Prosternum sind innerhalb der Hymenoptera weit verbreitete Merkmale (z. B. Alam 1951). Bei *Megaspilus* sp. (Ceraphronoidea) sind die Propleura sehr ähnlich wie bei *Spalangia nigripes* entwickelt, das Prosternum ist hier fast vollständig reduziert (Vilhelmsen unveröff.).

Die weite Verbreitung des vergrößerten Prosternums und der ventral reduzierten Propleura innerhalb der Chalcidoidea könnte aber auch für die entgegengesetzte Hypothese sprechen, nach der die Entwicklung bei *S. nigripes* reversiv erfolgt ist und damit apomorph für die Spalangiinae wäre. Ich halte aber die Kombination der Merkmale „vergrößertes Propleura“ und „reduziertes Prosternum“ für einen Hinweis darauf, dass bei *S. nigripes* der ursprüngliche Merkmalszustand erhalten geblieben ist. Auch wenn die Frage nach der Polarität dieses Merkmals hier nicht abschließend geklärt werden kann, lässt sich doch feststellen, dass es in der äußeren Morphologie des Propectus fundamentale Unterschiede zwischen *S. nigripes* und den anderen untersuchten Chalcidoidea gibt.

Die **Profurca** der Chalcidoidea besteht aus zwei profurcalen Armen, die häufig in einen basalen stielförmigen und einen apikalen schaufelförmigen Bereich differenziert sind (Abb. 007). Diese Differenzierung kann bei einigen Gruppen undeutlich ausgeprägt sein (Abb. 260). Insgesamt ähnelt die beschriebene Profurca der Chalcidoidea noch stark dem Grundplan der Profurca der „Symphyta“ (vgl. Vilhelmsen 2000b) und damit dem wahrscheinlichen Grundplanmerkmal der gesamten Ordnung Hymenoptera.

Innerhalb der Chalcididae lässt sich bei Vertretern aus Haltichellinae (Abb. 198) und Chalcidinae (Vilhelmsen unveröff.) ein Trend zur Ausbildung einer basal verbreiterten Profurca beobachten, der sich möglicherweise bei *Leucospis* sp. (Leucospidae) fortgesetzt hat (Abb. 208). Bei beiden Gruppen sind auch die propleuralen Arme scheibenförmig ausgebildet (Abb. 198, 208), was möglicherweise auf einen gemeinsamen Ursprung hinweist. In der Lage der Profurca und der propleuralen Arme unterscheiden sich die genannten Arten aber nicht von den anderen untersuchten Chalcidoidea.

Auch bei *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) ist die Profurca stark verbreitert. Es gibt jedoch deutliche Unterschiede zu den Chalcididae und Leucospidae, die für eine unabhängige Entstehung dieses Merkmals sprechen. Bei *S. nigripes* ist die Profurca über die gesamte Breite des Prosternums ausgebildet, die stielförmigen Basen sind nicht mehr frei (Abb. 139). Die Artikulation der profurcalen Arme mit den Propleura ist an die Basis des Propectus verschoben. Die propleuralen Arme sind hier stark verlängert und extrem dünn (Abb. 139). Die Profurca von *S. nigripes* ist damit stark abgeleitet und könnte eine

Autapomorphie der Spalangiinae darstellen. Dafür sprechen auch die im Gegensatz zu den anderen Chalcidoidea stark reduzierten profurcalen Gruben (vgl. Abb. 009, 139). Auch in der Morphologie der Profurca unterscheidet sich *S. nigripes* überraschend deutlich von den übrigen Pteromalidae und den anderen Gruppen der Chalcidoidea.

Eine basale Verschiebung des Artikulationspunkts von Profurca und Propleura findet sich auch bei *Clytina giraudi* (Signiphoridae). Ansonsten entspricht die Profurca aber dem Grundplan der Chalcidoidea, so dass die genannte Merkmalsausprägung als konvergente Entwicklung zu *S. nigripes* anzusehen ist.

Einzigartig innerhalb der untersuchten Chalcidoidea ist die **profurcale Brücke** der Vertreter aus Eucharitidae und Perilampidae (Abb. 219, 229). Diese apikale Verschmelzung der profurcalen Arme erscheint zunächst stark abgeleitet. Tatsächlich findet man diesen Merkmalszustand aber bereits bei den Orussidae, also den ursprünglichsten Hymenopteren mit parasitischer Lebensweise, und auch bei den Xiphydriidae (Vilhelmsen 2000b). Innerhalb der Orussidae unterliegt dieses Merkmal einem Sexualdimorphismus. Bei den Weibchen ist die profurcale Brücke caudad ausgezogen, um Platz für den stark verlängerten und nach innen verlagerten Ovipositor zu schaffen (Vilhelmsen 2000b). Die profurcale Brücke ist auch innerhalb verschiedener Gruppen der Apocrita vereinzelt nachgewiesen worden. Dazu gehören neben Vertretern der „Terebrantes“ wie Ibalidae (Ronquist & Nordlander 1989), Megalyridae und Trigonalidae (Vilhelmsen 2000b) auch Aculeate wie Apidae (Snodgrass 1942) und Formicidae (Markl 1966). Ronquist & Nordlander (1989) halten eine unabhängig voneinander erfolgte Ausbildung der profurcalen Brücke bei den genannten Gruppen für wahrscheinlich, während Vilhelmsen (2000b) eher von einer sekundär erfolgten Reduktion der profurcalen Brücke bei den übrigen Taxa ausgeht.

Mit der Beschreibung der profurcalen Brücke von *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae) und *Perilampus* sp. (Perilampidae) konnte diese Struktur erstmals innerhalb der Chalcidoidea nachgewiesen werden. Die Polarität dieses Merkmals kann nicht eindeutig geklärt werden. Bezogen auf die Chalcidoidea, ist eher von einer Reversion innerhalb der Eucharitidae und Perilampidae auszugehen, da einige Gründe dafür sprechen, diese Gruppen für relativ abgeleitet zu halten (vgl. Abschnitt 4.3). Dies wäre demnach für die Chalcidoidea die

sparsamste Erklärung für die Entstehung dieses Merkmals und könnte ein weiterer Beleg für das von anderen Autoren (z. B. Heraty & Darling 1984, Darling 1988) postulierte Schwestergruppenverhältnis beider Familien sein.

Die **propleuralen Arme** sind ein Grundplanmerkmal der Hymenoptera und bilden die Ansatzstellen für die Muskeln, die zum Pronotum ziehen (Vilhelmsen 2000b). Innerhalb der Chalcidoidea variieren die propleuralen Arme stark in Form und Größe. Große, stark entwickelte propleurale Arme (Abb. 008) sind vermutlich plesiomorph für die Chalcidoidea und ähneln stark dem Grundplan der „Symphyta“ (Fig 4d in Vilhelmsen 2000b). Davon ausgehend könnte es innerhalb der Chalcidoidea mehrfach zu einer starken Reduktion der propleuralen Arme gekommen sein, z. B. bei den Eupelmidae (Abb. 270), Encyrtidae (Abb. 282), Eulophidae (Abb. 238), Aphelinidae (Abb. 302), Trichogrammatidae (Abb. 290) und Signiphoridae (Abb. 314). Die starke Entwicklung der propleuralen Arme bei den Gruppen der Pteromalidae (Ausnahme: Asaphinae) könnte demnach ein Hinweis auf eine basale Stellung innerhalb der Chalcidoidea sein.

#### 4.2.3 Das Mesonotum der Chalcidoidea

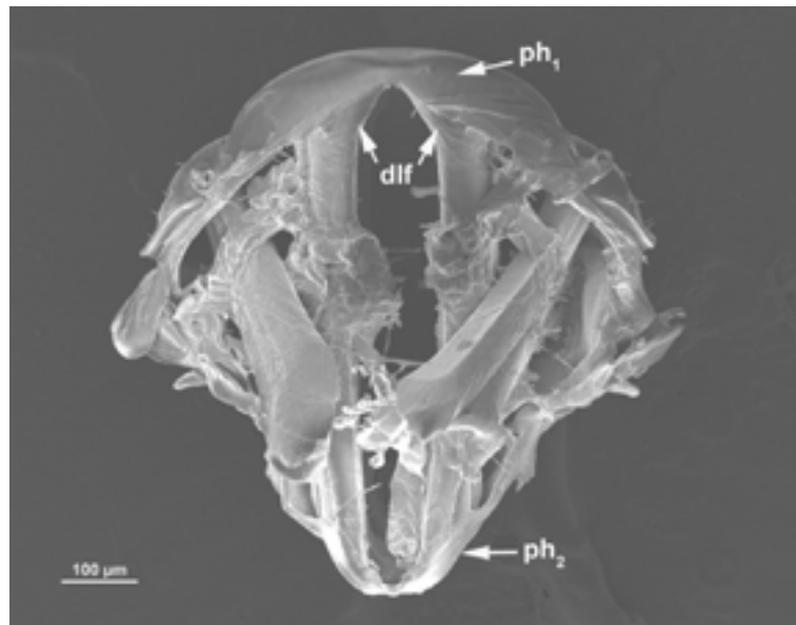
**Notauli** kommen bereits bei den ursprünglichsten Gruppen der Hymenopteren, den „Symphyta“, vor. Sie trennen die funktional verschiedenen Bereiche des Mesoscutums (Mittel- und Seitenlappen) voneinander. So setzen die dorsolongitudinalen, indirekten Flugmuskeln am Mittellappen (und am 1. Phragma) an und die dorsoventralen, indirekten Flugmuskeln (lateral zu den Leisten der Notauli) an den Seitenlappen des Mesoscutums (Gibson 1985). Dieser räumliche Zusammenhang zwischen Notauli und Flugmuskulatur spricht nach Gibson (1985) für die Homologisierbarkeit der Notauli innerhalb der Hymenoptera. Danach sind die Notauli ein Grundplanmerkmal der gesamten Ordnung. Auch wenn die Notauli innerhalb der Hymenoptera mehrfach und vermutlich unabhängig voneinander reduziert worden sind, so gibt es meines Erachtens keinen Grund dafür, ihre vollständige Ausbildung nicht auch als Grundplanmerkmal der Chalcidoidea anzusehen. Auch in dieser Gruppe ist es aber vermutlich mehrfach unabhängig voneinander zur einer Reduktion der Notauli gekommen. Nach der vorliegenden Datenlage lässt sich die Reduktion

der Notauli für die Chalcidoidea und die Mymarommatoidea in sieben verschiedenen Merkmalszuständen beschreiben:

1. **Notauli** bilden äußerlich tiefe, **vollständige Sulci**, die aus Foveolae oder rundlichen Vertiefungen gebildet werden und sich auf der Innenseite des Mesonotums als **vollständige Leisten** fortsetzen (Abb. 140, 141).
2. **Notauli** bilden äußerlich tiefe, **vollständige Furchen**, die sich auf der Innenseite des Mesonotums als **vollständige Leisten** fortsetzen (Abb. 069, 070).
3. **Notauli** sind äußerlich **unvollständig**, setzen sich aber auf der Innenseite des Mesonotums als **vollständige Leisten** fort (Abb. 014, 016).
4. **Notauli** sind äußerlich **vollständig**, setzen sich aber auf der Innenseite des Mesonotums als **unvollständige Leisten** fort (Abb. 191, 192b).
5. **Notauli** sind äußerlich **unvollständig** und setzen sich auch auf der Innenseite des Mesonotums als **unvollständige Leisten** fort (Abb. 014, 015).
6. **Notauli fehlen** äußerlich, sind aber auf der Innenseite des Mesonotums als **unvollständige Leisten** entwickelt (Abb. 209a, b).
7. **Notauli und Leisten fehlen vollständig** (Abb. 323, 324).

Auf die abgeleiteten und damit phylogenetisch relevanten Merkmalszustände zu den Notauli wird für die betreffenden Gruppen in den nächsten Abschnitten (4.3 und 4.4) ausführlicher eingegangen.

Ein **medianer mesoscutaler Sulcus** ist nach Gibson (1985) mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Grundplanmerkmal der Hymenoptera. Dafür sprechen die weite Verbreitung dieses Merkmals bereits innerhalb rezenter „Symphyta“ (Gibson 1985) und fossiler Gruppen (Rasnitsyn 1980). Die Leiste des medianen mesoscutalen Sulcus unterteilt die dorsolongitudinalen, indirekten Flugmuskeln in zwei getrennte Längsbänder (Gibson 1985). Diese Unterteilung muss anscheinend bei den meisten Gruppen der Apocrita nicht mehr zwingend von der Leiste des medianen mesoscutalen Sulcus übernommen werden. Anders lässt sich zumindest die von Gibson (1985) genannte geringe Verbreitung dieses Merkmals innerhalb der Apocrita nicht erklären. Möglicherweise ist infolge einer seitlichen Verlagerung der beiden Muskelgruppen (vgl. Abb. 5) die Trennung durch eine Leiste überflüssig geworden.



**Abb. 5: Mesotergale Muskulatur von *Nasonia vitripennis*** (Pteromalidae: Pteromalinae). REM Aufnahme nach Kryo-Sectioning. dlf=dorsolongitudinale indirekte Flugmuskeln, ph<sub>1</sub>=1. Phragma, ph<sub>2</sub>=2. Phragma.

Der mediane mesoscutale Sulcus mit der dazugehörigen Leiste kommt nach Gibson (1985) nur bei einigen Stephanidae, Megalyridae und Ceraphronoidea, also basalen Taxa der Apocrita, vor. Gibson (1985) nennt weitere Gruppen, in denen ein medianer mesoscutaler Sulcus ohne innere Leiste vorkommt, darunter auch einige Eulophidae. Dieser Befund kann in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Der mediane mesoscutale Sulcus von *Aprostocetus* sp. (Eulophidae: Tetrastichinae) setzt sich auf der Innenseite des Mesonotums nicht als Leiste fort (Abb. 237, 239). Das gleiche gilt auch für den unvollständigen Sulcus von *Eujacobsonia mirabilis* (Agaonidae: Otitesellinae) (Abb. 249). Ein medianer mesoscutaler Sulcus, der sich im Inneren als Leiste fortsetzt, konnte aber für *Centrodora* sp. (Aphelinidae, Aphelininae) beschrieben werden (Abb. 297, 301). Damit konnte diese Struktur erstmals innerhalb der Chalcidoidea nachgewiesen werden. Auch innerhalb der Cynipoidea kommt ein medianer mesoscutaler Sulcus vor, der sich nach Gibson (1985) im Inneren nicht als Leiste, sondern nur als Eindruck fortsetzt. Diese Unterscheidung (Eindruck vs. Leiste) muss aber noch nicht bedeuten, dass diese Strukturen auf keinen Fall homolog zueinander sind. Auch die mesopleuralen Leisten der untersuchten Chalcidoidea (z. B. Mesopleuralnaht, transepimeraler Sulcus) sind häufig reduziert und nur noch als innere Eindrücke vorhanden (Abb. 033), dennoch gibt es keinen Anlass, an ihrer Homologie zu zweifeln. Das isolierte Vorkommen des

medianen mesoscutalen Sulcus innerhalb der Chalcidoidea erschwert zum jetzigen Zeitpunkt eine phylogenetische Interpretation. Ich halte aber eine sekundäre (Wieder-)Entwicklung dieser Merkmalsausprägung, also eine Reversion, für das wahrscheinlichste aller möglichen Szenarien.

**Parapsidienfurchen** kommen verstreut in verschiedenen Gruppen der „Symphyta“ und der Apocrita vor (Gibson 1985). Nach Daly (1964) sind die Parapsidienfurchen der Apoidea epidermale Linien, an denen die dorsoventralen, indirekten Flugmuskeln in der pharaten Puppe anhaften. Gibson (1985) verweist auf fehlende morphologische Untersuchungen zur Muskulatur der „Symphyta“, so dass die Homologisierbarkeit der Parapsidienfurchen zwischen „Symphyta“ und Apocrita unklar bleibt. In dieser Studie konnten die Parapsidienfurchen nur bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) gefunden werden, wo sie sich entlang eines gratförmig erhöhten Bereichs ziehen (Abb. 267, 268). Parapsidienfurchen sind innerhalb der Eupelmidae weit verbreitet (Gibson 1989), wurden aber für die Chalcidoidea bisher noch nicht systematisch ausgewertet.

Die charakteristischen, cranial verlängerten **mesoscutalen Fortsätze** wurden in dieser Arbeit nur innerhalb der Encyrtidae gefunden (Abb. 284). Sie dienen der Anheftung des Acropleuralmuskels (Gibson 1989). Bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) sind diese Bereiche der Muskelinsertion ähnlich stark verbreitert, auch wenn die craniale Verlängerung des Mesoscutums nicht über den Vorderrand des Mesonotums hinausragt (Abb. 271). Deshalb ist bei dieser Art zwar keine eindeutige Bezeichnung als mesoscutaler Fortsatz möglich, es wird jedoch deutlich, dass die Abwandlung in diesem Bereich bei beiden Gruppen in einem funktionellen Zusammenhang mit dem hier vorkommenden, vergrößerten Acropleuron (Abb. 268, 280) steht. Die mesoscutalen Fortsätze kommen auch in den Gruppen Tanaostigmatidae und Calosotinae (Eupelmidae) vor (Gibson 1989). Gibson (1989) neigt jedoch dazu, nur das gemeinsame Vorkommen dieses Merkmals in den Gruppen Encyrtidae und Tanaostigmatidae als mögliche Synapomorphie zu werten, und betrachtet das Vorkommen innerhalb der Eupelmidae als konvergente Entwicklung. Auf das Verhältnis dieser Familien wird im nächsten Abschnitt (4.3) näher eingegangen.

Das **1. Phragma** des Mesonotums zeigt bei den untersuchten Chalcidoidea nur eine geringe Variation. Innerhalb der Hymenoptera fehlen bisher umfassendere morphologische Daten zu dieser Struktur. Für die Chalcidoidea ist anzunehmen, dass ein kurzes, median eingeschnittenes Phragma dem Grundplan entspricht. Die Morphologie des Phragmas scheint sich dabei den hier inserierenden, dorsolongitudinalen indirekten Flugmuskeln anzupassen. So kommt der mediane Einschnitt vermutlich durch die Trennung dieser Muskeln in zwei diskrete Längsbänder zustande (Abb. 5). Dieser Merkmalszustand findet sich bei fast allen untersuchten Arten der Chalcidoidea. Nur bei *Trichilogaster* sp. ist der Vorderrand des 1. Phragmas gerade (Abb. 079). Bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae: Eupelminae) konnte das 1. Phragma nicht eindeutig nachgewiesen werden, da die Präparation durch das extrem abgeflachte Mesonotum erschwert wurde. Bei *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae: Eucharitinae) ist das 1. Phragma reduziert. Durch die vertikale Aufrichtung des mesoscutalen Vorderrands bei Vertretern der Eucharitinae können die dorsolongitudinalen, indirekten Flugmuskeln in diesem Bereich inserieren (Heraty 1989), so dass es keine Notwendigkeit für ein ausgeprägtes Phragma mehr gibt (Abb. 220, 222).

Stark abgeleitet ist das 1. Phragma bei *Palaeomymar anomalum* (Mymarommatoidea). Es ist cranial erweitert und hat einen geraden Vorderrand, an dem sich zwei Fortsätze befinden (Abb. 322, 324, 325). Bei diesem Merkmal handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine weitere, bisher unbeschriebene Autapomorphie dieser aberranten Gruppe. Sie könnte in einem funktionellen Zusammenhang mit den sekundären Modifikationen des Prothorax bei dieser Art stehen (Reduktion des Pronotums, Verschmelzung von Prosternum und Propleura zu einem Carapax).

Die Morphologie des 1. Phragmas zeigt innerhalb der Chalcidoidea relativ geringe Variabilität. Für kleinere taxonomische Einheiten könnten vereinzelt auftretende Reduktionen des 1. Phragmas allerdings systematisch äußerst relevant sein.

Die äußeren Strukturen des Mesonotums beeinflussen sich zum Teil gegenseitig, so dass im Folgenden einige Strukturen zusammen abgehandelt werden müssen. So sind zum Beispiel Form und Lage der Axillae abhängig von der Lage der scutoscutellaren Furche und der transscutellaren Artikulation und umgekehrt.

Nach Snodgrass (1910) unterteilt die **transscutellare Artikulation** das Mesoscutum, so dass sich sein posteriorer Bereich (die Axillae) dahinter befindet und ein gemeinsames Sklerit mit dem Mesoscutellum bildet. Die transscutellare Artikulation findet sich bereits bei einigen Gruppen der „Symphyta“ und zwar bei Xiphydriidae und Orussidae (Ross 1937). Gibson (1985) listet die zahlreichen Synonyme für die transscutellare Artikulation auf. Sie ermöglicht die Flexibilität der beiden Sklerite des Mesoscutums zueinander, die so durch die Aktivität der indirekten Flugmuskulatur scharnierartig verbogen werden können. Damit stellt die transscutellare Artikulation eine wichtige Komponente für den Flug dar (Gibson 1985). Sie ist nach Gibson (1985) ein Grundplanmerkmal für Xiphydriidae, Orussidae und Apocrita. Bei den untersuchten Chalcidoidea gibt es Unterschiede in Bezug auf den Verlauf der transscutellaren Artikulation. So kann sie zum Beispiel durch die cranial erweiterten Axillae u-förmig gebogen sein oder gerade verlaufen.

Bei den meisten Chalcidoidea ist die transscutellare Artikulation nicht vollständig. Bei hoher Vergrößerung wird deutlich, dass sie im Lateralbereich minimal unterbrochen ist (Abb. 020). Gibson (1985) beschreibt eine seitliche Unterbrechung der transscutellaren Artikulation bei den Xiphydriidae, also bei der basalsten Gruppe mit einer transscutellaren Artikulation. Diese Unterbrechung ist jedoch wesentlich größer als bei den untersuchten Chalcidoidea und zieht sich in etwa über die halbe Breite der Axillae hin. Bei den Orussidae (Fig. 4 in Gibson 1985) scheint die transscutellare Artikulation, ähnlich wie bei den Chalcidoidea, minimal unterbrochen zu sein. Dies muss jedoch kein Hinweis darauf sein, dass die unterbrochene transscutellare Artikulation den ursprünglichen Zustand darstellt. Es scheint vielmehr so zu sein, dass es innerhalb der Hymenoptera bezüglich dieses Merkmals ständig Veränderungen gegeben hat, so dass seine Polarität nicht eindeutig bestimmbar ist. Auch *Palaeomyr anomalum* (Mymarommatoidea) (Abb. 323) und *Megaspilus* sp. (Ceraphronoidea) (Vilhelmsen unveröff.) haben im Gegensatz zu den meisten Chalcidoidea eine vollständige transscutellare Artikulation entwickelt. Bei den untersuchten Chalcidoidea gilt dies nur für die Vertreter aus folgenden Gruppen: Pteromalidae (Asaphinae) (Abb. 083, 084), Chalcididae (Haltichellinae) (Abb. 199b), Eucharitidae (Eucharitinae) (Abb. 223) und Signiphoridae (Abb. 311). Bei *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae) (Abb. 297), *Encarsia formosa* (Aphelinidae: Coccophaginae) (Abb. 306) und *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae) (Abb. 291) bildet die transscutellare Artikulation nur im Medianbereich eine tiefe Furche, was als sekundäre Entwicklung anzusehen ist.

Die Chalcidoidea sind charakterisiert durch das Vorhandensein von **Axillae**. Diese Strukturen sind innerhalb der Ordnung Hymenoptera weit verbreitet und gehen zurück auf die Terminologie von Thomson (1876), der diesen Begriff für Vertreter der Pteromalinae prägte. Die Axillae resultieren nach Gibson (1985) aus einer vorhandenen transscutellaren Artikulation und finden sich deshalb in den Gruppen der Hymenopteren, auf die bereits im Zusammenhang mit der transscutellaren Artikulation eingegangen wurde. Gibson (1985) geht von einem funktionalen Zusammenhang zwischen der Größe der Axillae und der Bedeutung als Ansatzstelle für die axillären Muskeln aus. Er nimmt weiter an, dass große, einander berührende Axillae ein Grundplanmerkmal der Apocrita darstellen, und dass Gruppen mit kleinen Axillae sekundär die axillären Muskeln verloren haben und in der Konsequenz der Selektionsdruck auf die Bewahrung der Axillae als große, deutliche Strukturen verloren gegangen ist. Nach Gibson (1985) ist die Reduktion der Axillae innerhalb der Apocrita mehrfach unabhängig voneinander erfolgt, was die phylogenetische Relevanz dieses Merkmals, zumindest auf die Gesamtheit der Apocrita bezogen, stark einschränkt. Bei den von Gibson (1985) untersuchten Stephanidae und Megaspilidae sind die Axillae miteinander verbunden. Das Gleiche gilt für die Vertreter der ursprünglichen „Symphyta“, bei denen bereits Axillae ausgeprägt sind (Xiphydriidae, Orussidae). Auch wenn die Größe der Axillae innerhalb der Hymenopteren kein verlässliches systematisches Merkmal zu sein scheint, Gibson (1985) beschreibt z. B. große Axillae für die Stephanidae und kleine Axillae für die ursprünglicheren Orussidae, so könnte zumindest ihre Lage zueinander phylogenetisch bedeutsam sein. So sind die Axillae der abgeleiteten *Polistes* sp. (Aculeata) deutlich voneinander getrennt und an den Seitenrand des Mesonotums verschoben (Gibson 1985).

Innerhalb der untersuchten Chalcidoidea variieren die Merkmalszustände der Axillae stark und lassen sich nur bedingt phylogenetisch interpretieren. Für die einzelnen Gruppen der Chalcidoidea lassen sich allerdings einige Trends ablesen. So sind die Axillae innerhalb der Pteromalidae bei den Pteromalinae am weitesten voneinander getrennt (Abb. 013, 014), was auf den abgeleiteten Zustand hinweisen könnte. Eine deutliche Trennung der Axillae findet sich auch in den Gruppen Miscogasterinae, Panstenoninae und Ormocerinae (Abb. 069) sowie bei *Thaumasura* sp. (Cleonyminae) (Abb. 111). Bei *Notanisus* sp. (Cleonyminae) (Abb. 113), Asaphinae (Abb. 083, 084) und Spalangiinae (Abb. 135) sind die Axillae stark angenähert, was auf den plesiomorphen Zustand deuten könnte. Es muss allerdings darauf hingewiesen

werden, dass die beschriebenen Merkmalszustände ineinander übergehen und sich nicht eindeutig voneinander abtrennen lassen. Große, trianguläre Axillae und zum Teil stark angenäherte Axillae finden sich auch bei den Torymidae (Abb. 165, 171b, 178), was ebenfalls ein Hinweis auf einen plesiomorphen Merkmalszustand sein könnte. Die Axillae der Eurytomidae sind voneinander getrennt und in ihrer Größe leicht reduziert (Abb. 188, 191). Im Vergleich zu den vorigen Arten ist ihre Längsachse verkürzt, so dass sie in Dorsalansicht schmaler und nicht mehr triangulär erscheinen (Abb. 191). Diese Entwicklung setzt sich bei den Chalcididae und Leucospidae fort. Bei *Antrocephalus* sp. (Chalcididae: Haltichellinae) sind die Axillae etwas schmaler als bei den Eurytomidae und deutlich voneinander getrennt (Abb. 199a, b). Bei *Chalcis* sp. (Chalcididae: Chalcidinae) sind die Axillae in ihrer Größe weiter reduziert und im Vergleich zu *Antrocephalus* sp. laterad verschoben (Vilhemsen unveröff.). Bei *Leucospis* sp. (Leucospidae) sind die Axillae extrem reduziert und an den äußersten Seitenrand des Mesonotums verschoben.

Ähnliche Tendenzen zur Reduktion der Axillae und zu ihrer Verschiebung an den Seitenrand des Mesonotums finden sich auch bei den untersuchten Agaonidae (Abb. 255, 258, 263).

Bei *Perilampus* sp. (Perilampidae) sind die Axillae aberrant gestaltet und lassen sich nicht eindeutig phylogenetisch auswerten. Der Punkt, an dem die scutoscutellare Furche den Seitenrand des Mesonotums erreicht, liegt caudal zum Alarprocessus und damit auch zur Seitenplatte der Axilla (Abb. 233). Dadurch ist die Axilla im Verhältnis zur Seitenplatte cranial erweitert, so dass es bei *Perilampus* sp. keinen strukturellen Zusammenhang mehr zwischen der Seitenplatte und dem dorsalen Bereich der Axilla gibt. Die Axillae sind median deutlich voneinander getrennt (Abb. 230). Bei *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae) sind die Axillae stark verschmälert und median nicht deutlich voneinander getrennt (Abb. 223). Dieser Merkmalszustand kommt auch in anderen Gruppen der Hymenoptera vor, wie den Megaspilidae (Ceraphronoidea) (Gibson 1985), und deutet auf den plesiomorphen Zustand hin. Abgeleitet dürfte dagegen die caudale Begrenzung der Axillae sein, die auf der Innenseite des Mesonotums deutlich wird. Hier ist die Leiste der scutoscutellaren Furche caudad verschoben und völlig von der transscutellaren Artikulation getrennt (Abb. 222). Die Position der Leiste stimmt nur noch teilweise mit der äußerlichen scutoscutellaren Furche überein, was erneut die zum Teil problematischen Definitionsmöglichkeiten mesosomaler Strukturen innerhalb der Chalcidoidea aufzeigt.

Die großen, triangulären Axillae von *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) (äußerlich nur schwach angedeutet) und *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae) (Abb. 279) berühren sich median, was für den plesiomorphen Zustand zu sprechen scheint. Die scutoscutellare Furche als innere Begrenzung der Axillae, ist allerdings bei diesen Arten nicht bogenförmig, sondern rechtwinklig (Abb. 271, 284). Dieser Zustand konnte in keiner anderen untersuchten Gruppe der Chalcidoidea nachgewiesen werden und könnte eine Synapomorphie der Eupelmidae und Encyrtidae darstellen.

Die craniale Erweiterung der deutlich voneinander getrennten Axillae ist ein stark abgeleiteter Zustand, der sich nur bei den untersuchten Vertretern aus den Gruppen Tetrastichinae (Eulophidae) (Abb. 237), Aphelininae und Coccophaginae (beide Aphelinidae) (Abb. 297, 306) sowie Trichogrammatidae (Abb. 291) findet. Mögliche Zwischenformen könnten die Axillae von *Entedon ergias* (Eulophidae: Entedoninae) darstellen. Sie sind (bereits) deutlich voneinander getrennt und leicht craniad verschoben, aber (noch) groß und triangulär (Abb. 245).

Die vollständige Reduktion der Axillae von *Clytina giraudi* (Abb. 311) ist bedingt durch die äußerliche Reduktion der scutoscutellaren Furche. Dieser stark abgeleitete, apomorphe Zustand hat für die Klassifizierung der Signiphoridae Bedeutung, bietet für die Gesamtheit der Chalcidoidea aber keine phylogenetischen Informationen mehr.

Die Axillae von *Gonatocerus* spp. (Mymaridae) sind an den Seitenrand des Mesonotums verschoben (Huber 1988).

Auf dem Mesonotum von *Palaeomymar anomalum* (Mymarommatoidea) sind seitliche Eindrücke vorhanden (Abb. 323), die in Debauche (1948) unkorrekt dargestellt (sie erreichen hier die transscutellare Artikulation) und als Axillae bezeichnet werden. Da es auf dem Mesonotum von *Palaeomymar anomalum* keine definierten Strukturen wie die scutoscutellare Furche oder die Seitenplatte der Axillae gibt (Abb. 323), ist die Homologie der seitlichen Eindrücke mit den Axillae der Chalcidoidea auf der Grundlage der äußeren Strukturen nicht zu klären. Die Position der axillären Phragmata im Inneren des Mesonotums von *Palaeomymar anomalum* und die Lage der scutoscutellaren Furche sprechen dafür, dass die Axillae reduziert worden sind (s.u.).

Die **axillären Phragmata** sind nach Gibson (1986a) eine wahrscheinliche Synapomorphie von Mymarommatoidea und Chalcidoidea. Sie kommen bei keiner anderen Gruppe der Hymenoptera vor und dienen der vollständigen oder teilweisen Insertion des mesotrochanteralen Depressormuskels ( $t_2$ - $tr_2$ ) (Gibson 1986a). In der vorgelegten Arbeit konnten diese winzigen Phragmata für *Palaeomymar anomalum* (Mymarommatoidea) und die Chalcidoidea räumlich dargestellt werden, wodurch eine Vielzahl von systematisch auswertbaren Unterschieden offensichtlich werden. Die axillären Phragmata von *Palaeomymar anomalum* bilden schmale Stäbe, die craniad weisen und deren Basen angenähert sind (Abb. 324, 325). Die Homologisierbarkeit zu den axillären Phragmata wird dadurch erschwert, dass die namensgebenden Axillae bei *Palaeomymar anomalum* fehlen (Gibson 1986a) oder zumindest nicht eindeutig zugeordnet werden können (Abb. 323). Ihre Lage caudal zur transscutellaren Artikulation und cranial zur scutoscutellaren Furche spricht allerdings für ihre Homologie zu den axillären Phragmata der Chalcidoidea.

Die Tatsache, dass die axillären Phragmata bei *Palaeomymar anomalum* auf einem schmalen Grat zwischen transscutellarer Artikulation und scutoscutellarer Furche liegen, zeigt, dass die Axillae auch auf der Innenseite des Mesonotums vollständig reduziert worden sind. Deshalb handelt es sich bei den seitlichen Eindrücken auf dem Mesonotum von *Palaeomymar anomalum* nicht um Axillae, wie von früheren Autoren beschrieben (z. B. Debauche 1948), sondern um Strukturen, die man als Axillulae bezeichnen könnte. Gibson (1999) führt das Fehlen äußerlich differenzierter Axillae (= „dorsal axillar surface“ sensu Gibson) bei den Mymarommatidae auf das Fehlen des posterioren mesotrochanteralen Depressormuskels ( $t_2 - tr_{2b}$ ) zurück. Dieser setzt bei den meisten Chalcidoidea, bei Ceraphronoidea und Megalyridae unterhalb der Axillae an, während der anteriore mesotrochanterale Depressormuskel bei Mymarommatidae und Chalcidoidea an den axillären Phragmata ansetzt (Gibson 1999).

Da die Axillae bei *Palaeomymar anomalum* vollständig und die axillären Phragmata zu Stäben reduziert sind, wird der Außengruppenvergleich erschwert. Für die Chalcidoidea sehe ich aber die moderat verlängerten, scheibenförmig verbreiterten axillären Phragmata, die sich entlang der Innenseite des Mesonotums ziehen, als plesiomorph an (z. B. Abb. 166). Dieser Zustand hat die größte Verbreitung innerhalb der untersuchten Chalcidoidea und findet sich in fast allen Gruppen. Ausgehend davon wäre es zu verschiedenen Abwandlungen gekommen.

So könnte es zum einen bei Pteromalidae (nur Spalangiinae), Eucharitidae, Perilampidae, Chalcididae und Agaonidae (nur Agaoninae) zu einer Größenreduktion der axillären Phragmata gekommen sein (z. B. Abb. 141).

Bei einigen Gruppen der Chalcidoidea sind die axillären Phragmata stark abgeleitet. So kommt es bei *Aprostocetus* sp. (Eulophidae: Tetrastichinae) zu einer Verlängerung der axillären Phragmata und zu einer seitlich gerichteten Ausdehnung (Abb. 239). Diese Modifikationen könnten in Zusammenhang mit den erweiterten Axillae stehen (Abb. 237). Die seitliche Orientierung findet sich auch bei den Aphelinidae, Trichogrammatidae und Signiphoridae (Abb. 315). Bei *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae) sind die axillären Phragmata zusätzlich cranial verlängert (Abb. 301), bei *Encarsia formosa* (Aphelinidae: Coccophaginae) und *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae) seitlich verbreitert (Abb. 292, 308). Das axilläre Phragma von *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae) ist cranial verlängert und leicht seitlich verlagert (Abb. 284). Bei *Eupelmus atropurpureus* ist es stark modifiziert und mit dem Seitenrand des Mesonotums auf der Höhe der transscutellaren Artikulation verbunden.

Auf die **scutoscutellare Furche** wurde in Zusammenhang mit der Diskussion der Axillae bereits mehrfach eingegangen, da die äußerliche Form der Axillae maßgeblich von der Lage und dem Verlauf dieser Furche geprägt wird. Die innere Leiste der scutoscutellaren Furche verläuft bei den meisten Gruppen der untersuchten Chalcidoidea bogenförmig. Auf die davon abweichenden Zustände bei den Eucharitidae, Eupelmidae und Encyrtidae wurde bereits eingegangen (s. o.). Durch die extreme Größenreduktion der Axillae verläuft die Leiste der scutoscutellaren Furche bei *Leucospis* sp. fast auf gleicher Höhe zur transscutellaren Artikulation und ist nur am äußersten Seitenrand leicht caudad gebogen (Abb. 209a, b). Eine starke Verbreiterung der bogenförmigen scutoscutellaren Furche findet sich bei *Palaeomyrmar anomalum* (Mymarommatoidea) (Abb. 324).

Auf dem Mesonotum der untersuchten Chalcidoidea ist häufig ein lateraler **axillulärer Sulcus** differenziert, der vom Seitenrand der scutoscutellaren Furche abzweigt. Diesen Merkmalszustand findet man innerhalb der Pteromalidae bei den Pteromalinae (Abb. 020), Miscogasterinae, Panstenoninae und Asaphinae (Abb. 087). Bei *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) ist kein distinkter axillulärer Sulcus ausgebildet. Die

scutoscutellare Furche besteht hier aus tief in die Cuticula eingepprägten Foveolae (Abb. 140). Am Seitenrand des Mesonotums ist diese Reihe aus Foveolae erweitert (Abb. 142). Dadurch entsteht bei *S. nigripes* ein dreieckiger Bereich, der durch die Breite der scutoscutellaren Furche bestimmt wird, der aber nach der gängigen Terminologie nicht eindeutig als Axillula bezeichnet werden kann. Bei näherer Betrachtung der **Axillulae** der genannten Gruppen fällt auf, dass sich im Übergangsbereich zwischen scutoscutellarer Furche und Axillulae streifenförmige Erhebungen der Cuticula befinden. Diese sind bei einigen der genannten Gruppen besonders deutlich, z. B. Miscogasterinae, Panstenoninae, Pteromalinae (Abb. 040).

Nach der Betrachtung der unterschiedlichen Merkmalsausprägungen zum axillulären Sulcus beziehungsweise des Seitenbereiches der scutoscutellaren Furche bei *Spalangia nigripes* und den anderen erwähnten Gruppen der Pteromalidae soll im Folgenden eine Hypothese zur möglichen Entstehung des axillulären Sulcus aufgestellt werden. Der plesiomorphe Zustand für die Chalcidoidea könnte durch eine aus Foveolae gebildete scutoscutellare Furche dargestellt werden, die seitlich verbreitert ist. Dadurch wären auf dem plesiomorphen Mesonotum keine Axillulae ausgebildet. Infolge einer Reduktion der Foveolae blieben nur die Außenränder der ursprünglich lateral verbreiterten scutoscutellaren Furche als äußere Linien übrig. Die hintere Linie bildete dann den axillulären Sulcus. Die streifenförmigen Cuticula-Bereiche (Abb. 040) markieren bei den Gruppen die Reste der ursprünglichen Foveolae, bei denen die Reduktion noch nicht vollständig erfolgt ist. Derartige unvollständige Reduktionen der Foveolae lassen sich zum Beispiel eindeutig auf dem Metanotum der Chalcidoidea nachweisen (vgl. 3.2). Für diese Hypothese spricht auch die Tatsache, dass die Leiste der scutoscutellaren Furche bei den meisten Gruppen der Chalcidoidea seitlich erweitert ist und sich in eine craniale Leiste der scutoscutellaren Furche und eine caudale des axillulären Sulcus differenziert. Diese Leisten bleiben aber bei den meisten Gruppen vollständig miteinander verbunden und könnten somit nur die Seitenränder einer einzigen Leiste darstellen (Abb. 017).

Bei *Palaeomymar anomalum* (Mymarommatoidea) bildet die scutoscutellare Furche nur eine einzige breite Leiste aus, deren Hinterrand auf der Höhe der seitlichen Eindrücke des Mesonotums liegt (Abb. 323, 324). Bei *Megaspilus* sp. (Ceraphronoidea) wird die scutoscutellare Furche ähnlich wie bei *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) durch

Foveolae gebildet. Hier ist jedoch auch ein parallel zur Längsachse des Mesonotums verlaufender und aus Foveolae gebildeter axillulärer Sulcus vorhanden, der auch im Inneren des Mesonotums ausgebildet ist (Vilhelmsen unveröff.). Damit wären auch alternative Hypothesen möglich, wie eine ursprüngliche Verschmelzung der beiden foveolaten Sulci (erhalten bei *S. nigripes*) und eine sekundäre Differenzierung des axillulären Sulcus und der Axillulae bei den übrigen Gruppen der Chalcidoidea. Auch bei dieser Hypothese würde sich an der Polarität des Merkmals (plesiomorpher Zustand bei *S. nigripes*) nichts ändern.

Bei den anderen untersuchten Gruppen der Pteromalidae (Ormocerinae und Cleonyminae) sind die axillulären Sulci und die Leisten auf der Innenseite des Mesonotums vollständig reduziert beziehungsweise nicht differenziert (Abb. 069, 070, 113, 114). Innerhalb der Cleonyminae kann die dorsale Begrenzung der Axillulae auch durch eine Carina erfolgen (Gibson 2003). Dieses Merkmal ist allerdings nicht eindeutig zu definieren, wenn der Vorderrand des Mesoscutellums wie bei *Thaumasura* sp. streifenförmig skulpturiert ist (Abb. 117, 118).

Bei den untersuchten Ormyridae, Torymidae, Chalcididae, Leucospidae, Eucharitidae und Leucospidae sind die inneren Anzeichen eines axillulären Sulcus ebenfalls reduziert. Bei *Ormyrus* sp. (Ormyridae) ist der axilluläre Sulcus äußerlich nur angedeutet (Abb. 153). Von den untersuchten Torymidae zeigen nur *Monodontomerus* sp. und *Torymus bedeguaris* eine äußerliche Differenzierung von Axillulae. Die Cuticula ist hier glatt und bei *T. bedeguaris* durch einen schwachen axillulären Sulcus (Abb. 182), bei *Monodontomerus* sp. durch eine Carina vom Mesoscutellum abgesetzt (Abb. 170). Bei den Eurytomidae ist ein schwacher axillulärer Sulcus ausgebildet (Abb. 188, 191). Bei *Antrocephalus* sp. (Chalcididae) ist die Cuticula hinter den Axillae aufgewölbt, was die Interpretation dieses Merkmals erschwert. Bei den Leucospidae (Abb. 209a) und Eucharitidae (Abb. 223) konnte kein axillulärer Sulcus nachgewiesen werden. Die Axillulae von *Perilampus* sp. sind durch eine dorsale Carina begrenzt und durch ihre glatte Cuticula deutlich vom skulpturierten Rest des Mesoscutellums abgesetzt (Abb. 233). Die im Vergleich zu den anderen Gruppen caudad verschobene Lage der Axillulae (ihr Vorderrand reicht nicht bis zum Alarprocessus) könnte auch auf eine sekundäre Differenzierung dieses Bereiches hinweisen, den man dann nicht mehr als Axillula bezeichnen dürfte.

Bei den untersuchten Eulophidae sind die axillulären Sulci äußerlich entwickelt (Abb. 237, 243). Auch im Inneren des Mesonotums sind die Leisten der axillulären Sulci zumindest noch teilweise von der Leiste der scutoscutellaren Furche unterscheidbar (Abb. 239, 246).

Bei den Agaonidae fehlen die axillulären Sulci vollständig (Abb. 249, 263) oder sind nur unvollständig entwickelt (Abb. 258). Auf der Innenseite des Mesonotums lassen sich ebenfalls keine Leisten der axillulären Sulci nachweisen (Abb. 261).

Auf dem Mesonotum der untersuchten Eupelmidae sind zunächst nur zwei längliche Eindrücke erkennbar (Abb. 267). Die scutoscutellare Furche scheint äußerlich reduziert zu sein, ist bei genauerer Betrachtung jedoch als feine Linie erkennbar. Auf der Innenseite des Mesonotums sind die axillulären Sulci so deutlich von der scutoscutellare Furche getrennt wie bei keiner anderen untersuchten Chalcidoidea. Deshalb interpretiere ich die äußerlichen Gruben auf dem Mesonotum von *Eupelmus atropurpureus* als Axillulae und halte ihre ungewöhnliche Ausdifferenzierung für eine sekundäre Entwicklung.

Das Mesonotum der untersuchten Encyrtidae (Tetracneminae Abb. 279, 284), Trichogrammatidae (Abb. 291, 292) und Aphelinidae (Coccophaginae Abb. 306, 308) weist keine axillulären Sulci oder Axillulae auf, was auf den abgeleiteten Zustand hinweist. Bei *Centrodora* sp. (Aphelinidae, Aphelininae) fehlt zwar auch ein axillulärer Sulcus (Abb. 297), allerdings ist die dazugehörige Leiste auf der Innenseite des Mesonotums vorhanden (Abb. 301).

Bei *Clytina giraudi* (Signiphoridae) sind sämtliche äußeren Strukturen des Mesonotums reduziert, und damit auch eventuelle Axillulae und axilluläre Sulci (Abb. 311). Durch die zweite Cuticulawand im Inneren des Mesonotums (Abb. 315), die möglicherweise die verbreiterte Leiste der scutoscutellaren Furche darstellt, konnte bei dieser Art das Vorhandensein einer Leiste des axillulären Sulcus auf der Innenseite des Mesonotums nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Axillulae sind ein weiteres Beispiel dafür, wie problematisch es ist, morphologische Strukturen der Chalcidoidea exakt zu definieren. Der Begriff der Axillulae wird angewandt für einen Bereich, der äußerlich häufig nur schwach erkennbar ist. Dieser Bereich wird entweder begrenzt durch die scutoscutellare Furche und die axillulären Sulci bzw. Carinae oder ist wenigstens durch eine unterschiedliche Skulpturierung vom übrigen Mesoscutellum abgesetzt. Berücksichtigt man die innere Anatomie des Mesonotums, so zeigt sich, dass dieser

Bereich im Gegensatz zu den Axillae nur bei wenigen Gruppen durch eindeutige morphologische Strukturen definiert ist. Damit sind die Axillulae der Bereich des Mesonotums, der für die Gesamtheit der Chalcidoidea am schwächsten definiert ist, was die phylogenetischen Interpretationsmöglichkeiten auf diesem hohen taxonomischen Niveau einschränkt.

Vom Mesoscutellum ist bei einigen Gruppen der Chalcidoidea das **Frenum** als subapikale Region abgetrennt. Auch dieser Bereich ist für die Gesamtheit der Chalcidoidea nur unzureichend definiert. Das Frenum ist ein wichtiges diagnostisches Merkmal und hat eine besonders große Bedeutung für die Torymidae (Graham & Gijswit 1998) und die Pteromalidae (Graham 1969). Gibson (1997a) spekuliert über eine mögliche Homologie des „posterioren Scutellums“ der Mymaridae zum Frenum der übrigen Chalcidoidea. Das „posteriore Scutellum“ ist bei vielen Mymaridae ein großer distinkter Bereich, der durch eine mediane Furche unterteilt sein kann (Figs. 43-47 in Huber 1997). Dabei können diese Bereiche die Ausdehnung des „anterioren Scutellums“ deutlich übertreffen.

Bei anderen Gruppen der Mymaridae, darunter auch *Gonatocerus* sp. (Vilhelmsen unveröff.), ist die Trennungslinie zwischen dem „anterioren“ und dem „posterioren Scutellum“ reduziert, so dass das Mesoscutellum äußerlich nicht unterteilt ist. In einigen Gattungen der Mymaridae (*Stephanodes*, *Neomymar* und *Acropolynema*) ist das „posteriore Scutellum“ caudad verschoben und wird durch eine punktierte Linie begrenzt (Figs. 50, 51, 53 in Huber 1997). Bei diesen Gruppen ist es nicht vom Frenum der übrigen Chalcidoidea zu unterscheiden. Debauche (1948) verwendet den Begriff „Postscutellum“ für diesen Bereich bei Mymaridae und Mymarommatoidea. Es gibt jedoch keine Hinweise, die es rechtfertigen würden, für die Mymaridae und nach meiner Überzeugung auch für die Mymarommatoidea eine gesonderte Terminologie zu verwenden, zumal beide Begriffe das gleiche Phänomen einer sekundären Differenzierung des Mesoscutellums beschreiben. Bei *Palaeomymar anomalum* (Mymarommatoidea) wird die Trennung dieser Bereiche auch auf der Innenseite des Mesonotums durch eine Leiste vollzogen (Abb. 323, 324), die ich als homolog zur Leiste der Frenal-Linie der Chalcidoidea ansehe (Abb. 140, 141). Deshalb schlage ich vor, den Begriff Frenum auch für das „posteriore Scutellum“ der Mymaridae und Mymarommatoidea und den Begriff Frenal-Linie für die Trennungslinie zwischen dem „anterioren“ und dem „posterioren Scutellum“ zu verwenden. Eine deutliche Frenal-Linie, die sich im Inneren des Mesonotums

als Leiste fortsetzt, wurde in der vorliegenden Untersuchung nur bei *Asaphes vulgaris* (Pteromalidae: Asaphinae) (Abb. 083, 085), *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) (Abb. 140, 141) und *Monodontomerus* sp. (Torymidae: Toryminae) (Abb. 171a, b) gefunden. Eine innere Leiste, die parallel zur Frenal-Linie verläuft, wurde bislang noch nicht für die Chalcidoidea beschrieben. Boucek (1988b) sieht die äußere Frenal-Linie als „wahrscheinlich plesiomorph“ an. Ihr Vorkommen mit einer inneren Leiste halte ich, analog zu den Verhältnissen bei den beschriebenen Notauli, für den plesiomorphen Grundzustand. Ausgehend von diesem Zustand ist es innerhalb der untersuchten Chalcidoidea zu folgenden Merkmalsausprägungen gekommen:

- 1: Frenal-Linie** als distinkter Sulcus zwischen den Frenal-Armen **entwickelt, mit innerer Leiste** (Abb. 140, 141).
- 2: Frenal-Linie** als distinkter Sulcus zwischen den Frenal-Armen **entwickelt, innere Leiste reduziert** (Abb. 017, 037).
- 3: Frenal-Linie carinat**, Frenum unter den Hinterrand des Mesoscutellums verschoben (Abb. 232).
- 4: Frenal-Linie und Leiste reduziert**, kein differenziertes Frenum, **Frenal-Arme reichen aber dorsad bis ins Mesoscutellum** (Abb. 188, 192a).
- 5: Frenal-Linie und Leiste reduziert**, kein differenziertes Frenum, **Frenal-Arme reichen nicht dorsad bis ins Mesoscutellum** (Abb. 297, 301).

Das **2. Phragma** des Mesonotums ist im Vergleich zum 1. Phragma verlängert und dient der posterioren Anheftung der dorsolongitudinalen, indirekten Flugmuskeln (Abb. 5). Es gibt für die Hymenopteren keine vergleichend-anatomischen Studien zu dieser Struktur. Analog zum 1. Phragma hat es bei den meisten Chalcidoidea einen medianen Einschnitt, und ich halte diesen Zustand für plesiomorph innerhalb der Chalcidoidea. Von diesem Zustand weichen nur *Clytina giraudi* (Signiphoridae) (Abb. 316) und *Gonatocerus* sp. (Mymaridae) (Vilhelmsen unveröff.) ab, bei denen das 2. Phragma einen glatten Vorderrand besitzt. Die Morphologie des 2. Phragmas ist ansonsten zwischen beiden Arten so verschieden, dass es keinen Anhaltspunkt für einen gemeinsamen Ursprung dieser Merkmalsausprägung gibt.

Das 2. Phragma ist in den Gruppen Trichogrammatidae, Aphelinidae und Signiphoridae extrem stark verlängert und reicht hier weit in das Metasoma hinein (Abb. 295, 303, 308, 316). Dies wird ermöglicht durch einen verbreiterten, aber stark in der Länge reduzierten (Abb. 297, 306) oder einen insgesamt fast vollständig reduzierten Petiolus (Abb. 311). Dieses

Merkmal halte ich für stark abgeleitet, da es komplexe Veränderungen an verschiedenen Körperstrukturen voraussetzt. Ein verlängertes 2. Phragma ist ansonsten nur von den Mymaridae bekannt. Bei *Gonatocerus* sp. (Vilhelmsen unveröff.) ist das 2. Phragma ebenfalls stark verlängert, reicht aber aufgrund des kleinen Querschnitts des stiel förmigen Petiolus nicht bis in das Metasoma hinein. Dieser Zustand scheint bei den meisten Gruppen der Mymaridae verbreitet zu sein (vgl. Abbildungen in Huber 1997). Bei anderen Mymaridae wie *Anagrus* sp. scheint das verlängerte Phragma allerdings bis in Metasoma hineinzureichen (Fig. 30 in Debauche 1948). Die Verlängerung des 2. Phragmas ins Metasoma könnte unabhängig voneinander bei den betroffenen Mymaridae und bei Aphelinidae, Signiphoridae und Trichogrammatidae entstanden sein oder für einen gemeinsamen Ursprung beider Gruppen sprechen.

