

Morphologische und biologische Untersuchungen der Putzapparate der Hymenopteren.

Von

Dr. phil. Johannes Gennerich,
Berlin.

(Mit 65 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	2
Material und Technik	3
Historischer Überblick	4
Vergleichende Morphologie	4
Der Vorderbeinputzapparat der Honigbiene	5
Morphologie	6
Anatomie und Histologie	8
Die Putzapparate am Vorderbein und Hinterbein der	
Tenthredinidae 10 Proctotrupidae 25	Sapygidae 34
Cephalidae 15 Cynipidae 26	Chrysididae 34
Siricidae 16 Formicidae 26	Vespidae 35
Ichneumonidae 18 Mutillidae 29	Pompilidae 37
Braconidae 21 Thynnidae 30	Crabronidae 39
Evanidae 22 Tiphidae 31	Apidae 46
Chalcididae 24 Scoliididae 32	
Biologie der Putzapparate	52
Vorderbein	54
Hinterbein	57
Haben die Putzapparate Bedeutung für die Stammesgeschichte?	58
Bedeutung der Sporne für die Systematik	60
Zusammenfassung der gewonnenen Resultate	61
Literaturverzeichnis	62

Verzeichnis der untersuchten Arten.¹⁾

Tenthredinidae: (Tenthredininae) *Tenthredella maculata* Geoffr.;
(Lophyrinae) *Lophyrus pallidus* Klug, *Lophyrus frutetorum* F.;
(Cimbicinae) *Cimbex femorata* L.; (Arginae) *Arge ciliaris* L.; (Pam-
philinae) *Cephaleia arvensis* Panz.

Cephalidae: (Cephalinae) *Cephus pygmaeus* L.

¹⁾ In der systematischen Reihenfolge nach Enslin und Schmiedeknecht.

Siricidae: (**Xiphydriinae**) *Xiphydria camelus* L.; (**Siricinae**) *Paururus juvenicus* L., *Sirex gigas* L.

Ichneumonidae: (**Tryphoninae**) *Tryphon elongator* Grav.; (**Ophi-
oninae**) *Ophion luteus* F.; (**Pimplinae**) *Pimpla instigator* Grav.; (**Cryp-
tinae**) *Cryptus diana*e Grav.; (**Ichneumoninae**) *Ichneumon extensorius* L.

Braconidae: (**Macrocentrinae**) *Zele testaceator* Curt.; (**Helconinae**) *Helcon aequator* Nees.

Evaniidae: (**Gasteruptioninae**) *Gasteruption* spec.

Chalcididae: (**Pteromalinae**) *Pteromalinarum* spec.; (**Chalcidinae**) *Chalcis* spec.; (**Leucospidinae**) *Leucospis dorsigera* F.

Proctotrupidae: (**Helorinae**) *Helorus* spec.

Cynipidae: (**Cynipinae**) *Diplolepis quercus-folii* L., *Biorrhiza pallida* Ol.

Formicidae: (**Ponerinae**) *Megaponera foetens* F.; (**Myrmicinae**) *Myrmica laevinodis* Nyl.; (**Formicinae**) *Camponotus herculeanus* L., *Formica rufa* L., *Polyrachis* spec.

Mutillidae: *Mutilla differens* Lep., *Smicromyrme rufipes* F.

Thynnidae: *Thynnus dimidiatus* Klug.

Tiphiidae: *Tiphia femorata* F.

Scoliidae: *Discolia ruficornis* F.

Sapygidae: *Sapyga clavicornis* L.

Chrysididae: *Hedychrum nobile* Scop., *Stilbum cyanurum* Forst., *Chrysis lyncea* F.

Vespidae: (**Masarinae**) *Celonites abbreviatus* Vill.; (**Eumeninae**) *Odynerus nigripes* H.-Sch.; (**Vespiniae**) *Vespa vulgaris* L., *Vespa rufa* L., *Vespa germanica* F.

Pompilidae: (*Ceropales maculata* F., *Pseudagenia punctum* F., *Priocnemis fuscus* F., *Pompilus viaticus* L., *Clavelia ramosa* Smith.

Crabronidae: *Trypoxylon figulus* L., *Sceliphron maderospatanum* Klug, *Ammophila sabulosa* L., *Sphex xanthocerus* Illig., *Cerceris rybyensis* L., *Philanthus triangulum* F., *Mellinus arvensis* L., *Gorytes campestris* Müll., *Bembex rostrata* L., *Crabro* (*Thyreopus*) *cribrarius* L., *Dinetus pictus* F.

Apidae: (**Psithyrinae**) *Psithyrus vestalis* Fourcr.; (**Megachilinae**) *Megachile maritima* Kirby, *Thaumatoma burmanicum* Bingham; (**Prosopinae**) *Prosopis annulata* L.; (**Andreninae**) *Andrena* spec., *Halictus calceatus* Scop.; (**Panurginae**) *Panurgus calcaratus* Scop.; (**Xylocopinae**) *Xylocopa latipes* Drury; (**Anthophorinae**) *Meliturga clavicornis* Latr., *Eucera difficilis* Pér.; (**Bombinae**) *Bombus pratorum* L.; (**Meliponinae**) *Trigona amalthea* Ol.; (**Apinae**) *Apis mellifica* L.

Einleitung.

Über die Putzapparate der Hymenopteren liegen bisher nur wenige ältere Arbeiten und Notizen vor. Ich möchte hier Resultate einer Untersuchung über die Morphologie, Biologie und die phylogenetische Bedeutung der sogenannten Putzapparate im allgemeinen bekanntgeben.

Bevor ich meine Ergebnisse mitteile, möchte ich allen Herren des Zoologischen Institutes der Universität Berlin meinen Dank sagen, in erster Linie Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Heider für die Überlassung des Arbeitsplatzes und sein allezeit reges Interesse. Ferner habe ich den Herren Prof. Dr. P. Deegener, Prof. Dr. v. Buddenbrock und Dr. Paul Schulze besten Dank zu sagen, die sich stets meiner angenommen haben. Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Kükenthal bin ich zu Dank verpflichtet für die bereitwillige Überlassung des Materials der Museumssammlung, Herrn Dr. Bischoff für seine stete Hilfe in jeder Hinsicht. Fräulein M. Klook gebührt mein Dank für die mühevollen Übersetzung der italienischen Arbeit.

Material und Technik.

Als Material stand mir die Hymenopteren-Sammlung des Zoologischen Museums zur Verfügung. Herrn H. Stitz möchte ich auch an dieser Stelle für die Unterstützung hinsichtlich der Ameisen danken. In geringem Maße kam eigenes Material zur Verarbeitung.