Aberrant gestaltete 2. Phragmata finden sich in den Gruppen Eupelmidae und Encyrtidae. Das 2. Phragma von *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) weist insgesamt craniad, hat aber einen medianen Fortsatz entwickelt, der caudad in den Metapectus führt. Diese sekundäre Entwicklung könnte im Zusammenhang mit der Sprungaktivität dieser Gruppe stehen (vgl. Gibson 1986b). Bei *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae) ist das 2. Phragma stark verschmälert und an den lateralen Artikulationspunkten zum Mesonotum auffallend verdickt (Abb. 284). Dieses Merkmal könnte für die Encyrtidae systematisch relevant sein und stellt vermutlich einen stark abgeleiteten Zustand dar.

Die Morphologie des **mesoscutellaren Hinterrands** ist innerhalb der Chalcidoidea äußerst variabel. Bei einigen Gruppen besteht die Möglichkeit, einen durch Foveolae gebildeten Hinterrand mit einem caudad verschobenen Frenum zu verwechseln. Bei *Perilampus* sp. bildet das Frenum einen schmalen Streifen aus Foveolae, der äußerlich nicht von dem dahinter liegenden Hinterrand unterscheidbar ist (Abb. 232). Bei Gruppen, die nur einen einfachen Hinterrand und kein Frenum aufweisen (z. B. *Enoggera reticulata* Abb. 088), kann nicht mit Sicherheit geklärt werden, ob hier der foveolate Hinterrand reduziert wurde und das Frenum sichtbar ist oder umgekehrt. Leichter fällt die Zuordnung bei den Gruppen, die einen caudad ausgezogenen, durch deutliche Foveolae gebildeten Hinterrand besitzen und zusätzlich ein deutliches Frenum aufweisen. Dies trifft für einige Torymidae (Abb. 165, 171b) zu. Bei den untersuchten Cleonyminae könnte ein glatter Streifen oberhalb des Hinterrands ein Hinweis auf das reduzierte Frenum sein (Abb. 115, 117, 119). Bei *Thaumasura* sp. ist der

Hinterrand zu einer scutellaren Lippe ausgezogen, ein sekundäres Merkmal, das für einige Gruppen der Cleonyminae charakteristisch ist (Gibson 2003).

Bei den Eupelmidae und Encyrtidae ist ein submedianer Hinterrand angedeutet, der aber von dem spitzen, medianen Bereich des Mesoscutellums unterbrochen wird (Abb. 267). Hier kann eine morphologische Zuordnung erst nach der Untersuchung weiterer Taxa erfolgen.

Bei den meisten Gruppen der Chalcidoidea ist kein durch Foveolae geprägter Hinterrand ausgebildet. Dazu gehören zum einen die miniaturisierten Vertreter aus Mymaridae, Aphelinidae, Signiphoridae und Trichogrammatidae aber auch die meisten der untersuchten Pteromalidae aus Spalangiinae, Pteromalinae, Miscogasterinae, Ormocerinae und Asaphinae (nur *Asaphes vulgaris*) sowie aus Ormyridae und Agaonidae. Da auch *Megaspilus* sp. (Ceraphronoidea) und *Palaeomyrmar anomalum* (Mymarommatoidea) keinen foveolaten Hinterrand besitzen, ist es möglich, dass dieser sekundär innerhalb der Chalcidoidea entstanden ist.

#### 4.2.4 Der Mesopectus der Chalcidoidea

Nach Gibson (1985) ist das Vorhandensein eines unabhängigen Sklerits zwischen Pronotum und Mesopleuron, des sogenannten **Praepectus**, ein Grundplanmerkmal der Ordnung Hymenoptera und somit plesiomorph für die „Terebrantes“ inklusive Chalcidoidea. Als Autapomorphie der Chalcidoidea lässt sich allerdings ein deutlich entwickelter, äußerlich sichtbarer Praepectus nachweisen (Gibson 1985). Die Morphologie des Praepectus variiert stark innerhalb der Chalcidoidea. Es gibt einige Hinweise darauf, dass es ausgehend von einem auch ventral stark ausgeprägten Praepectus mehrfach zu unterschiedlichen Reduktionen gekommen ist. Breite, komplex skulpturierte Praepecti, die nicht vollständig vom Mesepisternum abgetrennt sind, findet man bei den Eurytomidae wie *Eurytoma* sp. (Abb. 189) und *Tetramesa* sp. (Abb. 190), außerdem bei *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) (Abb. 144), *Entedon ergias* (Eulophidae: Entedoninae) (Abb. 244) und *Gonatocerus* sp. (Mymaridae) (Vilhelmsen unveröff.). Dies könnte ein Hinweis auf den ursprünglichen Zustand sein und den Grundplan des Praepectus der Chalcidoidea darstellen. Ausgehend davon wäre eine Reduktion der Skulpturierung erfolgt, die noch nicht vollständig bei *Enoggera reticulata* (Pteromalidae: Asaphinae) (Abb. 097) und *Cyrtogaster vulgaris* (Pteromalidae: Miscogasterinae) (Abb. 058) erfolgt wäre, aber für die untersuchten

Pteromalinae (Abb. 025) charakteristisch ist. Weitergehende Entwicklungen könnten die ventrale Größenreduktion des Praepectus und seine vollständige Abtrennung vom Mesepisternum betreffen (Abb. 025).

Grundsätzlich wäre auch eine entgegengesetzte Polarität denkbar. Ich halte die vorher dargestellte Variante allerdings für wahrscheinlicher, aufgrund der höheren Komplexität des als plesiomorph postulierten Merkmals und aufgrund des reduktiven Charakters der als abgeleitet angesehenen Merkmale. Unabhängig von der Polarität dieses Merkmals spricht die Morphologie des Praepectus von *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) (Abb. 144) gegen eine gemeinsame Klassifizierung mit den untersuchten Pteromalidae.

Ein gemeinsames und wahrscheinlich abgeleitetes Merkmal der untersuchten Eupelmidae und Encyrtidae stellt der ventral reduzierte aber lateral rundlich erweiterte Praepectus dieser Gruppen dar (Abb. 268, 280).

Bei *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae: Eucharitinae) scheinen die **mesothoracalen Stigmen** vollständig von der Cuticula des Pronotums umgeben zu werden (Abb. 218). Ein Vergleich mit dem Pronotum von *Perilampus* sp. (Perilampidae: Perilampinae) zeigt jedoch, wodurch dieser Einschluss der Stigmen zustande gekommen ist. Bei *Perilampus* sp. ist eindeutig sichtbar, dass die mesothoracalen Stigmen von einer Erweiterung des Praepectus, den sogenannten **postspiraculären Apodemen** umgeben werden. Diese Apodeme sind bei *Perilampus* sp. noch nicht vollständig mit dem Pronotum verschmolzen, so dass ihre Apices frei bleiben (Abb. 228). Bei *Schizaspidia nasua* sind dagegen der gesamte Praepectus und in der Folge davon auch die postspiraculären Apodeme mit dem Pronotum verschmolzen (Abb. 218). Die beschriebenen Verhältnisse bei *Perilampus* sp. stellen vermutlich den Übergangszustand zwischen dem freien Praepectus der meisten Chalcidoidea bis zum vollständig mit dem Pronotum verschmolzenen Praepectus von *S. nasua* dar. Bei den anderen Gruppen der Chalcidoidea sind die postspiraculären Apodeme nicht deutlich erkennbar oder nur moderat verlängert (Abb. 173).

Die **Mesofurca** ist eine Einstülpung des Mesosternums in den Mesoplectus und bildet die zentrale Ansatzstelle für die ventrale Längsmuskulatur, die Sterno-Pleuralmuskeln, die mesopostnotalen Muskeln und die coxalen Muskeln (Matsuda 1970). Die Mesofurca der

untersuchten Chalcidoidea zeigt in den Gruppen, die nicht extrem miniaturisiert sind, nur eine relativ geringe morphologische Variation. Die Muskulatur der Mesofurca wurde von Heraty *et al.* (1994) zunächst für die Hymenoptera und später (1997) für Vertreter der Chalcidoidea untersucht, wobei ein Schwerpunkt auf die Aphelinidae gelegt wurde. Charakteristisch für die Mesofurca sind die paarigen, gebogenen mesofurcalen Arme und die vollständige **mesofurcale Brücke** (Abb. 031). Dies stellt nach Heraty *et al.* (1997) ein Grundplanmerkmal für die Chalcidoidea dar. Durch die mesofurcale Brücke und zwischen den mesofurcalen Armen verläuft der ventrale Nervenstrang (Heraty *et al.* 1994).

Die mesofurcale Brücke konnte in der vorliegenden Untersuchung bei den meisten Gruppen der untersuchten Chalcidoidea festgestellt werden wie Pteromalidae, Ormyridae, Torymidae, Eurytomidae, Chalcididae, Leucospidae, Eucharitidae, Perilampidae, Eulophidae (Entedoninae) und Agaonidae (Otitesellinae und Sycoryctinae).

Bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) ist die mesofurcale Brücke craniad ausgezogen und extrem verdünnt (Abb. 275). Die mesofurcale Brücke von *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae) ist reduziert, die dünnen mesofurcalen Apodeme sind aber erhalten geblieben. Dies könnte den Übergangszustand darstellen zur Mesofurca von *Encyrtus (citrina)* Gruppe), bei der die mesofurcalen Apodeme bereits vollständig reduziert worden sind (Heraty *et al.* 1997). Eine stark verdünnte mesofurcale Brücke findet sich auch bei *Enoggera reticulata* (Pteromalidae: Asaphinae) (Abb. 094, 096). Hier ist die Brücke allerdings nicht craniad ausgezogen wie bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae); die Mesofurca ähnelt insgesamt stark der Mesofurca von *Asaphes vulgaris* (Pteromalidae: Asaphinae) (Abb. 095, 096). Die Reduktion betrifft bei *E. reticulata* auch die Basis der Mesofurca und könnte in einem Zusammenhang mit der starken Größenreduktion dieses Eiparasitoiden stehen.

Auch in anderen Gruppen der Chalcidoidea findet vermutlich in Anpassung an die zum Teil extreme Miniaturisierung eine Reduktion der mesofurcalen Brücke und zum Teil eine starke Modifikation der gesamten Mesofurca statt. Zu diesen Gruppen gehören die Arten *Aprostocetus* sp. (Eulophidae: Tetrastichinae) (Abb. 241), *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae) (Abb. 302), *Encarsia formosa* (Aphelinidae: Coccophaginae) (Abb. 309), *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae) (Abb. 294) und *Clytina giraudi* (Signiphoridae) (Abb. 317).

Auffallend ist die starke Ähnlichkeit zwischen den Mesofurcae von *Aprostocetus* sp. (Eulophidae: Tetrastichinae) (Abb. 241) und *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae)

(Abb. 302). Die von Heraty *et al.* (1997) untersuchte Tetrastichine (*Tetrastichus* sp.) besitzt hingegen eine vollständige mesofurcale Brücke und eine Mesofurca, die insgesamt dem Grundplan entspricht. Heraty *et al.* (1997) konnten bei winzigen Gruppen aus der Unterfamilie Entedoninae (*Neopomphale* und *Thripobius*) eine vollständig reduzierte mesofurcale Brücke nachweisen, während andere Gattungen dieser Unterfamilie diese Struktur noch besaßen. Bei *Entedon ergias* (Eulophidae: Entedoninae) entspricht die Mesofurca dem Grundplan und ist damit deutlich von *Aprostocetus* sp. (Eulophidae: Tetrastichinae) unterscheidbar. Die noch nicht reduzierten mesofurcalen Apodeme bei *Aprostocetus* sp. stellen den Übergangszustand zu einer vollständig reduzierten mesofurcalen Brücke dar. Dieser Merkmalszustand wurde bisher noch nicht innerhalb der Eulophidae gefunden.

Bei *Palaeomyrmar anomalum* (Mymarommatoidea) (Abb. 327) und *Megaspilus* sp. (Ceraphronoidea) (Vilhelmsen unveröff.) ist die mesofurcale Brücke vollständig reduziert (inklusive der mesofurcalen Apodeme) und die Form der Mesofurca stark abgeleitet. Diese Merkmalsverteilung zeigt erneut, wie schwierig es ist, innerhalb der Apocrita eine adäquate Außengruppe für die Chalcidoidea zu finden, die einen Merkmalsvergleich ermöglicht und nicht durch sekundäre Reduktionen erschwert oder verhindert.

Bei der Reduktion der mesofurcalen Brücke können nach Heraty *et al.* (1997) für die Chalcidoidea folgende Merkmalszustände festgestellt werden:

- 1: mesofurcale Brücke vollständig entwickelt.**
- 2: mesofurcale Brücke reduziert, aber mesofurcale Apodeme noch vorhanden.**
- 3: mesofurcale Brücke und mesofurcale Apodeme reduziert.**

Ein Grundplanmerkmal der Mesofurca der Apocrita ist nach Heraty *et al.* (1994) das Vorkommen eines medianen Fortsatzes an der mesofurcalen Brücke. Dieser wurde innerhalb der Chalcidoidea reduziert (Heraty *et al.* 1997). Der mediane Fortsatz dient als Anhaftungsstelle für den Muskel  $fu_2$ - $fu_1$ , der als ventraler Längsmuskel zur Profurca führt (Heraty *et al.* 1994). Nach der Reduktion dieses Fortsatzes inseriert dieser Muskel direkt an der mesofurcalen Brücke und bei den Arten, bei denen auch die mesofurcale Brücke reduziert wurde, an den mesofurcalen Armen (Heraty *et al.* 1997). In der vorliegenden Untersuchung konnten bei einigen Gruppen zum Teil noch deutliche Überreste dieses reduzierten Fortsatzes

gefunden werden (Abb. 121, Abb. 254, Abb. 266). Dieser plesiomorphe Merkmalszustand ist phylogenetisch nicht eindeutig auswertbar, da er sich nicht exakt von den unterschiedlich stark reduzierten Fortsätzen der übrigen Gruppen abtrennen lässt.

Ein Merkmal mit potentieller systematischer Relevanz betrifft die mesofurcalen Gruben auf dem Mesepisternum. Dieses Merkmal wurde bisher noch nicht systematisch ausgewertet und findet auch in der Arbeit von Heraty *et al.* (1997) zur Mesofurca der Chalcidoidea keine Erwähnung. Bei den meisten Chalcidoidea liegt die mesofurcale Grube am Vorderrand der mesotrochantinalen Platte (z. B. Abb. 026). Dieser Merkmalszustand wurde in folgenden Gruppen gefunden: Pteromalidae (Pteromalinae, Miscogasterinae, Panstenoninae, Asaphinae, Cleonyminae, Ormocerinae), Torymidae, Eurytomidae, Ormyridae, Leucospidae, Eulophidae, Agaonidae, Eupelmidae, Encyrtidae, Aphelinidae (nur Coccophaginae). Dies könnte zumindest für einen Teil der Chalcidoidea (s. u.) ein Grundplanmerkmal darstellen. Ausgehend davon ist es vermutlich sekundär zu verschiedenen Modifikationen gekommen. Bei den Asaphinae ist es entlang des Sternalgrats zur Ausbildung einer zweiten mesofurcalen Grube gekommen (Abb. 089), die bei *Enoggera reticulata* auch im Inneren des Mesopectus als caudal zur vorderen Basis der Mesofurca gelegene Einfaltung erkennbar ist (Abb. 094). Eine zweite mesofurcale Grube findet sich auch am Vorderrand des Mesepisternums von *Eurytoma* sp. (Eurytomidae) (Abb. 189). Vermutlich sekundär reduziert wurden die mesofurcalen Gruben auf dem Mesepisternum von *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae), *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae), *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae) und *Perilampus* sp. (Perilampidae).

Bei *Gonatocerus* sp. (Mymaridae) (Vilhelmsen unveröff.) und bei *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) liegt die mesofurcale Grube weiter cranial in der Nähe des Mittelpunkts des Mesepisternums (Abb. 144). Die Mesofurca hat auf dieser Höhe eine stammartige Basis, die inmitten des Sternalgrats liegt (Abb. 148). Hinter diesem Stamm verläuft der Sternalgrat als schmale Leiste (Abb. 147). Der Sternalgrat erreicht außerdem nicht den Vorderrand des Mesepisternums (Abb. 147).

Das gemeinsame und isolierte Vorkommen dieser Merkmalskombinationen innerhalb der Mymaridae und der Spalangiinae könnte ein Hinweis auf eine basale Stellung dieser Gruppen

innerhalb der Chalcidoidea sein. Es wäre möglich, dass die Mesofurca und damit auch die mesofurcale Grube bei den übrigen Gruppen der Chalcidoidea an den Hinterrand des Mesopectus verlagert wurde und eine Synapomorphie für diese Gruppen darstellt. Bei der caudalen Verschiebung der Mesofurca ist es in den meisten Gruppen auch zu einer Reduktion des posterioren Bereiches des Sternalgrats gekommen (z. B. Abb. 028). Es wäre möglich, dass die leistenförmige Struktur an der Basis der Mesofurca (Abb. 028, 029), die bei einigen Gruppen gefunden werden konnte (Pteromalinae: *Cecidostiba semifascia* und *Pachycrepoideus vindemmiae*, Panstenoninae: *Panstenon oxylus*, Monodontomerinae: *Monodontomerus* sp., Megastigminae: *Megastigmus dorsalis*), den Rest des hier reduzierten Sternalgrats darstellt. Damit konnte erneut eine wesentliche Struktur des Mesosomas gefunden werden, in der sich *Spalangia nigripes* von allen anderen untersuchten Gruppen der Pteromalidae und sogar der Chalcidoidea (mit Ausnahme der als basal angesehenen Mymaridae) unterscheidet.

Innerhalb der Mymaridae gibt es einige Gruppen (z. B. *Camptopteroides*, *Macrocamptoptera*, *Stephanocampta*) die eine caudad verschobene mesofurcale Grube aufweisen (Huber 1999). Dabei handelt es sich um Gruppen, die vermutlich innerhalb der Mymaridae stark abgeleitet sind, wofür eine Reduktion der Tarsenglieder von 5 auf 4 (Huber 1999) oder auch eine Reduktion des Praepectus und des Petiolus sprechen könnten. Bei potentiell basalen Gruppen wie *Gonatocerus* sp. und *Chaetomymar* sp. (sehr breiter, median nicht vom Mesepisternum abgetrennter Praepectus, meist langer zylinderförmiger Petiolus) liegt die mesofurcale Grube hingegen fast auf der Mitte des Mesepisternums (Vilhelmsen unveröff.; Figs. 9, 10 in Huber 2003), was vermutlich plesiomorph ist.

Bei einigen Gruppen der Chalcidoidea finden sich Spuren des eingefalteten Mesosternums auf der mesotrochantinalen Platte zwischen den mesocoxalen Foramina. Eine mediane Längscarina (Abb. 145) zeigen die untersuchten Pteromalidae (nur Spalangiinae und Asaphinae), Leucospidae, Eucharitidae und Mymaridae. Ein tiefer Sulcus (Abb. 202) konnte innerhalb der Perilampidae, Chalcididae und Eupelmidae gefunden werden. Bei Perilampidae, Eucharitidae und Trichogrammatidae ist hier eine mesofurcale Grube entwickelt (Abb. 221, 234, 293).

Nach Johnson (1988) ist die membranöse Verbindung zwischen Mesocoxen und Metathorax ein Grundplanmerkmal der Hymenoptera. Innerhalb der Chalcidoidea können die **mesocoxalen Foramina** aber auch vollständig von der Cuticula der mesotrochantinalen Platte umgeben sein (Abb. 145), was wahrscheinlich aus der sekundär erfolgten Sklerotisierung dieses caudalen Bereichs resultiert. Auf diesen Merkmalszustand geht Johnson (1988) nicht ein. In der vorliegenden Untersuchung konnten die vollständig verschlossenen mesocoxalen Foramina in folgenden Gruppen gefunden werden: Pteromalidae: Spalangiinae (Abb. 145, 147), Eurytomidae (Abb. 189, 193), Chalcididae (Abb. 202), Leucospidae (Abb. 210, 213), Eucharitidae (Abb. 221) und Eulophidae: Entedoninae (Abb. 244, 247). Sie finden sich ebenfalls bei Mymarommatoidea und Ceraphronoidea. Innerhalb der Asaphinae (Pteromalidae) konnte dieser Merkmalszustand nur bei *Asaphes vulgaris* gefunden werden (Abb. 091), während die mesotrochantinale Platte bei *Enoggera reticulata* minimal unterbrochen ist (Abb. 089, 092, 096).

Bei allen anderen untersuchten Gruppen der Chalcidoidea sind die mesocoxalen Foramina caudal von einer Membran umgeben (Abb. 027, 028), darunter ist auch *Gonatocerus* sp. (Mymaridae) (Vilhelmsen unveröff.). Die Polarität dieses Merkmals lässt sich nicht genau bestimmen, da es bei beiden Alternativen zu einer mehrfachen (konvergenten) Entwicklung innerhalb der Chalcidoidea gekommen sein muss. Wenn die vollständige Sklerotisierung ein Grundplanmerkmal der Chalcidoidea ist, wäre sie innerhalb der Mymaridae, der Pteromalidae und der übrigen Gruppen der Chalcidoidea reduziert worden. Für dieses Szenario spricht die Merkmalsverteilung außerhalb der Chalcidoidea, so dass dies ein weiterer Hinweis auf eine basale Stellung der Spalangiinae sein könnte. Auch bei einer Umkehrung der Polarität deutet die Morphologie der mesocoxalen Foramina auf eine isolierte Entwicklung der Spalangiinae und zum Teil auch der Asaphinae von den übrigen Pteromalidae hin.

Die äußeren Strukturen des Mesopectus (Nähte, Sulci, Vertiefungen) variieren stark innerhalb der Chalcidoidea und werden in einigen Gruppen vollständig reduziert. Diese Merkmale haben eine große diagnostische Bedeutung und könnten für kleinere taxonomische Einheiten auch systematisch relevant sein. In der vorliegenden Untersuchung konnten die äußeren Strukturen des Mesopectus den entsprechenden inneren Leisten oder Apodemen zugeordnet werden. Damit wurde die Grundlage geschaffen für weitere morphologische Studien, in denen

auch die Muskulatur miteinbezogen werden sollte. Für die Gesamtheit der Chalcidoidea macht es zum jetzigen Zeitpunkt noch keinen Sinn, diese unüberschaubaren Merkmalsverteilungen in den einzelnen Gruppen zu verfolgen, da sie keinem einheitlichen Trend folgen. Deshalb werden die meisten dieser Strukturen erst bei der Besprechung der einzelnen Gruppen (Abschnitte 4.3 und 4.4), also auf einem niedrigeren taxonomischen Niveau, phylogenetisch bewertet. Im Folgenden soll nur auf den **transepisternalen Sulcus** eingegangen werden.

Der transepisternale Sulcus unterteilt das Mesepisternum in ein oberes und ein unteres Mesepisternum und dürfte ein Grundplanmerkmal der Chalcidoidea darstellen. Er findet sich im vorliegenden Datensatz nur bei den Pteromalidae: Asaphinae (Abb. 089, 091), Spalangiinae (Abb. 144, 145) und Torymidae: Megastigminae (Abb. 164) und könnte eine Sympleiomorphie der betroffenen Gruppen darstellen. Besonders deutlich ist der transepisternale Sulcus noch bei *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) entwickelt, wo er sogar im Inneren des Mesopectus nachgewiesen werden kann (Abb. 146).

#### 4.2.5 Das Metanotum der Chalcidoidea

Das Metanotum der Chalcidoidea ist reduziert zu einem schmalen Sklerit, das zwischen dem Mesoscutellum und dem Propodeum liegt. Bei den meisten Chalcidoidea ist ein medianer Bereich (Dorsellum) von den Seitenbereichen unterscheidbar. Die Seitenbereiche sind durch einen glatten Hinterrand charakterisiert. Vergleicht man diesen Habitus mit dem Metanotum der „Symphyta“ (Fig. 2A-2F in Vilhelmsen 2000a), also mit dem wahrscheinlichen Grundtypus für die Ordnung Hymenoptera, dann ähnelt er stark dem posterioren Bereich dieses Metanotums. Bei dem glatten Hinterrand der Lateralbereiche des Metanotums könnte es sich um die Reste der metascutellaren Arme handeln und bei dem Dorsellum um ein abgewandeltes Metascutellum (vgl. Vilhelmsen 2000a). Das Metanotum, das für die Pteromalinae beschrieben wurde (3.2.1.1), findet sich in ähnlicher Form bei den meisten der untersuchten Unterfamilien der Pteromalidae (Miscogasterinae, Panstenoninae, Asaphinae und Cleonyminae) und bei den Torymidae und Perilampidae wieder. Dieser Typus ist dadurch charakterisiert, dass die Lateralbereiche des Metanotums aus einer Reihe Foveolae (oder Spuren davon) und einem glatten Hinterrand gebildet werden, der sich leicht craniad

verschoben ins Dorsellum fortsetzt, das aus drei horizontalen Bereichen besteht (Abb. 036-038). Von den untersuchten Pteromalidae weichen nur *Trichilogaster* sp. (Ormocerinae) (Abb. 074) und *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) (Abb. 149) von diesem Typus ab, was bei diesen Gruppen auf eine von den anderen Pteromalidae isolierte Entwicklung hinweisen könnte.

Auf dem Metanotum der übrigen Chalcidoidea sind die äußeren Foveolae unterschiedlich stark reduziert worden. Innerhalb der Eulophidae erscheint das Metanotum von *Aprostocetus* sp. (Tetrastichinae) (Abb. 237) durch die vollständige Reduktion der Foveolae stärker abgeleitet als das von *Entedon ergias* (Entedoninae) (Abb. 243). Bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) und *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae) sind die Foveolae vollständig reduziert, was ebenfalls auf den abgeleiteten Zustand hinweist. Das Metanotum der untersuchten Trichogrammatidae, Aphelinidae und Signiphoridae ist durch sekundäre Merkmale gekennzeichnet, die für die Systematik dieser Gruppen äußerst relevant sein könnten und im nächsten Abschnitt (4.3) phylogenetisch ausgewertet werden.

#### 4.2.6 Der Metapectus der Chalcidoidea

Die Inkorporation des 1. Abdominaltergits als Propodeum in den Metathorax ist ein Grundplanmerkmal der Apocrita (Gauld & Bolton 1988) und damit auch der Chalcidoidea. Die genaue Position der Verbindungslinie zwischen Metapleuron und Propodeum bei den Apocrita ist umstritten. Ronquist & Nordlander (1989) sehen sie direkt vor den propodealen Stigmen, so dass dorsal zu dem sogenannten metapleuralen Sulcus ein großes Metepimeron entwickelt wäre. Bucher (1948) nimmt hingegen an, dass das Metepimeron vollständig reduziert ist und die Verbindungslinie nicht von dem metapleuralen Sulcus („pleural suture“ in Bucher 1948) zu unterscheiden ist. In der vorliegenden Arbeit wurde dieser Definition folgend, nur der Bereich, der ventral zum metapleuralen Sulcus liegt, als Metapleuron bezeichnet. Damit wird allerdings der Begriff „metapleuraler Sulcus“ irreführend, so dass auf diese Bezeichnung verzichtet wurde. Diese dorsale Begrenzung ist bei einigen Gruppen der Chalcidoidea (Eurytomidae, Chalcididae und Leucospidae) vermutlich sekundär reduziert worden. Es gibt außerdem Gruppen, die ein besonders deutlich entwickeltes Metapleuron besitzen (z. B. Mymaridae, Spalangiinae, Chalcididae, Leucospidae), während es bei den

meisten Gruppen zu einer kleinen, dreieckigen Struktur reduziert worden ist. Dabei ist wahrscheinlich ein großes Metapleuron (z. B. Leucospidae Abb. 207) als plesiomorph und ein reduziertes Metapleuron (z. B. Encyrtidae Abb. 280) als abgeleitet anzusehen.

Die **Metafurca** der Chalcidoidea wurde bisher nur in wenigen Einzelbeschreibungen (z. B. Bucher 1948) morphologisch untersucht und noch nicht phylogenetisch bewertet. Vilhelmsen (2000a) beschreibt detailliert die Muskulatur und das Metathoraxskelett für Vertreter der „Symphyta“. In diesen Gruppen ist die Basis der Metafurca craniad verschoben, so dass die metafurcalen Arme am Vorderende des Sternalgrats liegen. Dieser Merkmalszustand ist nach Vilhelmsen (2000a) eine Autapomorphie der Hymenoptera. Die Metafurca der „Symphyta“ ist deutlich y-förmig, da die metafurcalen Arme oberhalb des Metepisternums miteinander verbunden sind. Die metafurcalen Arme differenzieren sich außerdem jeweils in meist lange anteriore und kürzere laterale Arme (Figs 7A-H in Vilhelmsen 2000a). Die beschriebene Metafurca ähnelt insgesamt der Mesofurca und ist wie diese durch ein unpaare Grube charakterisiert.

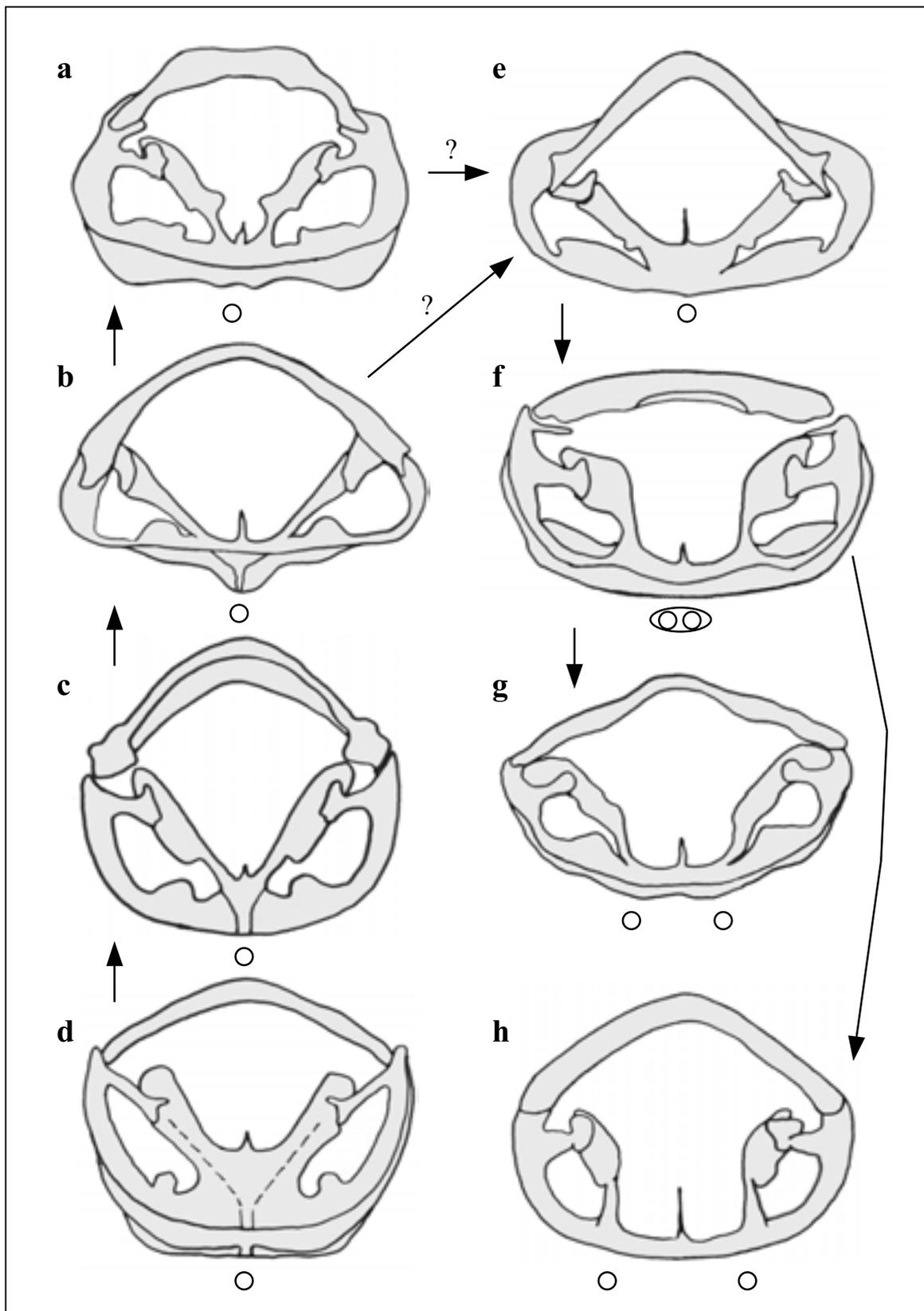
Ausgehend von diesem Grundtypus ist es innerhalb der Chalcidoidea zu gravierenden Veränderungen gekommen (Abb. 6a-w). Die y-förmige Metafurca mit einer unpaaren metafurcalen Grube findet sich noch bei *Podagrion* sp. und *Monodontomerus* sp. (beide Toryminae). Ausgehend von diesem Typus könnte es innerhalb der übrigen Torymidae und der untersuchten Cleonyminae schrittweise zu einer ventralen Verschiebung der Metafurca und zu einer Trennung der metafurcalen Arme gekommen sein (Abb. 6a-f). Innerhalb der untersuchten Cleonyminae scheint diese Entwicklung bei *Notanisus* sp. am stärksten fortgeschritten zu sein. Hier sind die metafurcalen Arme bereits deutlich getrennt und innerhalb der unpaaren metafurcalen Grube münden zwei getrennte Gruben, was den Übergangszustand zu den klar getrennten, paarigen metafurcalen Gruben anderer Pteromalidae (Abb. 6g, h) darstellen könnte. Getrennte metafurcale Arme mit einem freien, bis zum Vorderrand des Metepisternums reichenden Sternalgrat sind innerhalb der Chalcidoidea weit verbreitet. Diesen Merkmalszustand zeigen alle untersuchten Pteromalidae der Unterfamilien Pteromalinae, Miscogasterinae und Asaphinae sowie Eurytomidae, Chalcididae, Eulophidae (nur *Entedon ergias*) (Abb. 6g-l, 059). Innerhalb dieser Gruppen ist eine mindestens zweifache (konvergente) Entwicklung dieses Merkmalszustands

wahrscheinlich (Abb. 10). Die Metafurca der untersuchten Arten aus Perilampidae, Eucharitidae und Leucospidae ist jeweils durch eine Reihe von einzelnen, vermutlich sekundären Abwandlungen gekennzeichnet, die keinem einheitlichen Trend folgen (Abb. 6m-o). Die Metafurca von *Panstenon oxylus* (Panstenon) ist y-förmig entwickelt, ihre caudale Lage weist allerdings auf den stark abgeleiteten Zustand hin. Nach der jetzigen Datenlage müsste die y-förmige Struktur der Metafurca von *P. oxylus* als Reversion gewertet werden (Abb. 10).

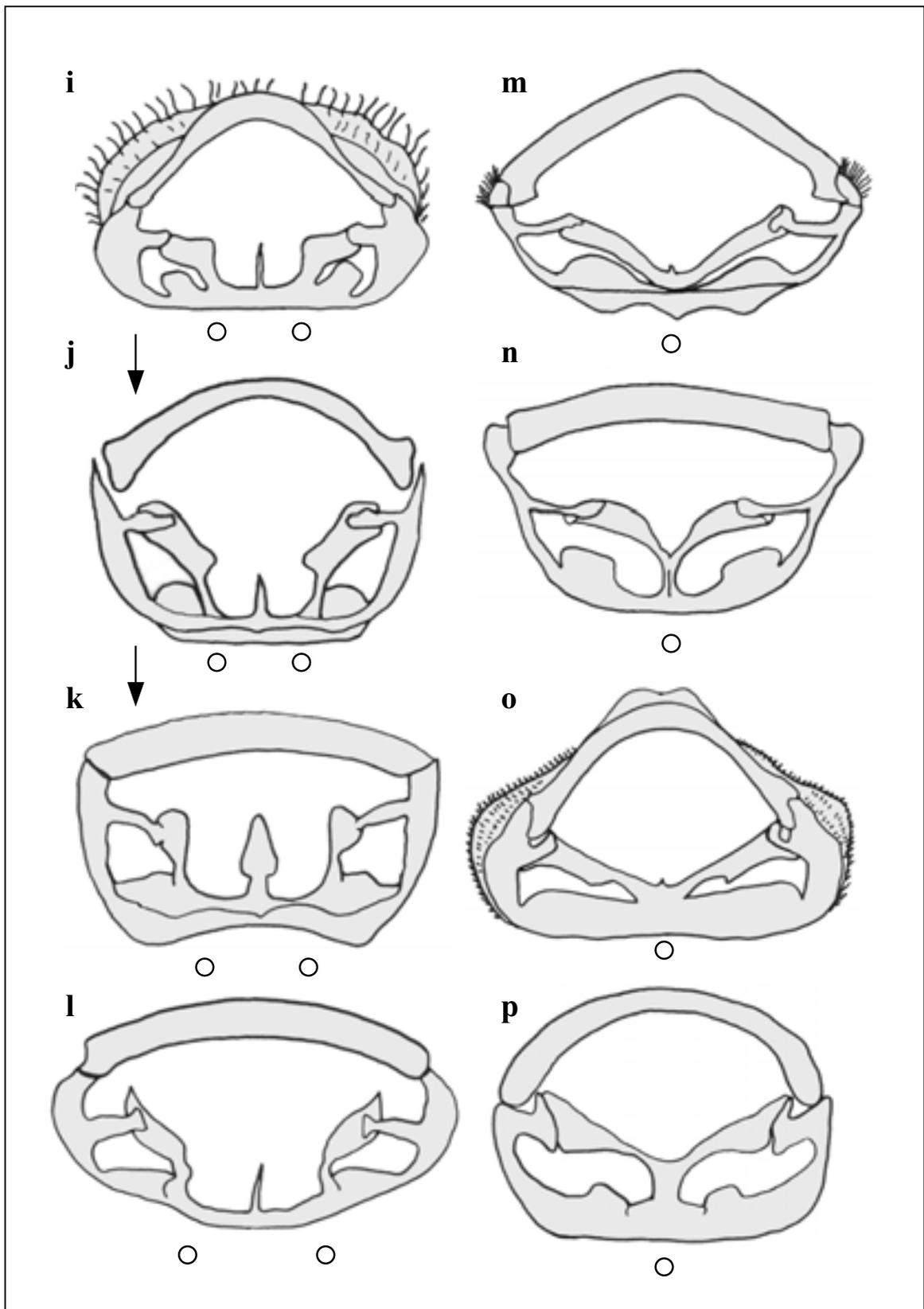
Innerhalb der Pteromalidae gibt es nur zwei weitere Gruppen, bei denen die metafurcalen Arme verbunden sind und der Sternalgrat nicht bis zum Vorderrand des Metepisternums reicht. Dabei handelt es sich um *Trichilogaster* sp. (Ormocerinae) und *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) (Abb. 6q, t), also um die Arten, die auch nach den molekularen Daten von den übrigen Pteromalidae isoliert sind (Abb. 10).

Bei der Metafurca von *Ormyrus* sp. (Ormyridae) sind die metafurcalen Arme zwar noch miteinander u-förmig verbunden, es sind allerdings bereits zusätzlich zur unpaaren metafurcalen Grube zwei deutlich voneinander getrennte, paarige metafurcale Gruben entwickelt, und der freie Sternalgrat reicht bis zum Vorderrand des Metepisternums (Abb. 158, 159). Hier ist die unpaare metafurcale Grube als plesiomorph anzusehen. Stark abgeleitet sind hingegen die craniad erweiterten metafurcalen Arme (Abb. 159).

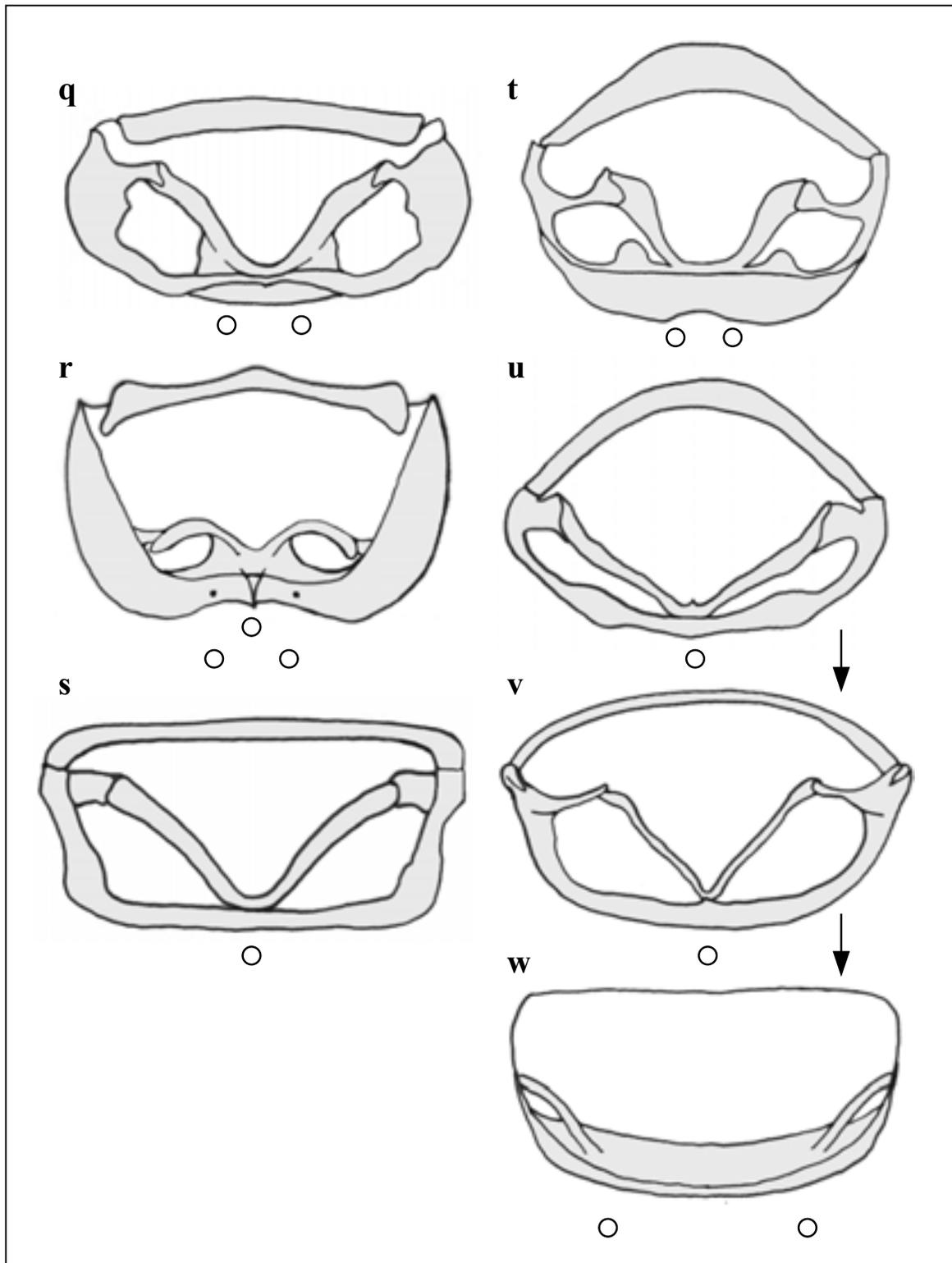
Drei metafurcale Gruben sind ebenfalls charakteristisch für die stark abgeleitete und verkürzte Metafurca von *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae: Tetracneminae) (Abb. 6r). Die Metafurca von *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae: Eupelminae) ist nur durch eine metafurcale Grube gekennzeichnet und zeigt keine Übereinstimmungen zur vorigen Art. Die Morphologie der Metafurca der untersuchten Eulophidae unterscheidet sich gravierend (Abb. 6l, u), worauf erst im nächsten Abschnitt (4.3) näher eingegangen werden soll.



**Abb. 6 a-h: Variation der Metafurca bei Torymidae (a-d) und Pteromalidae (e-h) – a *Torymus bedeguaris* (Toryminae), b *Megastigmus strobilobius* (Megastigminae), c *Monodontomerus* sp. (Toryminae), d *Podagrion* sp. (Toryminae), e *Thaumasura* sp. (Cleonyminae), f *Notaninus* sp. (Cleonyminae), g *Lariophagus distinguendus* (Pteromalinae), h *Asaphes vulgaris* (Asaphinae).**  
Die Pfeile geben mögliche Transformationsserien an. Die Kreise zeigen die Lage der metafurcalen Gruben.



**Abb. 6 i-p: Variation der Metafurca** – **i** *Tetramesa* sp. (Eurytomidae), **j** *Eurytoma* sp. (Eurytomidae), **k** *Antrocephalus* sp. (Chalcididae: Haltichellinae), **l** *Entedon ergias* (Eulophidae: Entedoninae), **m** *Perilampus* sp. (Perilampidae), **n** *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae), **o** *Leucospis* sp. (Leucospidae), **p** *Panstenon oxylus* (Pteromalidae: Panstenoninae). Die Pfeile geben mögliche Transformationsserien an. Die Kreise zeigen die Lage der metafurcalen Gruben.



**Abb. 6 q-w: Variation der Metafurca – q *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae), r *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae: Tetracneminae), s *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae), t *Trichilogaster* sp. (Pteromalidae: Ormocerinae), u *Aprostocetus* sp. (Eulophidae: Tetrastichinae), v *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae), w *Clytina giraudi* (Signiphoridae).**  
Die Pfeile geben mögliche Transformationsserien an. Die Kreise zeigen die Lage der metafurcalen Gruben.

Innerhalb der Aphelinidae, Trichogrammatidae und Signiphoridae könnte es, ausgehend von einer v-förmigen Metafurca (Abb. 6v), mehrfach zu einer Trennung der metafurcalen Arme gekommen sein (Abb. 6w). Die v-förmige Metafurca findet sich nur bei *Centrodora* sp. (Aphelinidae, Aphelininae), während die metafurcalen Arme bei *Encarsia formosa* (Aphelinidae, Coccophaginae) bereits getrennt sind (Abb. 309). Bei *Clytina giraudi* (Signiphoridae) sind die metafurcalen Arme ebenfalls deutlich voneinander getrennt (Abb. 6w, 319). Die Metafurca von *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae) ist insgesamt stark reduziert und ihre Arme sind an den äußersten Seitenrand verschoben (Abb. 296). Die genannten Reduktionen könnten sekundär und unabhängig voneinander, infolge der extremen Größenreduktion der betroffenen Gruppen, entstanden sein.

#### 4.2.7 Das Propodeum der Chalcidoidea

Das Propodeum stellt bei den Chalcidoidea den variabelsten Körperabschnitt dar. Dies macht es zu einem wichtigen diagnostischen Merkmal der einzelnen Gruppen. Die hohe Variabilität macht es aber fast unmöglich, gefundene Merkmalszustände in deutlich unterscheidbare und damit phylogenetisch auswertbare Klassen einzuordnen (vgl. Gibson 2003). Für kleinere taxonomische Einheiten liefert das Propodeum wichtige, phylogenetisch relevante Informationen. Deshalb werden einige der variablen Charaktere erst in den nächsten Abschnitten für die einzelnen Gruppen besprochen.

In der Nähe des Vorderrands des Propodeums gelegene **Stigmen** sind innerhalb der Chalcidoidea weit verbreitet und dürften dem Grundplan entsprechen. Davon weicht im vorliegenden Datensatz besonders deutlich die insgesamt stark abgeleitete Agaonide *Eujacobsonia mirabilis* (Otitesellinae) ab. Hier befinden sich die Stigmen innerhalb eines Sulcus, der caudad verschoben ist. Vermutlich sollen die Stigmen durch diese sekundär erfolgte Ausbildung vor der Verschmutzung durch Pollen geschützt werden.

#### 4.2.8 Der Petiolus der Chalcidoidea

Die Abwandlung des zweiten Abdominalsegments zum charakteristischen Petiolus ist ein Grundplanmerkmal der Apocrita. Form und Größe des Petiolus variieren zum Teil innerhalb engverwandter Gruppen und können auch einem deutlichen Sexualdimorphismus unterliegen, bei dem die Männchen in der Regel einen längeren Petiolus ausbilden als die Weibchen (z. B. Eurytomidae, Pteromalidae).

Die vorliegende Untersuchung deutet darauf hin, dass ein relativ langer, zylinderförmiger Petiolus, der eine deutliche Skulpturierung aufweist, mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Grundplanmerkmal der Chalcidoidea darstellt. Ein solcher Petiolus ist charakteristisch für *Gonatocerus* sp. (Mymaridae) (Vilhelmsen unveröff.), *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) (Abb. 144), Asaphinae (Pteromalidae) (Abb. 103, 104), *Pachycrepoideus vindemmiae* (Pteromalidae: Pteromalinae) (Abb. 055), *Panstenon oxylus* (Panstenoninae) (Abb. 064), *Eurytoma* sp. (Eurytomidae) (Abb. 188), *Schizaspidia nasua* (Eucharitidae), *Perilampus* sp. (Perilampidae) (Abb. 227) und *Palaeomymar anomalum* (Mymarommatoidea) (Abb. 321). Dem steht ein ringförmiger Petiolus gegenüber, der deutlich breiter als lang ist. Dieser Merkmalszustand wurde innerhalb der Chalcidoidea bei folgenden Gruppen der Pteromalidae gefunden: Pteromalinae (mit Ausnahme von *Pachycrepoideus vindemmiae*) (Abb. 053, 054), Ormocerinae (Abb. 074) und Cleonyminae (*Thaumasura* sp.) (Abb. 131). Er wurde außerdem innerhalb der Ormyridae (Abb. 160), Torymidae (Abb. 174), Eurytomidae (*Tetramesa* sp.), Chalcididae (*Antrocephalus* sp.), Leucospidae (Abb. 216), Agaonidae und Encyrtidae (Abb. 288) gefunden.

Mögliche Übergangsformen zu dem stark reduzierten Petiolus der genannten Gruppen sind zwar ebenfalls reduziert, aber noch deutlich länger als breit (z. B. *Notanisus* sp. Abb. 132). Heydon (1989) verwendet die Proportionen des Petiolus für cladistische Analysen innerhalb der *Cyrtogaster*-Gruppe (Pteromalidae: Miscogasterinae). Für die Pteromalidae liefert dieses Merkmal Hinweise auf sekundär erfolgte Reduktionen innerhalb der Pteromalinae, Miscogasterinae und Ormocerinae.

Der modifizierte hakenförmige Petiolus von *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) (Abb. 278) könnte für diese Gruppe systematisch relevant sein und auf den stark abgeleiteten Zustand hinweisen.

Bei den untersuchten Trichogrammatidae und Aphelinidae ist der Petiolus stark verbreitert, während seine Länge drastisch reduziert wurde (Abb. 291, 297, 306). Bei *Clytina giraudi* (Signiphoridae) ist der Petiolus stärker reduziert, so dass von ihm in Dorsalansicht nur noch zwei kleine rundliche Sklerite sichtbar sind (Abb. 311). Dieses Merkmal dürfte den am stärksten abgeleiteten Zustand darstellen.

Bei den genannten Gruppen ist das 2. Phragma stark verlängert und reicht bis in das Metasoma (Abb. 295, 303, 308, 316). Hier dient es vermutlich sekundär der Insertion metasomaler Muskeln, was in weiteren Studien näher untersucht werden müsste. Die genannte Merkmalskombination ist ein deutlicher Hinweis auf eine enge stammesgeschichtliche Entwicklung der Trichogrammatidae, Aphelinidae und Signiphoridae. Besonders interessant für die Aufklärung basaler phylogenetischer Beziehungen innerhalb der Chalcidoidea könnte die Tatsache sein, dass es auch innerhalb der Mymaridae Gruppen gibt, bei denen das 2. Phragma durch den verbreiterten Petiolus bis ins Metasoma reicht. Dies könnte die bisherige Annahme, nach der die Mymaridae die Schwestergruppe aller übrigen Chalcidoidea darstellen, in Frage stellen und neue Diskussionsmöglichkeiten über den Ursprung der Chalcidoidea und ihrer potentiellen Stammart eröffnen.

### 4.3 Taxonomische Schlussfolgerungen für die nicht-pteromaliden Gruppen

Im Folgenden kommen die morphologischen Merkmale, die im vorigen Abschnitt diskutiert und phylogenetisch bewertet worden sind, zur Anwendung. Anhand der beschriebenen Merkmalsverteilungen werden die bestehenden Hypothesen zur Verwandtschaft und Klassifizierung der einzelnen Familien der Chalcidoidea überprüft. Dabei wird ein besonderer Wert auf die Merkmale gelegt, für die es möglich ist, Merkmalsveränderungen und Übergänge zu postulieren, oder die sogar als Apomorphien gewertet werden können. Dies trifft allerdings nur für einen begrenzten Teil der beschriebenen mesosomalen Merkmale der Chalcidoidea zu. Nach Gibson (1985) sind die meisten apomorphen Zustände thoracaler Merkmale der Hymenoptera auf Reduktionen, Fusionen oder Verluste zurückzuführen. Unglücklicherweise beinhalten die meisten Merkmale der Apocrita nur noch Reduktionen und Verluste, da sich ihre Körpergröße im Vergleich zu den „Symphyta“ zum Teil drastisch reduziert hat (Gibson 1985). Dies trifft natürlich für die Chalcidoidea in einem noch stärkeren Maße zu, da bei dieser Überfamilie die durchschnittliche Körperlänge nur noch zwischen 1 und 2 mm liegt. Von den genannten Möglichkeiten sind die Verluste von Merkmalen die am wenigsten verlässlichen Merkmalszustände, da man nicht unterscheiden kann, ob das gemeinsame Fehlen eines Merkmals das Ergebnis eines einzigen oder mehrfach aufgetretenen Evolutionsereignisses ist (vgl. Gibson 1985).

Neben den morphologischen Daten werden auch die molekularen Daten (soweit vorhanden) für die einzelnen Gruppen diskutiert. Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf den Pteromalidae liegt, werden diese in einem eigenen Abschnitt behandelt (4.4).

Die **Ormyridae** bilden eine kleine, morphologisch einheitliche Gruppe innerhalb der Chalcidoidea. Das Taxon wird durch zwei potentielle Synapomorphien gestützt (Gibson *et al.* 1999), von denen die charakteristischen Punktreihen auf den mittleren metasomalen Tergiten (Abb. 160) am auffälligsten sind, und gleichzeitig das diagnostische Merkmal dieser Gruppe darstellen. Die Ormyridae werden in die Nähe zu den Pteromalidae und Torymidae gestellt und wurden auch schon als Unterfamilien der Torymidae (Boucek *et al.* 1981) oder Pteromalidae (Riek 1970) geführt. Hanson (1995) weist auf Ähnlichkeiten im weiblichen Genitalsystem zwischen Ormyridae und Torymidae hin. Die gefundenen mesosomalen Strukturen von *Ormyrus* sp. geben keinen eindeutigen Hinweis auf die Beziehungen zu

Torymidae oder Pteromalidae. Die Ormyridae zeigen allerdings nach den molekularen Daten ein engeres Verwandtschaftsverhältnis zu vier Unterfamilien der Pteromalinae (Asaphinae, Miscogasterinae, Pteromalinae und Panstenoninae) als zu den Torymidae (Abb. 3, 4). Dies unterstützt die Vermutung von Gibson *et al.* (1999), die es für möglich halten, dass die Pteromalidae paraphyletisch in Bezug auf die Ormyridae sind.

Die **Torymidae** werden in zwei Unterfamilien (Megastigminae und Toryminae) unterteilt (Noyes 2003). Für die Torymidae wurde eine Synapomorphie vorgeschlagen basierend auf der Morphologie des 8. metasomalen Tergums der Weibchen (Grissell 1995). Grissell (1995) postuliert zwei Synapomorphien für die Megastigminae (vergrößertes Stigma auf dem Vorderflügel, zweilappiger Clypeus), die allerdings auch in anderen Gruppen der Chalcidoidea wie den Pteromalidae vorkommen können, und deren Polarität unklar ist. Die Toryminae sind nach Gibson *et al.* (1999) ebenfalls nicht durch überzeugende Synapomorphien gestützt

Für die untersuchten Torymidae konnten auch in der morphologischen Studie keine potentiellen Synapomorphien ermittelt werden. Charakteristische Merkmale wie zum Beispiel die mediane metafurcale Grube finden sich jeweils auch in anderen Gruppen (z. B. Cleonyminae).

In der vorliegenden Arbeit werden die Torymidae durch die molekularen Daten nicht gestützt (Abb. 3, 4), was mit den molekularen Analysen von Campbell *et al.* (2001) übereinstimmt. Die Toryminae werden nur durch die MP-Analyse abgesichert (Abb. 4). *Monodontomerus* sp. und *Podagrion* sp. bilden sowohl in der MP- als auch in der NJ-Analyse eine monophyletische Gruppe. Beide Arten sind durch eine ähnliche Metafurca gekennzeichnet, die nach der postulierten Transformationsserie (Abb. 6a-g) allerdings als symplesiomorph zu bewerten wäre. Danach könnte diese Struktur nicht für die Begründung eines engeren Verwandtschaftsverhältnis zwischen *Monodontomerus* sp. und *Podagrion* sp. herangezogen werden.

Die untersuchten **Eurytomidae** erhalten in der molekularen Analyse eine maximale Absicherung (Abb. 3, 4). Die untersuchten Taxa gehören zur morphologisch relativ einheitlichen Unterfamilie Eurytominae, die über 95 % aller beschriebenen Eurytomidenarten enthält (vgl. Noyes 2003). Eurytominae und Rileyinae bilden nach den molekularen Daten

von Campbell *et al.* (2001) und Chen *et al.* (2004) keine monophyletische Gruppe, so dass die Eurytomidae insgesamt nicht gestützt werden. So dürfte es sich bei den Eurytominae um die Eurytomidae *sensu stricto* handeln. Wijesekara (1997) führt zwei morphologische Merkmale an, die eine Monophylie dieser Gruppe unterstützen könnten, von denen zumindest eines auch innerhalb der Chalcididae vorkommt (Gibson *et al.* 1999). Auch die morphologischen Daten von Zerova (1988) geben keinen Hinweis auf eine Monophylie der Eurytominae. Zu den diagnostischen Merkmalen der Eurytomidae gehören das rechteckig vergrößerte Pronotum (Abb. 191) und der fehlende Erzglanz (Noyes 2003). In der vorliegenden Studie sind die Eurytominae durch stark vergrößerte metafurcale Gruben gekennzeichnet (Abb. 189). Dieses Merkmal konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit auch bei weiteren Arten der Eurytomidae gefunden werden und stellt eine potentielle Synapomorphie der Eurytominae dar.

Die **Chalcididae** werden in fünf Unterfamilien unterteilt (Noyes 2003), von denen Chalcidinae und Haltichellinae zusammen mehr als 90 % der beschriebenen Arten enthalten. Die Chalcididae stellen vermutlich kein monophyletisches Taxon dar und könnten paraphyletisch in Bezug auf die Leucospidae sein (Gibson 1993b). Wijesekara (1997) postuliert vier Apomorphien für die Chalcididae, die von Gibson *et al.* (1999) teilweise in Frage gestellt werden. Eine dieser Apomorphien betrifft das große, freiliegende Labrum der Chalcididae, das sich in ähnlicher Ausprägung zum Beispiel auch bei *Spalangia nigripes* findet und nach Darling (1988) ein Grundplanmerkmal der Chalcidoidea darstellt. Deshalb lässt sich mit diesem Merkmal keine Apomorphie der Chalcididae begründen. Die Chalcididae werden von vielen Autoren in die Nähe der Eurytomidae gestellt (z. B. Noyes 1990; Wijesekara 1997), auch wenn es hierfür noch keine verlässlichen Daten gibt. In der vorliegenden Untersuchung konnte ein charakteristisches mesosomales Merkmal für *Antrocephalus* sp. (Chalcididae, Haltichellinae) und die Eurytomidae nachgewiesen werden, das eine potentielle Synapomorphie beider Gruppen darstellen könnte. Es beinhaltet die Abtrennung eines glatten, ventralen Bereichs des Metepisternums vom skulpturierten lateralen Bereich (Abb. 189, 205). Weitere gemeinsame Merkmale von *Eurytoma* sp. und *Antrocephalus* sp. betreffen die Morphologie des Metanotums (Abb. 204) und die charakteristischen Modifikationen des anterioren Bereichs des unteren Mesepisternums (Abb. 189, 201).

Die **Leucospidae** stellen eine kleine, morphologisch distinkte Gruppe innerhalb der Chalcidoidea dar, für die es keine Unterfamilienklassifizierung gibt (Noyes 2003). Wijesekara (1997) schlägt vier Synapomorphien für die Leucospidae vor (hypostomale Brücke vorhanden, äußerlich fehlende Notauli, reduzierter Praepectus und freiliegende mesothoracale Stigmen). Dabei ist zu bedenken, dass die drei letztgenannten Strukturen innerhalb der Chalcidoidea nicht nur auf die Leucospidae beschränkt sind. Die freiliegenden mesothoracalen Stigmen stellen zumindest keine Synapomorphie der Leucospidae dar, da es sich bei ihnen um ein Grundplanmerkmal der Chalcidoidea handelt (Gibson 1986a, Gibson *et al.* 1997). Folgende Strukturen des Mesosomas charakterisieren in der vorliegenden Studie *Leucospis* sp. und könnten sich in weitergehenden Untersuchungen als Autapomorphien der Leucospidae erweisen:

- Leisten der Notauli nur in der anterioren Hälfte des Mesonotums vorhanden (Abb. 209b) [setzt die konvergente Entwicklung dieses Merkmals bei *Clytina giraudi* (Signiphoridae) und *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae) voraus]
- stark reduzierte Axillae (Abb. 209a, b)
- modifizierte Profurca (Abb. 208)
- verlängerte, bis zum Pronotum reichende Tegulae (Abb. 207)
- verkürzte, glatte mesofemorale Vertiefung (Abb. 207)
- modifizierte Metafurca (Abb. 214, 215)

Die Leucospidae werden von vielen Autoren in die Nähe der Chalcididae gestellt. Wijesekara (1997) postuliert vier weitere Synapomorphien für Chalcididae und Leucospidae, die von Gibson *et al.* (1999) ebenfalls widerlegt werden. In der vorliegenden Studie konnten bei *Leucospis* sp. und *Antrocephalus* sp. (Chalcididae) charakteristisch verdickte und abgerundete propleurale Arme gefunden werden. Diese Strukturen sollten für weitere Arten überprüft werden, da sie eine mögliche Synapomorphie darstellen könnten.

Wijesekara (1997) schlägt ein Schwestergruppenverhältnis zwischen Eurytomidae und Chalcididae+Leucospidae vor, für das es nach Gibson *et al.* (1999) ebenfalls keine eindeutigen Beweise gibt. Auch in der vorliegenden Studie konnten eine Reihe von gemeinsamen Merkmalen für die Eurytomidae, Chalcididae und Leucospidae gefunden

werden. Dazu gehören neben den offensichtlichen äußeren Merkmalen wie der groben punktförmigen Skulpturierung und der starken Behaarung des Mesosomas auch die bereits diskutierten vollständig verschlossenen mesocoxalen Foramina (Abb. 189, 202, 212). Diese Merkmale wurden jedoch auch in anderen Gruppen der Chalcidoidea gefunden und sind somit kein eindeutiger Hinweis auf ein Schwestergruppenverhältnis von Eurytomidae und Chalcididae+Leucospidae.

Die **Eucharitidae** sensu Heraty (1985) (= *sensu stricto*) verteilen sich auf die Unterfamilien Eucharitinae (352 Arten) und Oraseminae (69 Arten) und bilden eine Gruppe, deren Monophylie durch zahlreiche Synapomorphien gestützt wird. Dazu gehören die sichelförmigen Mandibeln, das mit fingerförmigen Fortsätzen versehene Labrum und das unter dem Mesoscutum verborgene Pronotum (vgl. Abb. 220) (Heraty 1997). Weitere Hinweise auf die Monophylie dieser Gruppe liefern die Morphologie der zum Planidium abgewandelten Erstlarve (Heraty & Darling 1984) und die Spezialisierung der Eucharitidae auf Ameisen (Formicidae) als Wirtsarten (Heraty 1997). In der vorliegenden Studie konnten für *Schizaspidia nasua* einige neue Merkmale zur inneren Anatomie gefunden werden, bei denen es sich um potentielle Synapomorphien für die Eucharitinae oder die gesamten Familie handeln könnte:

- innere Verschmelzungsnaht zwischen Praepectus und Pronotum vollständig zurückgebildet (Abb. 218)
- Leiste der scutoscutellaren Furche verläuft nicht in einem Bogen bis zur transscutellaren Artikulation, sondern in deutlichem Abstand parallel zu ihr (Abb. 222)
- mesofurcale Brücke verschmolzen mit mesofurcalen Armen (Abb. 224)
- metafurcale Arme caudal zur Vorderkante des Sternalgrats miteinander verschmolzen (Abb. 225)

Die Perilampinae bilden die größte Unterfamilie innerhalb der kleinen Familie **Perilampidae** und werden auch als Perilampidae *sensu stricto* bezeichnet (Gibson *et al.* 1999). Die Perilampidae *sensu stricto* gelten als Schwestergruppe der Eucharitidae *sensu stricto*, was durch die Morphologie des Labrums (Darling 1988), das erhöhte Mesosoma (Abb. 220, 227)

(Gibson *et al.* 1999) und die Morphologie der metasomalen Tergite (Heraty & Darling 1984) unterstützt wird. Außerdem sind beide Gruppen durch ein Planidium gekennzeichnet, für das Heraty & Darling (1984) neun Synapomorphien postulieren. Folgende Merkmale aus der vorliegenden Studie könnten weitere Belege für das Schwestergruppenverhältnis zwischen **Perilampidae sensu stricto** und **Eucharitidae sensu stricto** sein:

- profurcale Brücke (wieder-)entwickelt (Abb. 219, 229)
- Pronotum und Praepectus äußerlich verschmolzen (Abb. 218, 220, 227, 228)
- mesofurcale Grube auf dem ventralen Mesepisternum reduziert, aber zwischen den mesocoxalen Foramina entwickelt (Abb. 221, 234) [setzt die konvergente Entwicklung dieses Merkmals bei *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae) voraus]

Der Familienname der **Eulophidae** basiert auf *Eulophus* Mueller, 1764, dem ältesten verfügbaren Gattungsnamen innerhalb der Chalcidoidea. Die Eulophidae werden in vier Unterfamilien eingeteilt: Euderinae (148 Arten), Eulophinae (1316 Arten), Entedoninae (1307 Arten) und Tetrastichinae (1644 Arten) (Noyes 2003). Es gibt kein diagnostisches Merkmal, das als Autapomorphie der Eulophidae angesehen werden kann, da die meisten Merkmale auch in anderen Gruppen der Chalcidoidea vorkommen können (Gibson *et al.* 1999). Ähnlich wie bei den Pteromalidae sind es letztlich Merkmalskombinationen, durch die die Gruppe „definiert“ werden. Im Unterschied zu den Pteromalidae sind einige der Hauptmerkmale der Eulophidae aber durch Reduktionen gekennzeichnet und somit als abgeleitet anzusehen. So besitzen die Eulophidae nur 4-gliedrige Tarsen (anstatt 5) und 7- bis 9-gliedrige Antennen (anstatt 13) (Noyes 2003). Boucek (1988a) hält die Unterfamilien der Eulophidae dennoch für monophyletisch und die Eulophidae für eine „relativ gut definierte Familie“. Auch molekulare Daten unterstützen die Monophylie der Eulophidae (Gauthier *et al.* 2000, Campbell *et al.* 2001).

Nach Boucek (1988b) stellen die Entedoninae die am stärksten abgeleitete Unterfamilie der Eulophidae dar. Die Tetrastichinae sind nach seiner Auffassung eng verwandt mit den Euderinae und abgeleiteter als die ursprünglichen Eulophinae. Graham (1987) hingegen postuliert eine basale Stellung der Entedoninae als Schwestergruppe von Tetrastichinae und

Euderinae. In der vorliegenden Arbeit wird nur auf die beiden Unterfamilien **Tetrastichinae** und **Entedoninae** eingegangen, von denen zwei typische Vertreter aus den großen Sammelgattungen *Aprostocetus* (Tetrastichinae) und *Entedon* (Entedoninae) ausgewählt wurden. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen unterstützen eher Grahams (1987) Ansicht. So sind bei *Aprostocetus* sp. die Mesofurca (mesofurcale Brücke reduziert) und die Axillae stark abgewandelt (Axillae deutlich craniad erweitert, axilläre Phragmata laterad erweitert) (Abb. 237, 239, 240). Diese Strukturen entsprechen bei *Entedon ergias* (Entedoninae) eher dem Grundplan (mesofurcale Brücke vorhanden, Axillae nur leicht erweitert, axilläre Phragmata gerade) (Abb. 245, 246, 247).

Auch in den metafurcalen Strukturen unterscheiden sich beide Arten deutlich, allerdings ist bei diesen Merkmalen die Polarität noch nicht eindeutig geklärt. Die Metafurca von *Aprostocetus* sp. (Abb. 6u) erinnert mit ihren dünnen, median verschmolzenen metafurcalen Armen stark an die von *Centrodora* sp. (Aphelinidae: Aphelininae) (Abb. 6v). Die Metafurca von *E. ergias* (Abb. 6l) ist hingegen kaum von dem Typus zu unterscheiden, der zum Beispiel für *Asaphes vulgaris* (Pteromalidae: Asaphinae) beschrieben wurde (Abb. 6h).

Die Tatsache, dass sich bei der Entedonine zwei lange Setae auf dem Mesoscutellum befinden, während es bei der Tetrastichine vier sind, mag zunächst gegen eine basalere Stellung der Entedoninae sprechen. Nach Schauff (1991) entsprechen vier Setae dem plesiomorphen Zustand innerhalb der Eulophidae, während zwei Setae eine Synapomorphie der Entedoninae darstellen sollen. Ich halte dieses Merkmal allein allerdings für wenig verlässlich. Zum einen nennt Schauff (1991) zwei Arten der Entedoninae mit vier Setae auf dem Mesoscutellum, was eine Reversion zum primitiven Zustand voraussetzt. Zum anderen kommen zwei verlängerte Sensillen auch innerhalb der Calesinae (Aphelinidae) vor, was nach Schauff (1991) eine konvergente Entwicklung sein könnte. In der vorliegenden Studie wurden zwei verlängerte Sensillen auch auf dem Mesoscutellum der Mymarommatide (Abb. 323) gefunden. Sie finden sich auch bei *Gonatocerus* sp. (Mymaridae) (Vilhelmsen unveröff.). Vier Setae sind hingegen charakteristisch für das Mesoscutellum von *Encarsia formosa* (Aphelinidae: Coccophaginae) (Abb. 306) und *Trichogramma evanescens* (Trichogrammatidae) (Abb. 291).

Ich sehe die Merkmale zu den Axillae und zur Meso- und Metafurca als phylogenetisch relevante Strukturen an, die möglicherweise auf eine basalere Stellung von *Entedon ergias* (Entedoninae) hinweisen. Die für *Aprostocetus* sp. (Tetrastichinae) beschriebenen Strukturen sind sekundäre Entwicklungen, die sich zumindest teilweise innerhalb der Aphelinidae, Trichogrammatidae und Signiphoridae fortgesetzt haben könnten. Die Möglichkeit eines engeren Verwandtschaftsverhältnisses zwischen Trichogrammatidae und Eulophidae sehen auch andere Autoren (Boucek 1988a, Schauff *et al.* 1997), ohne dies näher zu begründen. Boucek (1998a) weist außerdem auf die „Ähnlichkeit“ zwischen *Elasmus* (Eulophidae, Eulophinae) und den Eriaporinae (Aphelinidae) hin.

Die **Agaonidae** sensu Boucek (1988b) (= *sensu lato*) werden in 6 Unterfamilien eingeteilt, von denen die größten (Agaoninae, Otitesellinae und Sycoryctinae) in der vorliegenden Studie bearbeitet wurden. Nach der molekularen Studie von Rasplus *et al.* (1998) gelten die Agaonidae als polyphyletisch. Rasplus *et al.* (1998) schlagen vor, nur die Agaoninae innerhalb der Agaonidae (*sensu stricto*) zu belassen, und drei Unterfamilien (Sycoecinae, Otitesellinae und Sycoryctinae) in die Pteromalidae zu überführen. Diesem Vorschlag, der nur zur Verschiebung des Problems führen würde, wurde bislang nicht gefolgt. Er macht aber erneut deutlich, dass die Pteromalidae nur allzu oft als Auffanglager für problematische Gruppen der Chalcidoidea angesehen werden, was in der Konsequenz aber nur bedeutet, dass eine provisorische Einteilung durch ein neues Provisorium ersetzt wird.

Auch in der Vergangenheit war die Familienklassifizierung der Agaonidae *s.l.* instabil. Alle Unterfamilien sind assoziiert mit Feigen (*Ficus*). Die Agaoninae sind gallbildende Bestäuber der Feigen, während die anderen Unterfamilien keine bestäubenden Arten enthalten, sondern sich nur als Gallbildner in Feigen oder als Einmieter (Inquilinen) bzw. Parasitoide in den Feigengallen entwickeln (Boucek 1988b, Rasplus *et al.* 1998). Die spezielle Lebensweise der Feigenwespen hat zu extremen morphologischen Anpassungen geführt, die besonders deutlich bei den Männchen einiger Gruppen zu Tage treten (vgl. Boucek 1988b).

Die nicht-bestäubenden Gruppen der Agaonidae *s.l.* wurden bereits häufig innerhalb der Torymidae (Joseph 1964) oder der Pteromalidae (Boucek *et al.* 1981) klassifiziert, wofür es bislang nach Gibson *et al.* (1999) keine überzeugenden Gründe gibt.

Das Mesosoma der untersuchten Agaonidae ist durch eine Vielzahl von sekundären Merkmalen charakterisiert, deren Auswertung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Bei allen Arten ist zudem eine Reduktion der Oberflächenskulpturierung festzustellen (Abb. 249, 258, 263), was möglicherweise auf eine konvergente Entwicklung in Abhängigkeit von der Lebensweise zurückzuführen ist.

Die **Eupelmidae** werden in drei Unterfamilien unterteilt (Calosotinae 144 Arten, Eupelminae 686 Arten und Neanastatinae 77 Arten) (Noyes 2003). Während die Eupelmidae insgesamt nicht durch Autapomorphien gekennzeichnet sind (Gibson 1997b), so scheinen die einzelnen Unterfamilien jeweils monophyletisch zu sein (Gibson 1989). Es gibt außerdem Hinweise darauf, dass die Eupelmidae paraphyletisch in Bezug auf die Gruppe aus Encyrtidae und Tanaostigmatidae sein könnten (Gibson 1989, Gibson *et al.* 1999). Im Folgenden wird nur auf die Eupelminae eingegangen, bei denen es sich um die Eupelmidae *sensu stricto* zu handeln scheint.

Die Eupelminae sind durch einen extremen Sexualdimorphismus gekennzeichnet. Nur die Weibchen besitzen die charakteristischen abgeleiteten Strukturen wie das vergrößerte Acropleuron (Abb. 268), während die Männchen häufig nur unter großen Schwierigkeiten von den Pteromalidae (vor allem Cleonyminae) abzutrennen sind (Gibson 1997b). Dies führte dazu, dass Vertreter der Cleonyminae in der Vergangenheit als Eupelmidae klassifiziert wurden (Nikol'skaya 1952). Gibson *et al.* (1999) vermuten, dass die Pteromalidae paraphyletisch in Bezug auf die Eupelmidae sind. In der vorliegenden Studie wurden für die Weibchen von *Eupelmus atropurpureus* (Eupelminae) einige stark abgeleitete und innerhalb der Chalcidoidea bisher unbeschriebene Strukturen gefunden, die für die Klassifizierung der Eupelminae bedeutend sein könnten:

- medianer Fortsatz auf dem 2. Phragma (Abb. 271)
- Mesopleuron im hinteren Drittel des Mesopectus eingestülpt (Abb. 275)
- metafurcale Grube an den Hinterrand des Metepisternums verschoben (Abb. 277)
- Petiolus hakenförmig (Abb. 278)

Die **Encyrtidae** gehören zu den größten Familien der Chalcidoidea und werden in zwei Unterfamilien eingeteilt (Encyrtinae und Tetracneminae) (Noyes 2003). Die Monophylie der Encyrtidae ist durch zahlreiche Autapomorphien gesichert (Noyes *et al.* 1997). Das Schwestergruppenverhältnis zu der kleinen Gruppe der Tanaostigmatidae ist ebenfalls gut begründet (LaSalle & Noyes 1985, LaSalle 1987). Es wurde bereits erwähnt, dass die Eupelmidae eng verwandt mit den Encyrtidae und Tanaostigmatidae zu sein scheinen, wofür unter anderem das vergrößerte Acropleuron spricht (Gibson *et al.* 1999). In der vorliegenden Untersuchung konnten folgende Merkmale nur bei *Eupelmus atropurpureus* (Eupelmidae) und *Leptomastidea* sp. (Encyrtidae) nachgewiesen werden. Dies könnte die postulierte enge stammesgeschichtliche Entwicklung zwischen **Eupelmidae** und **Encyrtidae** weiter untermauern:

- Praepectus ventral nicht vom Mesepisternum getrennt, lateral stark vergrößert und abgerundet (Abb. 274, 280, 283)
- Leiste der scutoscutellaren Furche nicht bogenförmig, sondern recht- bis spitzwinklig (Abb. 271, 284)
- Mesopleuron eingestülpt (bei *Leptomastidea* sp. erreicht dieser Bereich  $\frac{3}{4}$  der Länge des Mesopectus) (Abb. 275, 285, 286)
- Metapleuron stark reduziert (Abb. 268, 280)

Zu den deutlichsten Unterschieden zwischen *Eupelmus atropurpureus* und *Leptomastidea* sp. gehören die Lage der mesotrochantinalen Platte (Abb. 273, 283) sowie die Morphologie von Propodeum (Abb. 267, 288) und Petiolus (Abb. 278, 288). Dabei wird die charakteristische Lage der mesotrochantinalen Platte und die daraus resultierende „anteriore Verschiebung der Mesocoxen“ zu den Autapomorphien der Encyrtidae gezählt (Noyes *et al.* 1997, Gibson *et al.* 1999).

Für die **Trichogrammatidae** wurde bislang keine Unterfamilienklassifizierung vorgeschlagen. Diese Familie ist durch zahlreiche Reduktionen charakterisiert, die sich in der Körpergröße (0,2-1,5 mm), den 3-gliedrigen Tarsen und den 2- bis 9-gliedrigen Antennen (1-2 Anelli, 0-2 Funicularsegmente, 1-5 Clavalsegmente) manifestieren (Pinto 1997, Noyes 2003). Aufgrund des Besitzes von 3-gliedrigen Tarsen in beiden Geschlechtern galten die

Trichogrammatidae lange als monophyletische Gruppe (Gibson *et al.* 1999). Dieser Merkmalszustand wurde erst in jüngster Vergangenheit auch außerhalb der Trichogrammatidae gefunden und zwar bei einer aberranten Eulophide (Delvare & LaSalle 2000). Dennoch ist es wahrscheinlich, dass die Trichogrammatidae eine monophyletische Gruppe bilden und die Reduktion der Tarsenglieder bei der erwähnten Eulophide das Ergebnis einer konvergenten Entwicklung ist. Für die Trichogrammatidae wurden verschiedene Gruppen der Chalcidoidea vorgeschlagen, die jeweils das engste Verwandtschaftsverhältnis zu dieser Familie aufweisen sollen, darunter Eulophidae (Doutt & Viggiani 1968) und Aphelinidae (Viggiani & Battaglia 1984).

Die **Aphelinidae** werden in 7 Unterfamilien eingeteilt (Noyes 2003), von denen in der vorliegenden morphologischen Studie die beiden größten (Aphelininae und Coccophaginae) behandelt wurden. Die Aphelinidae sind nicht durch Autapomorphien charakterisiert und könnten paraphyletisch in Bezug auf die Trichogrammatidae und/oder die Signiphoridae (Woolley 1988) sein. Gordh (1979) postuliert ein enges Verwandtschaftsverhältnis von Aphelinidae und Signiphoridae zu den Encyrtidae. Boucek (1988a) hält es hingegen für möglich, dass die morphologischen Ähnlichkeiten zwischen einigen Encyrtidae zu Aphelinidae und Signiphoridae nur Konvergenzen sind und aus der Anpassung an Schildläuse (Coccoidea) als Wirtsarten resultieren.

Die **Signiphoridae** (= Thysanidae) sind eine sehr kleine Familie der Chalcidoidea (76 beschriebene Arten), für die keine Unterfamilienklassifizierung vorgeschlagen wurde (Noyes 2003). Die Signiphoridae bilden mit hoher Wahrscheinlichkeit eine monophyletische Gruppe. Woolley (1988) postuliert 7 Synapomorphien, von denen drei das Mesosoma betreffen und an *Clytina giraudi* nachvollziehbar sind (Abb. 311): (1) Notauli reduziert, (2) Axillae reduziert, (3) Propodeum mit triangulärer Medianregion. Die Leisten der Notauli sind auch im Inneren des Mesonotums so stark reduziert wie bei keiner anderen untersuchten Chalcidoidea (Abb. 315), was die Bedeutung dieses Merkmals weiter unterstützt. In diesem Merkmal unterscheiden sich die Signiphoridae also deutlich von den Trichogrammatidae (Abb. 291, 292) und Aphelinidae (Abb. 297, 301, 306, 308), bei denen die Notauli vollständig sind. In der vorliegenden Untersuchung konnten einige Merkmale gefunden werden, die deutlich für eine gemeinsame stammesgeschichtliche Entwicklung der genannten Familien

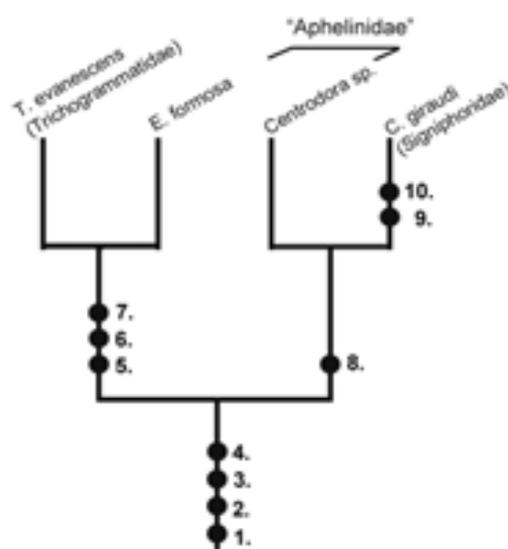
sprechen. Folgende mesosomale Merkmale könnten potentielle Synapomorphien der **Trichogrammatidae**, **Aphelinidae** und **Signiphoridae** darstellen:

1. 2. Phragma verlängert und bis ins Metasoma hineinreichend (Abb. 295, 303, 308, 316)
2. mesofurcale Brücke reduziert (vgl. Heraty *et al.* 1994) (Abb. 294, 302, 309, 317)
3. 2 Sensillenpaare auf dem Metanotum (Abb. 291, 297, 306, 311)
4. Metasoma sessil (Abb. 291, 297, 306, 311)

Darüber hinaus könnten folgende Merkmale synapomorph für **Trichogrammatidae** und **Coccophaginae** (5.-7.) bzw. **Aphelininae** und **Signiphoridae** (8.) sein:

5. Pronotum in Dorsalansicht reduziert (Abb. 291, 306)
6. Propodeum verkürzt (Abb. 291, 306)
7. Anzahl der Setae auf dem Mesoscutellum reduziert auf 4 (Abb. 291, 306)
8. diagonale Sulci auf dem Metanotum (Abb. 297, 311)

Die mesosomalen Merkmale sind in Abb. 7 auf ein Dendrogramm projiziert worden, das die hypothetischen Verwandtschaftsbeziehungen der untersuchten Gruppen widerspiegelt. Für die Signiphoridae wurden zusätzlich die Merkmale 9. „Axillae reduziert“ und 10. „Notauli reduziert“ aufgetragen.



**Abb. 7: Dendrogramm der untersuchten Trichogrammatidae, Aphelinidae und Signiphoridae** basierend auf der wahrscheinlichsten Verteilung der im Text aufgelisteten potentiellen Synapomorphien.

Die **Mymaridae** beinhalten die kleinsten Arten der Chalcidoidea und werden von Annecke & Doutt (1961) basierend auf der Verbindung von Meso- und Metasoma in zwei Unterfamilien (Alaptinae und Mymarinae) unterteilt. Nur innerhalb der Alaptinae (sensu Annecke & Doutt 1961) ist das Metasoma sessil, so dass das 2. Phragma bis weit in das Metasoma hineinreicht. Annecke & Doutt (1961) sehen in diesem Merkmal einen deutlichen Hinweis darauf, dass die Mymaridae polyphyletisch sind. Sie sehen außerdem die Anzahl der Tarsenglieder als phylogenetisch weniger relevant an, und so enthalten die Alaptinae und Mymarinae jeweils Arten mit vier bzw. fünf Tarsengliedern. Schauff (1984) bevorzugt hingegen eine Klassifizierung der Mymaridae basierend auf der Anzahl der Tarsenglieder. Es gibt heute keine allgemein akzeptierte Unterfamilienklassifizierung der Mymaridae (Noyes 2003).

Gibson (1986a) schlägt drei morphologische Strukturen im Bereich des Kopfes und des Vorderflügels als Autapomorphien für die Mymaridae vor. Die Mymaridae gelten außerdem als Schwestergruppe aller übrigen Chalcidoidea basierend auf der Morphologie des Ovipositors (Quicke *et al.* 1994) und der Struktur des furcal-laterophragmal Muskels (Heraty *et al.* 1997). Auch erste molekulare Daten unterstützen die Monophylie der Mymaridae und ein Schwestergruppenverhältnis zu Chalcidoidea (Campbell *et al.* 2001).

In der vorliegenden Untersuchung unterstützen neben den in Abschnitt 4.2.4 diskutierten mesosomalen Strukturen von *Gonatocerus* sp. (Struktur von Mesopectus und Mesofurca, Praepectus, Petiolus) auch die molekularen Stammbäume eine basale Stellung der Mymaridae (Abb. 3, 4). Die Monophylie der Mymaridae ist aber noch nicht abschließend geklärt, da die von früheren Autoren (Annecke & Doutt 1961) postulierte Polyphylie der Mymaridae bisher noch nicht vollständig entkräftet worden ist. So könnten die als autapomorph angesehenen morphologischen Strukturen auch konvergent infolge der extremen Miniaturisierung bei den verschiedenen Gruppen der Mymaridae entstanden sein.

Die **Mymarommatidae** enthalten nur 17 beschriebene Arten, darunter 8 fossile (Noyes 2003). Gibson (1986a) schlägt vier Autapomorphien für die Mymarommatidae vor (Kopf mit charakteristischer Membran entlang der Hyperoccipitalregion, Hinterflügel stielförmig, Vorderflügel mit netzartig gemusterter Membran, vollständige Reduktion des posterioren

mesotrochanteralen Depressormuskels). Die folgenden mesosomalen Strukturen aus der vorliegenden Untersuchung sind innerhalb der Hymenoptera bislang einzigartig und könnten damit weitere Autapomorphien der Mymarommatidae darstellen:

- Profurca y-förmig mit schmalen, geraden Armen (Abb. 322)
- 1. Phragma cranial verlängert, mit zwei submedianen Fortsätzen (Abb. 324, 325)
- axilläre Phragmata stabförmig (Abb. 324)
- Metanotum reduziert zu einer schmalen Lippe (Abb. 323)

Gibson (1986a) postuliert drei Synapomorphien, die ein Schwestergruppenverhältnis zwischen Mymarommatidae und Chalcidoidea belegen sollen, belässt die Mymarommatidae aber noch in einem Familienrang. In neueren Arbeiten werden die Mymarommatidae als eigenständige Überfamilie Mymarommatoidea geführt (Gibson 1993b, Gibson *et al.* 1999). Dieser Klassifizierung wurde auch in der vorliegenden Arbeit gefolgt. Frühere Autoren gehen von einem engeren Verwandtschaftsverhältnis zwischen Serphitidae und Mymarommatidae aus (Kozlov & Rasnitsyn 1979, Rasnitsyn 1980) und begründen dies vor allem mit dem Vorhandensein eines 2-segmentigen Petiolus (vgl. Abb. 321) in beiden Gruppen. In der Arbeit von Rasnitsyn *et al.* (2004) werden, dieser Einteilung folgend, Mymarommatidae und Serphitidae in der Überfamilie Serphitoidea zusammengefasst; ein enges Verwandtschaftsverhältnis zu den Chalcidoidea wird dennoch postuliert. In der zitierten Arbeit wird auch eine fossile Familie (Khutelchalcididae) aus der frühen Kreide oder dem späten Jura beschrieben, die von Rasnitsyn *et al.* (2004) „provisorisch“ als basale Gruppe der Chalcidoidea klassifiziert wird. Durch die begrenzte morphologische Auswertbarkeit des Fossils, bleibt die phylogenetische Stellung dieser Gruppe allerdings fraglich und wird vermutlich kaum zur Aufklärung der Systematik der Chalcidoidea beitragen können.

#### 4.4 Taxonomische Schlussfolgerungen für die Pteromalidae

Die Pteromalidae bilden keine monophyletische Gruppe. Die molekularen Daten weisen auf eine Polyphylie der Pteromalidae hin (Abb. 3, 4). An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den in den NJ- und MP-Bäumen dargestellten Beziehungen um die relativen Verwandtschaftsbeziehungen handelt, die sich aus der Auswahl der Taxa der vorliegenden molekularen Studie ergeben. Die exakten Schwestergruppenverhältnisse lassen sich erst dann bestimmen, wenn alle in Frage kommenden Gruppen in die Untersuchungen miteinbezogen werden, was aufgrund der ungeheuren Größe der Überfamilie Chalcidoidea schon aus praktischen Gründen nicht durchführbar ist. Die Abtrennung der einzelnen Gruppen voneinander sollte allerdings aufgrund der Robustheit der molekularen Stammbäume irreversibel sein und sich auch durch die Einbeziehung weiterer Taxa nicht verändern. So ließen sich zum jetzigen Zeitpunkt die untersuchten Pteromalinae, Panstenoninae, Miscogasterinae und Asaphinae nur durch die Einbeziehung der Ormyridae zusammenführen, was die Neuklassifizierung dieser Gruppe als Unterfamilie der Pteromalidae voraussetzen würde. Die Position von *Trichilogaster* sp. (Ormocerinae) bleibt in der molekularen Analyse offen. *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) bleibt aber in jedem Fall von den übrigen Pteromalidae durch die Vertreter der Eurytomidae und Torymidae getrennt, für die eine Klassifizierung als Unterfamilien innerhalb einer neu definierten Familie Pteromalidae nicht zu erwarten ist.

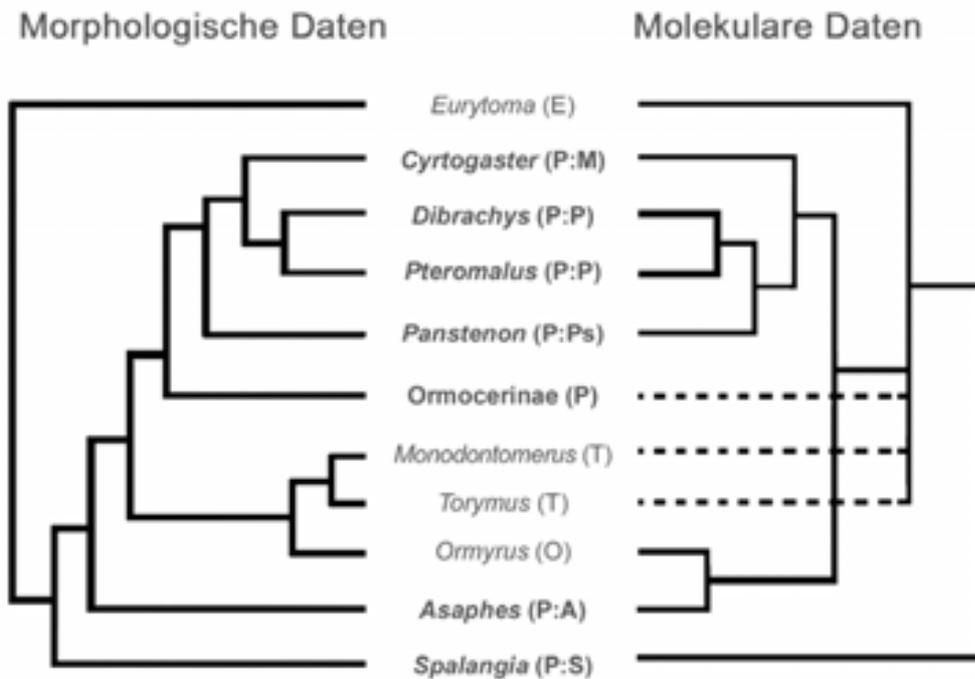
Bevor auf die einzelnen Unterfamilien der Pteromalidae eingegangen wird, soll die Topologie des molekularen Stammbaums mit bisherigen, auf morphologischen Daten basierenden Konzepten zur Klassifizierung der Pteromalidae verglichen werden. Die Verwandtschaftsbeziehungen einzelner Unterfamilien der Pteromalidae wurden bisher nur in wenigen Arbeiten eingehender untersucht. Die bisher einzige umfassende Analyse (Török & Abraham 2002) enthält einen zum Teil vergleichbaren Datensatz. Ein Vergleich der Topologien von den 11 gemeinsamen Taxa beider Arbeiten (darunter alle in der vorliegenden Studie verwendeten Unterfamilien der Pteromalinae) ist Abb. 8 zu entnehmen. Beide Dendrogramme zeigen die diskutierte Abtrennung der Spalangiinae (*Spalangia nigripes*) von den übrigen Pteromalidae. Die Taxa aus Miscogasterinae, Pteromalinae und Panstenoninae bilden in beiden Dendrogrammen eine Gruppe, allerdings mit unterschiedlichen Topologien.

So bilden die untersuchten Miscogasterinae im molekularen Dendrogramm die Schwestergruppe zu den Arten aus Pteromalinae und Panstenoninae, während im morphologischen Dendrogramm die Panstenoninae als Schwestergruppe zu Pteromalinae und Miscogasterinae auftreten. Die basale Stellung von *Asaphes vulgaris* (Asaphinae) im morphologischen Dendrogramm kann durch die molekularen Daten nicht bestätigt werden (Abb. 8). Das Gleiche gilt für die Position der Ormocerinae und das Schwestergruppenverhältnis zwischen Panstenoninae und Miscogasterinae+Pteromalinae.

Die Topologien in Török & Abraham (2002) sind in einigen Bereichen wenig robust. So gibt es zum Beispiel gravierende Unterschiede bezüglich der Stellung der Panstenoninae und der Asaphinae in den unterschiedlichen Cladogrammen (Figs 1-4 in Török & Abraham 2002). Dies scheint aus den insgesamt stark zur Homoplasie neigenden morphologischen Charakteren zu resultieren (vgl. Gauld & Mound 1982). Interessant ist allerdings, dass die basale Stellung von *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) sowohl in allen morphologischen Cladogrammen aus Török & Abraham (2002) als auch in den molekularen NJ- und MP-Bäumen aus der vorliegenden Studie unterstützt wird.

Die Unterschiede in der Topologie der beiden Stammbäume könnten zum Teil auch aus der Auswahl der Außengruppen von Török & Abraham (2002) resultieren. So ist die Auswahl von *Eurytoma* (Eurytomidae) als Außengruppe in der zitierten Arbeit aufgrund der vorliegenden molekularen Daten nicht opportun, da die Eurytomidae hier zur Innengruppe gehören (Abb. 8).

Auch die morphologischen Untersuchungen zum Mesosoma liefern keine Hinweise auf eine gemeinsame stammesgeschichtliche Entwicklung der Pteromalidae. Vielmehr deuten auch die morphologischen Daten aus der vorliegenden Untersuchung auf die Polyphylie der Pteromalidae hin (vgl. 4.2). Im Folgenden werden die wichtigsten molekularen und morphologischen Daten für die einzelnen Unterfamilien der Pteromalidae zusammengefasst und ihre Kongruenz mit der bestehenden Klassifizierung überprüft.



**Abb. 8: Vergleich der Topologien der Dendrogramme aus Török & Abraham (2002) (links) und aus der vorliegenden Studie (rechts).** Die Dendrogramme wurden auf die in beiden Arbeiten untersuchten Taxa aus Pteromalidae (P), Ormyridae (O), Torymidae (T) und Eurytomidae (E) reduziert. Die fettgedruckten Taxa gehören zu den Unterfamilien der Pteromalidae (P:A=Asaphinae, P:M=Miscogasterinae, P:P=Pteromalinae, P:Ps=Panstenoninae, P:S=Spalangiinae). Das linke Dendrogramm ist der Strict Consensus Baum aus Török & Abraham (2002) basierend auf morphologischen Daten, das rechte der NJ-Baum basierend auf den molekularen Daten der vorliegenden Arbeit. Die gestrichelten Linien weisen auf die unklaren Positionen von *Ormocerinae* und *Torymidae* hin.

#### 4.4.1 Pteromalinae und Miscogasterinae

Die Pteromalinae sind die mit Abstand größte Unterfamilie der Pteromalidae und enthalten über 59 % der beschriebenen Arten (Abb. 9). Nach Graham (1969) bilden sie die Unterfamilie der Pteromalidae mit der geringsten Anzahl an systematischen Merkmalen. Graham (1969) bemerkt, dass die Abtrennung einiger Miscogasterinae von den Pteromalinae schwierig ist, weist aber darauf hin, dass die meisten Miscogasterinae vollständige Notauli und die meisten Pteromalinae unvollständige Notauli besitzen. Diese Angaben beziehen sich jedoch nur auf die äußeren Bereiche des Mesonotums. In der vorliegenden Studie wurde deutlich, dass die äußeren Spuren der Notauli noch keine verlässlichen Merkmale darstellen, sondern erst nach der Beschreibung ihrer inneren Leisten ausgewertet werden können (vgl. 4.2.3). Diese sind im vorliegenden Datensatz auch bei *Pachycrepoideus vindemmiae* (Pteromalinae) vollständig.

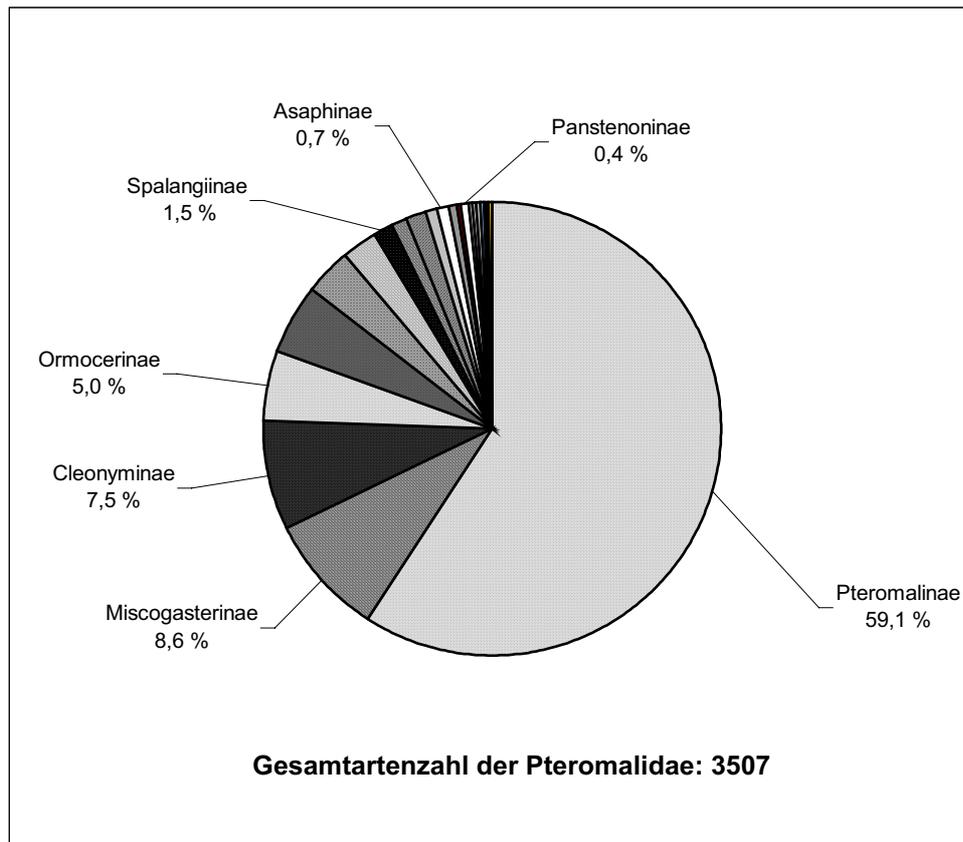
Bei *Cyrtogaster vulgaris* (Miscogasterinae) sind die Notauli äußerlich nur schwach erkennbar und unvollständig, bilden aber in Inneren ebenfalls vollständige Leisten. Beide Arten besitzen zudem einen verlängerten, skulpturierten Petiolus (Abb. 055), während die anderen Pteromalinae durch einen stark reduzierten Petiolus gekennzeichnet sind (Abb. 053, 054). In der vorliegenden Untersuchung sind die Pteromalinae also insgesamt nicht eindeutig von den Miscogasterinae zu trennen. Durch den ventral stark verschmälerten Praepectus (Abb. 023-025) unterscheiden sich die untersuchten Arten der Pteromalinae zwar deutlich von *Cyrtogaster vulgaris* (Miscogasterinae) (Abb. 058), es gibt jedoch einige Pteromalinae wie *Chlorocythus pulchripes* (Fig. 335 in Graham 1969), für die ebenfalls ein ventral verbreiteter Praepectus charakteristisch ist.

Die Miscogasterinae werden seit Graham (1969) als Unterfamilie der Pteromalidae geführt. Ursprünglich wurde diese Gruppe von Walker (1833) als Familie klassifiziert. Der Umfang der Miscogasterinae hat sich inzwischen auf weniger als die Hälfte reduziert, da die von Graham (1969) anerkannten Triben Ormocerini und Pirenini inzwischen als eigene Unterfamilien der Pteromalidae geführt werden. Damit sind nur noch die Gruppen innerhalb der Miscogasterinae verblieben, die seit jeher schwierig von den Pteromalinae abzugrenzen waren, während die morphologisch distinkten Gruppen abgetrennt wurden. Boucek (1988b) hält die Definition der Miscogasterinae ebenfalls für unsicher und spekuliert über eine Zusammenführung mit den Pteromalinae. Auch in den Analysen von Huang (1993) und Török & Abraham (2002) werden die Miscogasterinae nicht bestätigt. In weiteren Untersuchungen sollte versucht werden, Grenzen zwischen Pteromalinae und Miscogasterinae zu definieren. Möglicherweise sind auch einige der Arten, die zur Zeit als Pteromalinae klassifiziert werden, in die Miscogasterinae zu überführen. Dies könnte zum Beispiel für *Pachycrepoideus vindemmiae* gelten, für die bereits Assem (1974) aufgrund ethologischer Daten eine Klassifizierung außerhalb der Pteromalinae postuliert hat.

In den molekularen Stammbäumen bilden die beiden Miscogasterinae *Cyrtogaster vulgaris* und *Miscogaster rufipes* eine maximal abgesicherte Gruppe (Abb. 3, 4). Die Abtrennung der Pteromalinae von den Miscogasterinae bleibt allerdings auch hier unsicher (Abb. 3, 4).

Heydon (1989) definiert die *Cyrtogaster*-Gruppe (*Cyrtogaster*, *Novitzkyanus*, *Tricyclomischus*, *Callicarolynia*) durch die symmetrische Anordnung der clypealen Zähne,

die transverse Carina auf dem Pronotum (vgl. Abb. 057) und das Muster aus Carinae auf dem Petiolus. Er unternimmt außerdem eine cladistische Analyse, nach der *Cyrtogaster* an der Basis der *Cyrtogaster*-Gruppe (s. o.) steht und *Miscogaster* basal zur *Cyrtogaster*-Gruppe.



**Abb. 9: Relative Größe der 31 Unterfamilien der Pteromalidae.** Für die 7 in der vorliegenden Studie untersuchten Unterfamilien sind die prozentualen Anteile der beschriebenen Arten an der Gesamtartenzahl der Pteromalidae dargestellt (basierend auf den Daten aus Noyes 2003).

#### 4.4.2 Panstenoninae

Die Unterfamilie Panstenoninae gehört mit 13 Arten zu den kleinsten Unterfamilien der Pteromalidae. *Panstenon* wurde ursprünglich als Pteromalide klassifiziert (Walker 1846), später in die Miscogastroidae (= Miscogasterinae) (Förster 1856), in die Diparinae (Ashmead 1904) und in die Cleonymidae (= Cleonyminae) (Kerrich & Graham 1957) überführt. Inzwischen hat sich die Klassifizierung als eigenständige Unterfamilie nach Erdös (1955) durchgesetzt.