Die Technik war einfach. Präparate in Kanada-Balsam bewährten sich nicht, da sie nur eine einseitige Betrachtung erlaubten, andererseits aber Material nur in zu beschränktem Maße zur Verfügung stand, um von jeder Art eine Anzahl Präparate anfertigen zu können. Ich untersuchte deshalb in Glycerin, in dem ich dasselbe Objekt von allen Seiten betrachten konnte. Dazu wurde ein Himmler-Mikroskop benutzt. Allein die Betrachtung im durchfallenden Licht genügte in den meisten Fällen nicht, da dabei das Körperliche der Objekte nicht gut genug zu erkennen war. Ein Zeiss'scher Opak-Illuminator leistete hierbei vor allem für kleinere Objekte gute Dienste, für größere ein binokulares Mikroskop. Dieses wie der zur Anwendung gelangte große Abbé'sche Zeichenapparat wurden mir vom „Deutschen Entomologischen Institut“, der Opak-Illuminator mit korrigiertem Objektiv 5 von Herrn E. Reineck, dem Vorsitzenden der „Märkischen Mikrobiologischen Vereinigung“ in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt. Ihm wie den Herren des Deutschen Entomologischen Institutes Berlin-Dahlem, insbesondere seinem Direktor, Herrn Dr. W. Horn, sei auch an dieser Stelle nochmals mein bester Dank gesagt.

Für die Lebend-Beobachtung wurde Lupe, Mikroskop und Binocular verwandt je nach Größe der zu untersuchenden Tiere.

Das Material für die Schnitte wurde einige Tage mit Hennings'scher Flüssigkeit oder 5—10 Minuten mit Carnoy fixiert. Die komplizierte Hennings'sche Flüssigkeit bewährte sich wenig; sie erweichte das Chitin kaum, zerstörte aber andererseits bei längerem Einwirken die Gewebe vollkommen. Carnoy (absol. Alk., Chloroform und Essigsäure im Verhältnis 6 : 3 : 1) bewies seine Brauchbarkeit für das Puppenmaterial in vollstem Maße. Die Einbettung in hartes Paraffin (60°) erfolgte nach Durchführen der Objekte durch Zedernholzöl. Beim Schneiden wurde Mastix-Collodium verwendet, das vor der Weiterbehandlung mit Äther-Alkohol entfernt wurde. Als Färbung wurde Hämatoxylin nach Delafield und Picrofuchsin (v. Gieson) angewandt.

Historischer Ueberblick.

An eingehenderen Arbeiten über die Putzapparate sind mir nur zwei bekannt geworden, nämlich die von Canestrini & Berlese (II,¹) *La stregghia degli Imenotteri*, 1880), auf die Canestrini im Zool. Anz. 1880 hinweist (I) und die von Janet (*Etudes sur les Fourmis*. 8. Note. *Sur l'organe de nettoyage tibio-tarsien de Myrmica rubra* L. 1894). Canestrini hat die Putzapparate der Vorderbeine der Hymenopteren im allgemeinen behandelt, Janet den von *Myrmica rubra* L. in eingehender Untersuchung. Pércz (I) hat 1882 auf die Arbeit von Canestrini & Berlese mit Bemerkungen über die Biologie hingewiesen. André macht in seinen „*Spécies des Hymenopteres*“ (1879—1904) nur Angaben über die Anzahl der Sporne bei den einzelnen Gruppen. Taschenberg (*Hymenopteren Deutschlands* 1866) erwähnt nur, daß die „Stacheln“ am Schienennende „Sporen“ heißen. H. A. Pagenstecher (*Allgem. Zool.*, Bd. 4, 1881, p. 371) zitiert Canestrini & Berlese, während H. J. Kolbe (*Kenntnis der Insekten*, 1893, p. 293) kurze Angaben über die Putzapparate macht. Auf die übrige Literatur komme ich bei den einzelnen Gruppen zu sprechen. Eine Arbeit von Börner (*Biol. Zentralbl.*, 1919, p. 145—186), die eine kurze Besprechung der Hinterbeinputzsporne bringt, findet im Abschnitt über Stammesgeschichtliches dieser Arbeit Berücksichtigung.

Vergleichende Morphologie.

Bei der viele tausend Arten zählenden Ordnung der Hymenopteren konnte es sich natürlich für mich immer nur um eine ganz kleine Auswahl von zu untersuchenden Typen handeln. Canestrini & Berlese (II, l. c.) haben eine kleine Arbeit darüber geliefert, die zwar schon eine hübsche Auswahl berücksichtigt, in vielem aber ungenau oder unrichtig ist. Die Abbildungen erwecken leicht falsche Vorstellungen.

Betrachtet man ein Hymenopterenbein, so fallen daran die eigenartigen Anhänge an dem distalen Ende der Tibia auf: die „Sporne“ oder „Calcaria“. Ihnen gegenüber finden sich oft an der Innenseite des Metatarsus kammartige Bildungen, die zusammen mit dem Sporn immer als „Putzapparat“ bezeichnet werden. Die Zähne eines solchen Kammes ragen, sofern er überhaupt ausgebildet ist, meist nach hinten. In der Zeichnung ist dieses nur durch Verkürzung darzustellen.

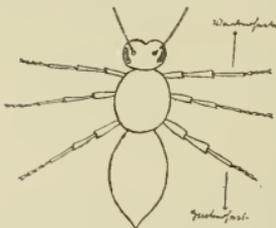


Fig. 1. Hymenopteron, schematisch, Flügel entfernt.

Um eine Definition der von mir angewandten Lagebezeichnungen zu geben, möchte ich hier für die in der Arbeit gebrauchten Ausdrücke einiges vorausschicken. Ich lege ein schematisiertes Hymenopteron (Fig. 1) zu Grunde, dessen Beine ideal nach der Seite im rechten Winkel zur Körperlängsachse stehen. Dann bezeichne ich die nach dem Kopfe zu, also nach „vorn“ gelegene Seite als „Vorderseite“, die nach dem

¹) Die römischen Ziffern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

Aber zu, also nach „hinten“ gelegene Seite als „Hinterseite“. So zeigt z. B. Fig. 2 a ein Vorderbein von hinten. Sie legt gleichzeitig die Ausdrücke „oben“ und „unten“ in dem von mir gebrauchten Sinne fest, der einer weiteren Erläuterung nicht mehr bedarf. Bei den Spornen habe ich die Bezeichnungen „oben“ und „unten“ im entgegengesetzten Sinne angewandt, sodaß also die dem Metatarsus zugekehrte Seite des Spornes als „unten“, die ihm abgewandte Seite als „oben“ bezeichnet wird. (Fig. 2 b.)

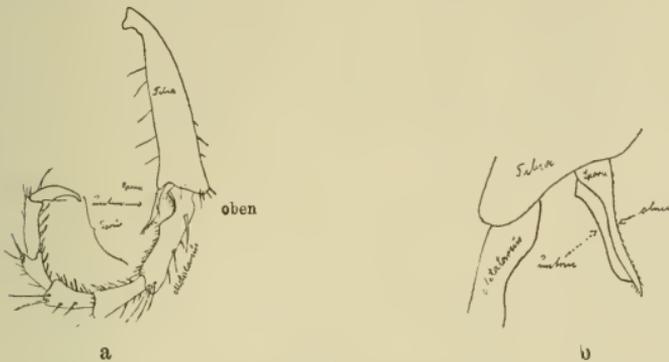


Fig. 2. a) Vorderbein von *Ammophila sabulosa* L., schematisch.
b) Sporn, schematisch.