Tatsächlich gibt es zwischen den oben erwähnten Gruppen und *Panstenon* jeweils einige morphologische Gemeinsamkeiten, die vermutlich zu den unterschiedlichen Klassifizierungen geführt haben. Das Mesosoma von *Panstenon oxylus* unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von dem der Pteromalinae und Miscogasterinae. Dazu gehören das glockenförmige Pronotum (Abb. 060) und die abgewandelte Metafurca, mit einer unpaaren metafurcalen Grube (Abb. 062, 063). Diese Merkmale finden sich zum Teil auch bei den Cleonyminae. In der äußeren Morphologie von Mesopectus, Praepectus und Mesonotum gibt es ebenfalls eine Reihe von Gemeinsamkeiten zwischen *P. oxylus* und *Notanisus sp.* (Cleonyminae).

In den molekularen Stammbäumen bildet *Panstenon oxylus* mit den untersuchten Pteromalinae und Miscogasterinae eine gut abgesicherte Gruppe (Abb. 3, 4). Hier wäre die zukünftige Einbeziehung der Cleonyminae in die molekulare Analyse wünschenswert.

Auch Török & Abraham (2002) weisen auf die fraglichen Beziehungen der Panstenoninae zu den übrigen Gruppen der Pteromalidae hin. So zeigen die Cladogramme aus dieser Arbeit zum Beispiel entweder ein Schwestergruppenverhältnis zwischen *Cyrtogaster* (Miscogasterinae) und *Panstenon* oder ein engeres Verhältnis zwischen Cleonyminae und *Panstenon*.

Trotz der ungeklärten Position der Panstenoninae wurde die Monophylie dieser Gruppe bisher nicht angezweifelt. Die Monophylie der Panstenoninae wird durch eine Reihe von Merkmalen der Kopf- und Flügelmorphologie unterstützt (Xiao & Huang 2000).

Die Metafurca-Morphologie (Abb. 6p) spricht insgesamt für den abgeleiteten Zustand und stellt eine weitere potentielle Autapomorphie der Panstenoninae dar. Weitere Charakteristika der Panstenoninae betreffen die Lebensweise dieser Gruppe. So ist für die Larven von *Panstenon oxylus* eine prädatorische Lebensweise an Eiern von Spornzikaden (Hemiptera: Delphacidae) innerhalb der Internodien von Grasstängeln beschrieben worden (Rosen 1956).

### 4.4.3 Asaphinae

Die Vertreter aus dem Tribus Asaphini (Ashmead 1904) erschienen Graham (1969) als „distinkt genug, um sie zumindest provisorisch“ als Unterfamilie zu führen. Dieser Klassifizierung wird auch heute noch gefolgt. Die meisten Gruppen, die von Ashmead (1904) als Asaphini geführt wurden, gehören allerdings inzwischen zur Unterfamilie Eunotinae; nur *Asaphes* Walker blieb zurück (Boucek 1988b).

Die Asaphinae enthalten 25 beschriebene Arten (Noyes 2003), von denen sich die meisten als Hyperparasitoide in Wirten aus Aphidae und Coccidae (Homoptera) entwickeln (Boucek 1988b). Die winzige Art *Enoggera reticulata* ist hingegen ein Endoparasitoid in Eiern von Blattkäfern (Coleoptera: Chrysomelidae).

Die Asaphinae bilden eine morphologisch distinkte Gruppe der Pteromalidae und sind durch zahlreiche morphologische Merkmale gekennzeichnet (Boucek 1988b). Zu den charakteristischen mesosomalen Merkmalen der Asaphinae gehören nach Boucek (1988b):

1. unterbrochene axilluläre Sulci (= axillular groove)
2. Propodeum median mit grober, unregelmäßiger Skulpturierung
3. Petiolus mit einer scharfen oder carinaten Vorderkante

Das 1. Merkmal halte ich ebenfalls für systematisch relevant, allerdings handelt es sich bei der tiefen, unterbrochenen Struktur um die scutoscutellare Furche (Abb. 083, 084), während die axillulären Sulci fehlen (Abb. 088) oder vollständig entwickelt sind (Abb. 087).

Das 2. Merkmal trifft im vorliegenden Datensatz nur auf *Asaphes vulgaris* zu (vgl. Abb. 101, 102) und ist damit für die Definition der Asaphinae ungeeignet.

Merkmal 3 (Abb. 101-104) könnte für die Asaphinae systematisch relevant sein, allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Morphologie des Petiolus innerhalb der Chalcidoidea äußerst variabel (vgl. 4.2.8) und damit anfällig für Homoplasien ist.

Weitere charakteristische Merkmale der Asaphinae aus den vorliegenden Daten beinhalten:

- median unterbrochener pronotaler Sulcus (Abb. 079, 080)
- verlängerte Setae auf den Axillae (Abb. 083, 084)
- starke (Abb. 081) oder vollständige (Abb. 082) Reduktion der propleuralen Arme
- 2 mesofurcale Gruben auf dem ventralen Mesepisternum (Abb. 089)

Nur das erste Merkmal ist dabei ausschließlich bei den Asaphinae zu finden und bildet damit eine potentielle Autapomorphie dieser Gruppe.

#### 4.4.4 Ormocerinae

Die Ormocerinae gehören mit 176 beschriebenen Arten (Noyes 2003) zu den größeren Unterfamilien der Pteromalidae (vgl. Abb. 9). Der Name geht zurück auf die Familie Ormoceridae (Walker 1833), deren Umfang sich seit ihrer Aufstellung gravierend verändert hat. Graham (1969) klassifiziert die Ormocerinae noch als Tribus (Ormocerini) innerhalb der Miscogasterinae. Die Ormocerinae gelten als besonders ursprüngliche Pteromalidae (Boucek 1988b, Boucek & Heydon 1997), wofür es allerdings keine abgesicherten Hinweise gibt. Die Ormocerinae sind nicht eindeutig definiert, sondern durch Plesiomorphien charakterisiert. Boucek (1988b) listet folgende mesosomalen Merkmale für die Ormocerinae auf:

- Notauli tief und vollständig (vgl. Abb. 069)
- Axillae angenähert (vgl. Abb. 069)
- Mesoscutellum ohne Frenum (vgl. Abb. 065, 069)
- Propodeum kurz und ohne Nucha (vgl. Abb. 074)

Alle genannten Merkmale sind innerhalb der Pteromalidae und der gesamten Chalcidoidea weit verbreitet und relativ unspezifisch. Im vorliegenden morphologischen Datensatz lässt sich *Trichilogaster* sp. durch die Morphologie des Metanotums (Abb. 074) und der Metafurca (Abb. 6t) von den übrigen Pteromalidae deutlich abgrenzen. Inwieweit diese Merkmale für die Definition der gesamten Unterfamilie Ormocerinae relevant sind, müssen erst weitere Untersuchungen zeigen.

Auch in den molekularen Stammbäumen steht *Trichilogaster* sp. außerhalb der Gruppe aus Asaphinae, Pteromalinae, Miscogasterinae, Panstenoninae und Ormyridae (Abb. 3, 4). Dies könnte darauf hinweisen, dass *Trichilogaster* sp. nicht zu den neu zu definierenden Pteromalidae gehört. Da die Ormocerinae insgesamt nicht definiert sind, macht es zum jetzigen Zeitpunkt allerdings keinen Sinn, über eine Neuklassifizierung der Ormocerinae nachzudenken.

#### 4.4.5 Cleonyminae

Die Cleonyminae enthalten 264 beschriebene Arten (Noyes 2003) und stellen damit die drittgrößte Unterfamilie der Pteromalidae dar (Abb. 9). Das Taxon geht zurück auf die Familie Cleonymidae von Walker (1833), die von Schmiedeknecht (1909) erstmals als Unterfamilie der Pteromalidae geführt wurde. Die Monophylie der Cleonyminae ist ungeklärt (Gibson 2003). Es gibt allerdings Hinweise auf ein enges Verwandtschaftsverhältnis zu den Eupelmidae. So weist Gibson (2003) darauf hin, dass die Männchen der Eupelminae den Cleonyminae viel stärker ähneln als den übrigen Unterfamilien der Eupelmidae und sogar den Weibchen der eigenen Art. Außerdem teilen die Cleonyminae ihre beiden wichtigsten diagnostischen Merkmale mit den Eupelmidae: die ventral divergierenden Augen und das Vorkommen nur eines antennalen Ringglieds (Anellus) (Gibson 2003). Die Cleonyminae gelten als eine der ursprünglichsten Gruppen der Pteromalidae (Boucek 1988a, b). Boucek & Heydon (1997) nehmen an, dass sich alle Pteromalidae aus den Cleonyminae oder den Ormocerinae entwickelt haben.

Die mesosomalen Strukturen variieren stark innerhalb der untersuchten Cleonyminae und sind zum Teil deutlich abgeleitet. So besitzt *Notanisuus* sp. unvollständige Notauli (Abb. 113, 114), während bei *Thaumasura* sp. vollständige Notauli entwickelt sind (Abb. 111, 112). *Thaumasura* sp. ist durch ihre Metafurca (nur eine metafurcale Grube und miteinander verschmolzene Arme) (Abb. 6e) und durch ihr stark modifiziertes Propodeum (Abb. 119) deutlich von *Notanisuus* sp. (Abb. 6f, 124) unterscheidbar. Die hohe Variabilität der morphologischen Strukturen innerhalb der Cleonyminae erschweren die phylogenetische Auswertung. Auch nach der cladistischen Analyse von Gibson (2003) unter Einbeziehung

aller 39 Gattungen der Cleonyminae auf der Basis von 61 morphologischen Merkmalen bleiben die phylogenetischen Beziehungen der Cleonyminae unklar.

Die von vielen Autoren postulierte basale Stellung der Cleonyminae bleibt aufgrund der vorliegenden morphologischen Daten fragwürdig. Es gibt zwar zweifelsfrei einzelne morphologische Merkmale der Cleonyminae, die plesiomorph sind. Eines der deutlichsten ist möglicherweise das von Darling (1988) beschriebene Labrum der Cleonyminae, das noch durch zahlreiche Sensillen gekennzeichnet ist. Man sollte allerdings bedenken, dass die Anzahl von plesiomorphen Merkmalen kein Kriterium für die Klassifizierung von Organismen darstellt, sondern dass es vielmehr auf die abgeleiteten, apomorphen Merkmale ankommen muss. Dazu könnte die Abwandlung der Metafurca innerhalb der beiden untersuchten Cleonyminae (Abb. 6e, f) ausgehend vom potentiellen Grundtypus der Torymidae (Abb. 6a-d) gehören.

Die Ergebnisse von Török & Abraham (2002) sprechen gegen eine basale Stellung der Cleonyminae innerhalb der Pteromalidae. In den Cladogrammen aus der zitierten Arbeit erscheint *Cleonymus* jeweils abgeleiteter als zum Beispiel *Asaphes* (Asaphinae) und *Spalangia* (Spalangiinae).

#### 4.4.6 Spalangiinae

Die Spalangiinae sind ein morphologisch äußerst einheitliches Taxon mit 52 beschriebenen Arten in zwei Gattungen (Noyes 2003). Eine fast vollständige Revision aller bis dato bekannten Arten der Gattung *Spalangia* Latreille wurde von Boucek (1963) vorgenommen. Die Unterfamilie Spalangiinae enthielt zu dem Zeitpunkt nur eine Gattung und wurde erst später durch die monotypische Gattung *Playaspalangia* erweitert (Yoshimoto 1976). Die Gruppe geht zurück auf „Spalangiae“ (Haliday 1833) und wurde bereits von Walker (1833) als eigenständige Familie geführt. Förster (1856) vereinigte *Spalangia* und die heutigen Cerocephalinae in der Familie „Spalangoidae“, bevor Gahan (1946) die Cerocephalinae als eigenständige Gruppe abtrennte. Die Einteilung der Spalangiinae als Unterfamilie der Pteromalidae wurde von vielen Autoren in Frage gestellt (Parker & Thompson 1928, Simmonds 1952, Domenichini 1953). Auch Boucek (1963) hält die Klassifizierung der Spalangiinae als eigenständige Familie für gerechtfertigt und verweist auf die Einzigartigkeit

der mesopleuralen Eindrücke bei dieser Gruppe (vgl. Abb. 143). Boucek (1963) nimmt weiter an, dass die engsten Verwandten der Spalangiinae innerhalb der Cerocephalinae zu finden sind, deren Mitgliedern ebenfalls die antennalen Ringglieder (Anelli) fehlen. Dennoch werden die Spalangiinae bis heute als Unterfamilie der Pteromalidae geführt.

In der vorliegenden morphologischen Untersuchung konnte für *Spalangia nigripes* eine Vielzahl von charakteristischen mesosomalen Merkmalen gefunden werden, von denen die Folgenden als plesiomorph angesehen werden könnten (vgl. Abschnitt 4.2):

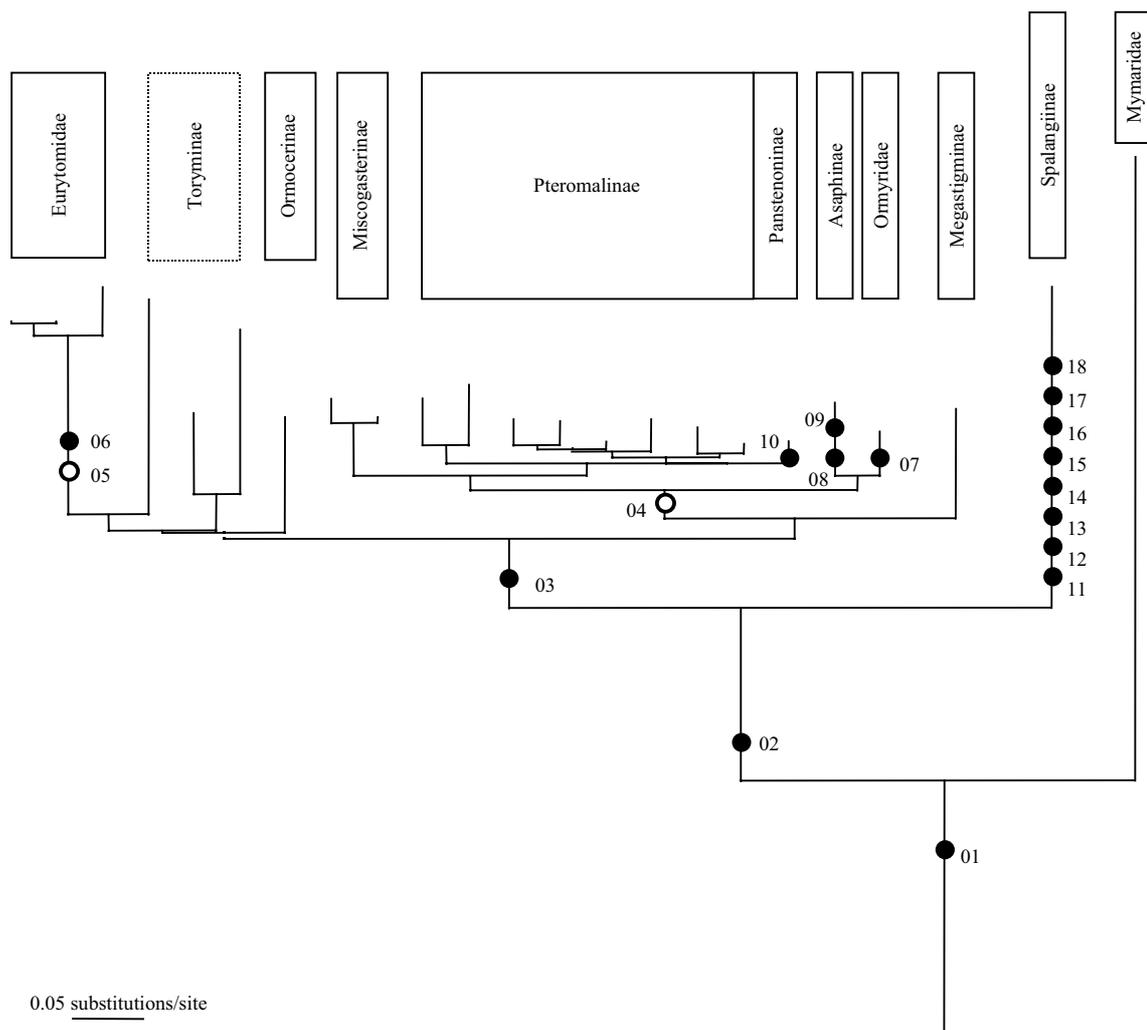
- große Propleura, deren mesiale Ränder vollständig verbunden sind\* (Abb. 137)
- vollständige Notauli (Abb. 140, 141)
- Frenal-Linie mit innerer Leiste (Abb. 140, 141)
- fehlender axillulärer Sulcus\* (Abb. 142)
- große, angenäherte Axillae (Abb. 140)
- breiter, skulpturierter Praepectus (Abb. 144)
- median mit dem Mesepisternum verschmolzener Praepectus\* (Abb. 144)
- Position von mesofurcaler Grube und der Basis der Mesofurca (Abb. 144, 148)
- vollständig verschlossene mesocoxale Foramina\* (Abb. 145)
- transepisternaler Sulcus vorhanden (Abb. 144, 145)
- verlängerter und stark skulpturierter Petiolus (Abb. 144, 150)

\* Bei diesen Merkmalen ist die Polarität noch fraglich (vgl. 4.2).

Die folgenden mesosomalen Merkmale sind einzigartig innerhalb der untersuchten Pteromalidae und auch der Chalcidoidea und stellen damit potentielle Autapomorphien der Spalangiinae dar (vgl. Abb. 10):

- innere Leiste des Pronotums vorhanden (Abb. 136)
- Profurca über ihre gesamte Breite mit dem Propectus verschmolzen (Abb. 139)
- propleurale Arme ventrad verschoben und zu schmalen Leisten reduziert (Abb. 139)
- profurcale Gruben caudad verschoben und stark reduziert (Abb. 139)
- anterolaterale Vertiefungen auf den Axillae (Abb. 140, 141)

- transepimeraler Sulcus bildet rundliche Vertiefung (Boucek 1963) (Abb. 143)
- rundliche Vertiefung am Hinterrand des Mesopectus (Boucek 1963) (Abb. 143)
- ventrale Artikulation von Mesopectus und Metepisternum (Abb. 144, 145)



**Abb. 10:** NJ-Baum aus Abb. 3, auf den die im Text diskutierten potentiellen Synapomorphien für die einzelnen Gruppen projiziert wurden. Die weißen Kreise stellen postulierte Konvergenzen dar. Die Merkmale basieren auf folgenden Strukturen des Mesosomas:

**01** Praepectus äußerlich sichtbar (Gibson 1986a), **02** Struktur des furcal-laterophragmal Muskels (Heraty *et al.* 1997), **03** Mesofurca und mesofurcale Grube caudad verschoben, **04+05** Metafurca mit zwei submedianen Gruben und einem freien, bis zum Vorderrand des Metepisternums reichenden Sternalgrat, **06** metafurcale Gruben stark vergrößert, **07** metafurcale Arme cranial erweitert, **08** pronotaler Sulcus median unterbrochen, **09** scutoscutellare Furche tief und submedian unterbrochen (Boucek 1988b), **10** Metafurca (sekundär) y-förmig und caudad verschoben, **11** innere pronotale Leiste, **12** Profurca über ihre gesamte Breite mit dem Propectus verschmolzen, **13** propleurale Arme ventrad verschoben und zu schmalen Leisten reduziert, **14** profurcale Gruben caudad verschoben und stark reduziert, **15** anterolaterale Vertiefungen auf den Axillae, **16** transepimeraler Sulcus bildet rundliche Vertiefung (Boucek 1963), **17** rundliche Vertiefung am Hinterrand des Mesopectus (Boucek 1963), **18** ventrale Artikulation von Mesopectus und Metepisternum.

*Spalangia nigripes* (Spalangiinae) ist nicht nur durch die Morphologie des Mesosomas von den übrigen Pteromalidae und den anderen untersuchten Arten der Chalcidoidea isoliert. So konnte in der vorliegenden Arbeit auch eine hohe genetische Distanz ermittelt werden, die Ausdruck einer langen stammesgeschichtlichen Trennung zwischen *S. nigripes* und den übrigen Gruppen der Pteromalidae ist (Abb. 3, 4, 11). Die molekularen Daten unterstützen damit eindrucksvoll die Ergebnisse von Török & Abraham (2002), in deren morphologischen Stammbäumen diese Art ebenfalls von den übrigen Pteromalidae isoliert blieb. Damit stellt sich im nächsten Abschnitt die Frage nach der künftigen Klassifizierung von Spalangiinae und Pteromalidae.

#### 4.5 Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde der Nachweis erbracht, dass es sich bei den Pteromalidae um eine künstliche, polyphyletische Sammelgruppe innerhalb der Chalcidoidea handelt. *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) nimmt von allen untersuchten Arten eine Sonderstellung ein, da die vorgelegten molekularbiologischen und morphologischen Ergebnisse deutlich auf eine von den übrigen Pteromalidae und auch von allen anderen untersuchten Chalcidoidea (ohne Mymaridae) isolierte Entwicklung hinweisen. Damit mag es zunächst gerechtfertigt erscheinen, die Spalangiinae als distinkte Gruppe von den Pteromalidae abzutrennen und als eigenständige Familie zu führen.

Die Pteromalidae bleiben nach der vorliegenden Untersuchung eine unüberschaubare Gruppe. Sie enthalten über 3.500 Arten in 31 Unterfamilien (Abb. 9). Damit entfallen mehr als ein Drittel aller Unterfamilien der Chalcidoidea auf die Pteromalidae. Viele dieser Unterfamilien enthalten nur wenige Arten (häufig nur eine einzige Art!) und wurden erst in den letzten Jahrzehnten aufgestellt. Dabei wurden meist aberrante Gruppen, die keiner anderen Familie zuzuordnen waren, in die Pteromalidae eingeordnet, da hier aufgrund der fehlenden Definition keine Widersprüche zu erwarten waren.

Die phylogenetischen Beziehungen der Unterfamilien der Pteromalidae zueinander bleiben größtenteils auch weiterhin ungeklärt. Deshalb ist es momentan wenig hilfreich, Unterfamilien in Familienrang einzustufen, da dies nur zu einer Verlagerung des Problems führt. Es sollte jedem Taxonomen klar sein, dass die Familienklassifizierung ein künstliches System ist, und damit im Konflikt zur phylogenetischen Taxonomie steht (vgl. Cantino *et al.* 1999; De Queiroz & Gauthier 1992, 1994; Härlin 1999). Die jetzige Klassifizierung der Pteromalidae und der Chalcidoidea ist ohne Zweifel ein Provisorium und resultiert aus der Unkenntnis über die phylogenetischen Beziehungen der einzelnen Gruppen. Ich halte es aber für richtig, Änderungen an diesem System erst dann vorzunehmen, wenn sowohl die Menge der vorhandenen Daten als auch die Anzahl der einbezogenen Arten in einer angemessenen Relation zur Größe der Überfamilie Chalcidoidea stehen.

Zum jetzigen Zeitpunkt schlage ich vor, die Spalangiinae vorläufig als Unterfamilie *incertae sedis* innerhalb der Pteromalidae *sensu lato* weiterzuführen und erst dann als eigenständige Familie zu klassifizieren, wenn die phylogenetischen Beziehungen innerhalb der Chalcidoidea besser aufgeklärt sind und vor allem die Schwestergruppe der Spalangiinae bestimmt werden kann. Dafür sollten die von Boucek (1963, 1988a) als potentielle Schwestergruppe der Spalangiinae postulierten Cerocephalinae in künftige Untersuchungen miteinbezogen werden. Für die bisher unzureichend definierten Unterfamilien der Pteromalidae, vor allem Pteromalinae, Miscogasterinae und Cleonyminae, müssen systematische Merkmale gefunden werden, mit denen sich eine Neuklassifizierung der Pteromalidae begründen ließe. Die Aufklärung der phylogenetischen Beziehungen innerhalb der Chalcidoidea bleibt auch weiterhin untrennbar verbunden mit der Aufklärung der Systematik der „Pteromalidae“.

## 5. Zusammenfassung / Abstract

### Zusammenfassung

Erzwespen (Hymenoptera: Chalcidoidea) bilden mit über 22.000 beschriebenen Arten ein unüberschaubar großes Taxon mit unklarer Phylogenie. Die Chalcidoidea beinhalten winzige Arten (durchschnittliche Körperlänge: 1-2 mm), die überwiegend als Parasitoide von anderen Insekten leben. Die zunehmende ökonomische Bedeutung dieser Gruppen im biologischen Pflanzen- und Vorratsschutz macht ihre systematische Bearbeitung notwendig.

Die Pteromalidae gelten als undefinierte Restgruppe, die übrig geblieben ist, nachdem die distinkten Gruppen der Chalcidoidea als Familien klassifiziert worden waren. Demnach wäre die Frage nach der Phylogenie der Chalcidoidea untrennbar mit der Aufklärung der phylogenetischen Beziehungen innerhalb der Pteromalidae verbunden. In dieser Arbeit wurde die Hypothese, nach der es sich bei den Pteromalidae um eine künstliche Gruppe handeln soll, mit molekulargenetischen und morphologischen Methoden überprüft.

Im ersten Teil der Arbeit wurden molekulare Analysen zur Rekonstruktion der phylogenetischen Beziehungen von 14 Arten der Pteromalidae (Pteromalinae, Miscogasterinae, Panstenoninae, Asaphinae, Ormocerinae und Spalangiinae) sowie neun Arten aus Mymaridae, Torymidae, Eurytomidae und Ormyridae durchgeführt basierend auf 28S D2 rDNA Sequenzdaten. Die Genfragmente wurden nach PCR Amplifikationen erhalten und mit ClustalW aligniert. Der Datensatz beinhaltet für die Chalcidoidea und die Außengruppen aus Ceraphronoidea und Proctotrupeoidea insgesamt 458 Positionen, von denen 312 variabel (68,1 %) und 146 konstant (31,9 %) sind. 219 Charaktere sind parsimony-informativ (47,8 %).

Nach Neighbor-Joining und Maximum-Parsimony Analysen erscheinen die untersuchten Pteromalidae als polyphyletische Gruppe. Die untersuchten Pteromalidae aus den Unterfamilien Pteromalinae, Miscogasterinae, Panstenoninae, Asaphinae und Ormocerinae zeigen ein engeres Verwandtschaftsverhältnis zu den Vertretern aus Eurytomidae, Torymidae und Ormyridae als zu *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae), was mit hohen

Bootstrap-Werten gestützt wird (>93). Die Arten aus Pteromalinae, Miscogasterinae und Panstenoninae bilden zusammen ein Monophylum. *Asaphes vulgaris* (Asaphinae) bildet zusammen mit *Ormyrus* sp. (Ormyridae) eine Gruppe. Die Position von *Trichilogaster* sp. (Ormocerinae) bleibt offen.

Da die Phylogenie der Pteromalidae nicht unabhängig von den anderen Familien der Chalcidoidea untersucht werden kann, wird in einem zweiten Teil der Arbeit mit morphologischen Daten ein Beitrag zur Systematik der gesamten Überfamilie geleistet. In einer umfassenden, vergleichend-anatomischen Untersuchung werden die exo- und endoskelettalen Bestandteile des Mesosomas (Thorax + 1. Abdominalsegment) beschrieben. Das Mesosoma von insgesamt 35 Arten aus sieben Unterfamilien der Pteromalidae und 14 weiteren Familien der Chalcidoidea wurde dafür seziiert, anschließend mazeriert und mit dem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Eine Art der Mymarommatoidea, der möglichen Schwestergruppe der Chalcidoidea, wurde in die Untersuchungen miteinbezogen.

Die Merkmalsverteilung der mesosomalen Strukturen wird für die Chalcidoidea phylogenetisch ausgewertet und zur Überprüfung der bestehenden Konzepte zur Klassifizierung der einzelnen Gruppen verwendet. Der stark reduzierte Metathorax weist dabei eine überraschend hohe Anzahl phylogenetisch relevanter Merkmale auf. Die bisher weitgehend unbeschriebene Metafurca zeigt von den drei Furcastrukturen (Pro-, Meso- und Metafurca) die größte Variation innerhalb der Chalcidoidea. Ausgehend von den vermutlich plesiomorphen metafurcalen Strukturen der Torymidae werden mögliche Transformationsserien zu einigen Unterfamilien der Pteromalidae (Cleonyminae, Asaphinae, Pteromalinae und Miscogasterinae) sowie Eurytomidae und Chalcididae aufgezeigt.

Auf der Grundlage der morphologischen Ergebnisse werden für die untersuchten Gruppen der Chalcidoidea zahlreiche potentielle Synapomorphien vorgeschlagen und diskutiert. Innerhalb der Pteromalidae können für die zentrale Unterfamilie Pteromalinae keine autapomorphen Merkmale beschrieben werden, so dass diese Gruppe weiter undefiniert bleibt. Dagegen ist das Mesosoma von *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) einerseits durch eine Vielzahl von vermutlich plesiomorphen Merkmalen gekennzeichnet, weist aber auch eine sehr hohe Anzahl abgeleiteter Strukturen auf, in denen es sich von den anderen untersuchten Unterfamilien der

Pteromalidae unterscheidet. Damit lässt sich die lange stammesgeschichtliche Trennung zwischen *S. nigripes* und den übrigen Pteromalidae, die in den molekularen Analysen deutlich geworden ist, auch an morphologischen Strukturen nachvollziehen. Auf der Grundlage der molekularen und morphologischen Ergebnisse dieser Studie werden Vorschläge zur künftigen Klassifizierung von Spalangiinae und Pteromalidae gemacht und Ansätze für weitere phylogenetische Studien innerhalb der Chalcidoidea aufgezeigt.

## Abstract

Chalcidoidea (Hymenoptera) represent a huge insect taxon with more than 22.000 described species and an uncertain internal phylogeny. The superfamily includes tiny wasps (average body size: 1-2 mm), most of them parasitoids of other insects. Detailed systematic studies are urgently required as the significance of chalcidoid wasps as biological control agents of insect pests is increasing worldwide.

Pteromalidae are considered an undefined sampling ground within Chalcidoidea that remained after the distinct groups of Chalcidoidea had been classified as families. Accordingly the internal phylogeny of Chalcidoidea would be inseparable from the phylogenetic relationships within Pteromalidae. The present work comprises molecular and morphological approaches to the phylogeny of Pteromalidae.

In a molecular approach the phylogenetic relationships between 14 species of Pteromalidae (Pteromalinae, Miscogasterinae, Panstenoninae, Asaphinae, Ormocerinae und Spalangiinae) and nine representatives of Mymaridae, Torymidae, Eurytomidae and Ormyridae are reconstructed based on 28S D2 rDNA sequence data. The gene fragments were obtained by PCR amplification and aligned with ClustalW. The dataset for Chalcidoidea and outgroups (Ceraphronoidea and Proctotrupoidea) comprises 458 positions in total, of which 312 are variable (68,1 %) and 146 constant (31,9 %). 219 characters are parsimony-informative (47,8 %).

In neighbor-joining und maximum-parsimony analyses Pteromalidae are shown to be polyphyletic. The species of the pteromalid subfamilies Pteromalinae, Miscogasterinae, Panstenoninae, Asaphinae and Ormocerinae show a closer relationship to the representatives of Eurytomidae, Torymidae and Ormyridae than to *Spalangia nigripes* (Pteromalidae: Spalangiinae) which is supported by high bootstrap-values (> 93). The representatives of Pteromalinae, Miscogasterinae and Panstenoninae form a monophyletic group. In the molecular analyses *Asaphes vulgaris* (Pteromalidae: Asaphinae) and *Ormyrus* sp. (Ormyridae) form a common cluster. The position of *Trichilogaster* sp. (Pteromalidae: Ormocerinae) remains uncertain.

The molecular results strongly indicate that the phylogeny of Pteromalidae cannot be investigated without including further groups of Chalcidoidea. The second, morphology-based approach of this work therefore addresses the systematics of the whole superfamily. In a comparative anatomical study the external and internal structures of the mesosomal skeleton are described. The mesosoma was macerated and investigated by SEM for 35 species of Chalcidoidea from seven subfamilies of Pteromalidae and 14 further chalcidoid families. A species of Mymarommatoidea, the possible sister group of Chalcidoidea, was also investigated.

The character distributions of the mesosomal structures is evaluated phylogenetically and used to test the current classification of the various chalcidoid groups. The reduced metathorax constitutes a surprisingly rich source of phylogenetically relevant information. From all furcal structures (pro-, meso- and metafurca) the hitherto largely undescribed metafurca shows the highest degree of variation within Chalcidoidea. Based on the possible plesiomorphic condition of the metafurca in Torymidae a transformation series is proposed leading to Eurytomidae, Chalcididae and several subfamilies of Pteromalidae (Cleonyminae, Asaphinae, Pteromalinae and Miscogasterinae).

Based on the morphological results several putative synapomorphies are proposed for the chalcidoid groups included in this study. Within Pteromalidae the central subfamily Pteromalinae lacks autapomorphic characters and remains undefined. The mesosoma of *Spalangia nigripes* (Spalangiinae) is characterized by a huge number of possible plesiomorphies, but also exhibits a plurality of derived structures, which distinguishes it from the remaining pteromalid subfamilies that were investigated. The phylogenetic isolation between *S. nigripes* (Spalangiinae) and the remaining pteromalids, which has become obvious in the molecular analyses is therefore also expressed in the mesosomal morphology. Based on the molecular and morphological results of the present study strategies for a future classification of Spalangiinae and Pteromalidae are discussed with the aim to initiate further phylogenetic studies within Chalcidoidea.

## 6. Danksagung

Ich bedanke mich bei Herrn Prof. Dr. Rudolf Abraham für die Überlassung des Themas, die intensive und persönliche Betreuung sowie die zahlreichen anregenden Diskussionen zur Phylogenie der Chalcidoidea.

Frau Prof. Dr. Hilke Ruhberg danke ich für ihre freundliche Bereitschaft zur Zweitbegutachtung dieser Arbeit.

Frau Dr. Ulrike Strecker gilt mein besonderer Dank für die Anleitung der molekularbiologischen Arbeiten und für ihre Hilfe bei der Auswertung der molekularen Daten.

Bei Herrn Dr. Lars Vilhelmsen (Zoologisches Museum, Universität Kopenhagen) möchte ich mich für die Betreuung der morphologischen Arbeiten während meines Aufenthalts in Kopenhagen, seine Diskussionsbereitschaft und für die Überlassung von Material sehr herzlich bedanken.

Frau Renate Walter danke ich für ihre Hilfe bei der Erstellung der rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen.

Herrn Dipl.-Biol. Ralph Peters danke ich für die Überlassung von Material, das Korrekturlesen des Skriptes und die hilfreichen Diskussionen zum Thema.

Die Arbeit wäre außerdem nicht möglich gewesen ohne die Arten, die mir freundlicherweise von folgenden Kollegen zur Verfügung gestellt wurden:

Kathleen Campbell (University of California, Riverside), Fiona Impson (ARC-Plant Protection Research Institute, South Africa), Jens-Wilhelm Janzen (Hamburg), Dr. Michael Ohl (Museum für Naturkunde, Humboldt Universität Berlin), Dr. Matthias Schöller (Biologische Beratung, Berlin), Dipl.-Biol. Kai Schütte (Universität Hamburg), Prof. Dr. Johannes Steidle (Institut für Zoologie, Universität Hohenheim) und Dipl.-Biol. Marc Török (Hamburg).

Die Promotion wurde finanziert durch ein Promotionsstipendium der Universität Hamburg.

Der Deutsche Akademische Austausch Dienst (DAAD) ermöglichte mir einen 3-monatigen Forschungsaufenthalt im Zoologischen Museum der Universität Kopenhagen.

## 7. Literatur

- Alam S. M. (1951) The skeleto-muscular mechanism of *Stenobracon deesae* Cameron (Braconidae, Hymenoptera) - An ectoparasite of sugarcane and juar borers of India. Part I. Head and Thorax. Aligarh Muslim University Publications **3**, 1-74.
- Annecke D. P. & Doutt R. L. (1961) The genera of the Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Entomology Memoirs **5**, 1-71.
- Ashmead W. H. (1904) Classification of the chalcid flies or the superfamily Chalcidoidea, with descriptions of new species in the Carnegie Museum, collected in South America by Herbert H. Smith. Memoirs of the Carnegie Museum **1**, 225-551.
- Assem J. van den (1974) Male courtship patterns and female receptivity signal of Pteromalinae (Hym., Pteromalidae), with a consideration of some evolutionary trends and a comment on the taxonomic position of *Pachycrepoideus vindemiae*. Netherlands Journal of Zoology **24**, 253-278.
- Babcock C. S., Heraty J. M., De Barro P. J., Driver F. & Schmidt S. (2001) Preliminary phylogeny of *Encarsia* Förster (Hymenoptera: Aphelinidae) based on morphology and 28S rDNA. Molecular Phylogenetics and Evolution **18**, 306-323.
- Belshaw R. & Quicke D. L. J. (1997) A molecular phylogeny of the Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae). Molecular Phylogenetics and Evolution **7**, 281-293.
- Belshaw R., Lopez-Vaamonde C., Degerli N. & Quicke D. L. J. (2001) Paraphyletic taxa and taxonomic chaining: evaluating the classification of braconine wasps (Hymenoptera: Braconidae) using 28S D2-3 rDNA sequences and morphological characters. Biological Journal of the Linnean Society **73**, 411-424.
- Boucek Z. (1963) A taxonomic study in *Spalangia* Latr. (Hymenoptera, Chalcidoidea). Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae **35**, 429-512.
- Boucek Z. (1988a) Australian Chalcidoidea (Hymenoptera) A biosystematic revision of fourteen families, with a reclassification of species CAB International, Wallingford.
- Boucek Z. (1988b) An overview of the higher classification of the Chalcidoidea (Parasitic Hymenoptera). In: Gupta V. K. (Ed). Advances in parasitic Hymenoptera research. E. J. Brill, Leiden, pp. 11-23.
- Boucek Z. & Heydon S. L. (1997) Pteromalidae. In: Gibson G. A. P., Huber J. T. & Woolley J. B. (Eds). Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 541-692.
- Boucek Z. & Rasplus J. Y. (1991) Illustrated key to West-Palaearctic genera of Pteromalidae INRA, Paris.
- Boucek Z., Watsham A. & Wiebes J. T. (1981) The fig wasp fauna of the receptacles of *Ficus thonningii* (Hymenoptera Chalcidoidea). Tijdschrift voor Entomologie **124**, 149-233.
- Bucher G. E. (1948) The anatomy of *Monodontomerus dentipes* Boh., an entomophagous chalcid. Canadian Journal of Research. Sec. D **26**, 230-281.
- Campbell B. C., Steffen-Campbell J. D. & Werren J. H. (1993) Phylogeny of the *Nasonia* species complex (Hymenoptera: Pteromalidae) inferred from an internal transcribed spacer (ITS2) and 28S rDNA sequences. Insect Molecular Biology **2**, 225-237.

- Campbell B., Heraty J., Rasplus J.-Y., Chan K., Steffen-Campbell J. & Babcock C. (2001) Molecular systematics of the Chalcidoidea using 28S-D2 rDNA. In: Austin A. D. & Dowton M. (Eds). Hymenoptera: Evolution, Biodiversity and Biological Control. CSIRO Publishing, Collingwood, pp. 59-71.
- Cantino P. D., Wagstaff S. J. & Olmstead R. G. (1999) *Caryopteris* (Lamiaceae) and the conflict between phylogenetic and pragmatic considerations in botanical nomenclature. *Systematic Botany* **23**, 369-386.
- Chen Y., Xiao H., Fu J. & Huang D.-W. (2004) A molecular phylogeny of eurytomid wasps inferred from DNA sequence data of 28S, 18S, 16S, and COI genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **31**, 300-307.
- Clausen C. P. (1972) *Entomophagous Insects* Hafner Publishing Company, New York.
- Dalla Torre K. W. von (1898) *Catalogus Hymenopterorum hucusque descriptorum systematicus et synonymicus*. 5. Chalcididae et Proctotrupidae., Leipzig.
- Dalman J. W. (1820) Forsök till uppställning af insect-familjen Pteromalini, i synnerhet med afseende på de i Sverige funne arter. *Kungliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar* **41**, 123-385.
- Daly H. V. (1964) Skeleto-muscular morphogenesis of the thorax and wings of the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *University of California Publications in Entomology* **39**, 1-77.
- Darling D. C. (1988) Comparative morphology of the labrum in Hymenoptera: the digitate labrum of Perilampidae and Eucharitidae (Chalcidoidea). *Canadian Journal of Zoology* **66**, 2811-2835.
- Debauche H. R. (1948) Étude sur les Mymarommidae et les Mymaridae de la Belgique (Hymenoptera Chalcidoidea). *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique* **108**, 1-248.
- Delvare G. & Boucek Z. (1992) On the new world Chalcididae (Hymenoptera). *Memoirs of the American Entomological Institute* **53**, 1-466.
- Delvare G. & LaSalle J. (2000) *Trisecodes* gen. n., (Hymenoptera: Eulophidae: Entedoninae), the first eulophid with three tarsal segments. *Journal of Hymenoptera Research* **9**, 305-312.
- Dettner K. & Peters W. (2003) *Lehrbuch der Entomologie*. Spektrum Akademischer Verlag. München.
- Domenichini G. (1953) Studio sulla morfologia dell' addome degli Hymenoptera Chalcidoidea. *Bolletino di Zoologia agraria e di Bachicoltura* **19**, 1-116.
- Doutt R. L. & Viggiani G. (1968) The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Proceedings of the California Academy of Sciences* **35**, 477-586.
- Dowton M. & Austin A. D. (1998) Phylogenetic relationships among the microgastroid wasps (Hymenoptera: Braconidae): Combined analysis of 16S and 28S rDNA genes and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **10**, 354-366.
- Dowton M. & Austin A. D. (2001) Simultaneous analysis of 16S, 28S, COI and morphology in the Hymenoptera: Apocrita - evolutionary transitions among parasitic wasps. *Biological Journal of the Linnean Society* **74**, 87-111.
- Erdős J. (1955) *Studia Chalcidologica hungarica*. *Annales Historico-naturales Musei nationalis Hungarica* **6**, 285-300.
- Felsenstein J. (1985) Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* **39**, 783-791.
- Förster A. (1856) *Hymenopterologische Studien*. 2. Heft. Chalcidiae und Proctotrupii. Aachen.

- Gahan A. B. (1946) Review of some Chalcidoid genera related to *Cerocephala* Westwood. Proceedings of the U. S. National Museum **96**, 349-375.
- Gauld I. D. & Mound L. A. (1982) Homoplasy and the delineation of holophyletic genera in some insect groups. Systematic Entomology **7**, 73-86.
- Gauld I. & Bolton B. (1988) The Hymenoptera. Oxford University Press, New York, Oxford.
- Gauthier N., LaSalle J., Quicke D. L. J. & Godfray H. C. J. (2000) Phylogeny of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), with a reclassification of Eulophinae and the recognition that Elasmidae are derived eulophids. Systematic Entomology **25**, 521-539.
- Gibson G. A. P. (1985) Some pro- and mesothoracic structures important for phylogenetic analysis of Hymenoptera, with a review of terms used for the structures. The Canadian Entomologist **117**, 1395-1443.
- Gibson G. A. P. (1986a) Evidence for monophyly and relationships of Chalcidoidea, Mymaridae, and Mymarommatidae (Hymenoptera: Terebrantes). The Canadian Entomologist **118**, 205-240.
- Gibson G. A. P. (1986b) Mesothoracic skeletomusculature and mechanics of flight and jumping in Eupelminae (Hymenoptera, Chalcidoidea: Eupelmidae). The Canadian Entomologist **118**, 691-728.
- Gibson G. A. P. (1989) Phylogeny and classification of Eupelmidae, with a revision of the world genera of Calosotinae and Metapelmatinae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Memoirs of the Entomological Society of Canada **149**, 1-121.
- Gibson G. A. P. (1993a) Groundplan structure and homology of the pleuron in Hymenoptera based on a comparison of the skeletomusculatur of Xyelidae (Hymenoptera) and Raphidiidae (Neuroptera). Memoirs of the Entomological Society of Canada **165**, 165-187.
- Gibson G. A. P. (1993b) Superfamilies Mymarommatoidae and Chalcidoidea. In: Goulet, H. & Huber, J. T. (Eds). Hymenoptera of the world: an Identification guide to families. Canada Communication Group, Ottawa, Canada, pp. 570-655.
- Gibson G. A. P. (1997a) Morphology and terminology. In: Gibson G. A. P., Huber J. T. & Woolley J. B. (Eds). Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera) NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 16-44.
- Gibson G. A. P. (1997b) Eupelmidae. In: Gibson G. A. P., Huber J. T. & Woolley J. B. (Eds). Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 430-476.
- Gibson G. A. P. (1999) Sister-group relationships of the Platygastroidea and Chalcidoidea (Hymenoptera) - An alternate hypothesis to Rasnitsyn (1988). Zoologica Scripta **28**, 125-138.
- Gibson G. A. P. (2003) Phylogenetics and classification of Cleonyminae (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae). Memoirs on Entomology International **16**, 1-339.
- Gibson G. A. P., Heraty J. M. & Woolley J. B. (1999) Phylogenetics and classification of Chalcidoidea and Mymarommatoidae - A review of current concepts (Hymenoptera, Apocrita). Zoologica Scripta **28**, 87-124.
- Gibson G. A. P., Read J. D. & Fairchild R. (1998) Chalcid wasps (Chalcidoidea): illustrated glossary of positional and morphological terms. URL - <http://res2.agr.ca/ecorc/apss/chglintr.htm>.
- Godfray H. C. J. (1994) Parasitoids. Behavioral and evolutionary ecology Princeton University Press, Princeton, Jew Jersey.

- Gordh G. (1979) Superfamily Chalcidoidea. In: Krombein K. V., Hurd P. D., Smith D. R. & Burks B. D. (Eds). Catalog of Hymenoptera of America north of Mexico, Vol. 1. Symphyta and Apocrita (Parasitica). Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., pp. 743-1043.
- Goulet H. & Huber J. T. (1993) Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada. Ottawa.
- Graham M. W. R. de V. (1969) The Pteromalidae of North-Western Europe (Hymenoptera: Chalcidoidea) Bulletin of the British Museum (Natural History). Supplement **16**, London.
- Graham M. W. R. de V. (1987) A reclassification of the European Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae), with a revision of certain genera. Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology series **55**, 1-392.
- Graham M. W. R. de V. & Gijswijt M. J. (1998) Revision of the European species of *Torymus* Dalman (s. lat.) (Hymenoptera: Torymidae). Zoologische Verhandlungen **317**, 1-202.
- Grissell E. E. (1995) Toryminae (Hymenoptera: Chalcidoidea: Torymidae) A redefinition, generic classification, and annotated world catalog of species. Memoirs on Entomology International **2**, 1-470.
- Haliday A. H. (1833) An essay on the classification of the parasitic Hymenoptera of Britain, which correspond with the Ichneumonones minuti of Linnaeus. Entomological Magazine **1**, 259-276, 333-350.
- Hancock J. M., Tautz D. & Dover G. A. (1988) Molecular coevolution among cryptically simple expansion segments of eukaryotic 26S/28S rRNAs. Molecular Biology and Evolution **5**, 393-414.
- Hanson P. E. (1995) Ormyridae. In: Hanson, P.E. & Gauld, I.D. (Eds). The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford University Press, Oxford, UK, pp. 350-351.
- Härlin M. (1999) Phylogenetic approaches to nomenclature: a comparison based on a nemertean case study. Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B) **266**, 2201-2207.
- Heraty J. M. (1985) A revision of the Nearctic Eucharitinae (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eucharitidae). Proceedings of the Entomological Society of Ontario **116**, 61-103.
- Heraty J. M. (1988) Morphology of the mesosoma of *Kapala* (Hymenoptera: Eucharitidae) with emphasis on its phylogenetic implications. Canadian Journal of Zoology **67**, 115-125.
- Heraty J. M. (1997) Eucharitidae. In: Gibson G. A. P., Huber J. T. & Woolley J. B. (Eds). Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press, Ottawa, Ontario, pp. 321-326.
- Heraty J. M. & Darling D. C. (1984) Comparative morphology of the planidial larvae of Eucharitidae and Perilampidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Systematic Entomology **9**, 309-328.
- Heraty J. M., Woolley J. B. & Darling D. C. (1994) Phylogenetic implications of the mesofurca and mesopostnotum in Hymenoptera. Journal of Hymenoptera Research **3**, 241-277.
- Heraty J. M., Woolley J. B. & Darling D. C. (1997) Phylogenetic implications of the mesofurca in Chalcidoidea (Hymenoptera), with emphasis on Aphelinidae. Systematic Entomology **22**, 45-65.
- Heydon S. L. (1989) Relationships among holarctic genera in the *Cyrtogaster*-group with a review of the species of North America north of Mexico (Hymenoptera: Pteromalidae). Journal of the New York Entomological Society **97**, 192-217.
- Huang D. (1993) Hymenoptera: Pteromalidae (1). Economic Insect Fauna of China, Fasc. **41**, 1-196.

- Huber J. T. (1988) The species groups of *Gonatocerus* Nees in North America with a revision of the *sulphuripes* and *ater* groups (Hymenoptera: Mymaridae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada* **141**, 1-109.
- Huber J. T. (1997) Mymaridae. In: Gibson, G.A.P., Huber, J. & Woolley, J. B. (Eds). *Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea* (Hymenoptera) NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 499-530.
- Hunsberger A. G. B. & Pena J. E. (1997) *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasite of *Anthonomus macromalus* (Coleoptera: Curculionidae) in South Florida. *Florida Entomologist* **80**, 301-304.
- James H. C. (1926) The anatomy of a british phytophagous chalcidoid of the genus *Harmolita* (*Isosoma*). *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1-682.
- Johnson N. F. (1988) Midcoxal articulations and the phylogeny of the order Hymenoptera. *Annals of the Entomological Society of America* **81**, 870-881.
- Joseph K. J. (1964) A proposed revision of the classification of the fig insects of the families Agaonidae and Torymidae (Hymenoptera). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B)* **33**, 63-66.
- Kerrich G. J. & Graham M. W. R. de V. (1957) Systematic notes on British and Swedish Cleonymidae, with descriptions of a new genus (Hym., Chalcidoidea). *Transactions of the Society for British Entomology* **12**, 265-311.
- Kimura M. (1980) A simple method for estimating evolutionary rate of base substitution through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* **16**, 111-120.
- Kozlov M. A. & Rasnitsyn A. P. (1979) On the limits of the family Serphitidae (Hymenoptera, Proctotrupeoidea). *Entomologicheskoe Obozrenie* **58**, 402-416.
- LaSalle J. (1987) New World Tanaostigmatidae (Hymenoptera, Chalcidoidea). *Contributions of the American Entomological Institute* **23**, 1-181.
- LaSalle J. & Noyes J. S. (1985) New family placement for the genus *Cynipencyrtus* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Tanaostigmatidae). *Journal of the New York Entomological Society* **93**, 1261-1264.
- Latreille M. (1817) Les crustacés, les arachnides et les insectes. In: Cuvier G. (Ed). *Le Règne Animal III*. Deterville, Paris, pp.473-476.
- Latreille P. A. (1825) *Les familles naturelles du Règne animal*. Paris.
- Markl H. (1966) Peripheres Nervensystem und Muskulatur im Thorax von der Arbeiterin von *Apis mellifera* L., *Formica polyctena* Förster und *Vespula vulgaris* L. und der Grundplan der Innervierung des Insekthorax. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* **83**, 483-496.
- Matsuda R. (1970) Morphology and evolution of the insect thorax. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* **76**, 1- 431.
- Mockford (1997) A new species of *Dicopomorpha* (Hymenoptera: Mymaridae) with diminutive, apterous males. *Annals of the Entomological Society of America* **90**, 115-120.
- Nikol'skaya M. N. (1952) The chalcid fauna of the USSR (Chalcidoidea). *Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Moskau, USSR*. (Englische Übersetzung: Israel Program for Scientific Translations, 1963. Jerusalem, Israel).

- Nordlund D. A., Wu Z. X., Cohen A. C. & Greenberg S. M. (1998) Recent advances in the in vitro rearing of *Trichogramma* spp. *Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **356**, 77-90.
- Noyes J. S. (1990) A word on chalcidoid classification. *Chalcid Forum* **13**, 6-7.
- Noyes J. S. (2003) Universal Chalcidoidea Database. - World Wide Web electronic publication. [www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.htm](http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.htm).
- Noyes J. S., Woolley J. B. & Zolnerowich G. (1997) Encyrtidae. In: Gibson G. A. P., Huber J. T. & Woolley J. B. (Eds). *Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 170-320.
- Parker H. L. & Thompson W. R. (1928) Contribution a la biologie des chalcidiens entomophages. *Annales de la Société entomologique de France* **97**, 425-465.
- Peck O., Boucek Z. & Hoffer A. (1964) Keys to the Chalcidoidea of Czechoslovakia (Insecta: Hymenoptera). *Memoirs of the Entomological Society of Canada* **34**, 1-120.
- Pinto J. D. (1997) Trichogrammatidae. In: Gibson GAP, Huber JT & Woolley JB (Eds). *Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 726-752.
- Queiroz K. de & Gauthier J. (1992) Phylogenetic taxonomy. *Annual Review of Ecology and Systematics* **23**, 449-480.
- Queiroz K. de & Gauthier J. (1994) Toward a phylogenetic system of biological nomenclature. *Trends in Ecology and Evolution* **9**, 27-31.
- Quicke D. L. J., Fitton M. G., Tunstead J. R., Ingram S. N. & Gaitens P. V. (1994) Ovipositor structure and relationships within the Hymenoptera, with special reference to the Ichneumonoidea. *Journal of Natural History* **28**, 635-682.
- Quicke D. L. J., Lopez-Vaamonde C. & Belshaw R. (1999) The basal Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera): 28S D2 rDNA considerations of the Brachycyrtinae, Labeninae, Paxylommatinae and Xoridinae. *Zoologica Scripta* **28**, 203-210.
- Rasnitsyn A. P. (1980) Origin and evolution of Hymenoptera. *Trudy Paleontologicheskogo Instituta* **174**, 1-192.
- Rasnitsyn A. P., Basibuyuk H. H. & Quicke D. L. J. (2004) A basal chalcidoid (Insecta: Hymenoptera) from the earliest Cretaceous or latest Jurassic of Mongolia. *Insect Systematics & Evolution* **35**, 1-13.
- Rasplus J.-Y., Kerdelhué C., Le Clainche I. & Mondor G. (1998) Molecular phylogeny of fig wasps. Agaonidae are not monophyletic. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Series III. Sciences de la Vie* **321**, 517-527.
- Riek E. F. (1970) Hymenoptera. In: *The insects of Australia: A textbook for students and research workers*. Melbourne University Press, Carlton, Victoria, Australia, pp. 867-959.
- Ritchie A., Blackwell A., Malloch G. & Fenton B. (2004) Heterogeneity of ITS1 sequences in the biting midge *Culicoides impunctatus* (Goetghebuer) suggests a population in Argyll, Scotland, may be genetically distinct. *Genome* **47**, 546-558.
- Ronquist F. & Nordlander G. (1989) Skeletal morphology of an archaic cynipoid, *Ibalia rufipes*. *Entomologica Scandinavica. Supplementum* **33**, 1-60.

- Rosen H. von (1956) Untersuchungen über drei auf Getreide vorkommende Erzwespen und über die Bedeutung, die zwei von ihnen als Vertilger von Wiesenzirpeneiern haben. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler* **23**, 1-72.
- Ross H. H. (1937) A generic classification of the nearctic sawflies (Hymenoptera, Symphyta). *Illinois biol. Monogr.* **34**, 1-173.
- Sanger C. & King P. E. (1971) Structure and function of the male genitalia in *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hym.: Pteromalidae). *The Entomologist* **104**, 137-149.
- Schauff M. E. (1984) The holarctic genera of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Memoirs of the Entomological Society of Washington* **12**, 1-67.
- Schauff M. E. (1991) The holarctic genera of Entedoninae (Hymenoptera: Eulophidae). *Contributions of the American Entomological Institute* **26**, 1-109.
- Schauff M. E., LaSalle J. & Coote L. D. (1997) Eulophidae. In: Gibson GAP, Huber JT & Wolley JB (Eds). *Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 327-429.
- Schmiedeknecht O. (1909) Hymenoptera fam. Chalcididae. In: Wytzman P (Ed). *Genera Insectorum* 97. Brüssel, pp. 1-550.
- Simmonds F. J. (1952) Parasites of the frit-fly, *Oscinella frit* (L.), in Eastern North America. *Bulletin of Entomological Research* **43**, 503-542.
- Snodgrass R. E. (1910) The thorax of the Hymenoptera. *Proceedings of the U. S. National Museum* **39**, 37-92 (+16 Tafeln).
- Snodgrass R. E. (1935) *Principles of Insect Morphology*. McGraw-Hill Book Company. New York, London.
- Snodgrass R. E. (1942) The skeleto-muscular mechanisms of the honey bee. *Smithsonian Miscellaneous Collections* **103**, 1-120.
- Swofford D. L. (1997) PAUP 4, Phylogenetic analysis using parsimony (Version 4.0d.56). Laboratory of Molecular Systematics. Smithsonian Institute. Washington, DC.
- Thompson J. D., Higgins D. G. & Gibson T. J. (1994) CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research* **22**, 4673-4680.
- Thomson C. G. (1876) *Lund Berlingska & Hymenoptera Skandinaviae 4. Pteromalus Svederus*.
- Török M. & Abraham R. (2001) Sampling ground or truly monophyletic? Cladistic analysis applied to the phylogeny of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). In: *Parasitic Hymenoptera: Taxonomy and Biological Control. Symposium Proceedings Ministry of Agriculture and Regional Development of Hungary, Kőszeg*, pp. 54-72.
- Viggiani G. & Battaglia D. (1984) Male genitalia in the Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Researches on Hymenoptera Chalcidoidea. LXXXV. Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri' di Portici* **41**, 149-171.
- Vilhelmsen L. (2000a) Before the wasp-waist: comparative anatomy and phylogenetic implications of the skeleto-musculature of the thoraco-abdominal boundary region in basal Hymenoptera (Insecta). *Zoomorphology* **119**, 185-221.

- Vilhelmsen L. (2000b) Cervical and prothoracic skeleto-musculature in the basal Hymenoptera (Insecta): Comparative anatomy and phylogenetic implications. *Zoologischer Anzeiger* **239**, 105-138.
- Walker F. (1833) Monographia Chalciditum. *Entomological Magazine* **1**, 367-384.
- Walker F. (1846) List of the specimens of Hymenopterous insects in the collection of the British Museum. Part 1. Chalcidites. London. pp. 29.
- Whitfield J. B., Johnson N. F. & Hamerski M. R. (1989) Identity and phylogenetic significance of the mesopostnotum on nonaculeate Hymenoptera. *Annals of the Entomological Society of America* **82**, 663-673.
- Wijesekara G. A. W. (1997) Phylogeny of Chalcididae (Insecta: Hymenoptera) and its congruence with contemporary hierarchical classification. *Contributions of the American Entomological Institute* **29**, 1-61.
- Woolley J. B. (1988) Phylogeny and classification of the Signiphoridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Systematic Entomology* **13**, 465-501.
- Xiao H. & Huang D.-W. (2000) A taxonomic study on *Panstenon* (Hymenoptera: Pteromalidae: Panstenoninae) from China. *Oriental Insects* **34**, 301-307.
- Yoshimoto C. M. (1976) *Playaspalangia* a new genus of Spalangiinae (Hymenoptera, Chalcidoidea: Pteromalidae) from Mexico. *The Canadian Entomologist* **108**, 475-478.
- Zerova M. D. (1988) Main trends of evolution and systematics of the Eurytomidae. *Entomological Review* **67**, 102-128.

## 8. Terminologie

Aufgrund der zum Teil widersprüchlichen Definitionen der morphologischen Strukturen in der gängigen Literatur wird im Folgenden die in dieser Arbeit verwendete Terminologie aufgelistet und erläutert. Synonyme werden in Klammern dargestellt. Bei einigen Definitionen wird zudem auf die entsprechenden Quellen verwiesen. Zu den Hauptquellen dieser Auflistung gehören Snodgrass (1935) und Gibson *et al.* (1998).

### 1. Phragma [Prophragma]

das anteriore Phragma des Mesonotums, das vom Mesoscutum ausgeht und der Anhaftung für die dorsolongitudinalen indirekten Flugmuskeln dient.

### 2. Phragma [Mesophragma]

das posteriore Phragma des Mesonotums, das vom Mesoscutellum ausgeht und der Anhaftung für die dorsolongitudinalen indirekten Flugmuskeln dient.

### Acropleuron [Subalare, Postparapteron, Epimeralgelenkstück]

ein meist kleines, unter dem Ansatz des Vorderflügels gelegenes Sklerit. Bei einigen Gruppen (z. B. Encyrtidae, Eupelmidae) kann es stark vergrößert sein und den gesamten äußerlich sichtbaren Lateralbereich des Mesopectus einnehmen. Nach Snodgrass (1935) ist es als epimerales →Epipleurit, an dem der posteriore Pleuralmuskel des (Vorder-)Flügels ansetzt, definiert.

### Apophysen

nach Dettner & Peters (1999) hohle Einstülpungen des Integuments, die im Gegensatz zu →Apodemen nicht mit Cuticula ausgefüllt sind.

### Apodeme

nach Snodgrass (1935) sämtliche cuticulären Einstülpungen des Integuments. Hier wird der weitergehenden Definition von Dettner & Peters (1999) gefolgt, nach der die Apodeme im Gegensatz zu →Apophysen nicht hohl, sondern mit Cuticula ausgefüllt sind.

### Axillae (sl. Axilla)

die paarigen posterolateralen Bereiche des →Mesoscutellar-Axillar Komplexes, die in Dorsalansicht durch die →scutoscutellare Furche vom →Mesoscutellum abgetrennt werden. Aus Gründen der Lesbarkeit und um Konflikte mit der gebräuchlichen Terminologie zu vermeiden, wird dieser Begriff im Text und in den Abbildungen nur für den dorsalen Bereich der Axillae gebraucht und damit begrifflich vom Lateralbereich (→Seitenplatte der Axilla) getrennt.

### axilläre Carina

der carinate Seitenrand der →Axilla, der zugleich die dorsale Begrenzung der →Seitenplatte der Axilla darstellt.

### axilläre Phragmata

dienen der vollständigen oder teilweisen Insertion des Mesotrochanteralen Depressormuskels ( $t_2$ - $tr_2$ ) und ziehen von der Innenseite der →Axillae cranial zum →Mesoscutum.

### Axillulae (sl. Axillula)

bei vielen Gruppen der Chalcidoidea die Seitenbereiche des →Mesoscutellums. Eine Axillula wird jeweils durch die →scutoscutellare Furche von der cranial gelegenen Axilla abgegrenzt, ihre dorsale Begrenzung erfolgt durch einen →axillulären Sulcus oder seltener durch eine axilluläre Carina.

### axillulärer Sulcus (pl. axilluläre Sulci) [sublateral groove, axillular groove]

bei vielen Gruppen der Chalcidoidea die dorsale Begrenzung einer →Axillula.

**basale Fovea**

rundliche Vertiefungen auf dem →Propodeum einiger Chalcidoidea, die sich am Vorderrand lateral zu den →Plicae befinden.

**Callus**

der laterale Bereich des →Propodeums, der meist stark oder zumindest teilweise behaart ist.

**Collare** [collar]

der posteriore Bereich des Pronotums. Dieser Begriff wird nur bei den Gruppen verwendet, bei denen ein breite, hintere Kragenregion des Pronotums durch einen Sulcus, eine Carina oder eine Marginierung vom schmalen, vorderen Bereich des Pronotums (→Collum) abgegrenzt ist.

**Collum** [neck]

der anteriore Bereich des Pronotums. Dieser Begriff wird nur bei den Gruppen der Chalcidoidea verwendet, bei denen eine schmale, vordere Halsregion des Pronotums durch einen Sulcus, eine Carina oder eine Marginierung vom breiten, hinteren Bereich des Pronotums (→Collare) abgegrenzt ist.

**Costula**

die horizontale Carina auf dem →Propodeum einiger Chalcidoidea.

**Cryptosternit-Theorie**

besagt, dass das Sternum der pterothoracalen Segmente (Meso- und Metathorax) in die Leibeshöhle eingestülpt wurde und eine innere, mediane Längsleiste bildet.

**Dorsellum**

bezeichnet den medianen Bereich des →Metanotums.

**Einfaltung des Metapectus** [inflection of the metapectus sensu Bucher 1948]

die meist rundlichen Strukturen des →Metapectus, die sich bei den meisten der untersuchten Chalcidoidea lateral zu den →metafurcalen Armen befinden.

**Epipleurite**

allgemeiner Begriff für die beiden Sklerite eines flügeltragenden Segmentes, die sich von den Vorderkanten des Epimerons (Subalares Sklerit oder →Acropleuron) bzw. des Episternums (Basalares Sklerit) abgrenzen.

**Foveolae** (Wijesekara 1997) [Crenulae]

allgemeiner Begriff für die charakteristischen tiefen, rechteckigen Eindrücke in die Cuticula. Die Foveolae können in Linien angeordnet sein und z. B. die →Frenal-Linie oder die →Notauli bilden.

**Frenal-Arme**

glatte Strukturen des Seitenrands des Mesoscutellums, die sich meist deutlich vom skulpturierten Bereich des Mesoscutellums absetzen und sich mit der Frenal-Linie (wenn vorhanden) vereinen. Die distalen Bereiche der Frenal-Arme können zusätzlich nach vorne gebogen sein und sich mit den →axillulären Sulci vereinen.

**Frenal-Linie** [frenal groove (Graham 1969)]

Sulcus oder horizontale Reihe aus →Foveolae oder rundlichen Eindrücken in die Cuticula, durch die ein posteriorer Bereich vom →Mesoscutellum abgetrennt wird, der als →Frenum bezeichnet wird. Bei vielen Gruppen der Chalcidoidea fehlt die Frenal-Linie oder ist so weit caudad verschoben, dass sie in Dorsalansicht nicht mehr sichtbar ist.

**Frenum**

posteriorer Bereich des Mesoscutellums, der durch die Frenal-Linie begrenzt wird und/oder sich durch eine veränderte Skulpturierung vom anterioren Bereich des Mesoscutellums absetzt.

**Furca** (Snodgrass 1935)

gebogener endosternaler Fortsatz höherer Insekten, der von sternalen →Apophysen gebildet wird und von einer medianen Einfaltung des Sternums gestützt wird.

**Mesepimeron**

dorsaler Bereich des Mesopleurons, der vom →Mesepisternum durch die →Mesopleuralnaht abgetrennt wird.

**Mesepisternum**

ventraler Bereich des Mesopleurons, der vom →Mesepimeron durch die →Mesopleuralnaht abgetrennt wird.

**mesocoxale Foramina**

Öffnungen in der Wand des Mesopectus, durch die Muskeln, Nerven und Gefäße zu den Mesocoxen führen.

**mesofemorale Vertiefung**

unterschiedlich stark ausgeprägte Einbuchtung auf dem Mesopleuron (für die Aufnahme des Mesofemur) unterhalb der →Mesopleuralnaht, deren Skulpturierung sich häufig vom umgebenden →Mesopleuron unterscheidet.

**Mesofurca**

→Furca des Mesothorax.

**mesofurcale Apodeme**

paarige Apodeme der →Mesofurca, die meist miteinander zur →mesofurcalen Brücke verschmolzen sind.

**mesofurcale Brücke**

wird durch die miteinander verschmolzenen →metafurcalen Apodeme gebildet.

**mesofurcale Grube**

äußerlich sichtbare Struktur auf der medianen Achse des →Sternalgrats oder an seiner Basis. An dieser Stelle hat sich nach der →Cryptosternit-Theorie das Mesosternum als Sternalgrat ins Innere des Mesopectus eingestülpt und bildet in der Gesamtheit seiner Apophysen die Mesofurca.

**mesofurcale Arme**

bezeichnen die paarigen, lateralen →Apophysen der →Mesofurca.

**Mesonotum**

dorsales Sklerit des Mesothorax, das meist durch die →transscutellare Artikulation in zwei Sklerite unterteilt wird: dem anterioren →Mesoscutum und dem posterioren →Mesoscutellar-Axillar Komplex.

**Mesopectus**

wird hier verwendet für die Gesamtheit der beiden Lateralbereiche und des Ventralbereiches (Ventrum) des Mesothorax.

**Mesopleuralnaht**

bezeichnet die Begrenzungslinie zwischen dem ventralen →Mesepisternum und dem dorsalen →Mesepimeron.

**Mesopleuron**

→Pleuron des Mesothorax, bezeichnet den gesamten ventralen und lateralen Bereich des →Mesopectus, da das Mesosternum nach der →Cryptosternit-Theorie in den Mesopectus eingestülpt wurde.

**mesoscutale Fortsätze**

äußerlich nicht sichtbare, stark verlängerte Fortsätze des →Mesoscutums, die der Anheftung des Acropleuralmuskels dienen (Gibson 1989) und charakteristisch für Encyrtidae, Tanaostigmatidae und Calosotinae (Eupelmidae) sind.

**Mesoscutellar-Axillar Komplex** [scutellar-axillar complex]

posteriore Sklerit des →Mesonotums.

**Mesoscutellum** [Scutellum]

wird in der Literatur häufig als posteriores Sklerit des Mesonotums bezeichnet, also als der Bereich der hinter der transscutellaren Artikulation liegt (vgl. Mesoscutum). Er wird hier, wissenschaftlich korrekt, nur für den Bereich, der hinter der scutoscuteallaren Furche liegt, verwendet. Das posteriore Sklerit des Mesonotums wird hier analog zu Gibson (1998) als Mesoscutellar-Axillar-Komplex bezeichnet.

**Mesoscutum** [Scutum]

wird hier im Sinne von Goulet & Huber (1993) gebraucht und angewandt für das anteriore Sklerit des →Mesonotums, also für den Bereich, der vor der →transscutellaren Artikulation liegt. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass bei den Apocrita das Mesoscutum funktional nur der Bereich vor der transscutellaren Artikulation ist, obwohl streng genommen auch die posterolateral gelegenen Axillae zum Mesoscutum gezählt werden müssen. Letztere werden hier aus praktischen Erwägungen vom Mesoscutum getrennt behandelt. Eine wissenschaftlich korrekte Begriffsverwendung würde in diesem Falle zur weiteren Verwirrung beitragen, da zum einen in allen klassischen und modernen Arbeiten die angeführten Bezeichnungen verwendet werden und man zum anderen als weitere Konsequenz einen neuen Begriff für das „funktionelle Mesoscutum“ schaffen müsste.

**mesothoracale Stigmen**

bezeichnet hier das erste Stigmenpaar der adulten Chalcidoidea, das dem anterolateralen Rand des Mesoscutums vorgelagert ist. In einigen Gruppen sind die mesothoracalen Stigmen äußerlich teilweise oder (scheinbar) ganz von der Cuticula des →Pronotums umgeben und werden dann in der Literatur manchmal fälschlicherweise als Prothoracale Stigmen bezeichnet.

**mesotrochantinalen Platte**

caudaler Bereich des →Mesopectus, der normalerweise unter den Basen der Mesocoxen verborgen ist.

**metacoxale Foramina**

Öffnungen in der Wand des →Metapectus, durch die Muskeln, Nerven und Gefäße zu den Metacoxen führen.

**Metafurca**

→Furca des Metathorax.

**metafurcale Arme**

bezeichnen die paarigen, lateralen →Apophysen der →Metafurca.

**metafurcale Grube(n)**

weist/weisen auf die Stelle hin, an der die →Metafurca in den →Metapectus eingestülpt wurde.

**Metanotum**

dorsales Sklerit des Metathorax, das meist zu einem schmalen Streifen reduziert ist.

**Metapectus** (Bucher 1948)

die Gesamtheit der reduzierten ventralen und lateralen Bereiche des Metathorax. Der Metapectus ist dorsal mit dem →Propodeum verschmolzen.

**metapleurale Apodeme**

diejenigen →Apodeme des →Metapleurons, die mit den →metafurcalen Armen artikulieren.

**Metapleuron**

um Konflikte mit der gängigen Literatur zu vermeiden, wird dieser allgemeine Begriff hier nur verwendet für den Teil des Metapleurons, der in Lateralansicht sichtbar und meist deutlich durch einen Sulcus vom Propodeum abgesetzt ist. Der ventrale Bereich des Metapleurons wird hier als →Metepisternum bezeichnet.

**Metathorax**

bezeichnet das 3. Thoraxsegment. Der Metathorax der Chalcidoidea ist stark reduziert und besteht aus dem →Metanotum und den (mit dem →Propodeum verschmolzenen) →Metapectus.

**Metepisternum** [Metasternum]

wird hier verwendet für den ventralen Bereich des Metapleurons. Nach einigen Autoren (z. B. Bucher 1948) gehört auch der laterale Bereich des Metapleurons zum Metepisternum. Demnach wäre das Metepimeron mit dem Propodeum verschmolzen. Da die genaue Lage der Trennungslinie zum Propodeum unklar ist, wird hier der Chalcidoidea-Literatur gefolgt, nach der die sichtbaren Seitenbereiche des Metepisternum die allgemeinere Bezeichnung →Metapleuron erhalten und damit begrifflich vom ventralen Bereich des Metapleurons abgesetzt werden.

**Notauli** [Notaulices]

paarige Linien oder Furchen, die das →Mesoscutum in einen Mittellappen und zwei Seitenlappen unterteilen. Je nachdem ob die Notauli die →transscutellare Artikulation erreichen oder nicht, unterscheidet man vollständige von unvollständigen Notauli.

**Nucha**

ausgezogener caudomedianer Bereich des →Propodeums.

**oberes Mesepisternum**

bezeichnet den lateralen Bereich des →Mesepisternums, der durch den →transepisternalen Sulcus vom ventralen Bereich des Mesepisternums, dem →unteren Mesepisternum, abgetrennt wird.

**oberes Mesepimeron**

bezeichnet den anterioren Bereich des →Mesepimerons, der durch den →transepimeralen Sulcus vom →unteren Mesepimeron abgetrennt ist.

**Parapsidienfurchen**

bezeichnet paarige Furchen auf den Seitenlappen des →Mesoscutums.

**parascutellare Carina**

trennt die →Praeaxilla vom Seitenlappen des →Mesoscutums ab.

**petiolares Foramen**

caudale Öffnung des Verschmelzungsprodukts aus →Metapectus und →Propodeum, durch die Muskeln, Nerven und Gefäße zum →Petiolus führen.

**Pleuron**

Sklerit, das die laterale Oberfläche eines Thoraxsegments bildet.

**Plicae**

submedianen Carinae auf dem Propodeum, die den medianen Bereich des →Propodeums vom →Callus abtrennen.

**Pollentasche**

Invagination auf der Oberfläche des Mesopleurons für den Transport von Pollen (bei Agaoninae).

**Praeaxilla**

caudolateraler Bereich des →Mesoscutums, der normalerweise von der →Tegula verdeckt wird.

**Praepectus** [postspiracular sclerite]

Sklerit, das dem →Mesopectus vorgelagert ist. Der ventrale Bereich des Praepectus wird normalerweise von den Procoxen verdeckt, so dass nur die lateralen, häufig triangulären Bereiche des Praepectus sichtbar sind.

**Profurca**

→Furca des Prothorax.

**profurcale Brücke**

bezeichnet bei einigen Gruppen das apikale Verschmelzungsprodukt der →profurcalen Arme.

**profurcale Arme**

bezeichnen die paarigen, lateralen →Apophysen der →Profurca

**profurcale Gruben**

paarige Gruben, die auf die (in den →Propectus eingestülpte) →Profurca hinweisen.

**Pronotum**

bezeichnet das dorsale Sklerit des Prothorax.

**Propectus**

besteht aus dem →Prosternum und den paarigen →Propleura

**Propleuron** (Pl. Propleura) [Episterna]

→Pleuron des Prothorax.

**propleurale Arme**

paarige, sklerotisierte Leisten, die an der Stelle aus dem →Propleuron entspringen, an der die →profurcalen Arme inserieren.

**Propodeum** [Mittelsegment, Mediansegment]

bezeichnet das 1. Abdominalsegment, das mit dem Metathorax verschmolzen ist.

**Prospina**

markiert die Segmentgrenze zwischen Prothorax und Mesothorax und stellt den Rest der reduzierten Antecosta, also der früheren, sklerotisierten Intersegmentalfurche, dar.

**Prosternum**

Sternum des Prothorax.

**Pseudophragma**

anteriorer, meist kurzer Bereich des →2. Phragmas, der an der Innenseite des →Mesoscutellums liegt.

**scutellare Lippe** (Gibson 2003)

bezeichnet den ausgezogenen Hinterrand des Mesoscutellums bei einigen Cleonyminae (Pteromalidae).

**scutoscutellare Furche**

Furche oder Linie auf dem →Mesonotum, trennt die →Axillae vom →Mesoscutellum. Die Lage der scutoscutellaren Furche wird im Inneren des Mesonotums von einer Leiste markiert.

**Seitenplatte der Axilla**

Lateralbereich der →Axilla.

**Sternalgrat** [Crista sterni, discrimen, discriminal lamella]

endoskelettale Längsleiste die durch die mediane Einstülpung des Sternums entstanden ist. Äußerlich weist häufig eine Naht oder ein Sulcus auf den Sternalgrat hin, wofür in der englischsprachigen Literatur der Begriff „discrimen“ verwendet wird (z. B. Gibson 1993a), während für den eigentlichen Sternalgrat die Bezeichnung „discriminal lamella“ gebräuchlich ist (Heraty *et al.* 1994).

**Tegula**

kleines Sklerit, das an der Vorderflügelbasis liegt und Rezeptoren für die Flugstabilisierung trägt.

**transepimerale Sulcus**

unterteilt das Mesepimeron in ein →oberes Mesepimeron und in ein →unteres Mesepimeron.

**transepisternaler Sulcus**

verläuft entlang der ventrolateralen Kante des Mesopleurons und unterteilt das →Mespisternum in das →obere Mesepisternum und das →untere Mesepisternum.

**transscutellare Artikulation**

Furche oder Naht, durch die das →Mesonotum in das anteriore →Mesoscutum und den posterioren →Mesoscutellar-Axillar-Komplex unterteilt wird.

**unteres Mesepisternum**

ventraler Bereich des →Mesepisternums, der durch den →transepisternalen Sulcus vom lateralen Bereich des Mesepisternums, dem →unteren Mesepisternum abgetrennt wird.

**unteres Mesepimeron**

posteriorer Bereich des →Mesepimerons, der durch den →transepimeralen Sulcus vom →unteren Mesepimeron abgetrennt ist.

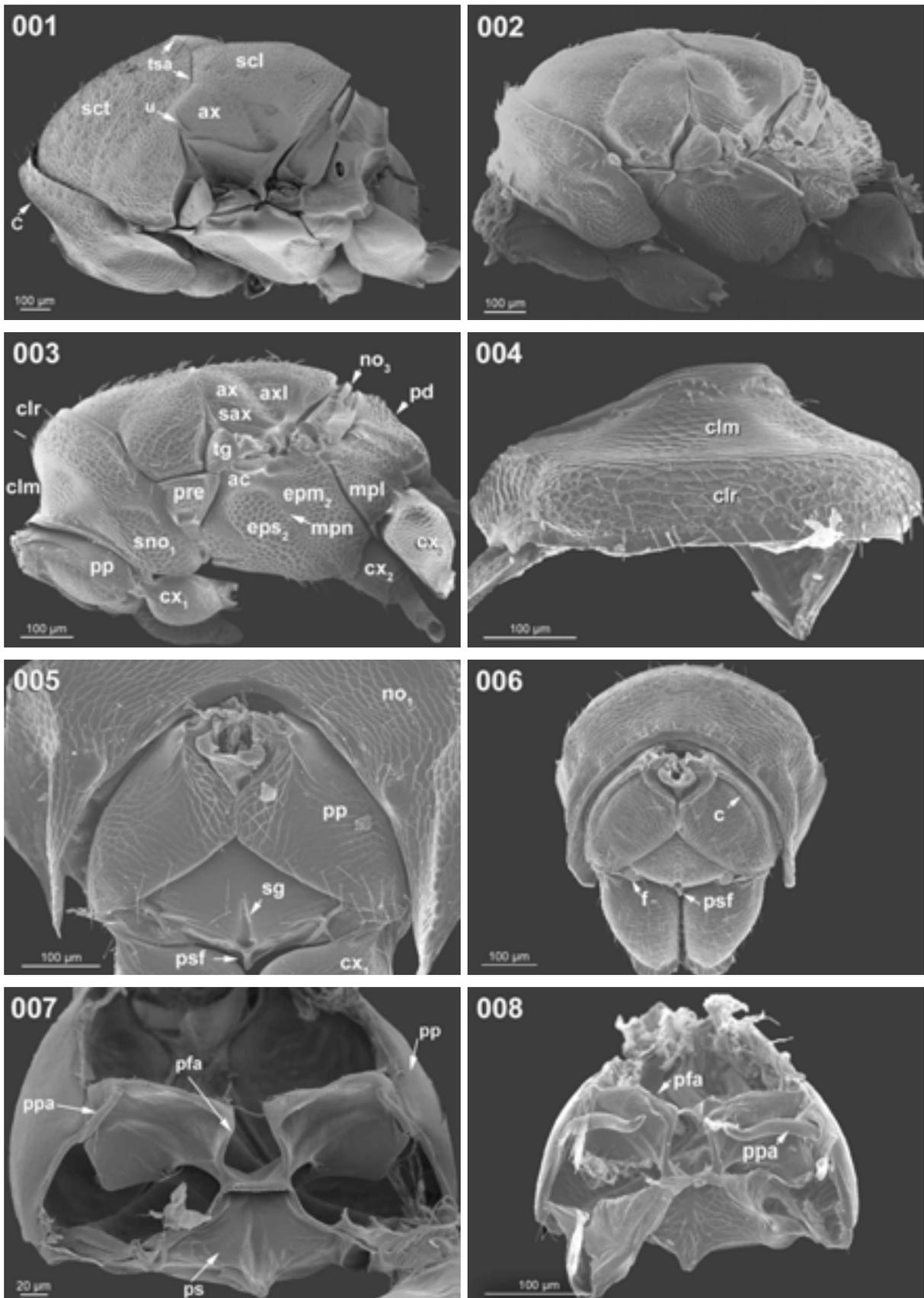
## 9. Abkürzungsverzeichnis / Abbreviations

<b>a</b>	Apodem	apodeme	<b>mtl</b>	mesotrochantinaler Lobus	mesotrochantinal lobe
<b>ac</b>	Acropleuron	acropleuron	<b>mt<sub>n</sub></b>	metasomales Tergum	metasomal tergum
<b>acs</b>	acropleuraler Sulcus	acropleural sulcus	<b>mtp</b>	mesotrochantinale Platte	mesotrochantinal plate
<b>ap</b>	Alarprocessus	wing process	<b>mtpa</b>	metapleurales Apodem	metapleural apodeme
<b>ax</b>	Axilla	dorsal axillar surface		Pronotum	pronotum
<b>axc</b>	axilluläre Carina	axillular carina	<b>no<sub>1</sub></b>	Mesonotum	mesonotum
<b>axl</b>	Axillula	axillula	<b>no<sub>2</sub></b>	Metanotum	metanotum
<b>axph</b>	axilläres Phragma	axillar phragma	<b>no<sub>3</sub></b>	Notaulus	notaulus
<b>axs</b>	axillulärer Sulcus	axillular sulcus	<b>not</b>	Nucha	nucha
<b>bf</b>	basale Fovea	basal fovea	<b>nu</b>		
<b>c</b>	Carina	carina	<b>oepm<sub>2</sub></b>	oberes Mesepimeron	upper mesepimeron
<b>cal</b>	Callus	callus	<b>pax</b>	Praeaxilla	preaxilla
<b>clm</b>	Collum	collum	<b>pcv</b>	procoxale Vertiefung	procoxal depression
<b>clr</b>	Collare	collare	<b>pd</b>	Propodeum	propodeum
<b>co</b>	Costula	costula	<b>pet</b>	Petiolus	petiole
<b>cp</b>	Caput	caput	<b>pf</b>	Profurca	profurca
<b>crp</b>	Carapax	carapax	<b>pfa</b>	profurcaler Arm	profurcal arm
<b>cx1</b>	Procoxa	procoxa	<b>pfb</b>	profurcale Brücke	profurcal bridge
<b>cx2</b>	Mesocoxa	mesocoxa	<b>pfg</b>	profurcale Grube	profurcal pit
<b>cx3</b>	Metacoxa	metacoxa	<b>ph<sub>1</sub></b>	1. Phragma (Prophragma)	1st phragma
<b>d</b>	Dorsellum	dorsellum	<b>ph<sub>2</sub></b>	2. Phragma (Mesophragma)	2nd phragma
<b>em</b>	Einfaltung des Metapectus	invagination of the metapectus	<b>pli</b>	Plicae	plicae
<b>epm<sub>2</sub></b>	Mesepimeron	mesepimeron	<b>plt</b>	Pollentasche	pollen pocket
<b>eps<sub>2</sub></b>	Mesepisternum	mesepisternum	<b>pp</b>	Propleura	propleura
<b>eps<sub>3</sub></b>	Metepisternum	metepisternum	<b>ppa</b>	propleuraler Arm	propleural arm
<b>f</b>	Fortsatz	process	<b>ppf</b>	Parapsidienfurche	parapsidal line
<b>fcx<sub>2</sub></b>	mesocoxales Foramen	mesocoxal foramen	<b>pph</b>	Pseudophragma	pseudophragma
<b>fcx<sub>3</sub></b>	metacoxales Foramen	metacoxal foramen	<b>pre</b>	Praepectus	prepectus
<b>fov</b>	Foveolae	foveolae	<b>ps</b>	Prosternum	prosternum
<b>fpd</b>	propodeales Foramen	propodeal foramen	<b>psa</b>	postspiraculäres Apodem	postspiracular apodeme
<b>fr</b>	Frenum	frenum	<b>psc</b>	parascutellare Carina	parascutal carina
<b>fra</b>	Frenal-Arm	frenal arm	<b>psf</b>	Fortsatz des Prosternums	prosternal process
<b>frl</b>	Frenal-Linie	frenal line	<b>psp</b>	Prospina	prospina
<b>g</b>	Grube	pit	<b>pst</b>	propodeales Stigma	propodeal spiracle
<b>le</b>	Leiste	stripe	<b>s</b>	Sulcus	sulcus
<b>m</b>	Membran	membrane	<b>sag</b>	subalare Grube	subalar pit
<b>mc</b>	mediane Carina	median carina	<b>sax</b>	Seitenplatte der Axilla	lateral panel of axilla
<b>mcv</b>	mesocoxale Vertiefung	mesocoxal depression	<b>scl</b>	Mesoscutellum	mesoscutellum
<b>mfv</b>	mesofemorale Vertiefung	mesofemoral depression	<b>sclf</b>	mesoscutellarer Fortsatz	mesoscutellar process
<b>mn</b>	mediane Naht	median suture	<b>scll</b>	scutellare Lippe	scutellar lip
<b>mpl</b>	Metapleuron	metapleuron	<b>sct</b>	Mesoscutum	mesoscutum
<b>mpn</b>	Mesopleuralnaht	mesopleural suture	<b>sctf</b>	mesoscutaler Fortsatz	mesoscutal process
<b>mms</b>	medianer mesoscutaler Sulcus	median mesoscutal sulcus	<b>sg</b>	Sternalgrat	discrimenal lamella
<b>msf</b>	Mesofurca	mesofurca	<b>sno<sub>1</sub></b>	Seitenplatte des Pronotums	lateral panel of pronotum
<b>msfa</b>	mesofurcaler Arm	mesofurcal arm	<b>ssf</b>	scutoscutellare Furche	scutoscutellar suture
<b>msfb</b>	mesofurcale Brücke	mesofurcal bridge	<b>tems</b>	transepimeraler Sulcus	transepimeral sulcus
<b>msfg</b>	mesofurcale Grube	mesofurcal pit	<b>tess</b>	transepisternaler Sulcus	transepisternal sulcus
<b>ms<sub>n</sub></b>	metasomales Sternum	metasomal sternum	<b>tg</b>	Tegula	tegula
<b>mst</b>	mesothoracales Stigma	mesothoracic spiracle	<b>tsa</b>	transscutellare Artikulation	transscutal articulation
<b>mtf</b>	Metafurca	metafurca	<b>u</b>	Unterbrechung	interruption
<b>mtfa</b>	metafurcaler Arm	metafurcal arm	<b>uepm<sub>2</sub></b>	unteres Mesepimeron	lower mesepimeron
<b>mtfg</b>	metafurcale Grube	metafurcal pit	<b>v</b>	Vertiefung auf der Cuticula	cuticular depression

**10. Bildanhang**

	Seite
<b>Abb. 001-152: Pteromalidae</b> .....	164-182
Abb. 001-056: Pteromalidae: Pteromalinae .....	164-170
Abb. 057-060: Pteromalidae: Miscogasterinae .....	171
Abb. 061-064: Pteromalidae: Panstenoninae.....	171
Abb. 065-076: Pteromalidae: Ormocerinae.....	172-173
Abb. 077-104: Pteromalidae: Asaphinae.....	173-176
Abb. 105-132: Pteromalidae: Cleonyminae .....	177-180
Abb. 133-152: Pteromalidae: Spalangiinae .....	180-182
<b>Abb. 153-160: Ormyridae</b> .....	183
<b>Abb. 161-187: Torymidae</b> .....	184-187
<b>Abb. 188-196: Eurytomidae</b> .....	187-188
<b>Abb. 197-206: Chalcididae</b> .....	188-189
<b>Abb. 207-216: Leucospidae</b> .....	189-190
<b>Abb. 217-226: Eucharitidae</b> .....	191-192
<b>Abb. 227-236: Perilampidae</b> .....	192-193
<b>Abb. 237-248: Eulophidae</b> .....	193-194
<b>Abb. 249-266: Agaonidae</b> .....	195-197
<b>Abb. 267-278: Eupelmidae</b> .....	197-198
<b>Abb. 279-288: Encyrtidae</b> .....	198-199
<b>Abb. 289-296: Trichogrammatidae</b> .....	200
<b>Abb. 297-310: Aphelinidae</b> .....	201-202
<b>Abb. 311-319: Signiphoridae</b> .....	202-203
<b>Abb. 320-328: Mymarommatidae</b> .....	203-204

## Abb. 001-008: Pteromalidae (Pteromalinae)



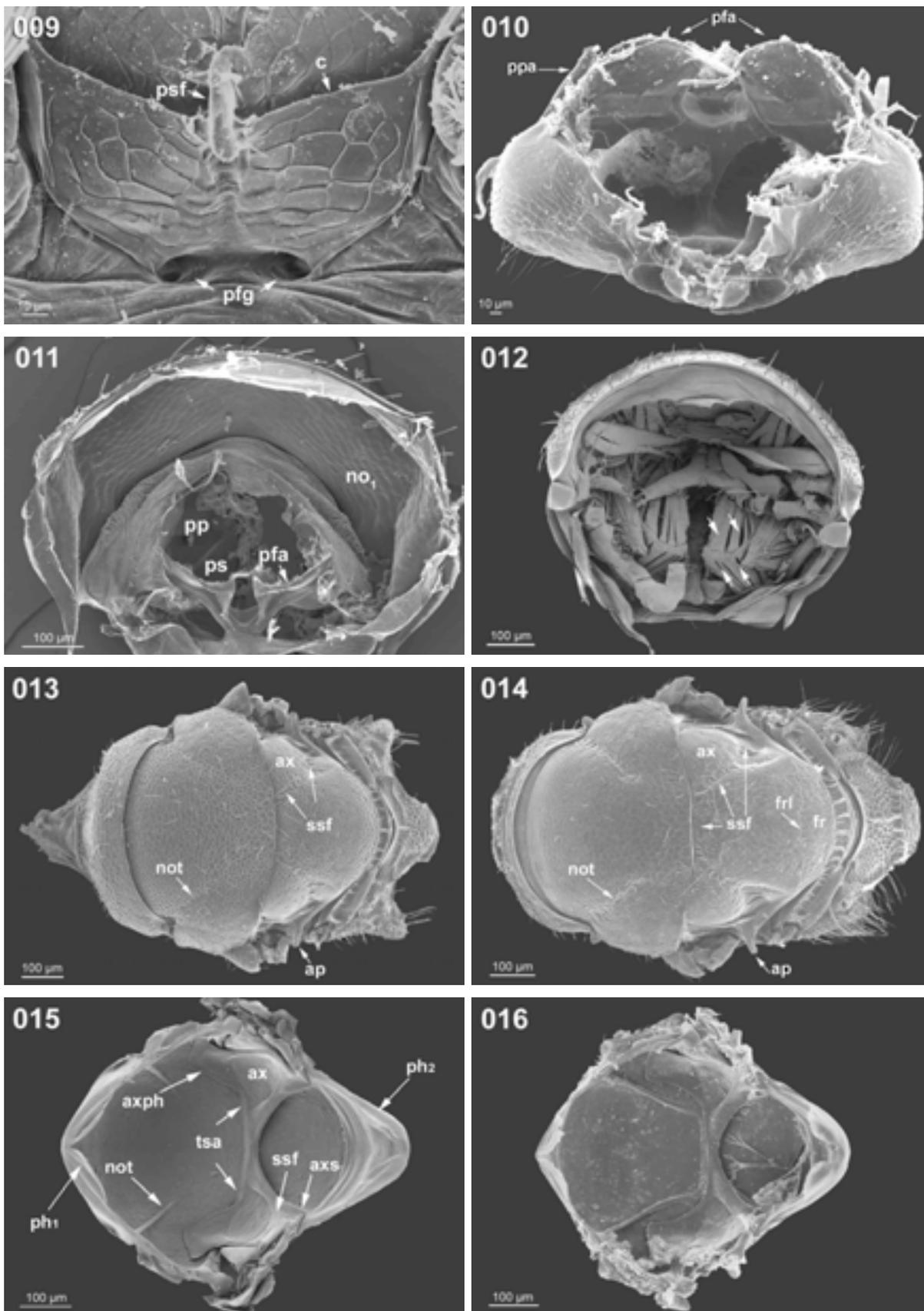
001 *Cecidostiba semifascia* - Mesosoma dorsolateral. 002 *Nasonia vitripennis* - Mesosoma lateral.

003 *Pachycrepoideus vindemmiae* - Mesosoma lateral. 004 *Pachycrepoideus vindemmiae* - Pronotum dorsal.

005 *Cecidostiba semifascia* - Propectus frontal. 006 *Nasonia vitripennis* - Propectus frontal.

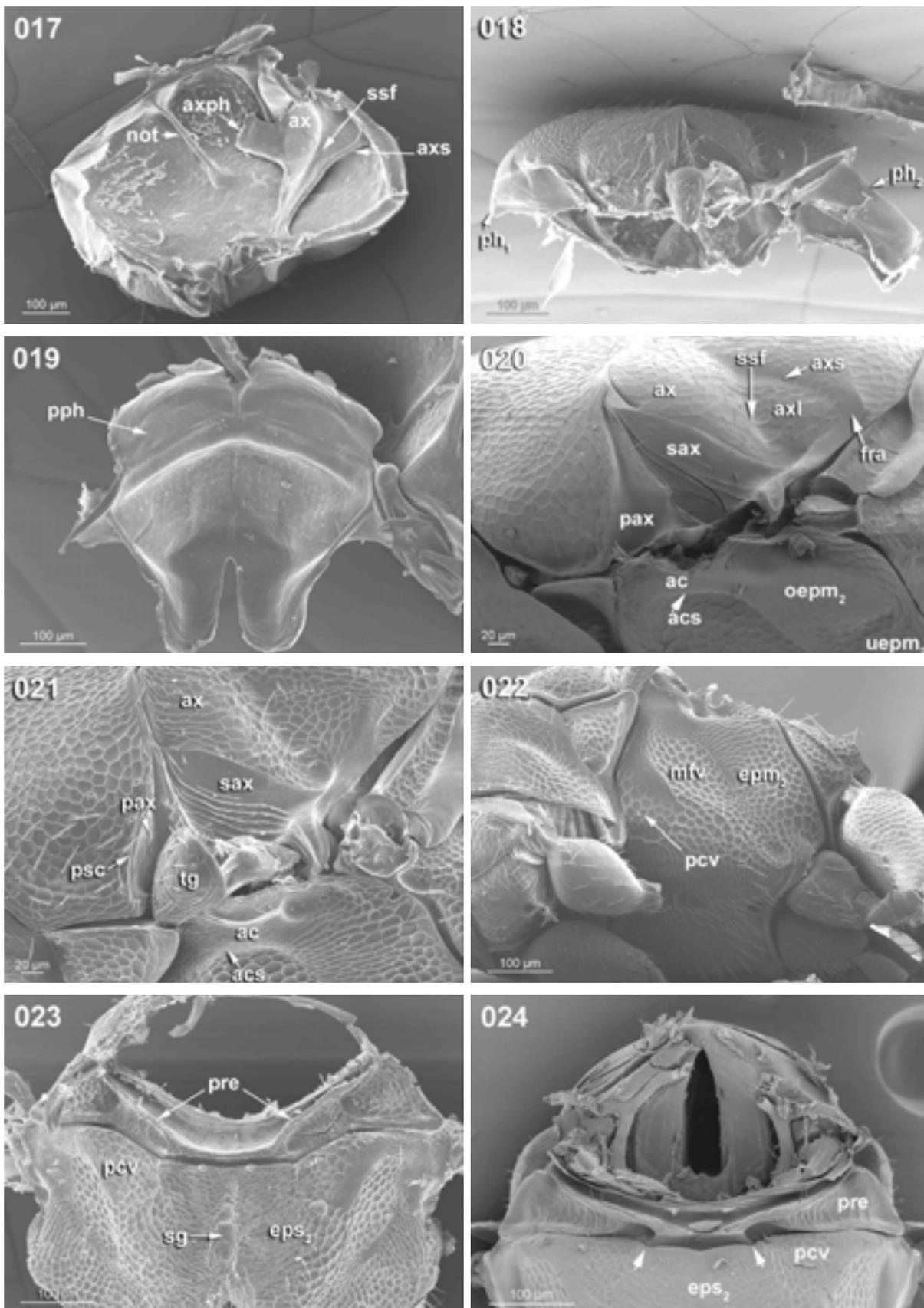
007 *Dibrachys cavus* - Propectus caudal. 008 *Lariophagus distinguendus* - Propectus caudal.

## Abb. 009-016: Pteromalidae (Pteromalinae)



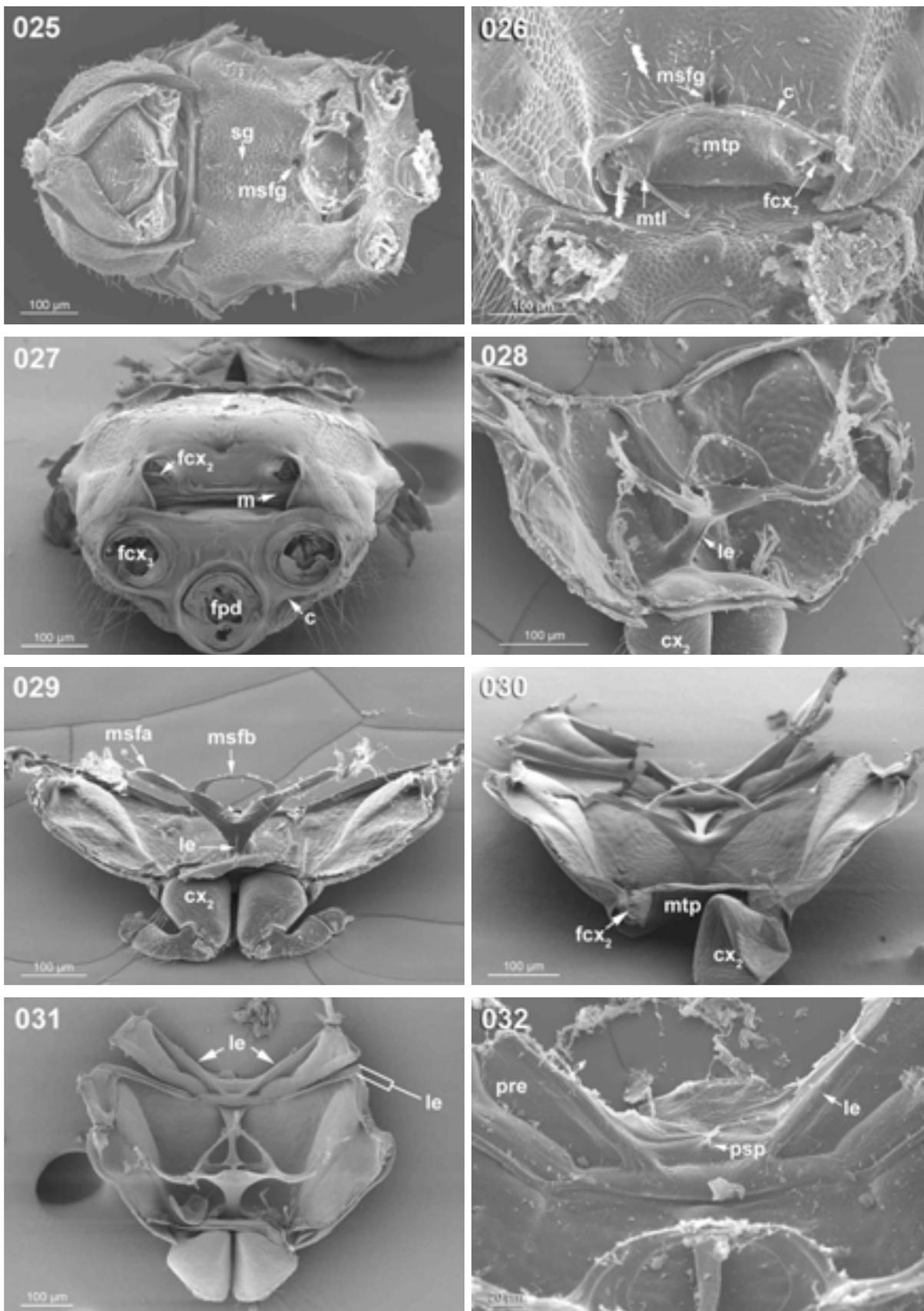
009-010 *Nasonia vitripennis* - 009 Propectus ventral, 010 Propectus dorsal. 011-012 *Cecidostiba semifascia* - 011 Propectus caudal, 012 Propectus caudal (Pfeile weisen auf die im Text beschriebenen Muskeln hin). 013 *Lariophagus distinguendus* - Mesosoma dorsal. 014 *Nasonia vitripennis* - Mesosoma dorsal. 015 *Dibrachys cavus* - Mesonotum ventral. 016 *Pachycrepoideus vindemmiae* - Mesonotum ventral.

## Abb. 017-024: Pteromalidae (Pteromalinae)



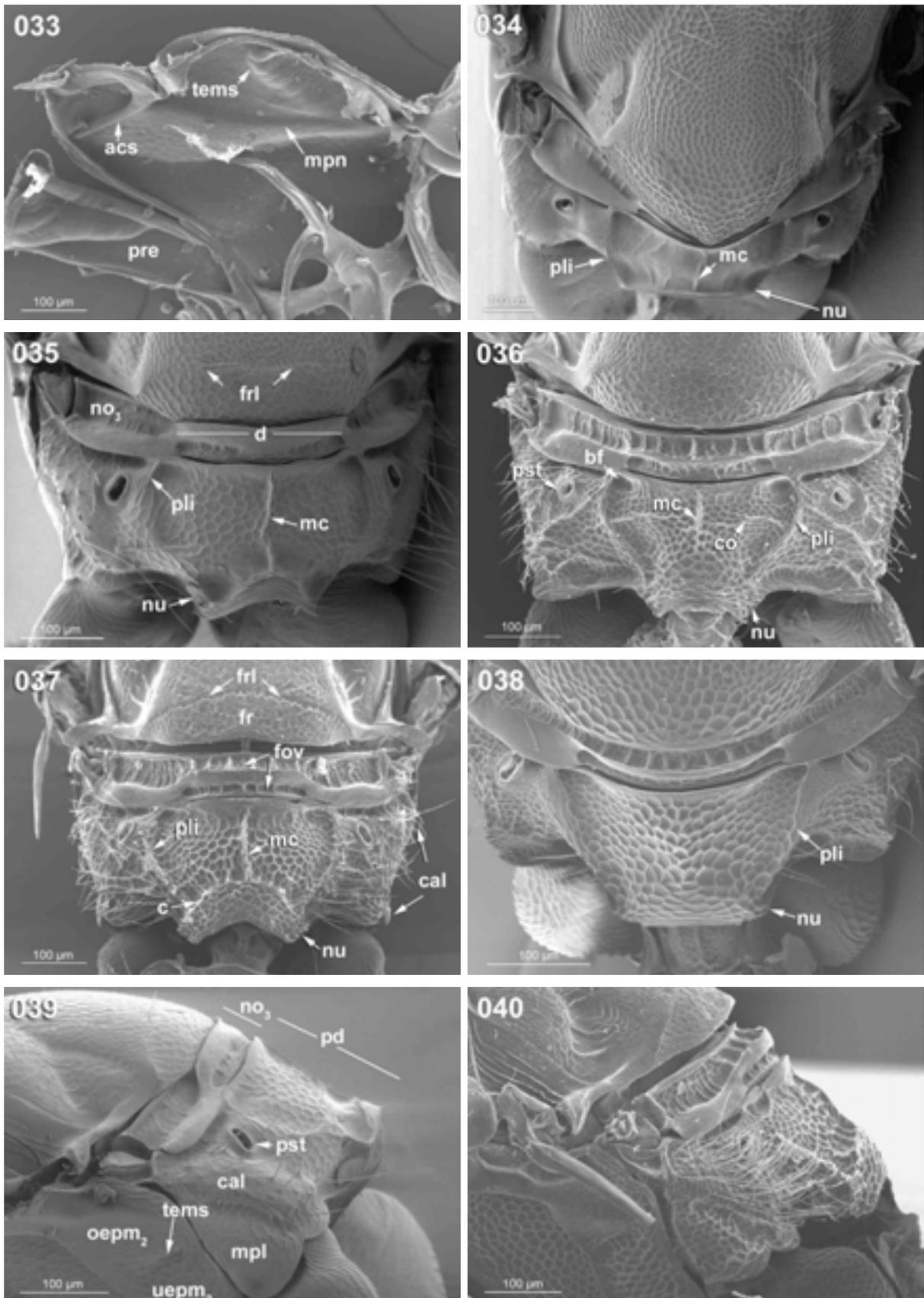
017 *Nasonia vitripennis* - Mesonotum ventrolateral. 018 *Lariophagus distinguendus* - Mesonotum lateral.  
 019 *Cecidostiba semifascia* - 2. Phragma ventral. 020 *Dibrachys cavus* - Mesosoma lateral (Detail).  
 021-023 *Pachycrepoideus vindemmiae* - 021 Mesosoma lateral (Detail), 022 Mesosoma ventrolateral,  
 023 Mesopectus ventral (Propectus entfernt). 024 *Dibrachys cavus* - Mesopectus ventral (Propectus entfernt).