Ich folge in der Betrachtung gruppenweise dem System von „Schmiedeknecht, Hymenopteren Mittel-Europas“ (II, 1907) und zwar angefangen von den niedersten Formen an oder doch wenigstens von denen, die man als die am niedrigsten stehenden ansieht. Für die Tenthrediniden habe ich die von E. Enslin (II, 1918) angegebene Systematik zu Grunde gelegt.

Für alle Figuren habe ich, soweit möglich, dieselbe Vergrößerung angewandt, um damit gleichzeitig die natürlichen Größenverhältnisse der Putzapparate untereinander zu veranschaulichen.¹⁾ Ich beziehe in meine Betrachtungen auch die Hinterbeinsporne mit ein.

Von der systematischen Reihenfolge will ich insofern abweichen, als ich eine eingehende Bearbeitung des Vorderbein-Putzapparates der Biene voranschicke. Da wir diesen als den höchst differenzierten betrachten können, erspare ich mir in der späteren Beschreibung manche Erläuterungen.

Der Vorderbein - Putzapparat der Honigbiene.

Abgesehen von den im historischen Überblick genannten Werken, auf die ich noch zurückkomme, findet sich in verschiedenen Arbeiten

¹⁾ Technischer Schwierigkeiten und Unkosten halber mußte die Anzahl der ursprünglich vorgesehenen Figuren stark eingeschränkt resp. die in der Arbeit gebrachten verkleinert werden.

etwas über das Vorderbein von *Apis mellifica* L. und seine Putzvorrichtung. Arnhart bespricht in seiner „Anatomie und Physiologie der Honigbiene 1906“ unter „Tastsinn“ kurz den Tibiotarsal-Apparat, irrt sich aber, wenn er am Putzsporn nur eine Hautfalte gesehen hat. Snodgrass, „Anatomy of the Honey-Bee 1910“, gibt eine richtige und gute Beschreibung und Abbildung des fraglichen Apparates, doch etwas kurz. Schönichen gibt in seinem „Praktikum der Insektenkunde 1918“ wieder eine andere Darstellung insofern, als er von „drei Lappen an der inneren Kontur“ des Spornes schreibt. Vielleicht hat er, da ich einen Irrtum nicht gut annehmen kann, das distale Ende des Spornes als dritten Lappen betrachtet. Eine gute Bearbeitung des Tibiotarsal-Apparates einer Ameise hat Janet (l. c. 1894) gegeben. Trotzdem sich diese Arbeit nicht auf die Biene bezieht, möchte ich sie hier doch in anatomischer Hinsicht zum Vergleich heranziehen. Canestrini & Berlese haben (II, l. c. 1880) die einzige speziellere Bearbeitung auch des Putzapparates der Biene gegeben, allerdings recht unzulänglich. Eine Arbeit von Pérez, „Notes d'apiculture“ (II, 1882), die Janet (l. c., p. 695) zitiert und die von dem Putzapparat der Biene und anderer Hymenopteren handelt, konnte ich nicht heranziehen, da sie zurzeit in Deutschland nicht zu bekommen ist.¹⁾ In einer anderen Arbeit stellt er (III, 1894) Canestrini & Berlese's Angaben bezügl. der Grube des Putzkammes von *Apis mellifica* L. sowie des Putzens der Antennen richtig. Seine Angaben stimmen im wesentlichen mit den meinigen überein.

Morphologie.

Betrachten wir zunächst das Vorderbein. Es ist im ganzen verhältnismäßig schwach behaart, wenn wir es mit dem anderer beinsammelnder Bienen vergleichen. Dennoch ist die Behaarung gleichmäßig etwas stärker, als in der Zeichnung wiedergegeben werden konnte, sollten nicht die übrigen Konturen zu stark beeinträchtigt werden.

Die Tibia ist an ihrem distalen Ende von vorn nach hinten etwas abgeplattet. Der Metatarsus lenkt ziemlich weit oben kugelförmig ein. An seinem Innenrande weist er eine nahezu symmetrische, fast genau halbkreisförmige Ausrandung, die „Putzscharte“ (der meisten Autoren) oder das „Grübchen“ (Canestrini & Berlese) auf. Sieht man von unten in diese Ausrandung hinein, so erkennt man, daß sie einen glatten „Boden“ hat, der an der tiefsten Stelle am breitesten ist (Fig. 3 a—c). Er hat etwa die Form eines Kugelzweiecks. An der Hinterkante der Grube findet man den „Putzkamm“ oder den „Striegel“ („Stregghia“, C. & B.), der aus etwa 70 im Kreise stehenden Zähnen besteht. Die Zähne sind in Grübchen eingefügt (Fig. 3 d), und zeigen mit ihren Spitzen nach hinten. Sie stehen also in Fig. 3 b aus der Zeichenebene heraus nach oben und zwar dies am stärksten an dem

¹⁾ Auch ein Referat konnte ich nirgends finden.

distalen Ende der Ausrandung. Ihre Spitzen beschreiben sonach eine Schraubenlinie. In der Zeichnung ist das nur durch Verkürzung wiederzugeben (Fig. 3 b). Betrachten wir den Metatarsus von hinten (Fig. 3 c), so wird der Putzkamm von der Vorderseite der Ausrandung etwas verdeckt, da diese etwas mehr nach unten vorragt.