## Abb. 025-032: Pteromalidae (Pteromalinae)



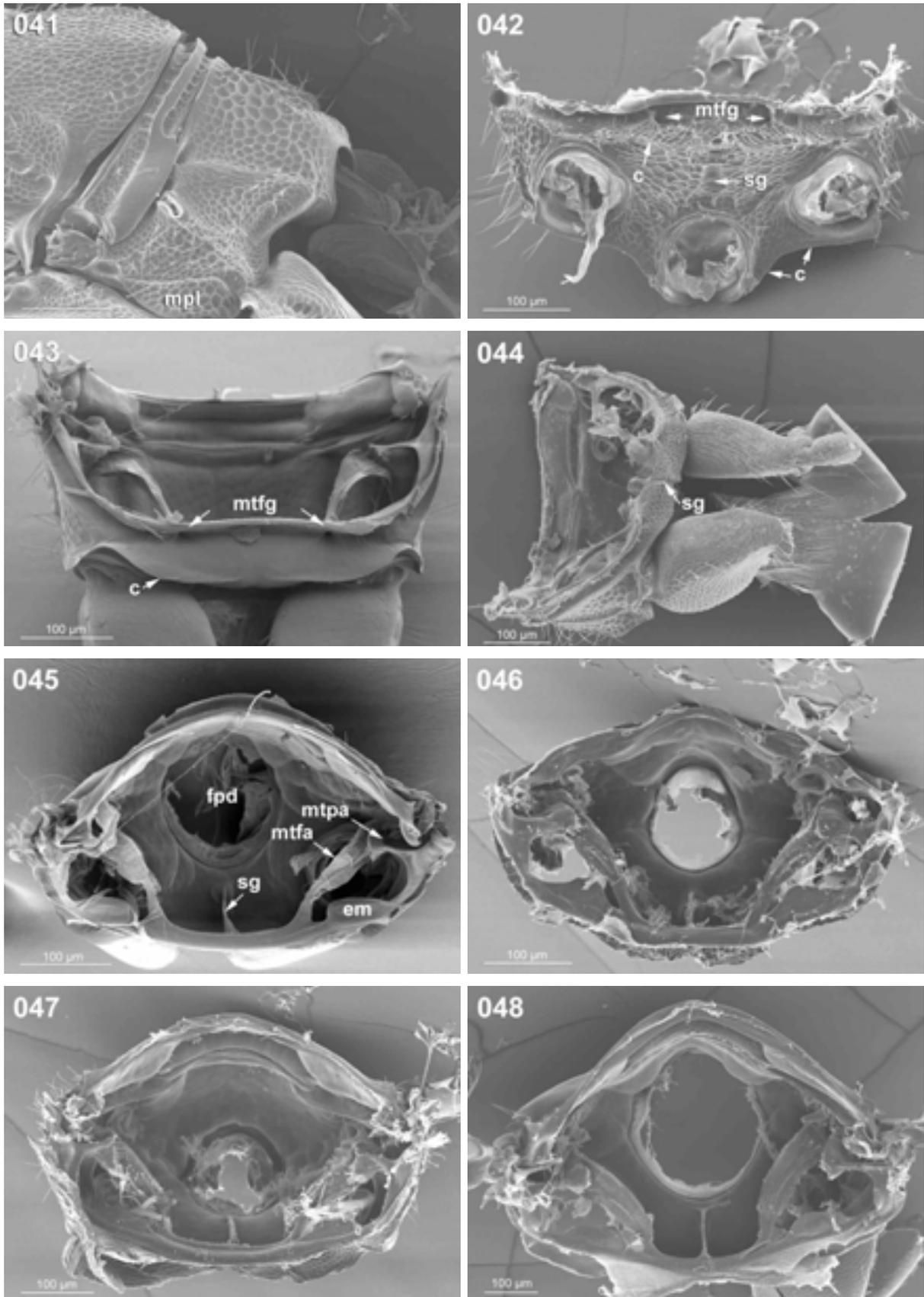
025 *Lariophagus distinguendus* - Mesosoma ventral. 026 *Nasonia vitripennis* - Mesosoma ventral (Detail). 027 *Dibrachys cavus* - Mesosoma caudal. 028-029 *Pachycrepoideus vindemmiae* - Mesopectus dorsolateral, 029 *Cecidostiba semifascia* - Mesopectus caudal. 030-031 *Dibrachys cavus* - 030 Mesopectus caudal, 031 Mesopectus dorsal. 032 *Lariophagus distinguendus* - Mesopectus dorsal (Detail).

## Abb. 033-040: Pteromalidae (Pteromalinae)



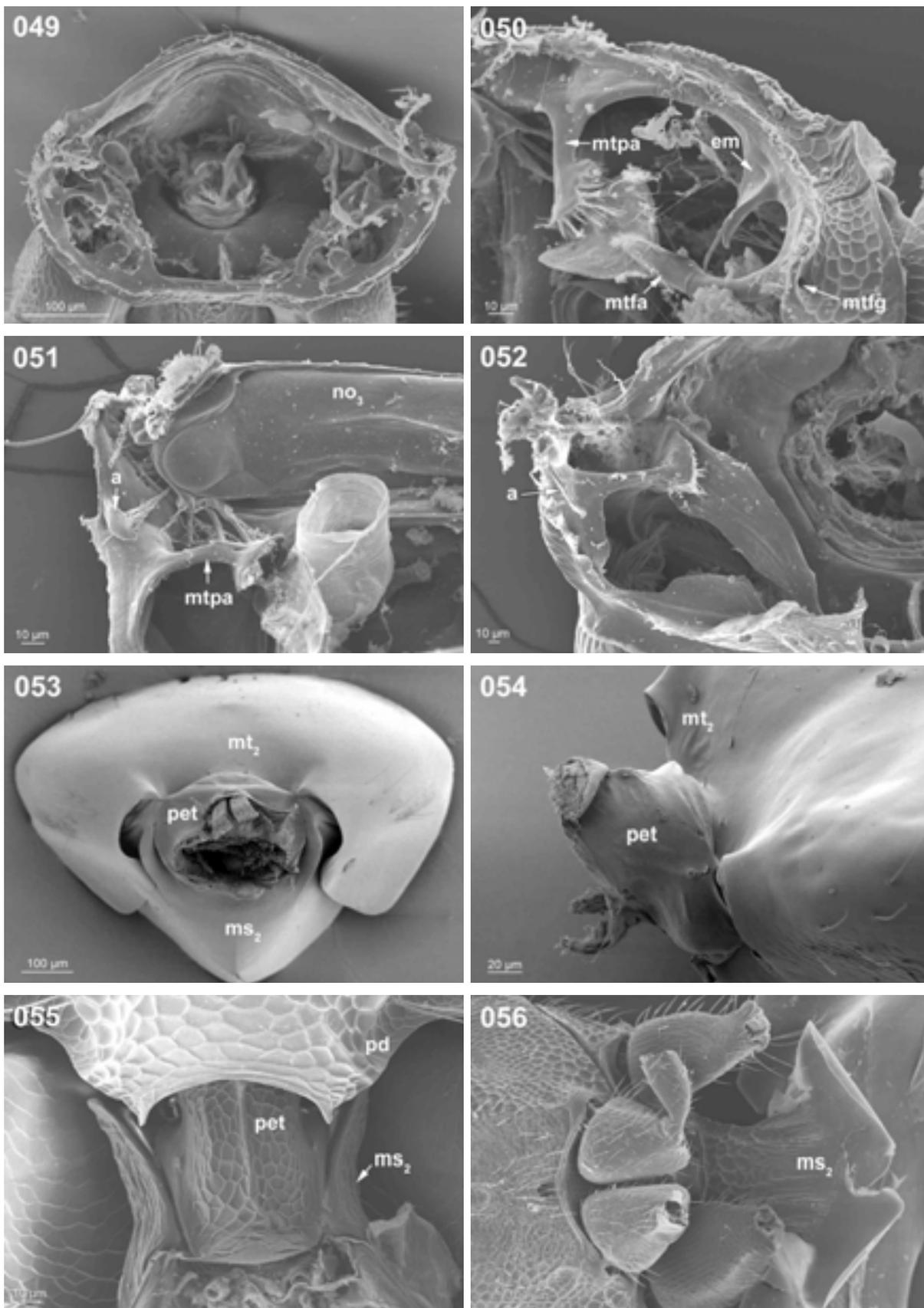
033-034 *Cecidostiba semifascia* - 033 Mesopectus dorsal (Detail), 034 Propodeum dorsal.  
 035 *Dibrachys cavus* - Propodeum dorsal. 036 *Lariophagus distinguendus* - Propodeum dorsal.  
 037 *Nasonia vitripennis* - Propodeum dorsal. 038 *Pachycrepoideus vindemmiae* - Propodeum dorsal.  
 039 *Dibrachys cavus* - Propodeum lateral. 040 *Nasonia vitripennis* - Propodeum lateral.

## Abb. 041-048: Pteromalidae (Pteromalinae)



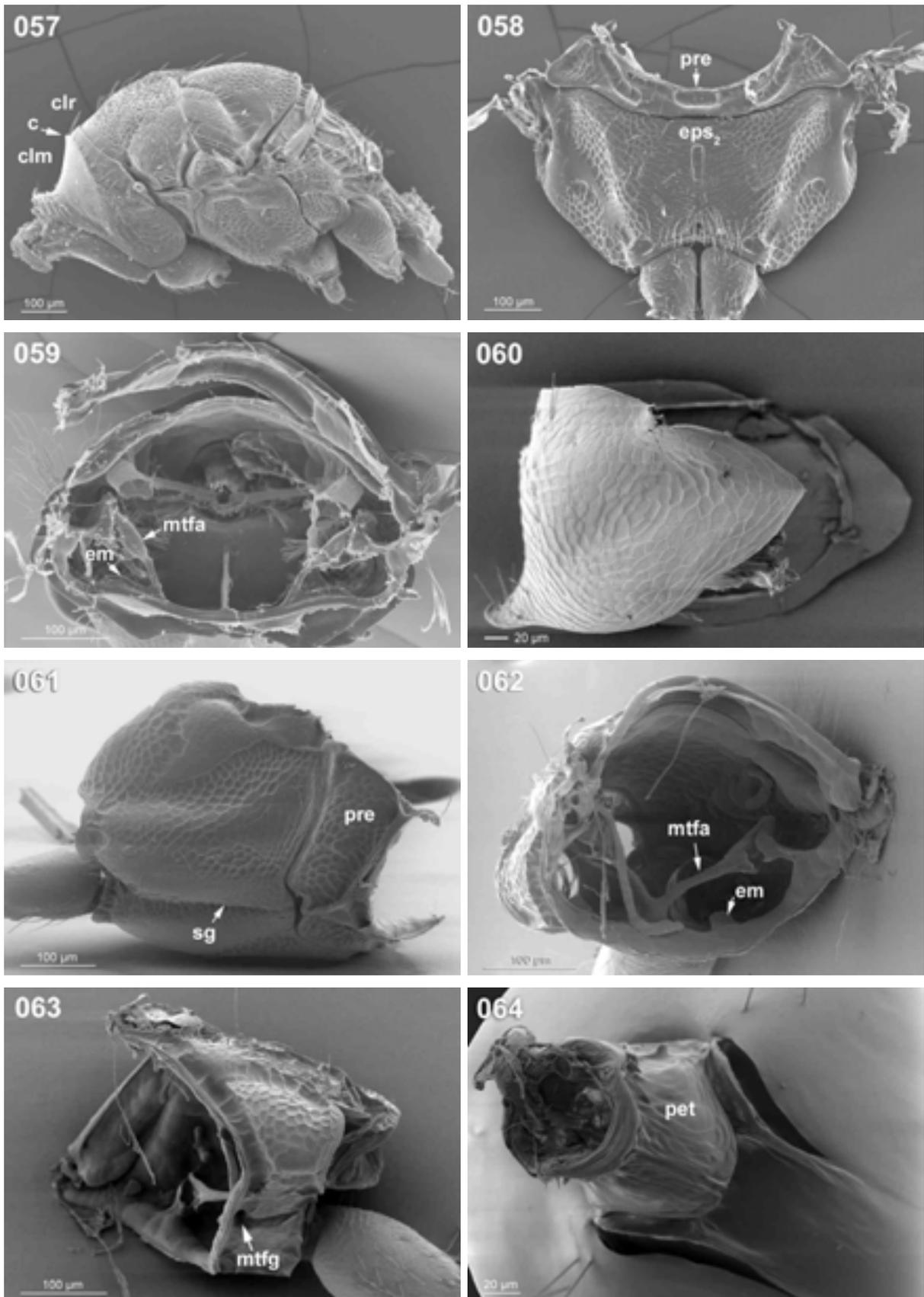
041 *Pachycrepoideus vindemmiae* - Propodeum lateral. 042 *Lariophagus distinguendus* - Metapectus caudal. 043 *Dibrachys cavus* - Metapectus ventral. 044 *Pachycrepoideus vindemmiae* - Metapectus ventrolateral. 045 *Dibrachys cavus* - Metapectus frontal. 046 *Lariophagus distinguendus* - Metapectus frontal. 047 *Nasonia vitripennis* - Metapectus frontal. 048 *Cecidostiba semifascia* - Metapectus frontal.

## Abb. 049-056: Pteromalidae (Pteromalinae)



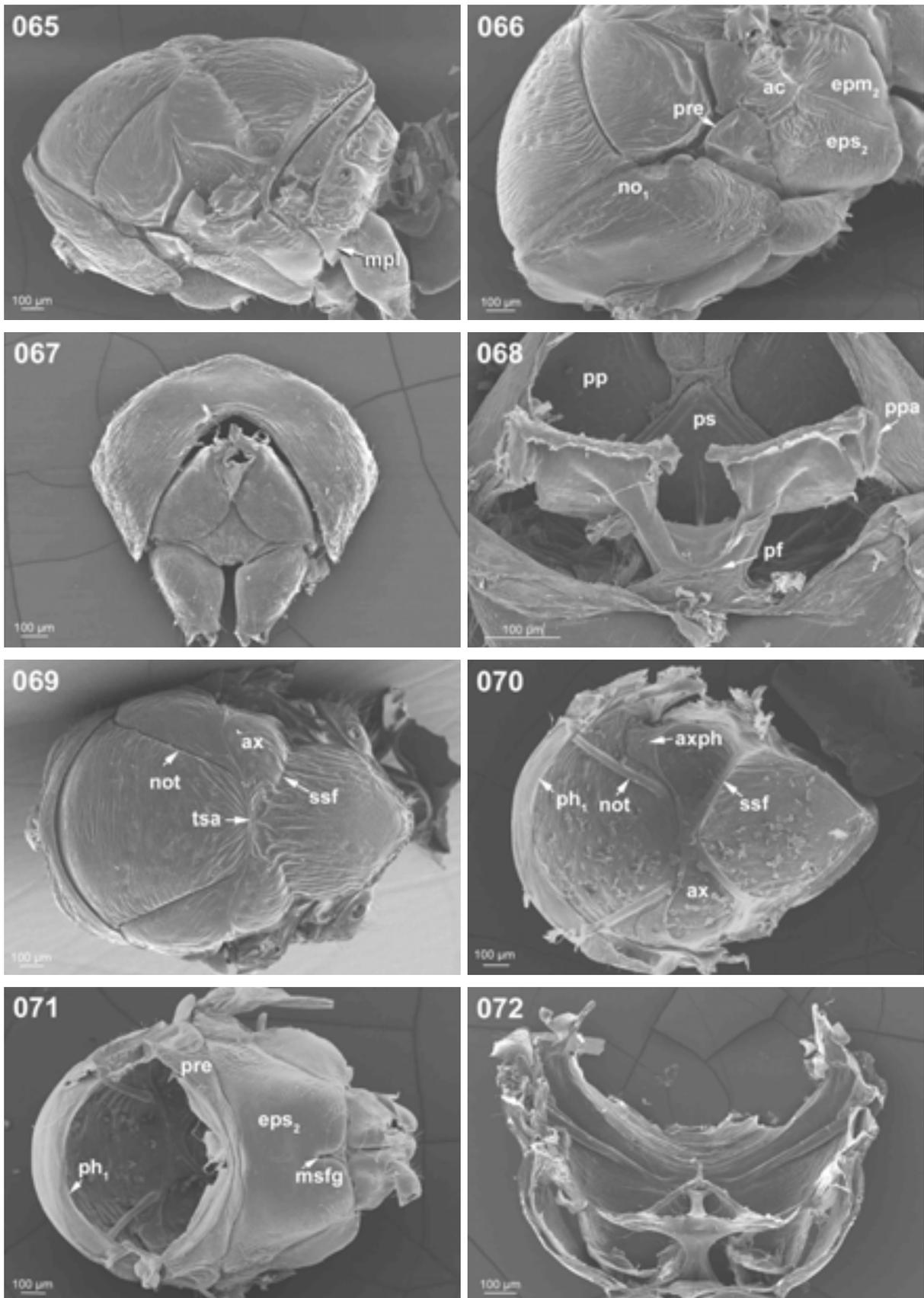
049-050 *Pachycrepoideus vindemmiae* - 049 Metapectus frontal, 050 Metapectus frontolateral (linke Seite).  
 051 *Lariophagus distinguendus* - Metapectus frontal (Detail rechte Seite). 052-053 *Cecidostiba semifascia* –  
 052 Metapectus frontal (rechte Seite), 053 Petiolus frontal. 054 *Dibrachys cavus* - Petiolus lateral.  
 055-056 *Pachycrepoideus vindemmiae* - 055 Petiolus dorsal, 056 Petiolus ventral.

**Abb. 057-064: Pteromalidae (Miscogasterinae und Panstenoninae)**



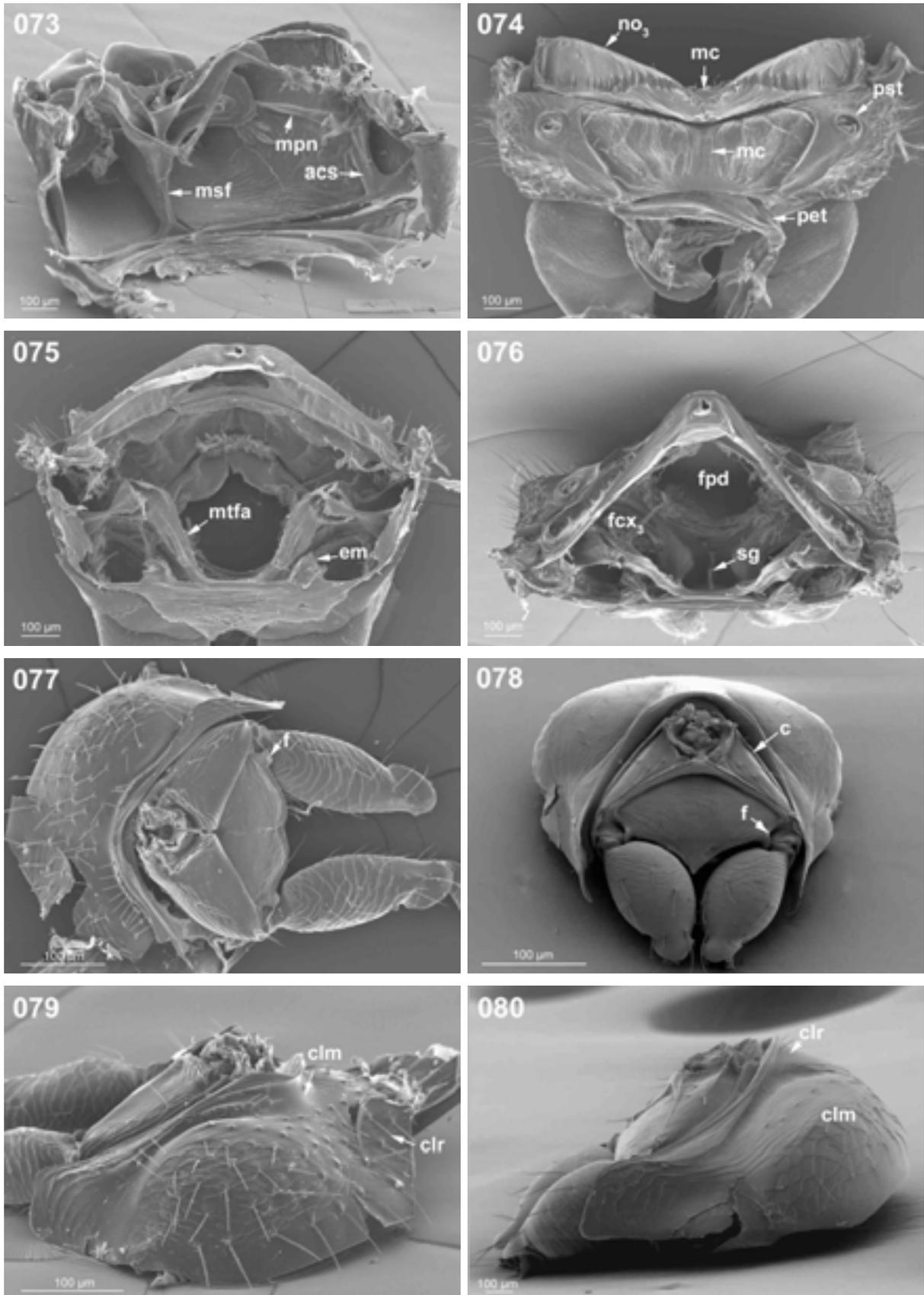
**057-059 *Cyrtogaster vulgaris* - 057 Mesosoma lateral, 058 Mesopectus ventral, 059 Metapectus frontal.**  
**060-064 *Panstenon oxylus* - 060 Pronotum lateral (linke Seite), 061 Mesopectus ventrolateral (rechte Seite), 062 Metapectus frontal, 063 Mesopectus ventrolateral (linke Seite), 064 Petiolus ventral.**

Abb. 065-072: Pteromalidae (Ormocerinae)



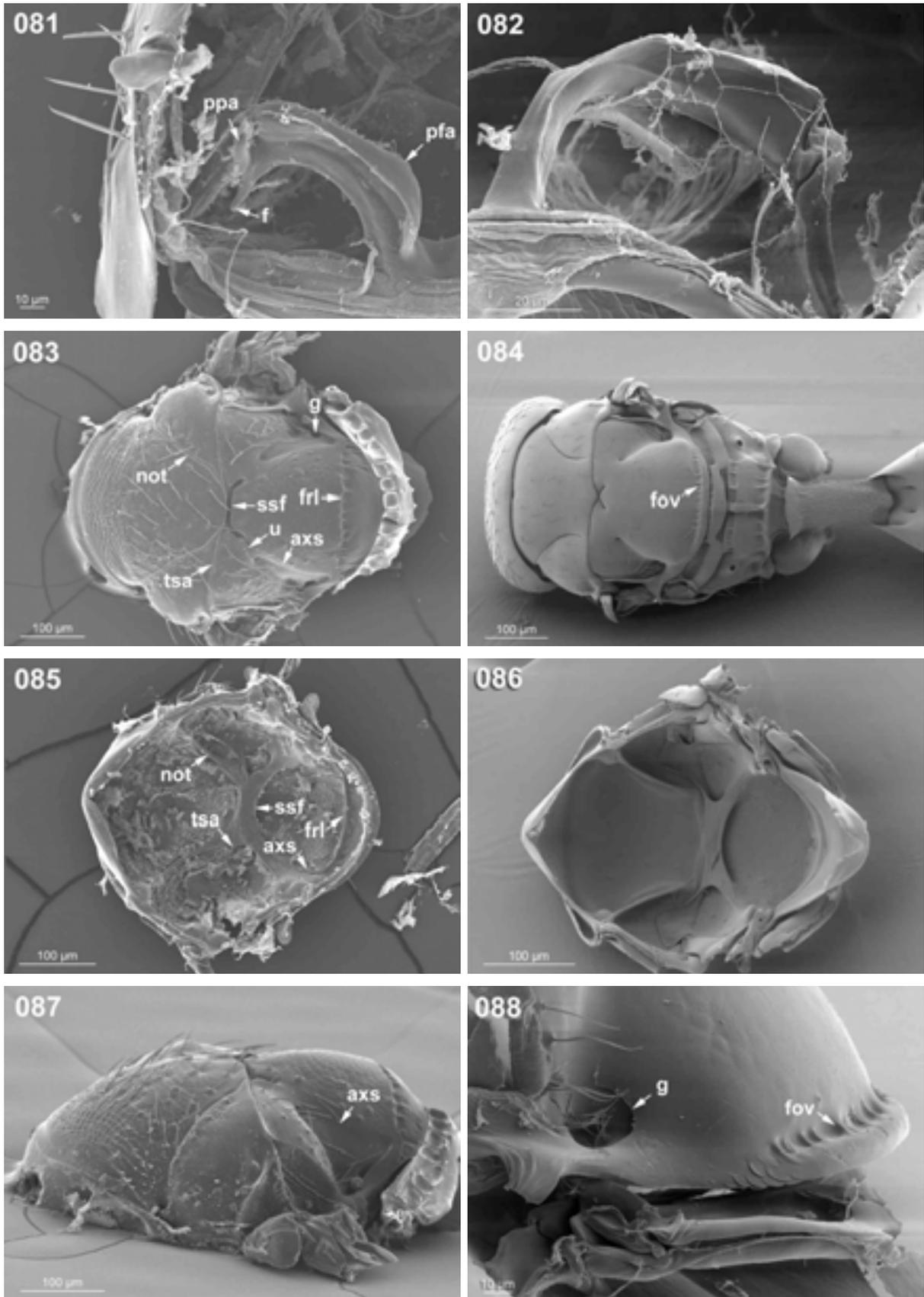
065-072 *Trichilogaster* sp. - 065 Mesosoma dorsolateral, 066 Mesosoma lateral (Detail), 067 Propectus frontal, 068 Propectus caudal (Detail mit Profurca), 069 Mesosoma dorsal, 070 Mesonotum ventral, 071 Mesosoma ventral (Propectus entfernt), 072 Mesopectus dorsal.

Abb. 073-080: Pteromalidae (Ormocerinae und Asaphinae)



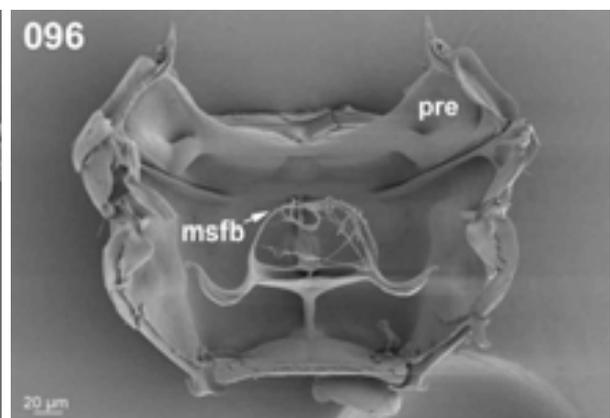
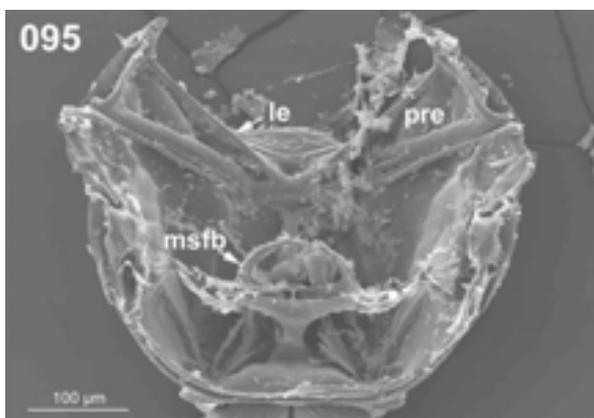
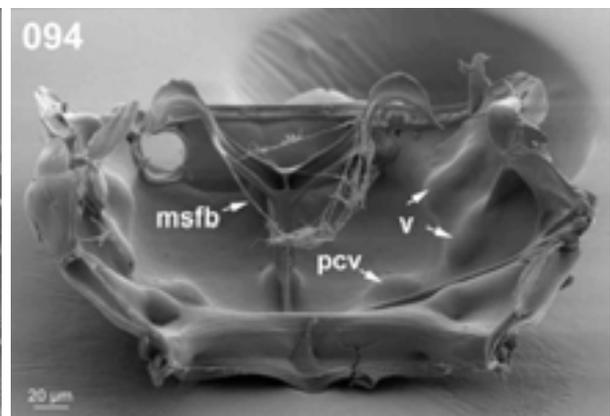
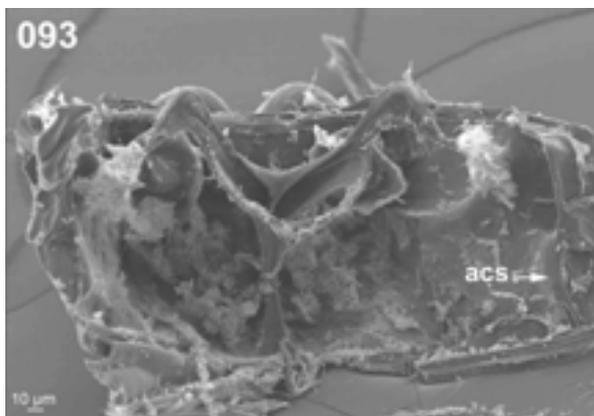
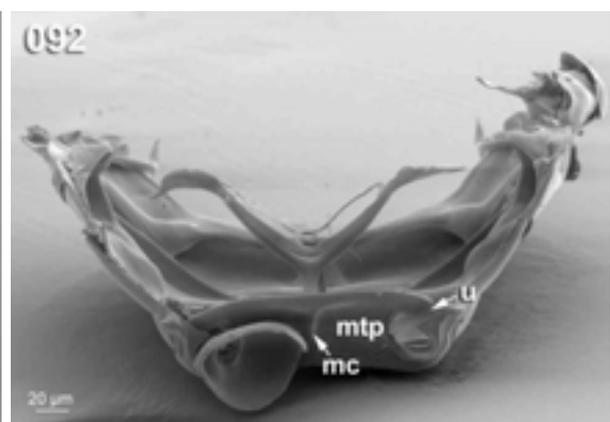
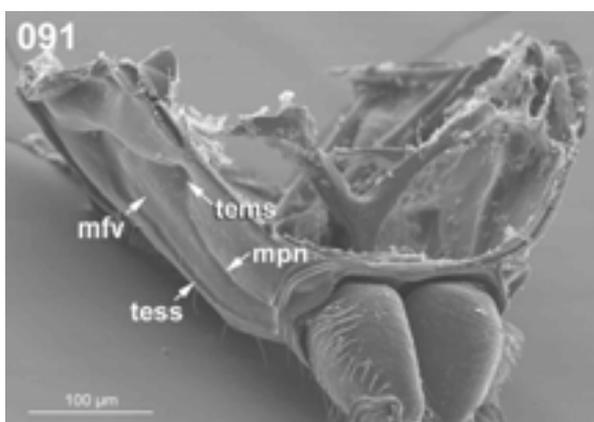
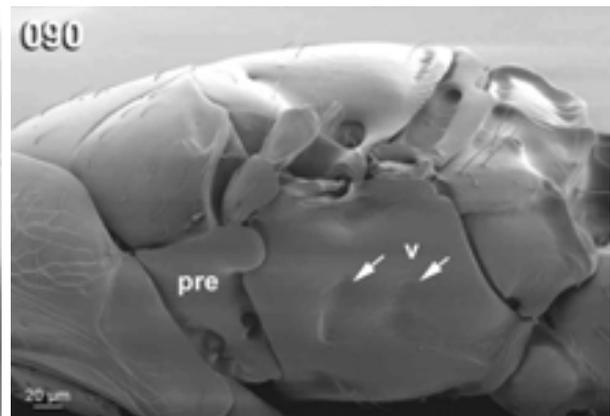
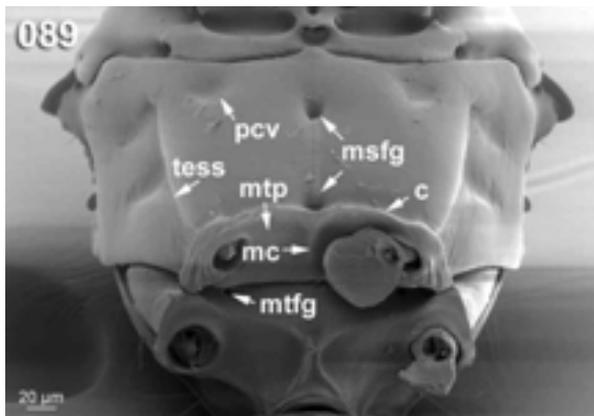
073-076 *Trichilogaster* sp. - 073 Mesopectus frontolateral, 074 Metanotum, Propodeum und Petiolus dorsal, 075 Metapectus frontal, 076 Metapectus dorsal. 077 *Asaphes vulgaris* - Prothorax frontal. 078 *Enoggera reticulata* - Prothorax frontal. 079 *Asaphes vulgaris* - Prothorax lateral. 080 *Enoggera reticulata* - Prothorax lateral.

## Abb. 081-088: Pteromalidae (Asaphinae)



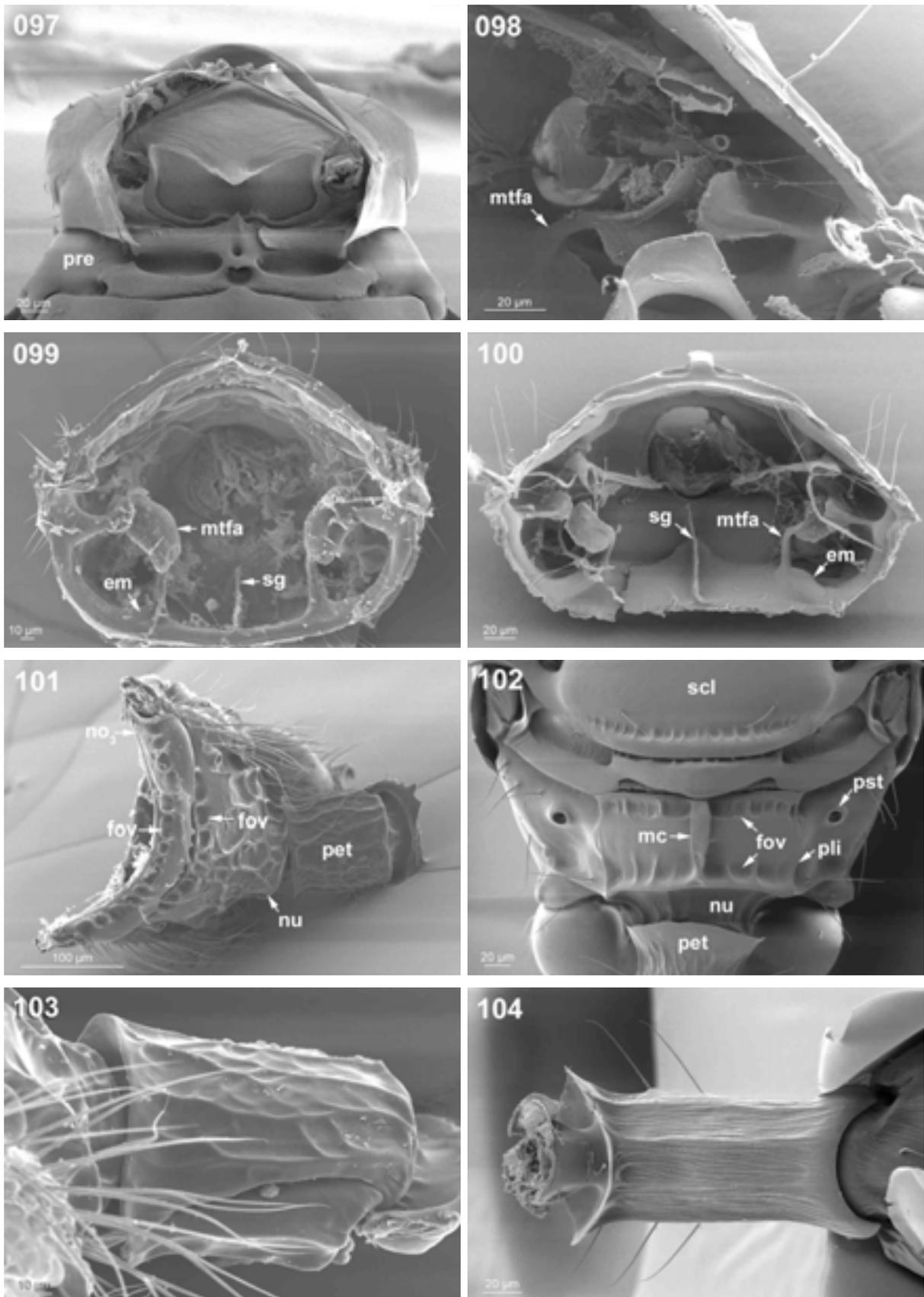
**081** *Asaphes vulgaris* - Propectus caudal (Detail linke Seite). **082** *Enoggera reticulata* - Propectus caudal (Detail rechte Seite). **083** *Asaphes vulgaris* - Mesonotum dorsal. **084** *Enoggera reticulata* - Mesosoma dorsal. **085** *Asaphes vulgaris* - Mesonotum ventral. **086** *Enoggera reticulata* - Mesonotum ventral. **087** *Asaphes vulgaris* - Mesonotum lateral. **088** *Enoggera reticulata* - Mesonotum lateral (Detail linke Seite).

## Abb. 089-096: Pteromalidae (Asaphinae)



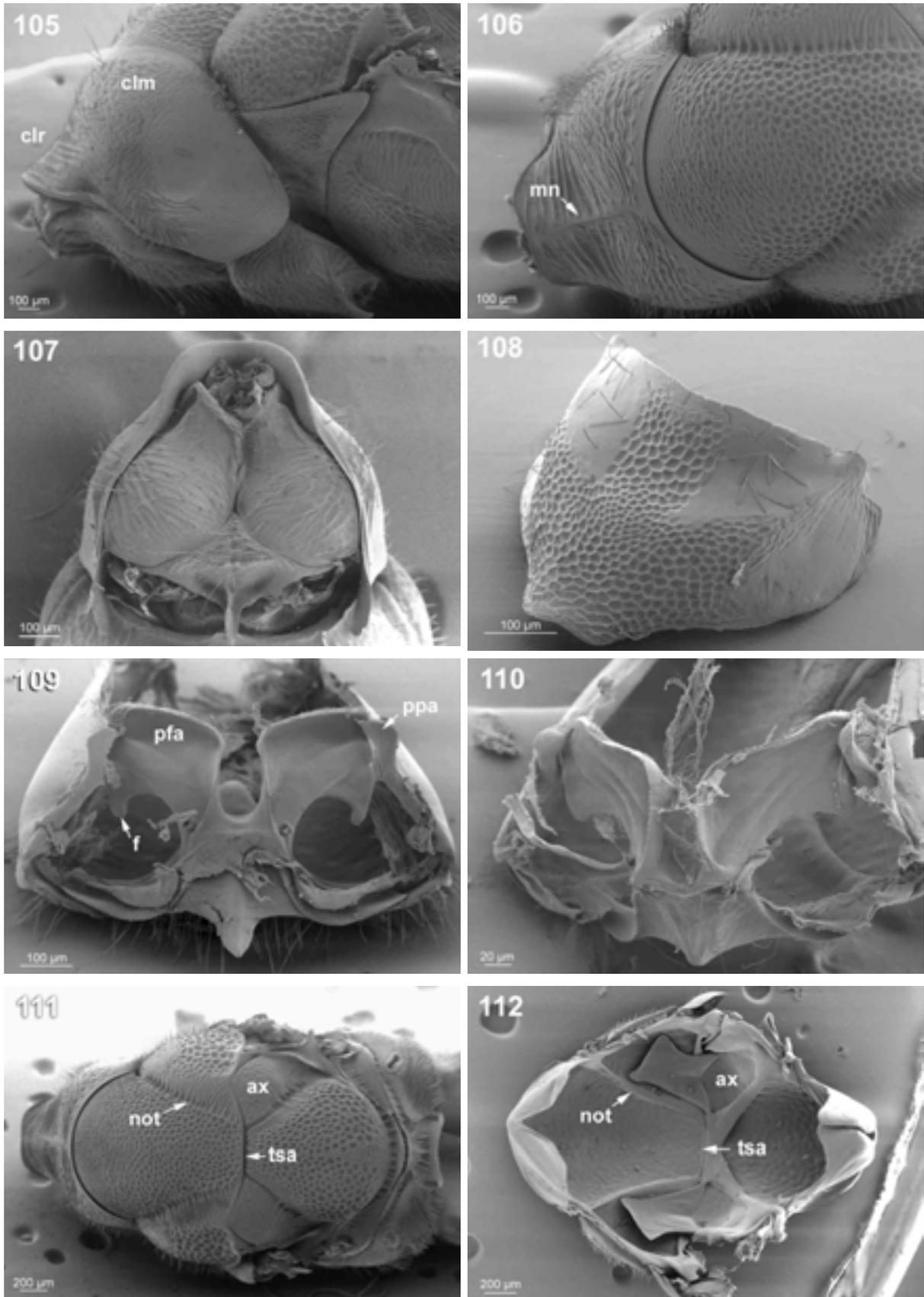
089-090 *Enoggera reticulata* - 089 Mesopectus und Metapectus caudoventral, 090 Mesosoma lateral.  
 091 *Asaphes vulgaris* - Mesopectus caudolateral. 092 *Enoggera reticulata* - Mesopectus caudal.  
 093 *Asaphes vulgaris* - Mesopectus frontolateral. 094 *Enoggera reticulata* - Mesopectus frontal.  
 095 *Asaphes vulgaris* - Mesopectus dorsal. 096 *Enoggera reticulata* - Mesopectus dorsal.

## Abb. 097-104: Pteromalidae (Asaphinae)



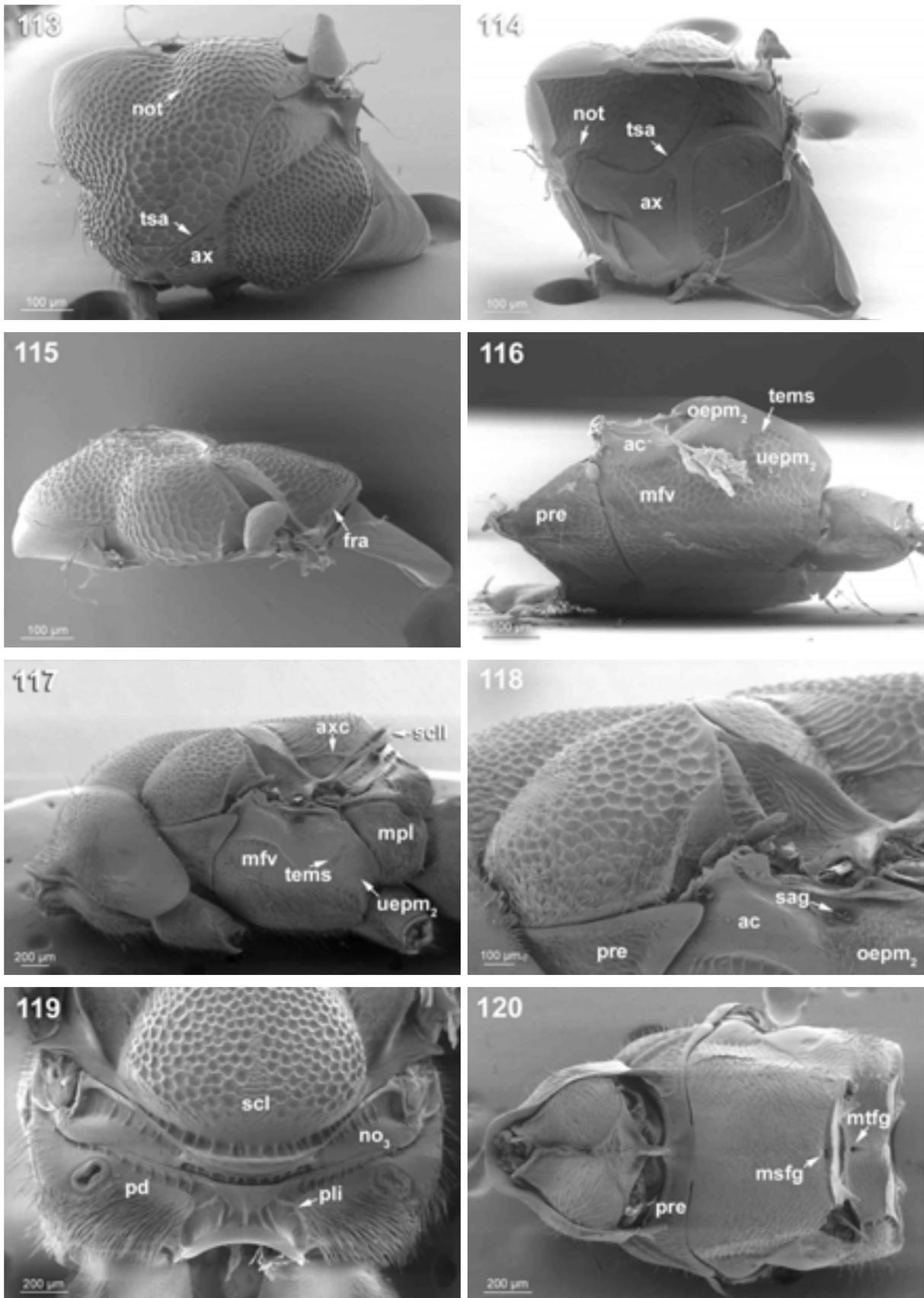
**097-098** *Enoggera reticulata* - **097** Propectus und Praepectus ventral, **098** Metapectus frontal (Detail linke Seite). **099** *Asaphes vulgaris* - Metapectus frontal. **100** *Enoggera reticulata* - Metapectus frontal. **101** *Asaphes vulgaris* - Metanotum, Propodeum, Petiolus dorsal. **102** *Enoggera reticulata* - Metanotum, Propodeum, Petiolus dorsal. **103** *Asaphes vulgaris* - Petiolus lateral. **104** *Enoggera reticulata* - Petiolus ventral.

## Abb. 105-112: Pteromalidae (Cleonyminae)



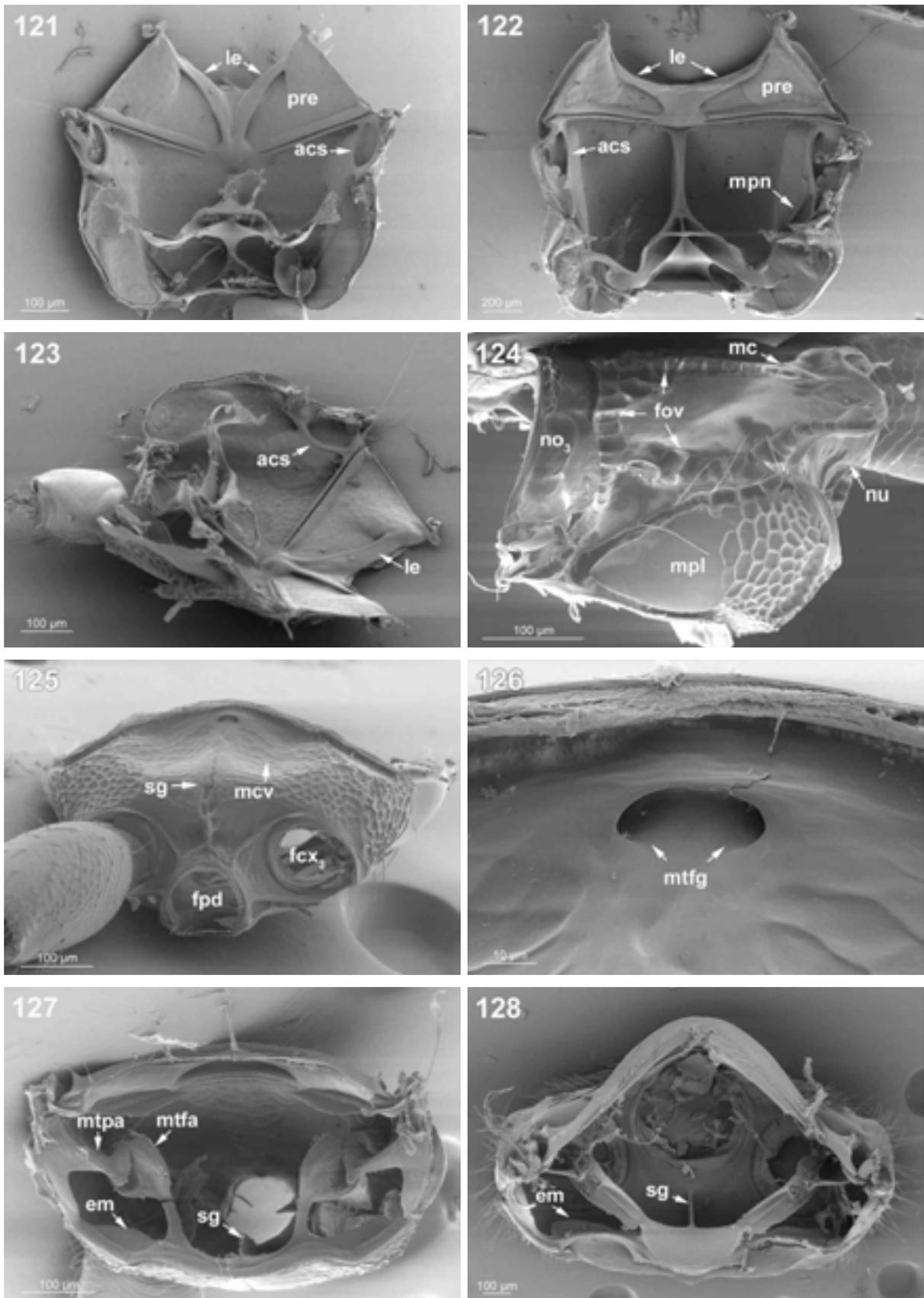
105-107 *Thaumasura* sp. - 105 Pronotum lateral, 106 Pronotum dorsal, 107 Propectus frontal.  
 108 *Notanisus* sp. - Pronotum dorsolateral. 109 *Thaumasura* sp. - Propectus caudal. 110 *Notanisus* sp. -  
 Propectus caudolateral. 111-112 *Thaumasura* sp. - 111 Mesosoma dorsal, 112 Mesonotum ventral.