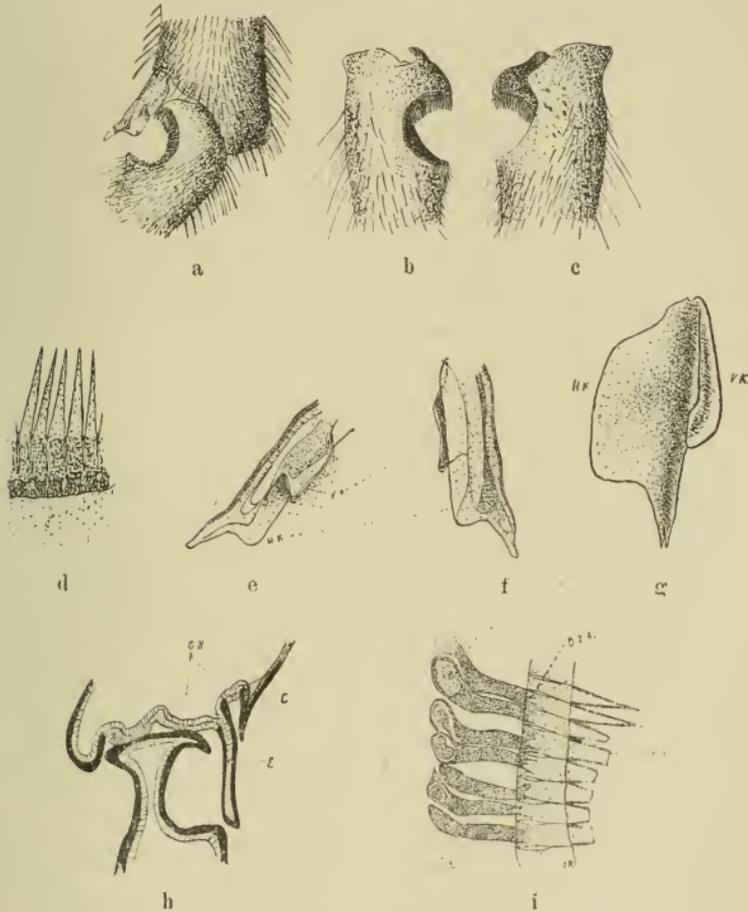


Fig. 3. *Apis mellifica* L. ♂

a) linkes Vorderbein von vorne, 27:1; b) Metatarsus des rechten Vorderb. von vorne, c) von hinten, 27:1; d) einige Zähne des Kammes, 230:1; e) Sporn des linken Vorderb. von hinten; f) von hinten; g) von unten (aufgeklappt), 57:1 (Opak-Illum); h) Längsschnitt durch ein Vorderbein, halb schematisch, 36:1; i) Längsschnitt durch Metatarsalkamm mit den Drüsenzellen, 333:1 [h nach zwei Schnitten (15 μ) kombiniert; i: 15 μ , von Gieson.] C = Cuticula, E = Epidermis, G.H. = Gelenkhäute, K.Z. = Kamnzähne, D.Z. = Drüsenzellen, D.Z.K. = Drüsenzellenkerne, Z.R. = Zwischenräume, D.Z.A. = Drüsenzellenausläufer. [Die Punktierung in e und f gibt hier die Dichte des Chitins an] H.K. = Hinterkante, V.K. = Vorderkante.

Der Sporn inseriert am distalen Ende der Tibia an ihrer Unterseite gegenüber dem Metatarsus. Canestrini & Berlese's Abbildung läßt den körperlichen Charakter des Spornes schlecht erkennen. Ich unterscheide an dem Sporn seinen eigentlichen Körper — den „Stamm“ möchte ich ihn nennen — und zwei wie Fahnen an einer Fahnenstange befestigte „Membranen“. Wir werden Fälle kennen lernen — und das ist bei den meisten Hymenopteren der Fall! — wo sich nur ein Anhang am Stamm findet. Der Stamm hat hier die Gestalt etwa eines halben Hohlzylinders. Seine Außenwand, die also die Oberseite des Spornes darstellt, besteht aus dickem, undurchsichtigem, glatten Chitin (Fig. 3e u. f; die Schattierung gibt in ihnen die Dicke des Chitins an). Betrachten wir den Stamm als eine Rinne, so ergeben sich natürlich zwei Kanten. Die vordere wie die hintere weisen je einen membranösen, d. h. dünneren chitinigen und damit durchscheinenden Anhang, die „Membranen“ auf. Beide stehen nahezu senkrecht aufeinander und stellen mit dem Stamm ein Gebilde dar, das etwa mit dem gekielten Blatt einer Graminee verglichen werden könnte. Betrachtet man den Sporn von vorne, so deckt die kleinere Membran der Vorderkante zur Hälfte etwa die längere aber schmalere der Hinterkante. In Ansicht von hinten schaut dementsprechend die Vorderkante nur ein Stückchen heraus (Fig. 3e und f). Während die Hintermembran die ganze Länge des Spornes einnimmt und sich verschmälernd bis zu seiner Spitze hinzieht, ist die Vordermembran nur etwa halb so lang und an ihrem distalen Ende winkelig eingezogen. Untersucht man nun einmal den Sporn so, daß man zwischen den Membranen in die Rinne hineinsieht (mit Opak-Illuminator!), so liegt die eine Membran auf der Unterlage flach auf, während die andere senkrecht darauf steht und schmal erscheint. Fig. 3g zeigt den Sporn so, daß die Hinterkante nahezu aufliegt. Dann sieht man, daß die Spitze des Spornes geteilt ist. Der dem Sporn von *Apis mellifica* L. ähnliche von *Bombus pratorum* L. ist zum Vergleich so gezeichnet, daß er mit seiner Vordermembran aufliegt. (Vgl. Fig. 64.)

Die Höhlung des Spornes zwischen seinen zwei Membranen ist also nach dem Metatarsus zu gerichtet. Diese Verhältnisse sind bei Männchen, Weibchen und Arbeiterin dieselben.

Die Form des Hinterbeins von *Apis mellifica* L. ist so bekannt, daß sich eine Zeichnung erübrigt. Es ist im höchsten Maße der Sammel-tätigkeit angepaßt. Was aber hinsichtlich des Themas der Arbeit allein in Frage kommt, ist, daß den Honigbienen die Hinterbeinsporne vollständig fehlen. Sie sind wahrscheinlich auf Kosten der Sammel-einrichtungen zurückgebildet worden, denn in der Puppe finden sie sich noch. (Vgl. den phylogenetischen Teil). Ich bemerke gleich hier, daß unsere Honigbiene nicht die einzige Art ist, die der Hinterbeinsporne entbehrt, wie ich im Laufe der Arbeit noch zeigen werde.

Über die

Anatomie und Histologie des Vorderbeines

von *Apis* habe ich in der Literatur nichts finden können. Janet hat 1894, wie oben schon erwähnt, in seiner Arbeit auch eine Anatomie

mit Schnittbildern des Apparates bei der genannten Ameise gegeben. Die Richtigkeit seiner Angaben zu bezweifeln, liegt kein Anlaß vor. Ich habe eine entsprechende und mit neuerer Technik durchgeführte Untersuchung des Vorderbeins der Biene vorgenommen. Da sich Imagines der Honigbiene schlecht schneiden ließen, verwandte ich Puppen kurz vor dem Ausschlüpfen. Ich erhielt das Material — es waren stets Arbeiterinnen! — von Herrn Dr. Armbruster, dem ich auch an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank für seine freundliche Unterstützung sagen möchte.

Die erste wichtige Frage war die: Ist der Sporn beweglich oder fest eingelenkt, hat er eigene Muskeln oder nicht? Canestrini & Berlese (II, l. c.) geben an, daß sie an durchsichtigen Präparaten keine Muskeln des Spornes gefunden haben. Janet (l. c., p. 697) hat ebenfalls keine gesehen. Auch in Lubbock, *Anatomy of Ants* 1879, finde ich keine Angabe über irgendwelche Muskulatur des Spornes, obgleich er die gesamten Muskeln der Beine untersucht und auch gezeichnet hat. Er wird also keine gefunden haben. Ich habe ebenfalls sowohl an gefärbten Totalpräparaten wie auf Schnitten vergeblich nach Muskeln gesucht.