Abb. 113-120: Pteromalidae (Cleonyminae)



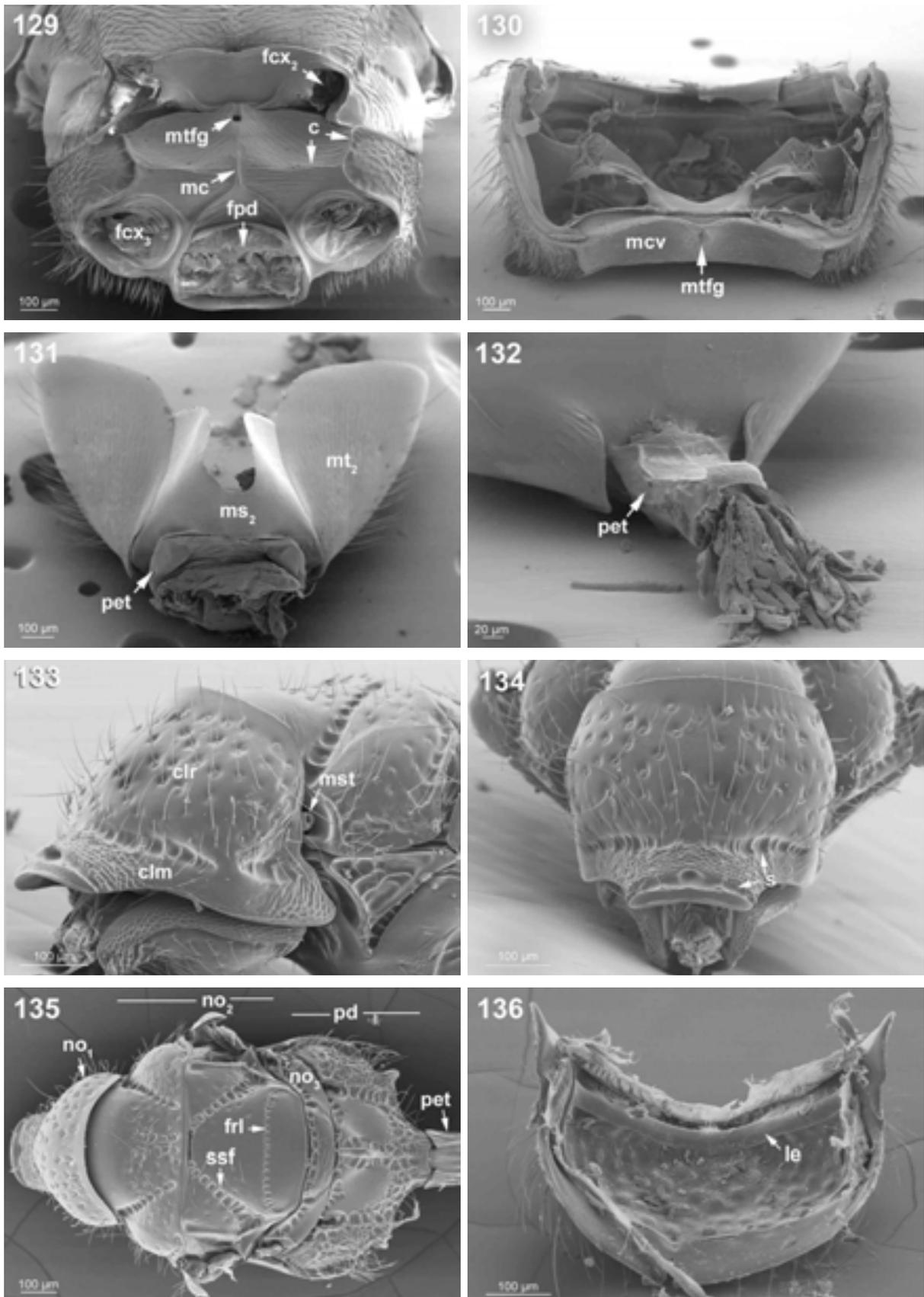
113-116 *Notanisus* sp. - 113 Mesonotum dorsal, 114 Mesonotum ventral, 115 Mesonotum lateral, 116 Mesospectus lateral. 117-120 *Thaumasurea* sp. - 117 Mesosoma lateral, 118 Mesosoma lateral (Detail), 119 Metanotum und Propodeum dorsal, 120 Mesosoma ventral.

## Abb. 121-128: Pteromalidae (Cleonyminae)



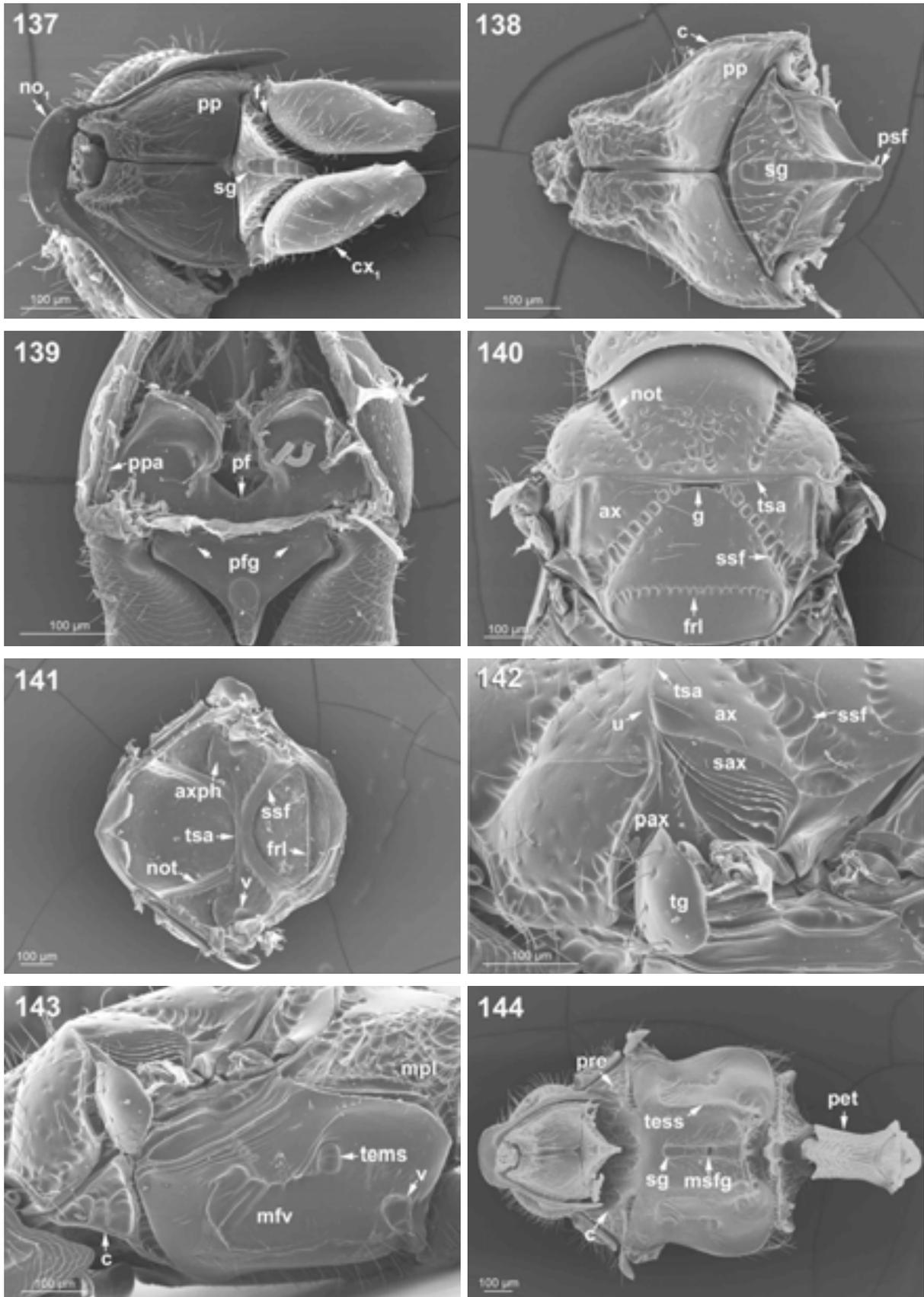
121 *Notanisus* sp. - Mesopectus dorsal. 122 *Thaumasurea* sp. - Mesopectus dorsal. 123-127 *Notanisus* sp. - 123 Mesopectus dorsolateral, 124 Metathorax und Propodeum lateral, 125 Metapectus caudal, 126 Metapectus caudal (Detail), 127 Metapectus frontal. 128 *Thaumasurea* sp. - Metapectus frontal.

## Abb. 129-136: Pteromalidae (Cleonyminae und Spalangiinae)



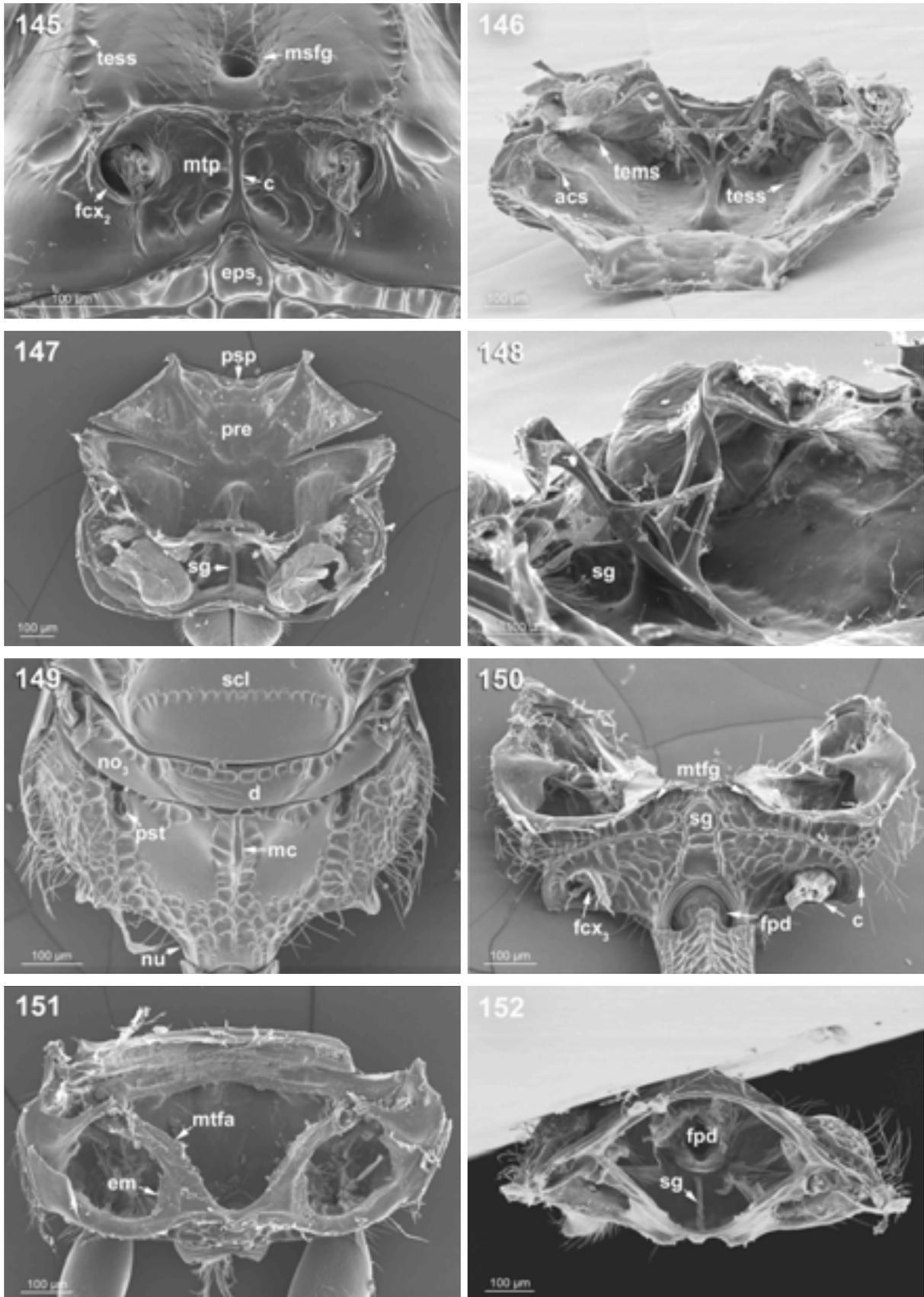
129-131 *Thaumasurea* sp. - 129 Mesosoma caudoventral (Detail), 130 Metapectus ventral, 131 Petiolus ventral. 132 *Notanisus* sp. - Petiolus frontolateral. 133-136 *Spalangia nigripes* - 133 Propectus lateral, 134 Propectus dorsal, 135 Mesosoma dorsal, 136 Pronotum ventral.

## Abb. 137-144: Pteromalidae (Spalangiinae)



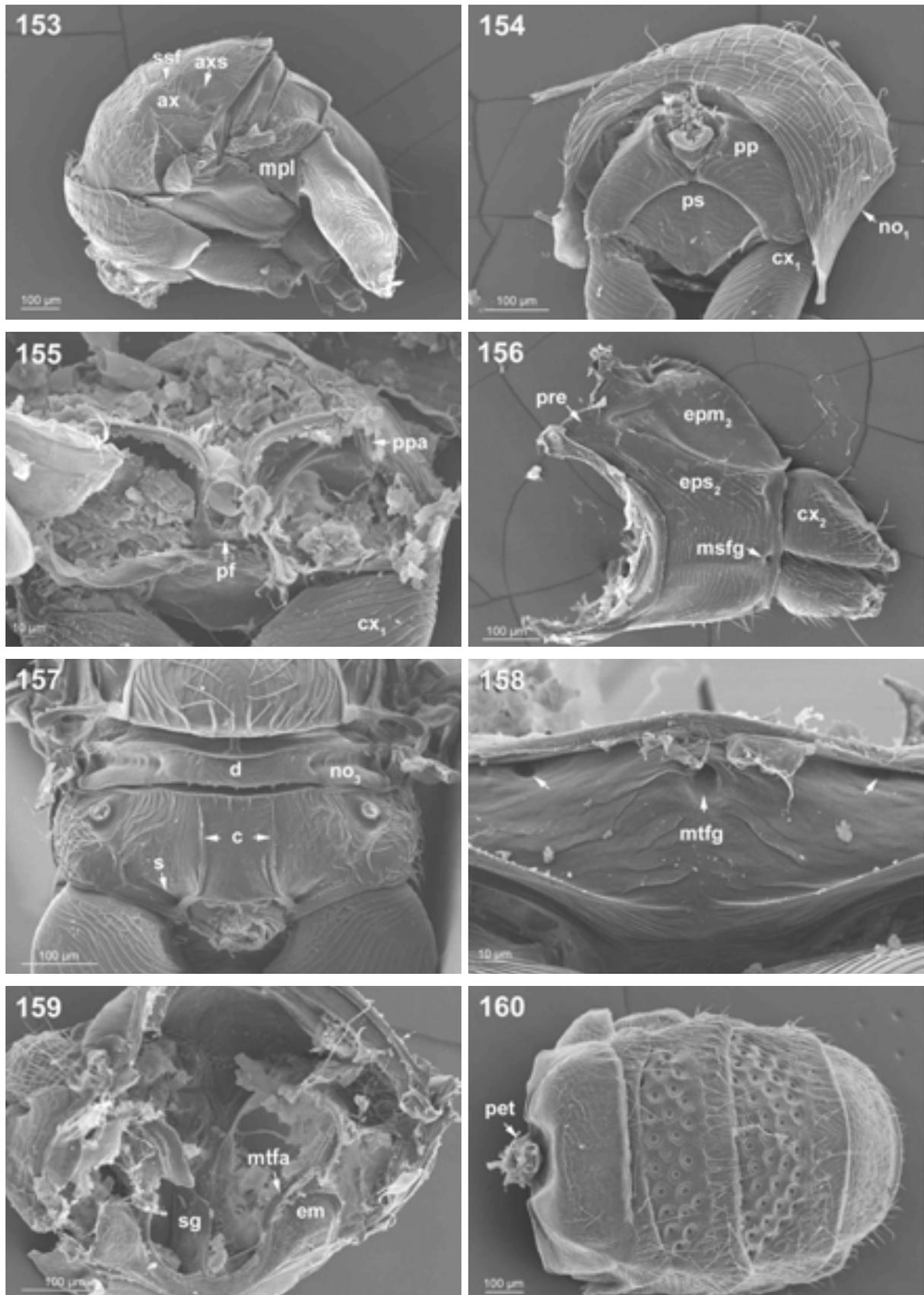
137-144 *Spalangia nigripes* - 137 Prothorax frontal, 138 Propectus frontal, 139 Propectus caudal, 140 Mesonotum dorsal, 141 Mesonotum ventral, 142 Mesonotum lateral (Detail linke Seite), 143 Mesosoma lateral (Detail linke Seite), 144 Mesosoma ventral.

Abb. 145-152: Pteromalidae (Spalangiinae)



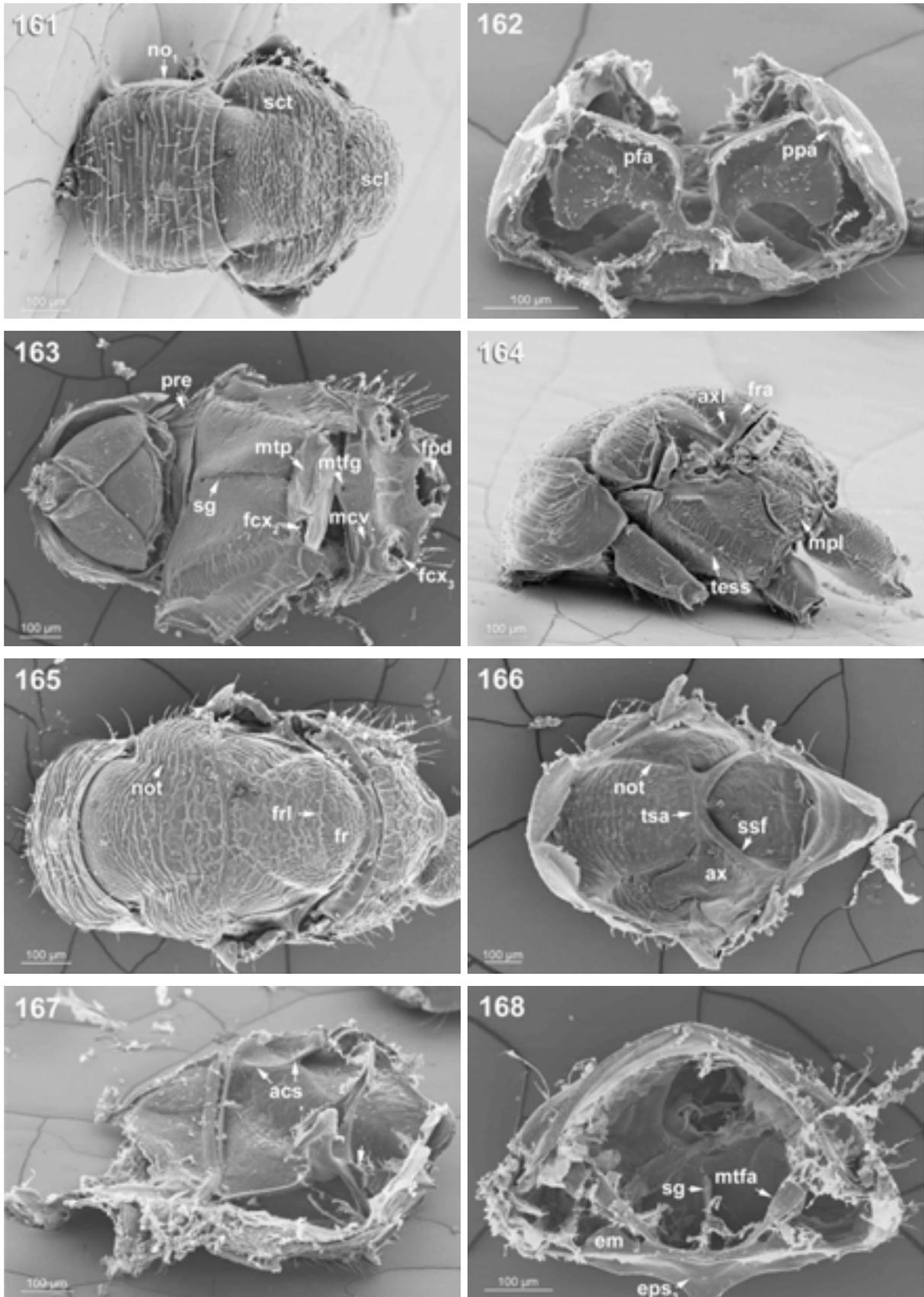
145-152 *Spalangia nigripes* - 145 Mesopectus und Metapectus ventral, 146 Mesopectus frontal, 147 Mesopectus dorsal, 148 Mesopectus frontolateral, 149 Metanotum und Propodeum dorsal, 150 Metapectus caudal, 151 Metapectus frontal, 152 Metapectus dorsal.

Abb. 153-160: Ormyridae



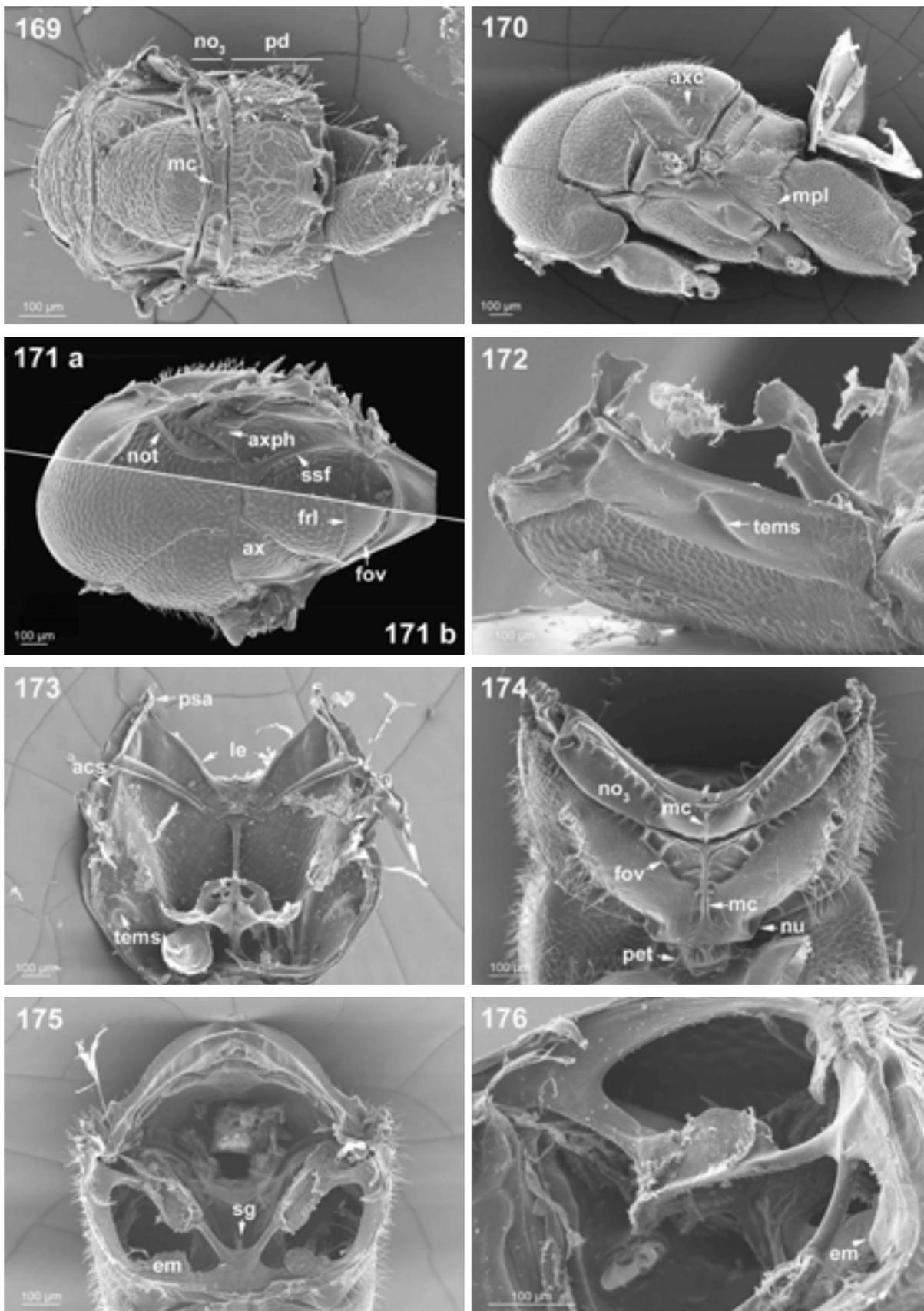
153-160 *Ormyrus* sp. - 153 Mesosoma lateral, 154 Prothorax frontal, 155 Propectus caudal, 156 Mesopectus ventrolateral, 157 Metanotum und Propodeum dorsal, 158 Metapectus ventral (medianer Ausschnitt), 159 Metapectus frontolateral, 160 Metasoma dorsal.

Abb. 161-168: Torymidae (Megastigminae)



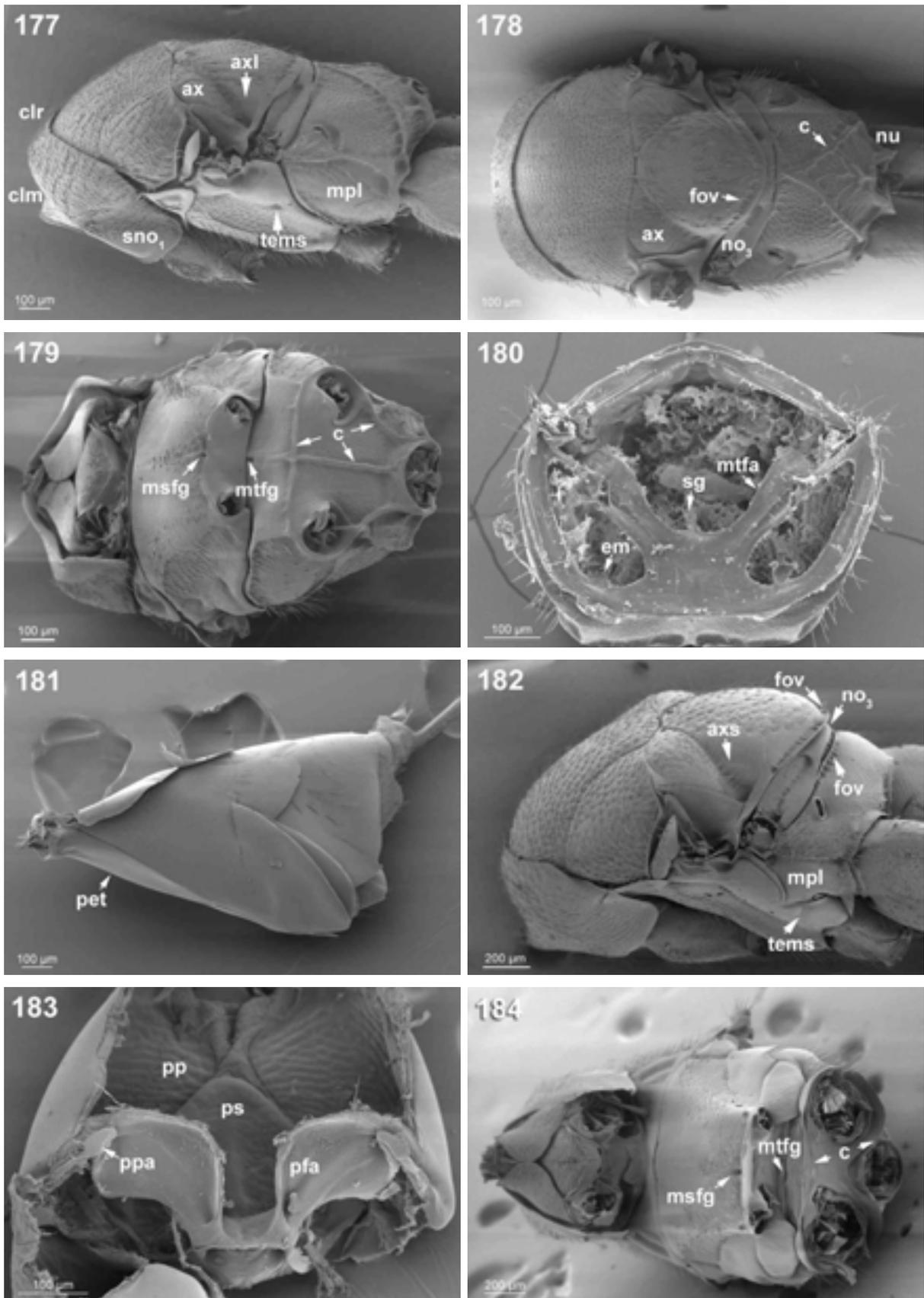
161-168 *Megastigmus dorsalis* - 161 Pronotum dorsal, 162 Propectus ventral, 163 Mesosoma ventral, 164 Mesosoma lateral, 165 Mesosoma dorsal, 166 Mesonotum ventral, 167 Mesopectus lateral, 168 Metapectus frontal.

Abb. 169-176 Torymidae (Megastigminae und Toryminae)



169 *Megastigmus dorsalis* - Mesosoma caudal. 170-176 *Monodontomerus* sp. - 170 Mesosoma lateral, 171a Mesonotum ventral (rechte Seite), 171b Mesonotum dorsal (rechte Seite), 172 Mesopectus lateral, 173 Mesopectus dorsal, 174 Metanotum und Propodeum dorsal, 175 Metapectus frontal, 176 Metapectus frontolateral.

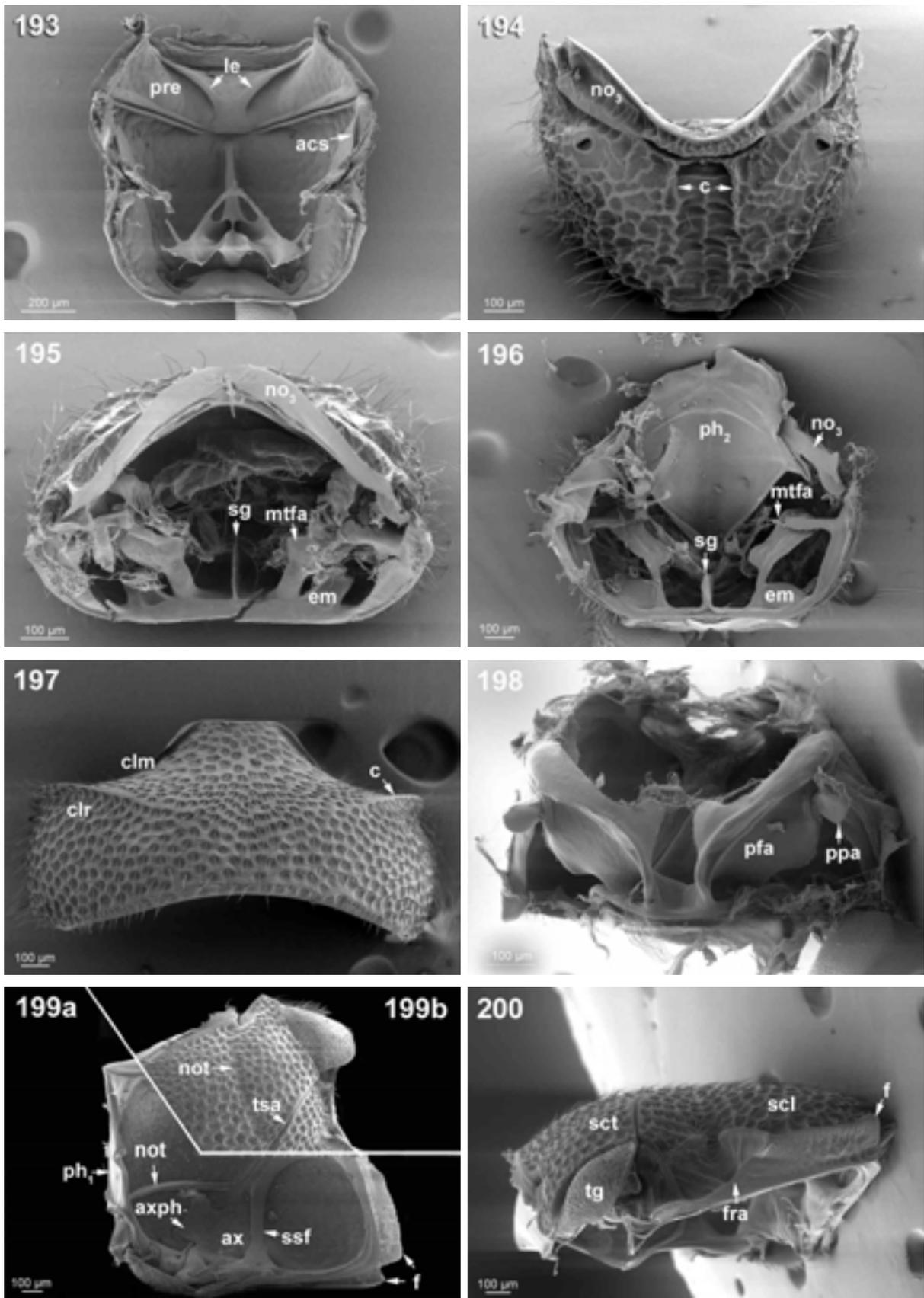
Abb. 177-184: Torymidae (Toryminae)



177-181 *Podagrion* sp. - 177 Mesosoma lateral, 178 Mesosoma dorsal, 179 Mesosoma caudoventral, 180 Metapectus frontal, 181 Petiolus und Metasoma lateral. 182-184 *Torymus bedeguaris* - 182 Mesosoma lateral, 183 Propectus caudal, 184 Mesosoma caudoventral.

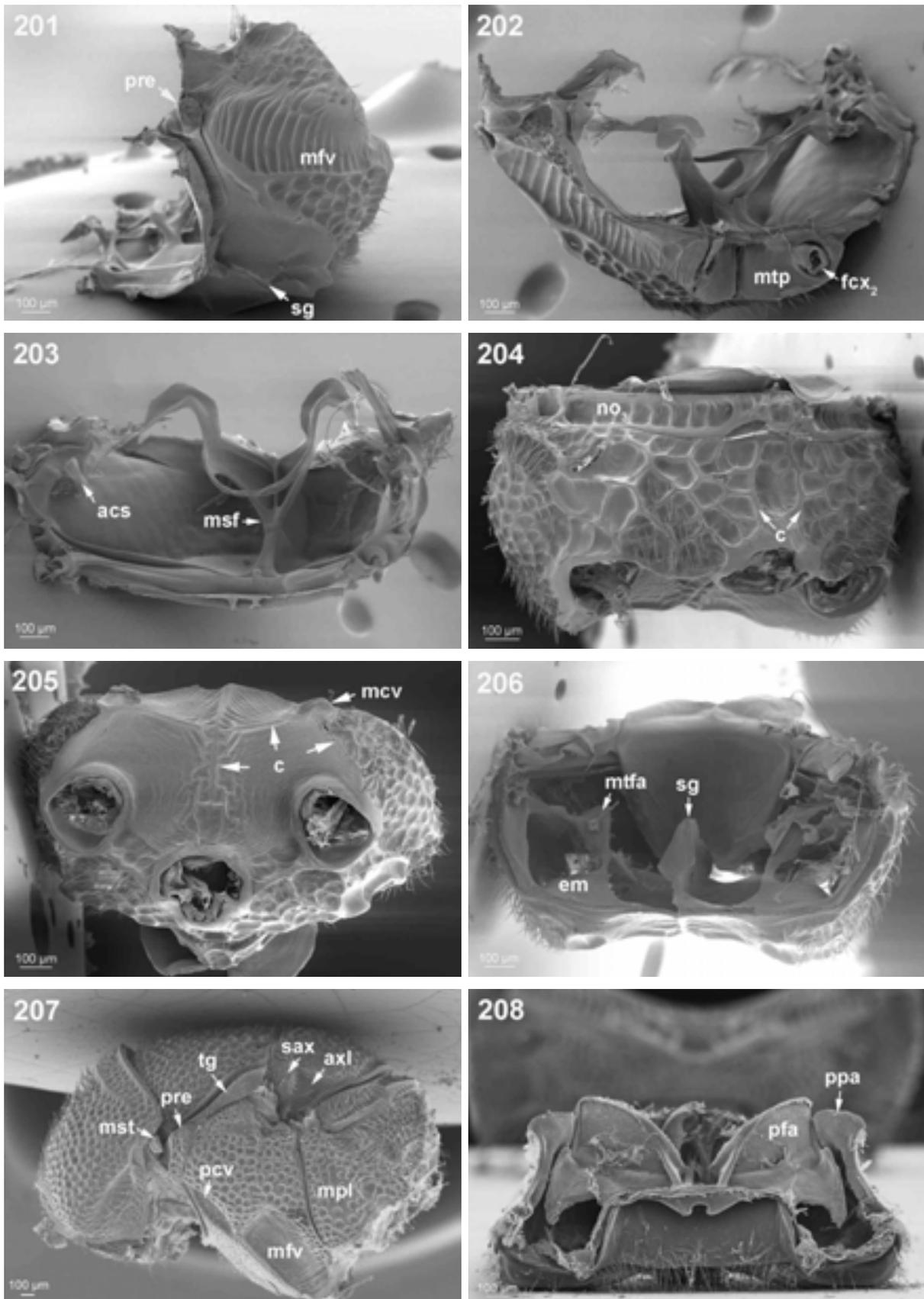


## Abb. 193-200: Eurytomidae und Chalcididae



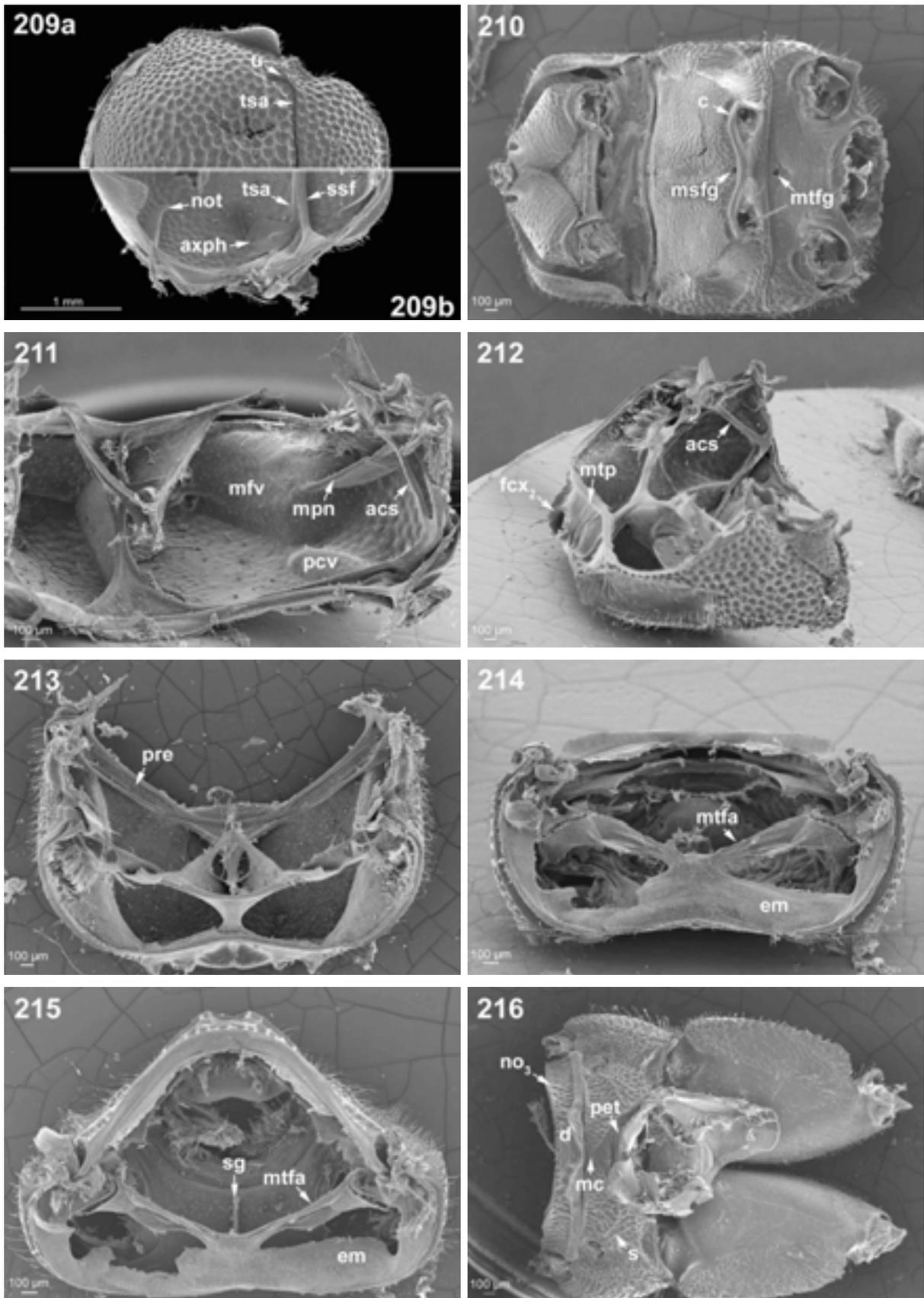
193-195 *Tetramesa* sp. - 193 Mesopectus dorsal, 194 Metanotum und Propodeum dorsal, 195 Metapectus frontal. 196 *Eurytoma* sp. - Metapectus frontal. 197-200 *Antrocephalus* sp. - 197 Pronotum dorsal, 198 Propectus caudal, 199a Mesonotum ventral, 199b Mesonotum dorsal, 200 Mesonotum lateral.

Abb. 201-208: Chalcididae und Leucospidae



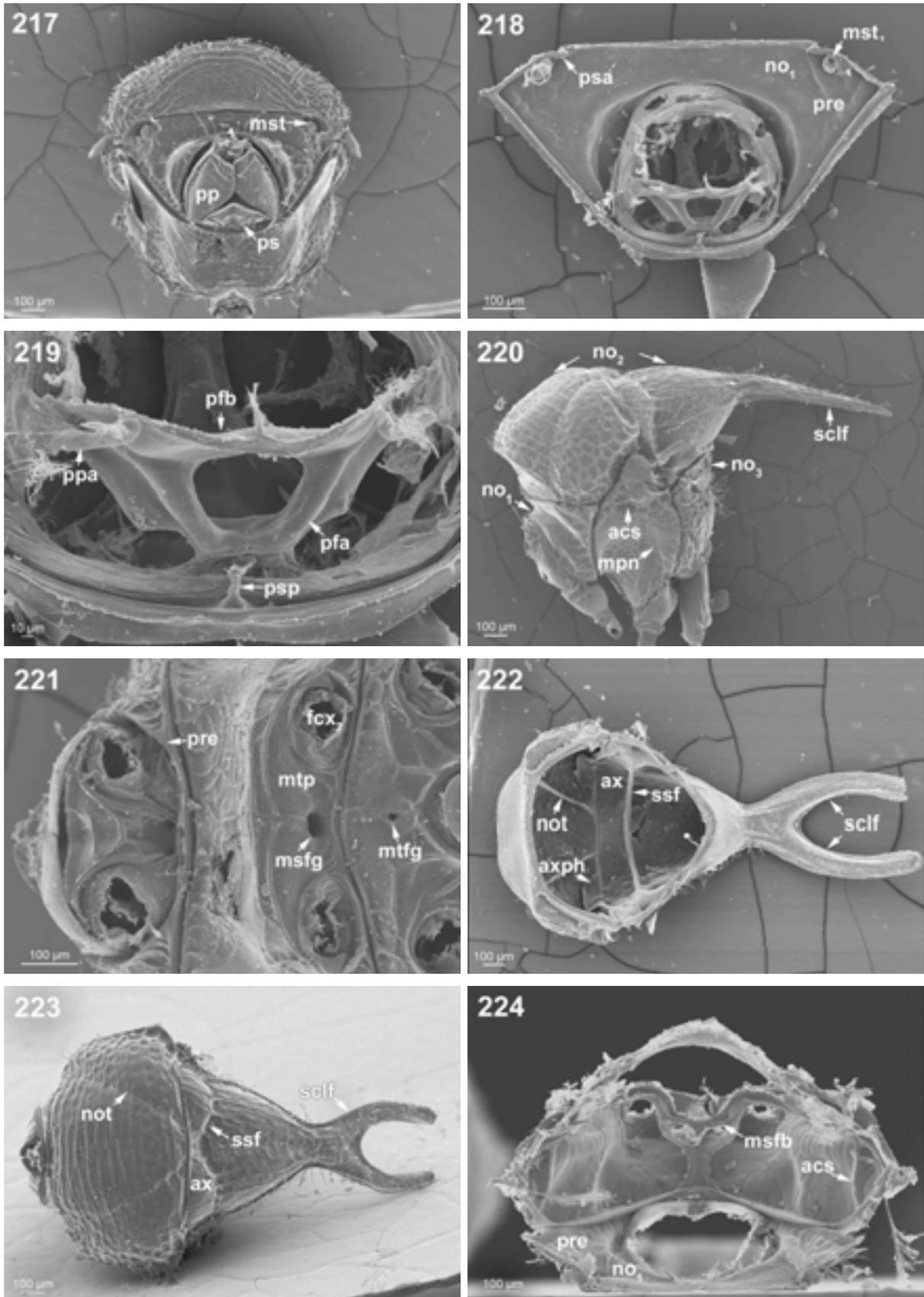
201-206 *Antrocephalus* sp. - 201 Mesopectus ventrolateral, 202 Mesopectus caudolateral, 203 Mesopectus frontolateral, 204 Metanotum und Propodeum dorsolateral, 205 Metapectus caudal, 206 Metapectus frontal. 207-208 *Leucospis* sp. - Mesosoma lateral, 208 Propectus ventral.

Abb. 209-216: Leucospidae



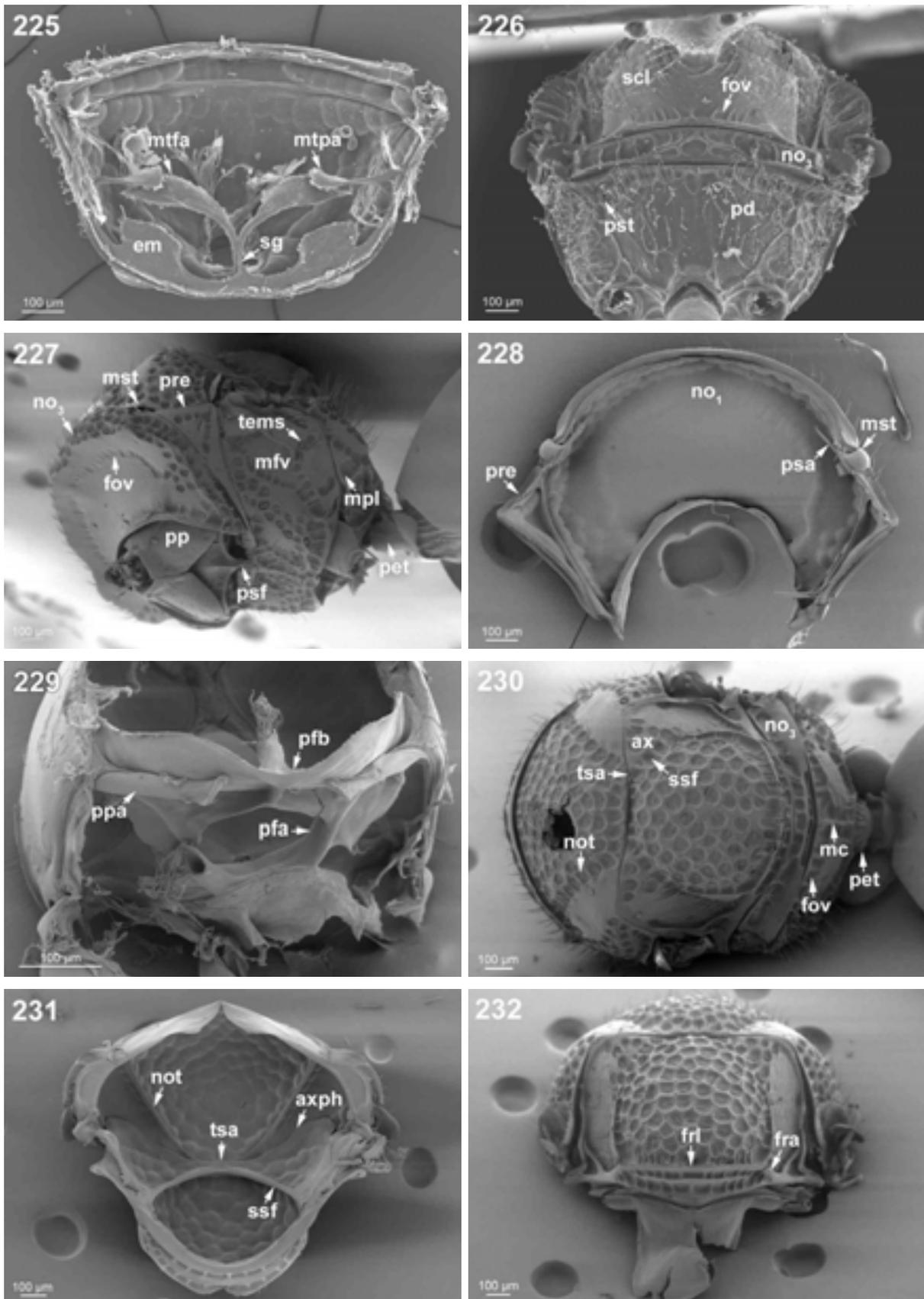
**209-216 *Leucospis* sp.** - **209a** Mesonotum dorsal, **209b** Mesonotum ventral, **210** Mesosoma ventral, **211** Mesopectus frontolateral, **212** Mesopectus dorsolateral, **213** Mesopectus dorsal, **214** Metapectus ventral, **215** Metapectus frontal, **216** Metanotum und Propodeum dorsal.

## Abb. 217-224: Eucharitidae



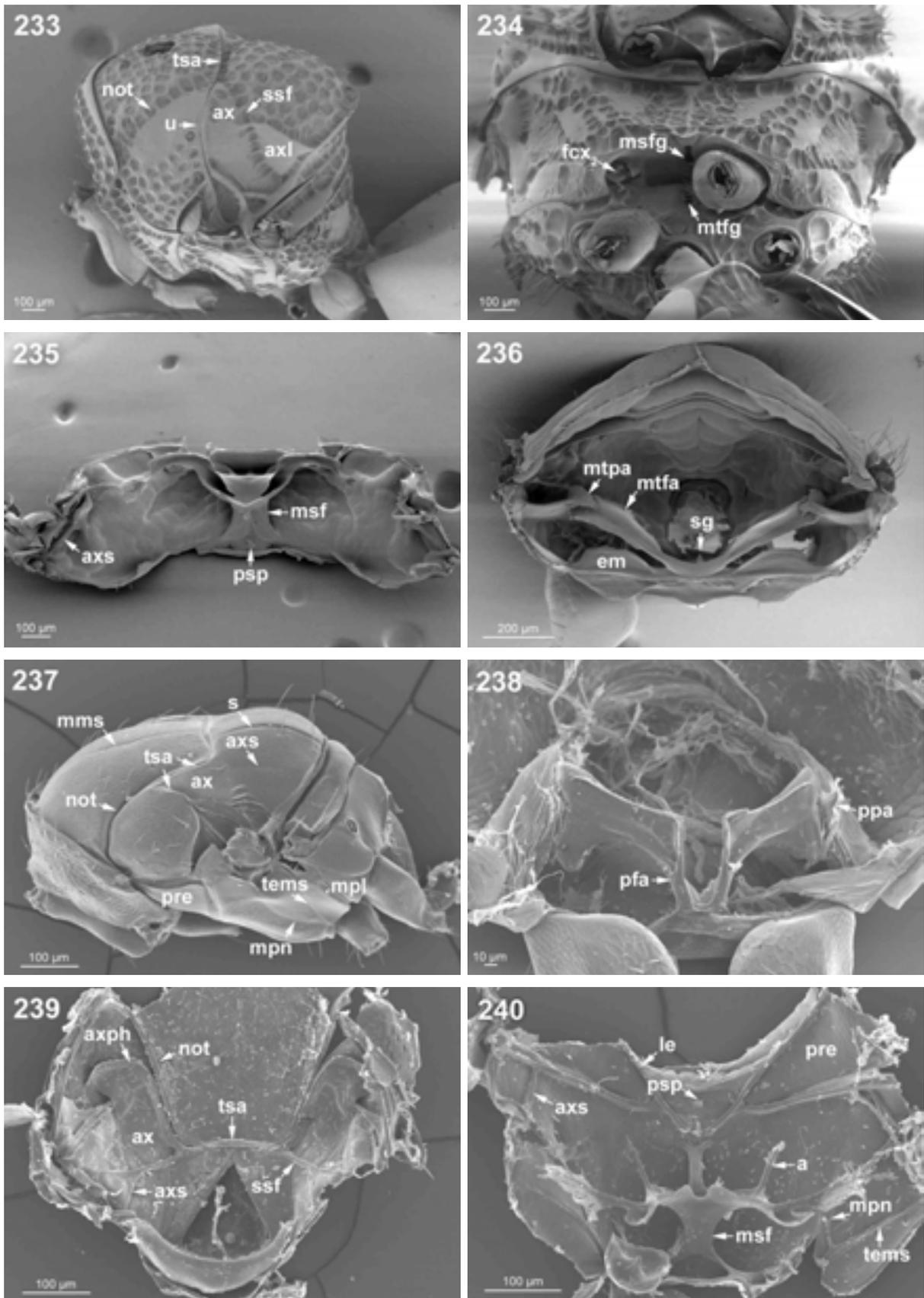
217-224 *Schizaspidia nasua* - 217 Mesosoma frontal, 218 Propectus caudal, 219 Propectus caudal (Detail), 220 Mesosoma lateral, 221 Mesosoma ventral, 222 Mesonotum ventral, 223 Mesonotum dorsal, 224 Mesopectus dorsal.