Janet hält den ganzen Sporn für ein sensitives eingelenktes großes Haar. Ich möchte ihn angesichts seiner Vielgestaltigkeit, die er bei den Hymenopteren im allgemeinen annimmt, und gerade wegen seiner eigenartigen Form bei *Apis mellifica* L. eher für eine Ausstülpung des Chitins ansehen. Dafür spricht auch seine Auskleidung mit Epidermiszellen, was bei echten Haaren nie der Fall ist.¹⁾ Zweifellos ist der Sporn passiv beweglich, wie man leicht feststellen kann. Die Beobachtung lebender Tiere läßt niemals eine aktive Bewegung des Spornes erkennen. (Vgl. p. 75).

Da der Sporn passiv beweglich ist, muß er so eingelenkt sein, daß sein Stamm, der kutikulare Außenwände hat, durch Gelenkhäute mit der Kutikula der Tibia verbunden ist. Dies ist auch tatsächlich der Fall, wie die nach Kombination von zwei Schnitten gezeichnete Fig. 3h beweist. Zahlreiche Schnittserien haben dies sowohl wie das Fehlen von dem Sporn eigener Muskulatur erwiesen. Diese zieht von der Tibia zum Tarsus, ohne aber eine Faser zum Sporn zu entsenden.

Janet beschreibt für *Myrmica* an der Hinterseite des Metatarsalkammes ein Porenpolster, eine bandförmige Zone, innerhalb deren das Chitin von Poren durchsetzt ist. Nach seiner Ansicht sind die Poren Mündungen von Drüsen, die ein Sekret ausscheiden. Es soll dazu dienen, die dort sich ansammelnden Schmutzpartikelchen zu koagulieren.

Bei *Apis mellifica* L. habe ich weder an der Imago, noch an der Puppe kurz vor dem Ausschlüpfen ein derartiges Porenpolster entdecken können. Auch Schnitte lieferten in dieser Hinsicht kein Resultat. Wohl aber zeigte sich an Schnittserien, daß sich an Stelle der Epidermis unterhalb des Kammes große lange Zellen mit großem Kerne

¹⁾ Haffer, Archiv für Naturgesch. 1921, A. 2, p. 125—126.

finden (Fig. 3i). Diese Zellen sind in einigen Schichten vorhanden. Ihr ganzer Bau und ihre blaue Färbung läßt darauf schließen, daß es sich um ein basophiles Sekret erzeugende einzellige Drüsen handelt. Bei den Ameisen mögen diese wohl neben dem Kamm ausmünden. Hier bei der Biene scheint ihre Ausmündung zwischen den Zähnen selbst oder unmittelbar daneben ohne Vorhandensein eines eigenen Porenpolsters stattzufinden. Sie zeigen Ausläufer, die in das Chitin der Kammeiste hineingehen. Da innerhalb derselben eine Ausmündung nicht möglich ist, liegt diese wahrscheinlich dicht dahinter (Fig. 3i)

Da die erwähnten Zellen im Gegensatz zu denen der übrigen Epidermis auffallend groß sind, müssen sie für den Putzapparat von Bedeutung sein, denn sie finden sich auch in der Imago. Auffallend ist ferner, daß jeder Kammzahn eine solche Zelle besitzt. Ich neige daher zu der Annahme, daß es sich um Haarbildungszellen handelt, die zunächst die Zähne gebildet haben und dann die Funktion von Drüsen übernehmen. Eine eingehendere Bearbeitung der Histologie behalte ich mir für später vor. Janet hat derartige Drüsen im Text und in der Zeichnung nur angedeutet. Er zeichnet aber Ganglienzellen für die Kammzähne. Die Figur spricht jedoch dafür, daß es sich um Haarbildungszellen handelt. Das, was er für den Nerv hält, ist wahrscheinlich ein Ausläufer einer solchen.

Ich beginne nun mit der Besprechung der Putzapparate der

Familie Tenthredinidae.

P. Cameron widmet den Putzspornen in „Monograph of the British Phytophagous Hymenoptera“ (London 1882), p.8 einige Zeilen. Danach fehlen der exotischen Gattung *Pachylota* die des Vorderbeines, während *Pimicola* Breb. (= *Xyela* Dalm.) an den Hinterbeinen drei Sporne haben soll. Da auch die Gattung *Lyda* (F.?) eben so viele haben soll, handelt es sich bei diesen letzten beiden Gattungen um die Tibialsporne und den viel höher an der Tibia sitzenden „Subapikalsporn“. Im übrigen stellt er in Kürze die Form der Sporne fest mit „dilated at the end“ resp. „simple“. Eine genauere Beschreibung fehlt hier und auch in anderen Werken. Enslin erwähnt [(II, l. c.) und in Schröder, Insekten Mitteleuropas, Bd. III (I, Stuttgart 1914)] die Sporne nur kurz und verwendet sie dann und wann zur Determination.

Unterfam. Tenthredininae.

Canestrini & Berlese (II, l. c., p.58/59) geben von den Spornen — sie haben ja stets nur die des Vorderbeines behandelt! — eine unzureichende Darstellung. Ihre Untersuchung erstreckt sich auf *Allanthus obscurus* (Panz. = *Tenthredo obscura* Panz.?)¹⁾, *Allanthus ferus* (Panz. = *duodecimpunctata* Dahlb.?), *Cladius difformis* Panz., die Gattungen *Dolerus* Panz., *Tenthredo* L. und *Athalia* Leach spec. In der übrigen

¹⁾ Da die Autorennamen bei Canestrini & Berlese niemals angegeben sind, ist oft die Deutung der Arten schwer. Die Autorennamen wurden von mir ergänzt und im Zweifel ihrer Richtigkeit mit ? versehen.

systematischen Literatur finden sich nur Angaben über die Zahl der Sporne.

Meine Untersuchungen an *Tenthredella maculata* Geoffr. haben Folgendes ergeben: An den ziemlich stark behaarten Vorder- und Hinterbeinen¹⁾ finden sich je zwei Sporne. Der Vordersporn des Vorderbeines weist einen runden, am Ende zugespitzten Stamm auf, der rundherum mit kleinen Schuppen besetzt ist. (Fig. 4a.) Die Schuppen, die aus Chitin gebildet sind, sind spitz dreieckig und liegen dachförmig übereinander. Sie kommen sehr oft vor (vgl. Fig. 7e). An der Unterseite des Spornes sitzt nahezu median eine Membran, die etwa vier Fünftel der Länge des Stammes einnimmt und distalwärts breiter wird. An seinem distalen Fünftel finden sich einige Zähne, die nach der Spitze zu kleiner werden. Diese wie die Chitinmembran sind durchscheinend

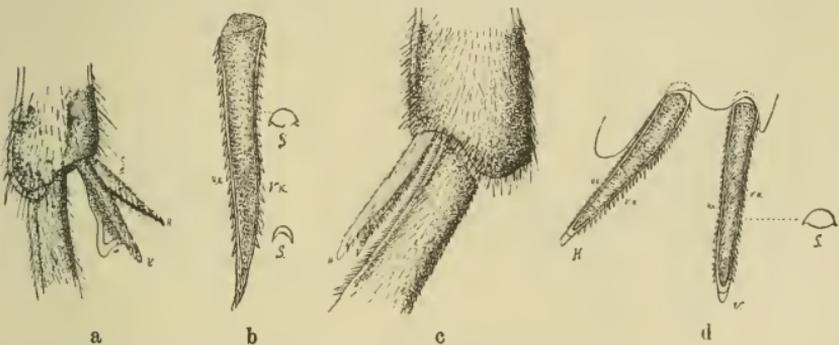


Fig. 4. *Tenthredella maculata* Geoffr.

- a) rechtes Vorderbein von vorne, 27:1; b) Hintersporn dess. von unten, 57:1;
c) rechtes Hinterbein von hinten, 43:1; Sporne dess. von unten, 27:1.

V. = Vordersporn, H. = Hintersporn, S. = schemat. Querschn., V.K. = Vorderkante, H.K. = Hinterkante. [Diese Bezeichnungen gelten auch für alle folgenden Figuren.]

und zwar wird die Membran nach ihrem freien Rande zu immer transparenter. Der Hintersporn des Vorderbeins (Fig. 4b) besteht ebenfalls aus einem runden spitzen Stamm. Seine Oberseite ist stärker gewölbt als seine untere Fläche; dadurch entstehen zwei Kanten, deren jede mit etwa 18 Zähnen besetzt ist, die nach dem distalen Ende zu kleiner werden. Der Hintersporn wird nach der Spitze zu hohl und bildet dort gewissermaßen eine Rinne (Fig. 4b, Querschnitte). Den Vordersporn möchte ich als „messerartig“ bezeichnen.

Der Metatarsus ist zylindrisch und gleichmäßig behaart. Er zeigt noch keine Andeutung irgend einer Putzvorrichtung.

Am Hinterbein (Fig. 4c) finden sich ebenfalls zwei Sporne von dem gleichen Bau des Hintersporns des Vorderbeines, beide etwa

¹⁾ Beide Begriffe der Kürze halber als Totum pro parte gebraucht für: distales Tibia- + proximales Metatarsus-Ende, auch für die Figuren.

gleich lang mit je zwei Reihen von je etwa 30 Zähnen. Eigenartig ist hier eine auch anderswo auftretende transparente Spitze, die ich „Nagel“ nennen möchte (Fig. 4d).

Der Metatarsus weist auf seiner Unterseite einige dichter stehende Borstenreihen auf.

Andere Arten der *Tenthredininae*, die ich verglichen habe, zeigen ähnliche Verhältnisse wie die untersuchte, sodaß innerhalb der Gruppe ziemlich die Einförmigkeit zu herrschen scheint! Von der

Unterfam. Lophyrinae

untersuchte ich *Lophyrus frutetorum* F. u. *L. pallidus* Kl. in beiden Geschlechtern. An den ziemlich stark behaarten Beinen finden sich auch hier je zwei Sporne, die an den Vorderbeinen bei beiden Arten gleich sind und zwar oben rund, unten rinnenförmig mit je zwei Kanten von etwa 25 Zähnen. Der Hintersporn ist etwas kürzer als der Vorder-sporn (Fig. 5a, 5b). Alle Sporne an Vorder- und Hinterbein von

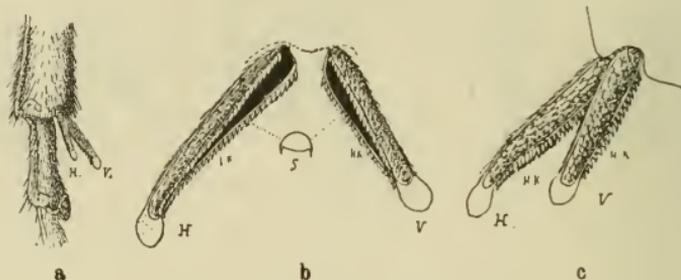


Fig. 5. *Lophyrus frutetorum* F. ♂.

a) linkes Vorderbein von hinten, 27:1; b) Sporne desselb. von unten, 100:1
c) Sporne des rechten Hinterb. mehr von hinten, 86:1.

L. frutetorum F. ♂ u. ♀ und *L. pallidus* Klug ♂ sind von gleichem Bau und beschuppt wie die von *T. maculata* Geoffr. Am Hinterbein ist der Hintersporn länger (Fig. 5c). Ebenfalls alle Sporne weisen am Ende einen breiten Nagel auf (Fig. 5b, 5c, 6). Während sich also in den Vorderbeinen bei beiden Arten und Geschlechtern keine Unterschiede



Fig. 6. *L. frutetorum* F. ♀.
Rechtes Hinterbein von hinten, 27:1.



Fig. 7. *L. pallidus* Klug ♀

Rechtes Hinterbein von vorne, 27:1.

finden, sind solche bei den Arten *L. pallidus* Klug, *fennicus* Forsius, *polytomus* Htg. und *virens* Klug insofern vorhanden, als hier die Weibchen einen blattartig verbreiterten Hintersporn haben, dessen Gestalt Fig. 7 deutlich wiedergibt.

Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 58) geben auch hier bezüglich der genauen Gestalt der Sporne eine nicht ausreichende Darstellung von dem von ihnen untersuchten *Lophyrus pini* L., der sich von *L. frutetorum* F. nicht unterscheidet, und kennen vor allem den blattartig verbreiterten Sporn der Weibchen einiger Arten nicht. Sonst wird in der Literatur (Enslin, I, II, l. c.) die Eigenart als Unterscheidungsmerkmal in den Bestimmungstabellen benutzt.

Die Metatarsen weisen ebensowenig Besonderheiten auf wie die von *Tenthredella maculata* Geoffr., abgesehen von einer dichteren Behaarung an der Unterseite. Von der

Unterfam. Cimbicinae

haben Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 58) *Cimbex axillaris* (Panz. = *quadrifasciata* Müll. var. *humeralis* Geoffr.) untersucht. Ihre Abbildung und Darstellung ist unrichtig, da sie die Sporne als vollkommen zylindrisch angeben. Die von mir untersuchte *Cimbex femorata* L. beweist, daß die Sporne hier genau so gebaut sind wie bei *Lophyrus*, d. h. rinnig, etwa gleich lang, beschuppt, mit Zahnkanten und mit breiten häutigen Anhängen, Nägeln. Die Sporne an Vorder- und