## Abb. 225-232: Eucharitidae und Perilampidae



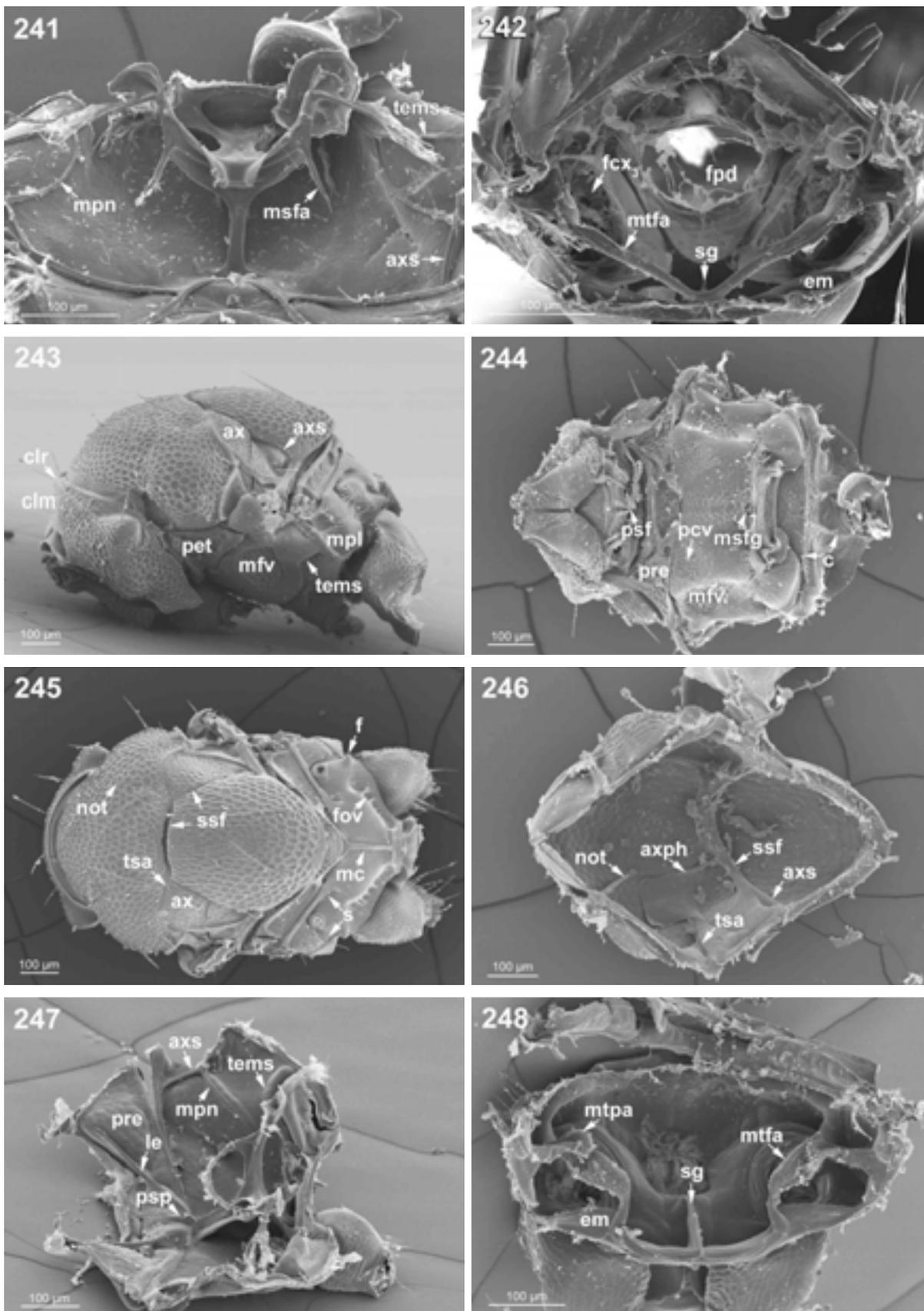
225-226 *Schizaspidia nasua* - 225 Metapectus frontal, 226 Mesosoma caudal. 227-232 *Perilampus sp.* - 227 Mesosoma ventrolateral, 228 Pronotum caudal, 229 Propectus caudal, 230 Mesosoma dorsal, 231 Mesonotum ventral, 232 Mesonotum caudal.

Abb. 233-240: Perilampidae und Eulophidae (Tetrastichinae)



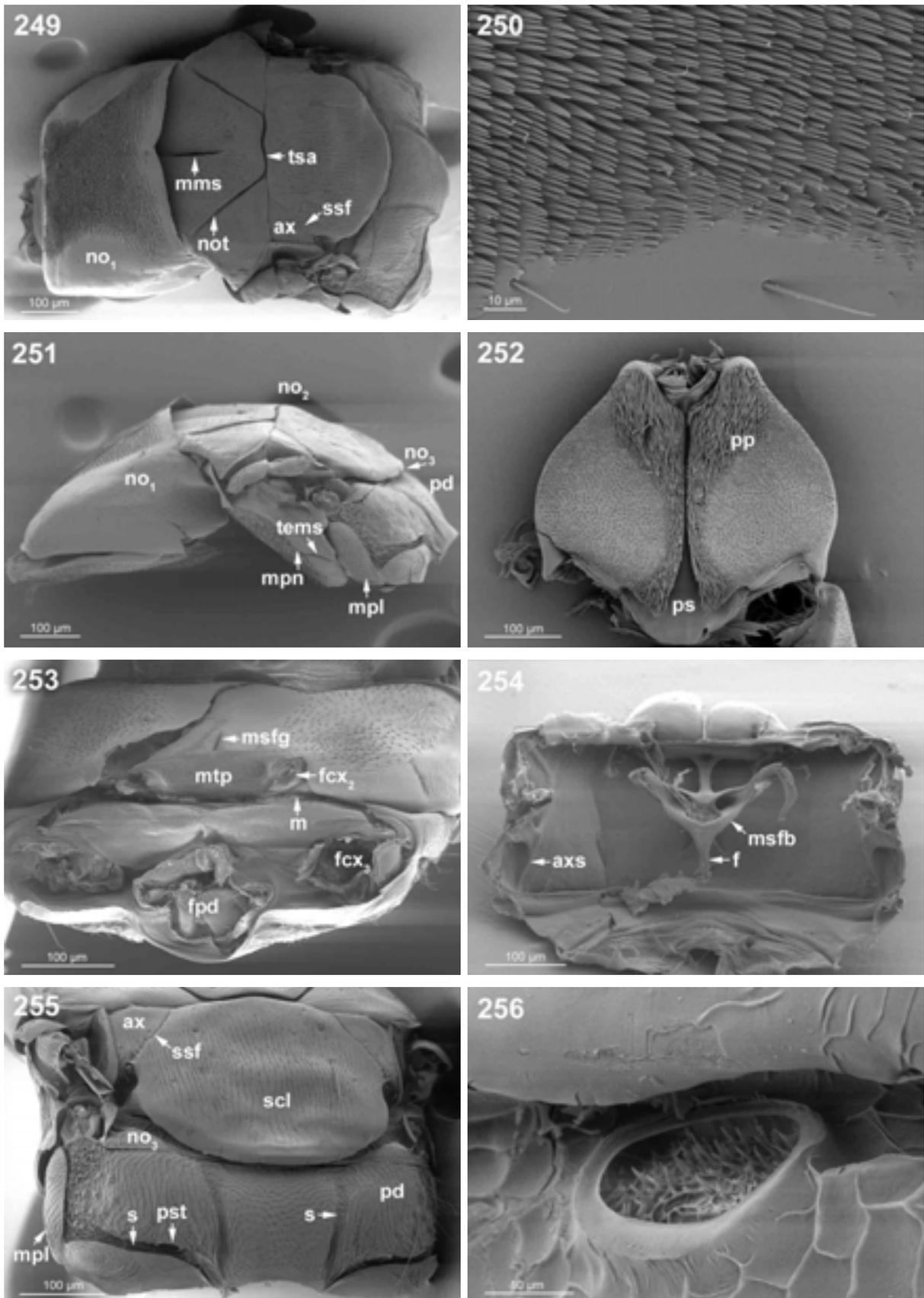
233-236 *Perilampus* sp. - 233 Mesosoma dorsolateral, 234 Mesosoma ventral, 235 Mesopectus frontal, 236 Metapectus frontal. 237-240 *Aprostocetus* sp. - 237 Mesosoma lateral, 238 Propectus caudal, 239 Mesonotum ventral, 240 Mesopectus dorsal.

Abb. 241-248: Eulophidae (Tetrastichinae und Entedoninae)



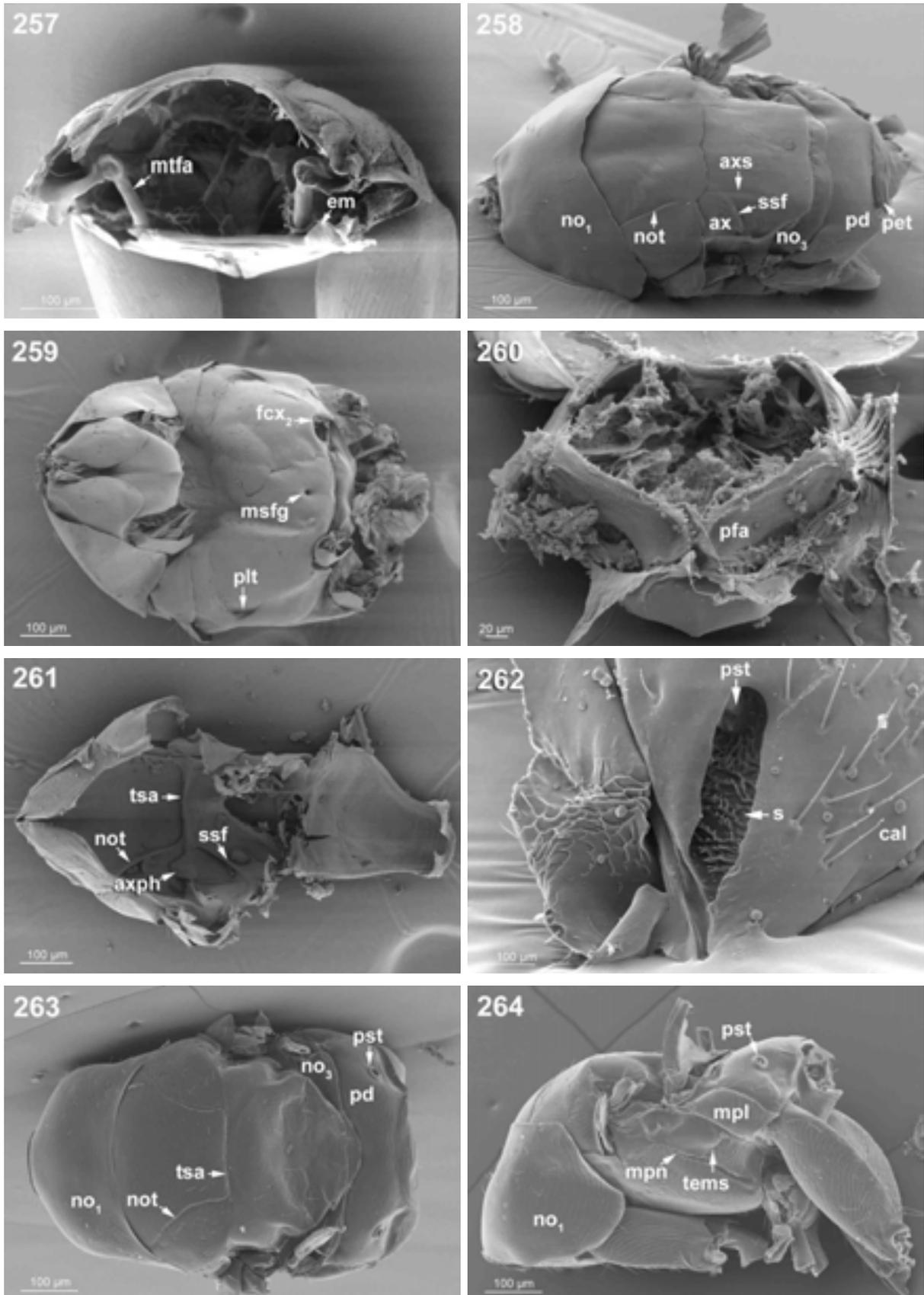
241-242 *Aprostocetus* sp. - 241 Mesopectus frontal, 242 Metapectus frontal. 243-248 *Entedon ergias* - 243 Mesosoma lateral, 244 Mesosoma ventral, 245 Mesosoma dorsal, 246 Mesonotum ventrolateral, 247 Mesopectus dorsolateral, 248 Metapectus frontal.

## Abb. 249-256: Agaonidae (Otitesellinae)



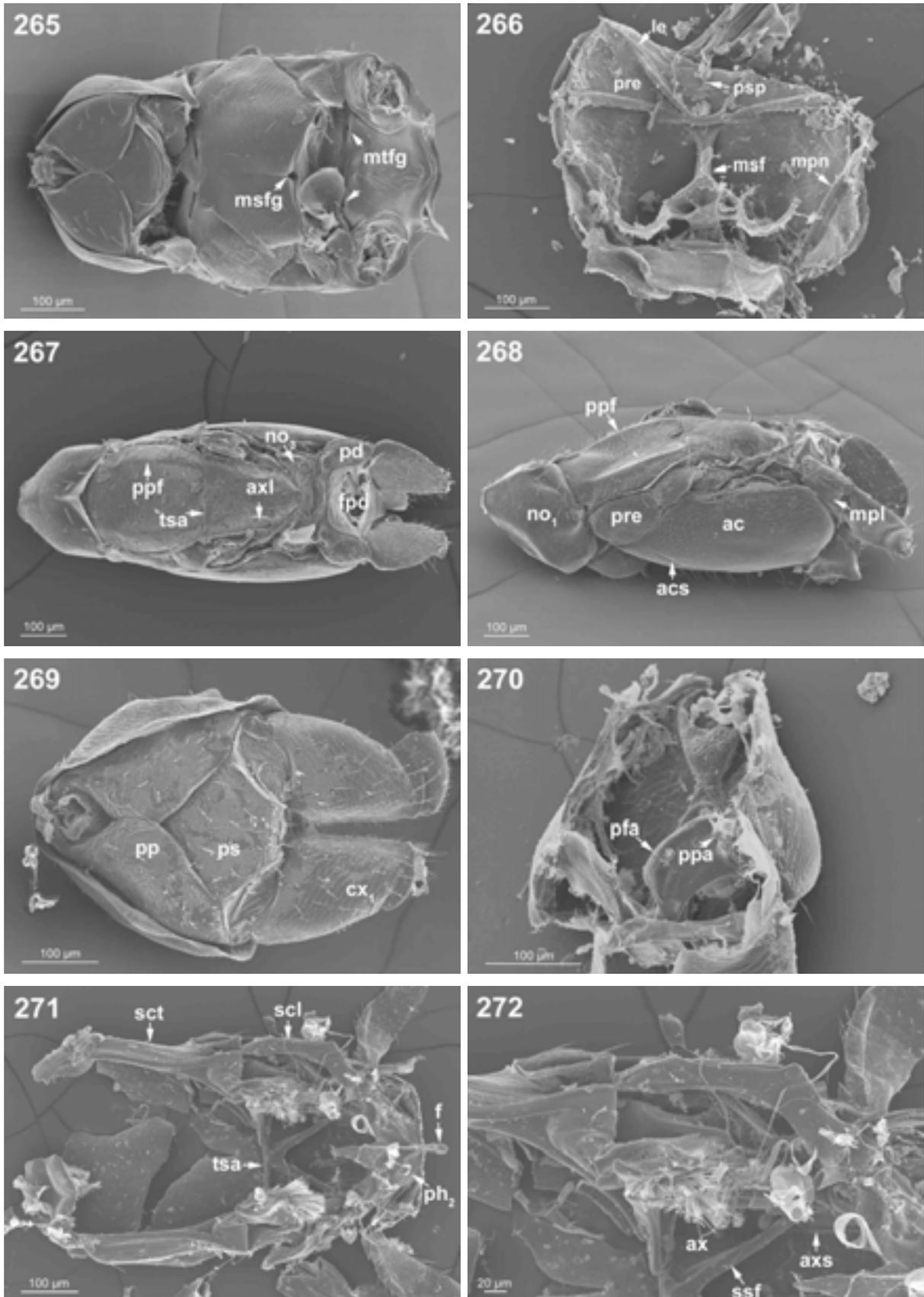
249-256 *Eujacobsonia mirabilis* - 249 Mesosoma dorsal, 250 Pronotum dorsal (Detail), 251 Mesosoma lateral, 252 Propectus frontal, 253 Mesosoma ventral (caudaler Abschnitt), 254 Mesopectus dorsal, 255 Mesosoma dorsal (caudaler Abschnitt), 256 Propodeales Stigma dorsal.

Abb. 257-264: Agaonidae (Otitesellinae, Agaoninae und Sycoryctinae)



257 *Eujacobsonia mirabilis* - Metapectus frontal. 258-262 *Blastophaga psenes* - 258 Mesosoma dorsal, 259 Mesosoma ventral, 260 Propectus caudal, 261 Mesonotum ventral, 262 Propodeum lateral (cranialer Abschnitt). 263-264 *Philotrypesis caricae* - 263 Mesosoma dorsal, 264 Mesosoma lateral.

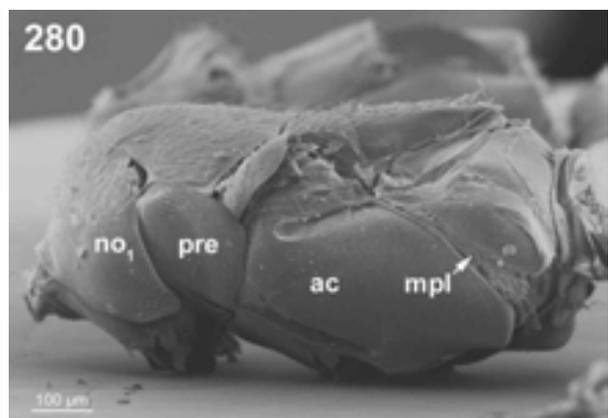
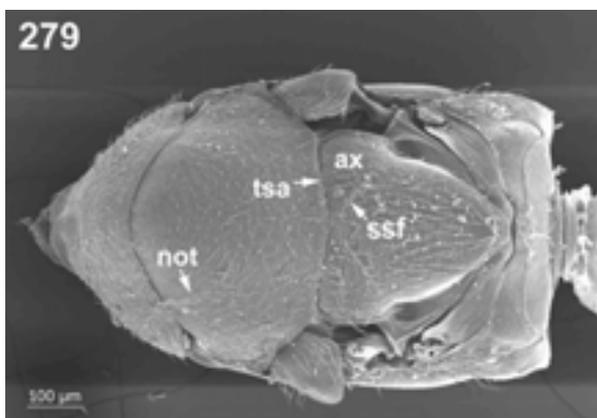
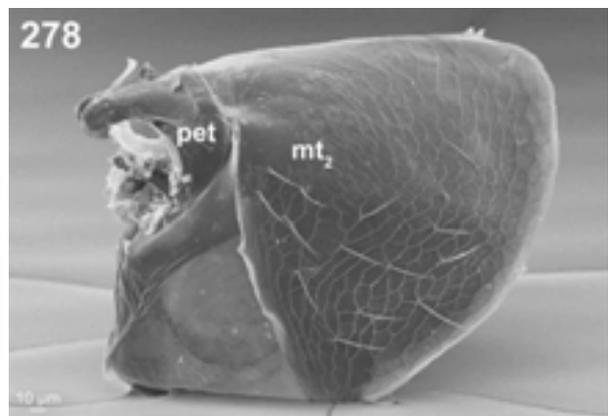
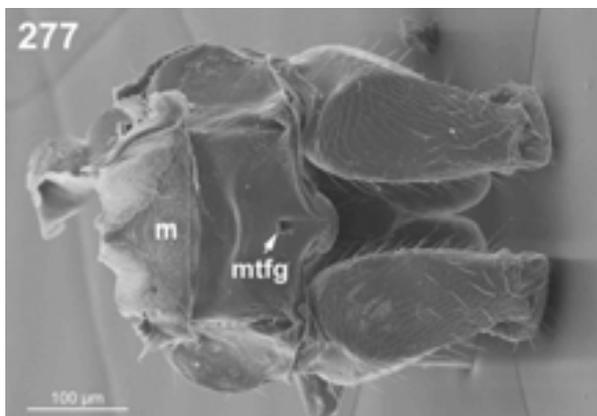
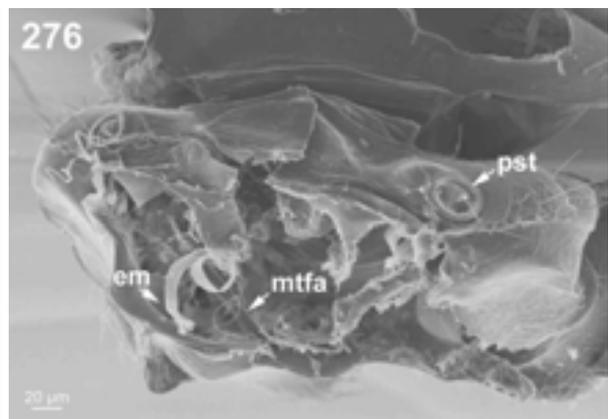
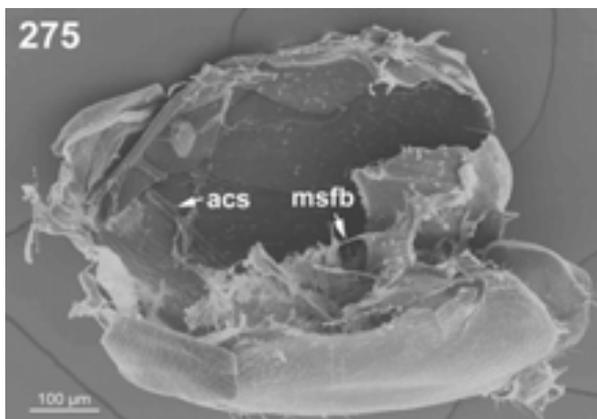
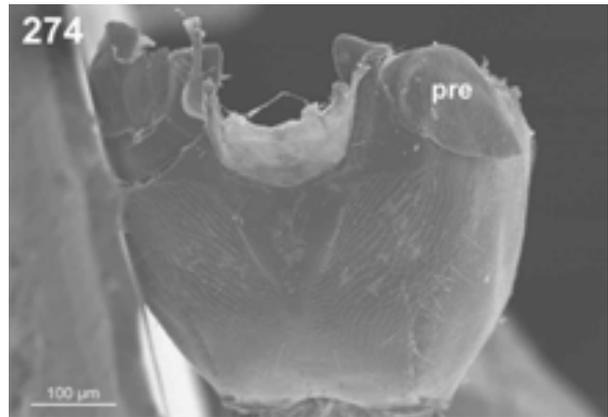
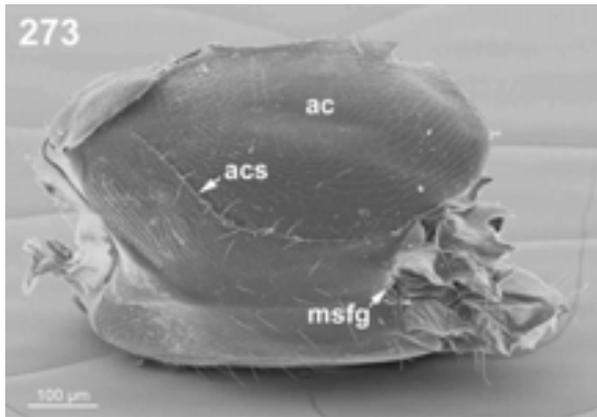
Abb. 265-272: Agaonidae (Sycoryctinae) und Eupelmidae



265-266 *Philotrypesis caricae* - 265 Mesosoma ventral, 266 Mesopectus dorsal.

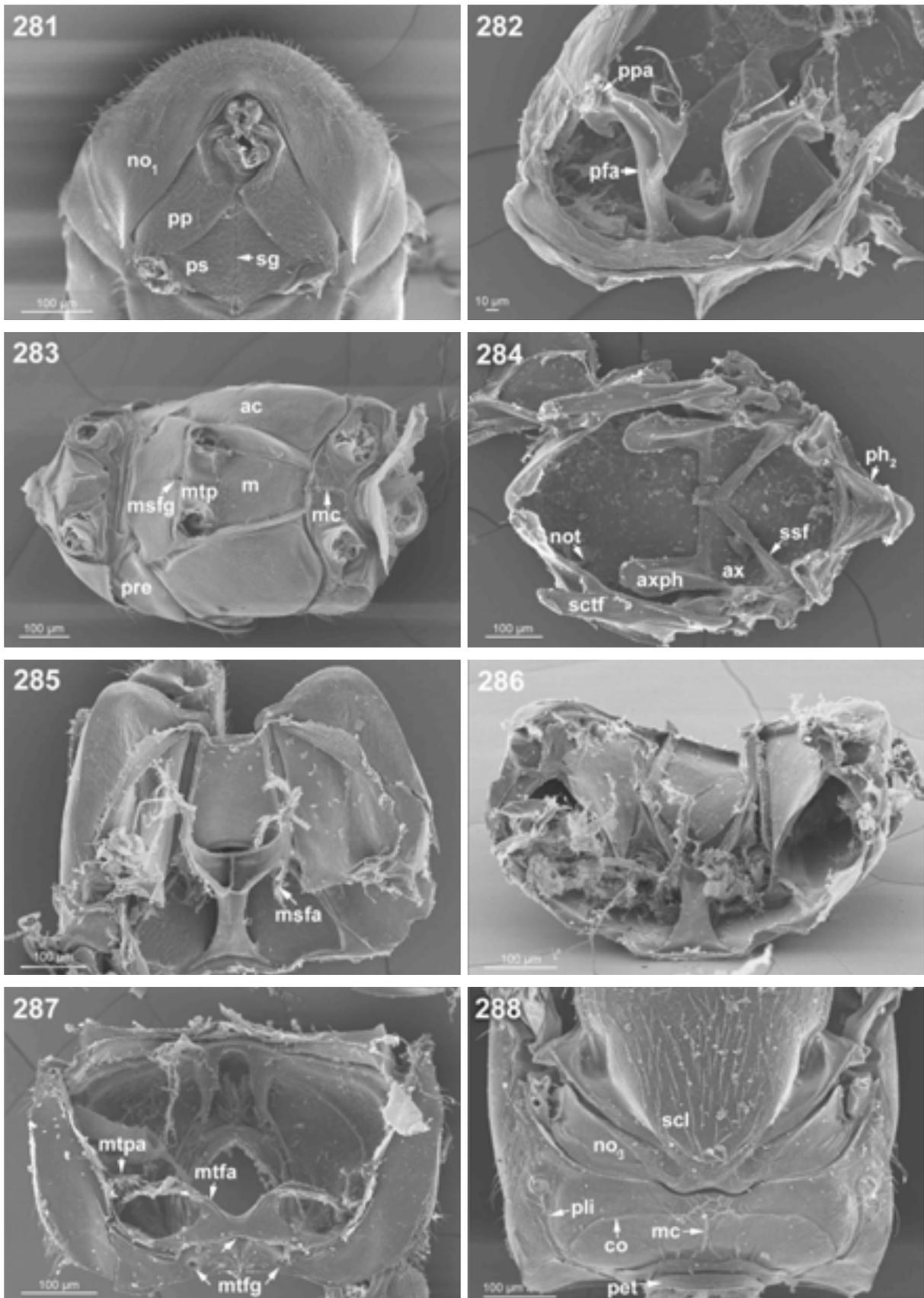
267-272 *Eupelmus atropurpureus* - 267 Mesosoma dorsal, 268 Mesosoma lateral, 269 Propectus frontal, 270 Propectus caudolateral, 271 Mesonotum ventral, 272 Mesonotum ventral (Detail).

## Abb. 273-280: Eupelmidae und Encyrtidae



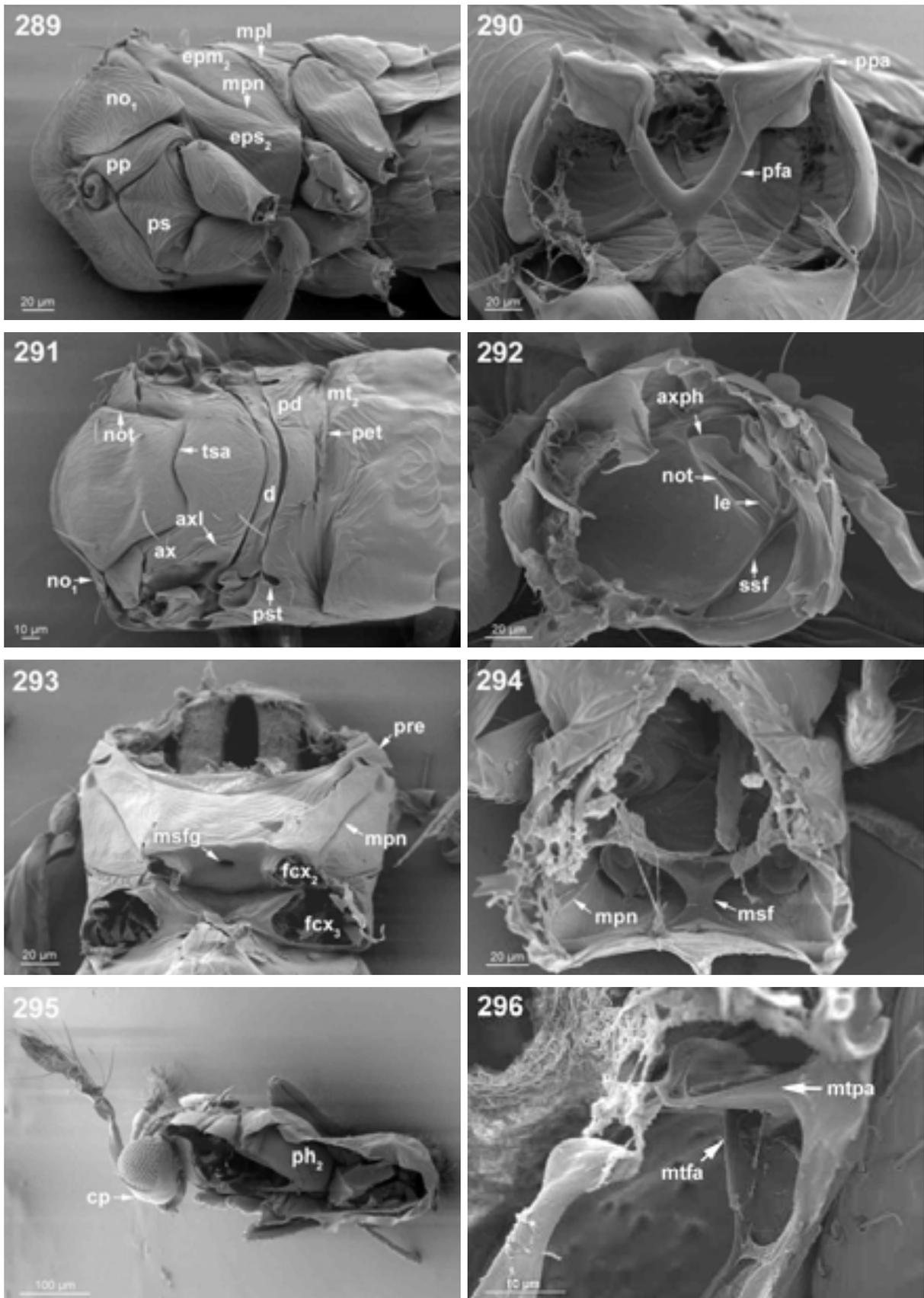
273-278 *Eupelmus atropurpureus* - 273 Mesopectus ventrolateral, 274 Mesopectus ventral, 275 Mesopectus dorsolateral, 276 Metapectus dorsal, 277 Metapectus ventral, 278 Petiolus und 2. Metasomalsegment lateral.  
 279-280 *Leptomastiidea* sp. - 279 Mesosoma dorsal, 280 Mesosoma lateral.

## Abb. 281-288: Encyrtidae



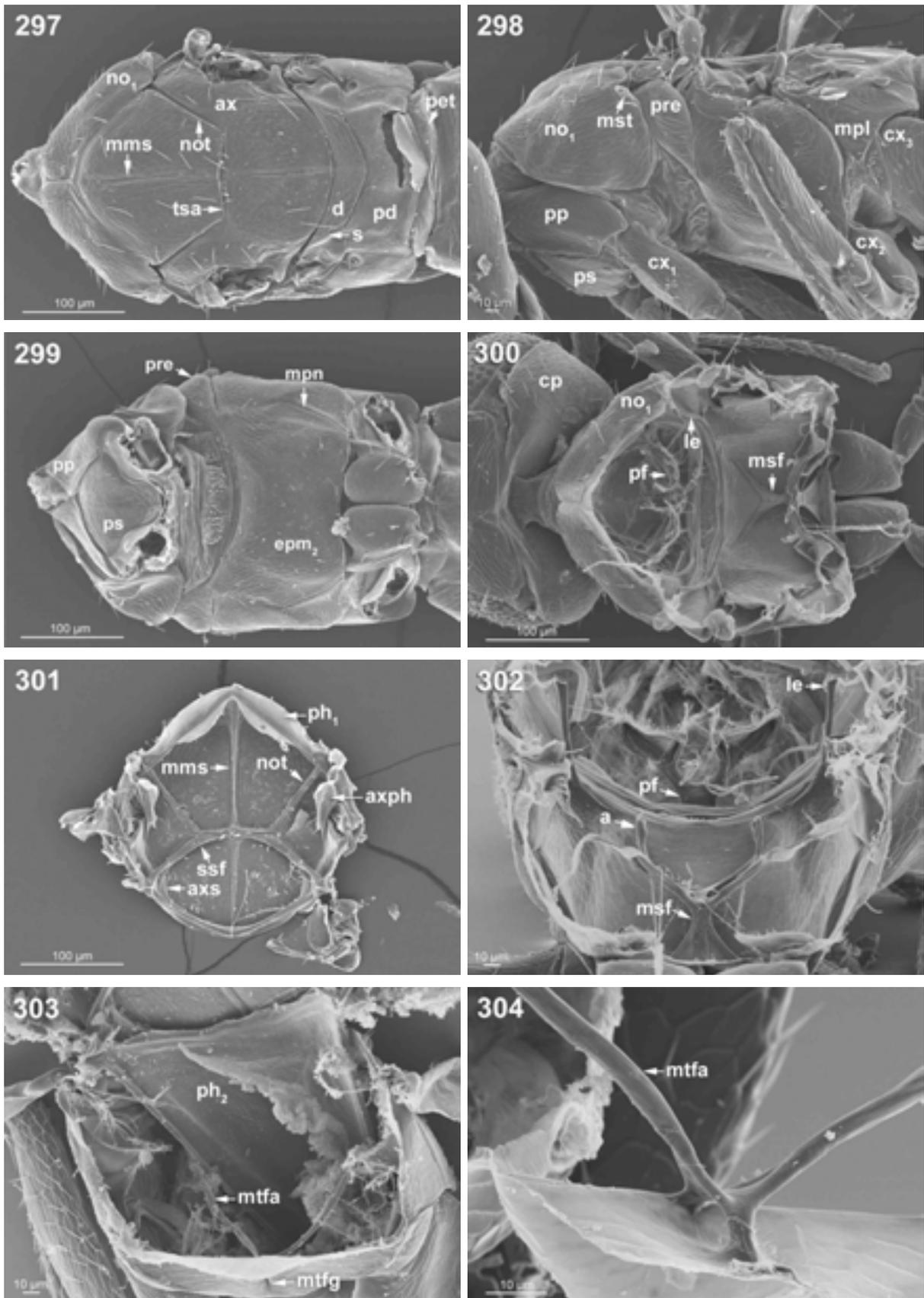
281-288 *Leptomastidea* sp. - 281 Prothorax frontal, 282 Propectus caudal, 283 Mesosoma ventral, 284 Mesonotum ventral, 285 Mesopectus dorsal, 286 Mesopectus frontal, 287 Metapectus frontal, 288 Mesosoma dorsal (cranialer Abschnitt).

## Abb. 289-296: Trichogrammatidae



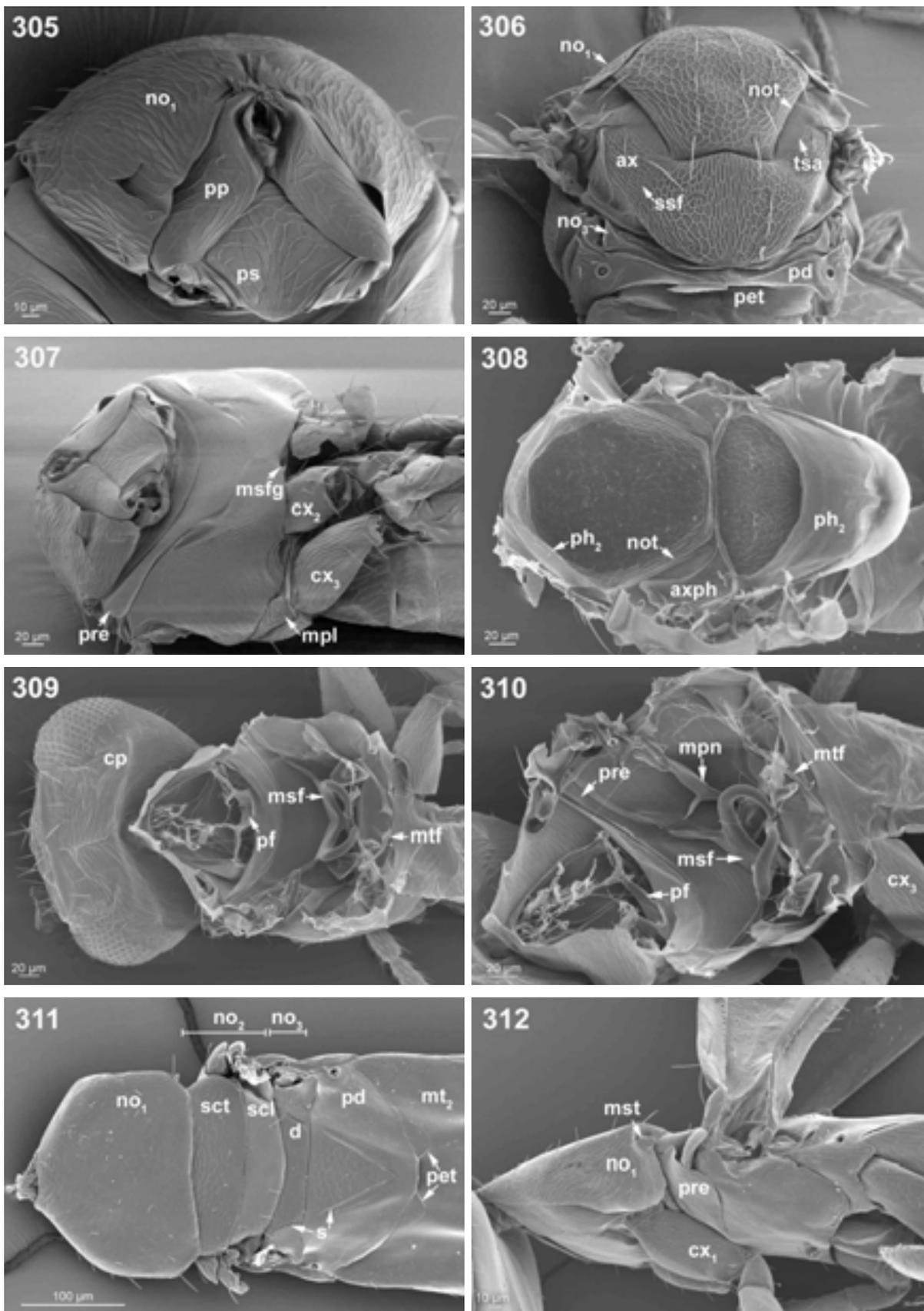
289-296 *Trichogramma evanescens* - 289 Mesosoma ventrolateral, 290 Propectus caudal, 291 Mesosoma dorsal, 292 Mesonotum ventral, 293 Mesosoma ventral (Propectus entfernt), 294 Mesopectus dorsal, 295 Habitus lateral (Sagittalschnitt), 296 Metapectus frontal (Detail linke Seite).

Abb. 297-304: Aphelinidae (Aphelininae)



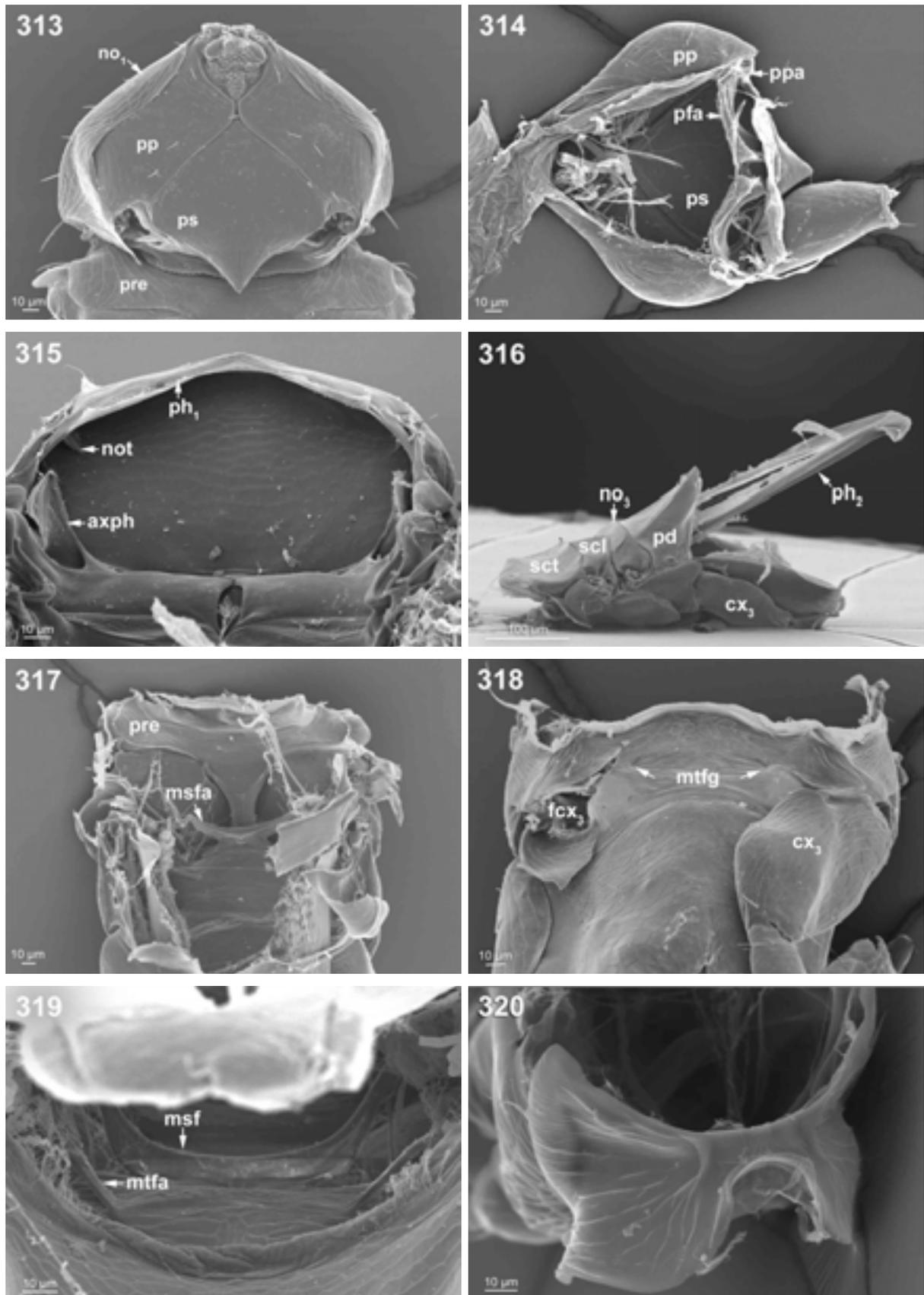
297-304 *Centrodora* sp. - 297 Mesosoma dorsal, 298 Mesosoma lateral, 299 Mesosoma ventral, 300 Prothorax und Mesopectus dorsal, 301 Mesonotum ventral, 302 Prothorax und Mesopectus caudal, 303 Metapectus frontal, 304 Metafurca caudal.

Abb. 305-312: Aphelinidae (Coccophaginae) und Signiphoridae



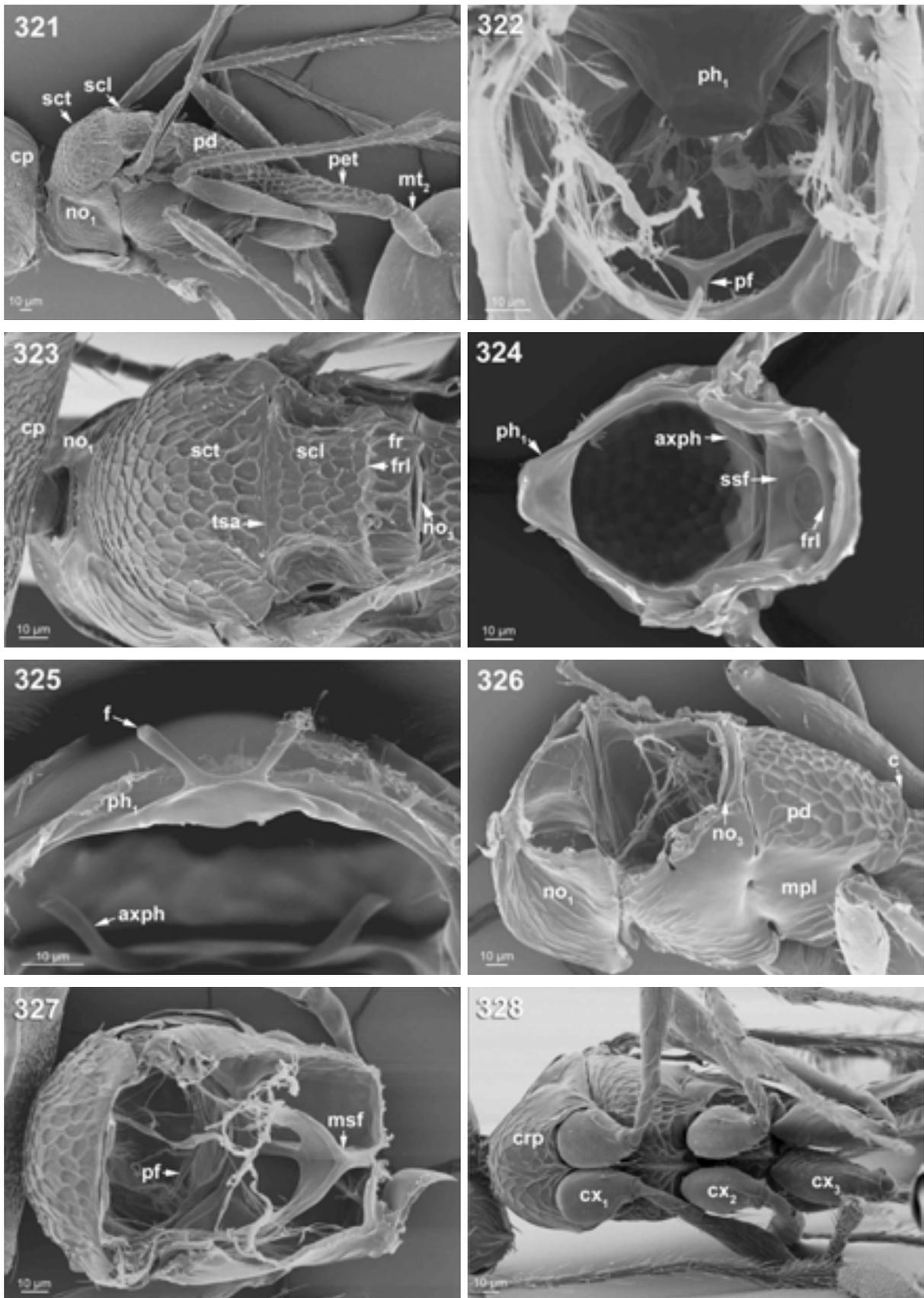
305-310 *Encarsia formosa* - 305 Prothorax frontal, 306 Mesosoma dorsal, 307 Mesosoma ventrolateral, 308 Mesonotum ventral, 309 Prothorax, Mesopectus und Metapectus dorsal, 310 Prothorax, Mesopectus und Metapectus dorsolateral. 311-312 *Clytina giraudi* - 311 Mesosoma dorsal, 312 Mesosoma lateral.

Abb. 313-320: Signiphoridae und Mymarommatidae



313-319 *Clytina giraudi* - 313 Prothorax frontal, 314 Propectus caudal, 315 Mesonotum ventral, 316 Mesosoma lateral (Prothorax entfernt), 317 Mesopectus dorsal, 318 Metapectus ventral, 319 Metapectus und Mesopectus caudal. 320 *Palaeomymar anomalum* - Pronotum dorsal.

## Abb. 321-328: Mymarommatidae



321-328 *Palaeomymar anomalum* - 321 Mesosoma lateral, 322 Propectus caudal, 323 Mesosoma dorsal, 324 Mesonotum ventral, 325 Mesonotum frontal, 326 Mesosoma dorsolateral (Mesonotum entfernt), 327 Prothorax und Mesopectus dorsal, 328 Mesosoma ventral.

## Curriculum vitae

Name: Lars Krogmann

geboren 1976 in Hamburg

Institutsanschrift: Universität Hamburg  
Biozentrum Grindel und Zoologisches Museum  
Martin-Luther-King-Platz 3  
D-20146 Hamburg

e-mail: lak@gmx.net

### Wissenschaftlicher Werdegang

1996-1999 Grundstudium der Biologie an der Universität Hamburg  
Vordiplom in Zoologie, Botanik, Chemie und Physik  
1999-2001 Hauptstudium der Biologie an der Universität Hamburg  
Juni-Dez. 2000 Diplom in Zoologie (Hauptfach), Angewandte Botanik und  
Mikrobiologie (Nebenfächer)  
Jan.-Okt. 2001 Diplomarbeit unter der Betreuung von Prof. Dr. Rudolf Abraham:  
*Untersuchungen zur Präimaginalentwicklung der Pteromalidae*  
(Hymenoptera: Chalcidoidea)  
Feb. 2002-Mai 2005 Promotion an der Universität Hamburg unter der Betreuung von  
Prof. Dr. Rudolf Abraham  
13. Mai 2005 Abschluss der Promotion mit „magna cum laude“

### Stipendien

- 2-jähriges Promotionsstipendium der Universität Hamburg (01.10.2002 - 30.09.2004)
- Aufstockungsstipendium des DAAD für einen 3-monatigen Forschungsaufenthalt am Zoologischen Museum der Universität Kopenhagen (13.04. - 12.07.2004)
- Finanzierung eines Forschungsaufenthalts (60 Arbeitstage) am Zoologischen Museum der Universität Kopenhagen durch das SYNTHESYS-Programm der Europäischen Union (18.05. - 09.08.2005)
- Finanzierung der Teilnahme an einem Tree-of-Life-Workshop zur Phylogenie der Chalcidoidea in Riverside durch die Universität Kalifornien, Riverside (08.09. - 20.09.2005)

### Tätigkeiten an der Universität Hamburg

- studentische Hilfskraft in der Entomologischen Sammlung
- Mitarbeit im Rahmen der akademischen Selbstverwaltung der Universität
- Betreuung von zoologischen Exkursionen der Kategorie I

### Mitgliedschaften in Organisationen

- Naturschutzbund Deutschland (NABU)
- International Society of Hymenopterists (ISH)
- Deutsche Gesellschaft für Angewandte und Allgemeine Entomologie (DGAAE)