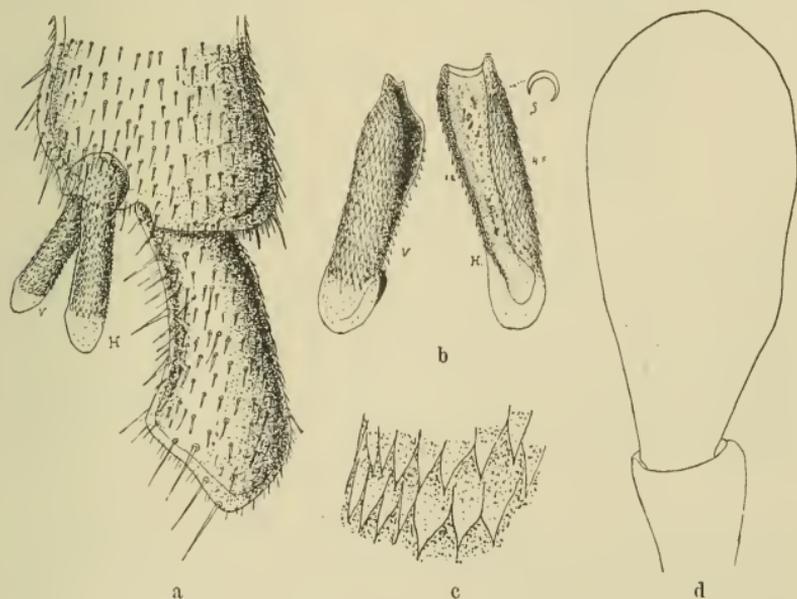


Fig 8. *Cimbex femorata* L.

- a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) Sporne dess. von unten hinten, 43:1;
c) Schuppen der Sporne, 230:1; d) Fühlerkeule im Umriß, 27:1.

Hinterbein sind gleichartig. (Fig. 8a u. b). Die Nägel bilden das Ende der Rinne, indem sich hier die Seiten etwas nähern und der Sporn so löffelförmig wird. Auf die spitzen, dachziegelartig übereinanderliegenden Schuppen wies ich schon hin bei *T. maculata* Geoffr. (Fig. 8c). Sie werden nach den Rändern zu schmaler und länger und bilden die Zähne.

Die Beine sind ziemlich dicht mit kurzen und kräftigen Haaren besetzt, die sich nach der Unterseite des Metatarsus zu verdichten. Sie bieten im großen und ganzen das vergrößerte Abbild der *Lophyrus frutetorum* F.-Beine.

Weitere *Cimex*- sowie *Trichiosoma*-Arten, die ich untersuchte, wiesen denselben Typus auf, auch waren Vorder- und Hinterbeinspore stets gleich.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bei der

Unterfam. Arginae,

von der ich *Arge ciliaris* L. untersuchte. Bau und Gestalt der Beine und Sporne ist wie bei jenen; am Vorderbein ist der vordere (Fig. 9a), am Hinterbein der hintere Sporn der längere (Fig. 9b). Die Sporne sind allerdings nicht ihrer ganzen Länge nach rinnig, sondern nur in der distalen Hälfte. Vorder- und Hinterbein stimmen sonst stark über-

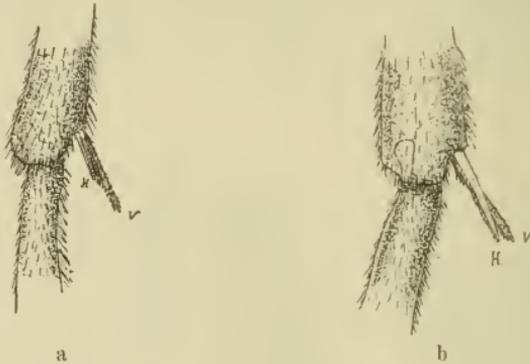


Fig. 9. *Arge ciliaris* L.

a) linkes Vorderb. von hinten, 36:1; b) linkes Hinterb. von hinten, 36:1.

ein (Fig. 9a u. b). Canestrini & Berlese machen (II, l. c., p. 58) auch hier denselben Fehler, daß sie die Sporne als rund ansehen. Sie haben *Hylotoma* (= *Arge*) *rosae* L., *paganum* Panz. und *morio* (Autor?)¹⁾ untersucht.

Von der letzten

Unterfam. Panphiinae

der *Tenthredinidae* tritt uns ein anderer Charakter bei der von mir untersuchten Art *Cephaleia arvensis* Panz. entgegen. Während bei den drei letzten Unterfamilien die Sporne meist gleichmäßig waren, begegnen wir hier einem Typus, der Ähnlichkeit hat mit *Tenthredella*.

¹⁾ Vgl. Anm. auf p. 10; die Art ist nicht festzustellen.

Von den zwei Spornen des Vorderbeines ist der vordere verbreitert (Fig. 10a). Man kann hier einen breiten, nahezu runden Stamm erkennen, an dem unten eine schmale Membran ansitzt. Der Stamm ist schwächer beschuppt als der gänzlich zylindrische Hintersporn. Ebenso hat das Hinterbein zwei gänzlich runde, spitz beschuppte Sporne, die aber wieder Nägel aufweisen (Fig. 10b). Canestrini & Berlese haben (II, l. c., p. 59) von dieser Gruppe *Lyda pratensis* (Blanch. = *Pamphilus latifrons* Fall.?) untersucht; die Darstellung läßt nichts Genaueres erkennen.

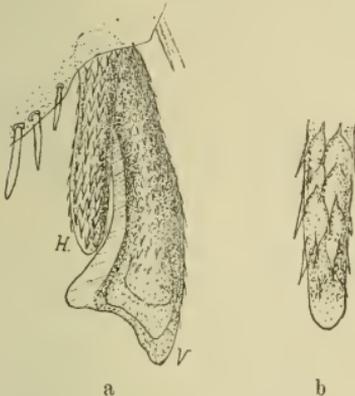


Fig. 10. *Cephaleia arvensis* Panz.
a) Sporn des linken Vorderb. von hinten,
100 : 1; b) ein Sporn des linken Hinterb.,
100 : 1

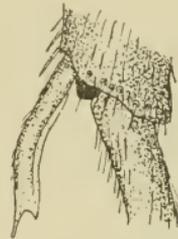


Fig. 11. *Cephus pygmaeus* L.
Rechtes Vorderb. von hinten, 36 : 1.

Einen vollkommen neuen Charakter weist die

Familie Cephidae

in ihrem Vertreter *Cephus pygmaeus* L. auf. Dieser besitzt nämlich, wie auch schon in der systematischen Literatur bekannt ist, am Vorderbein nur einen Sporn. (Fig. 11.)¹⁾ Er besteht aus einem runden Stamm, der in eine Spitze ausläuft. Eine schmale Membran sitzt median an und bildet am distalen Ende mit der Spitze des Stammes einen bogigen Ausschnitt. Der ganze Sporn ist etwas gebogen und mit seiner konkaven Seite nach dem Metatarsus zu gerichtet. Das Tibia-Ende weist einige regelmäßig stehende, stark Borsten auf, die für die Putztätigkeit sicher von Bedeutung sind. (Fig. 11.) (Vgl. biologischen Teil der Arbeit.)

Das Hinterbein entspricht dem der vorigen Art.

Scheinbar dieselbe Art *Cephus pygmaeus* (L.?) wurde von Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 59) einer Untersuchung unterzogen, deren Ergebnis in diesem Falle dem meinen gleichkommt.

¹⁾ Die schwarzgetönte Stelle in der Figur deutet die unten erscheinende Vorderseite an, nicht etwa ein Spornrudiment!

Von der

Familie Siricidae

habe ich drei Arten untersucht, deren Putzapparate untereinander recht ähnlich sind. Canestrini & Berlese geben (II, l. c., p. 59) von der einzigen von ihnen untersuchten Art *Sirex gigas* L. auch hier eine richtige Schilderung, der die Abbildung jedoch nicht ganz entspricht.

Am Vorderbein von *Xiphydria camelus* L. finden sich in individueller Verschiedenheit teils zwei, teils nur ein Sporn (Fig. 12a). Es handelt sich hier um den Hintersporn, der verschwindet. Ist er noch vorhanden, so ist er einfach rund, spitz und beschuppt (vgl. Fig. 10b). Der Vordersporn weist einen runden beschuppten Stamm auf, an den median eine chitinöse Membran ansetzt. Sie geht distal in eine Spitze aus und besitzt in der Mitte eine Einziehung. Auch hier wird die Transparenz nach dem freien Rande zu stärker, und eine Randpartie ist besonders dünn (Fig. 12b). Das Hinterbein zeigt zwei gleichgebauten Sporne; der hintere ist etwas länger und vom selben Bau, wie wir ihn z. B. bei *Arge* gefunden haben. (Fig. 12c.)

Paururus juvenecus L., von der Männchen und Weibchen untersucht wurden, zeigt zwar in den Beinen einen Geschlechtsunterschied¹⁾, dergestalt, daß das Hinterbein des ♂ enorm verbreitert ist, doch sind die Sporne bei beiden vollkommen gleich (Fig. 13b, 14). Ein Charakteristikum zeigendie Sporne insofern, als sie sechseckig gefeldert, nicht beschuppt sind. Sonst haben die Vorderbeinsporne einen runden, in eine gebogene Spitze auslaufenden Stamm, und eine sich nach unten ziemlich regelmäßig verbreiternde Membran (Fig. 13a). Die Sporne des Hinterbeins sind auffallend kurz, rund und an der Unterseite nur am letzten Ende rinnig ausgehöhlt. Die Kanten besitzen nur kleine Zähnechen.

Sirex gigas L. weicht stärker von den beiden genannten Arten ab, als diese von einander. Während die Form der Beine dem jener entspricht, ist der Stamm des Vorderbeinsporns (Fig. 15a) mehr von vorn nach hinten zusammengepreßt und nur an seiner distalwärts gerichteten langen Spitze beschuppt. Die Membran ist, nach ihrem freien Ende zu dünner werdend, stark geschwungen und gewölbt; sie sendet unten einen Zipfel gegen den Metatarsus vor. Zwischen diesem und dem Stamm gehen die Flächen allmählich ineinander über.

Ganz eigenartige Strukturen zeigen die beiden Sporne des Hinterbeines (Fig. 15b u. c), deren vorderer stärker ist als der hintere. Beide sind im Querschnitt kreisförmig. Während der Hintersporn die schon mehrfach erwähnte spitze Beschuppung aufweist, zeigt der vordere eine rindenartige Struktur in den zwei distalen Dritteln seiner Länge.

Ich habe außer den genannten drei Arten von der Familie *Siricidae* auch noch weitere Vertreter untersucht, soweit mir Material zur Verfügung stand und festgestellt, daß die Sporne anderer Arten der

¹⁾ Enslin und Schmiedeknecht erwähnen ihn nicht.

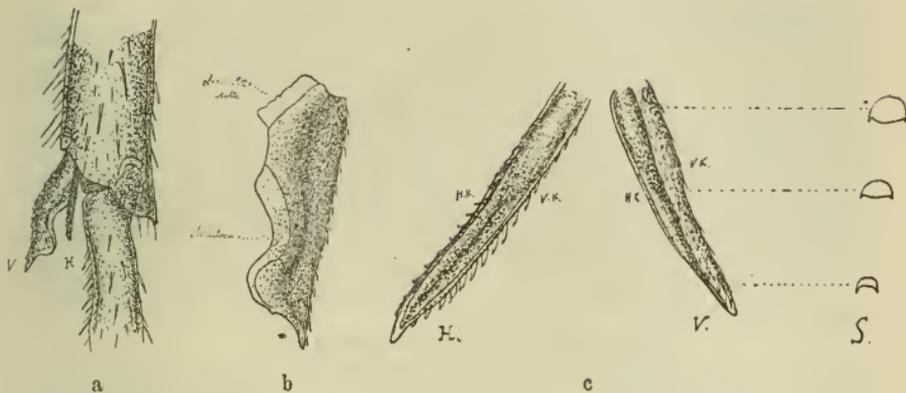


Fig. 12. *Xiphydria camelus* L. ♀.

- a) rechtes Vorderb. von hinten, 36:1; b) Vordersporn dess. von vorne, 57:1;
c) Sporne des rechten Hinterb. von unten, 86:1.

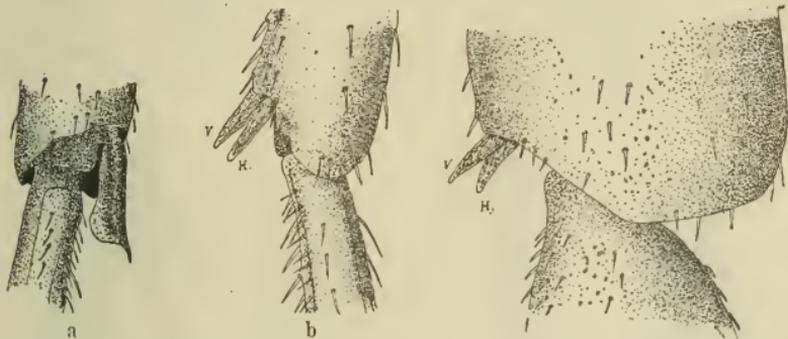


Fig. 13 *Paururus juvenicus* L. ♀.

- a) linkes Vorderbein von hinten, 27:1;
b) rechtes Hinterbein von hinten, 27:1.

Fig. 14. *Paururus juvenicus* L. ♂.
rechtes Hinterb. von hinten, 27:1.



Fig. 15. *Sirex gigas* L. a) Sporn des rechten Vorderbeins von vorne, 36:1;
b u. c) Vorder- und Hintersporn des rechten Hinterb., 57:1.

Gattungen *Sirex* und *Paururus*, sowie die Gattungen *Xeris* A. Costa und *Tremex* Jur. denselben Typus aufweisen. *Xeris* und *Tremex* haben jedoch nur einen Sporn am Hinterbein, bei *Xiphidria* ist oft am Vorderbein nur einer. Die Gattung *Oryssus* Latr. ist nicht als Siricide anzusehen; sie fällt auch hinsichtlich der Putzapparate ganz aus dem Rahmen heraus. Alle Formen weisen an den Beinen eine mehr oder weniger dichte Bedeckung von ziemlich kräftigen Borsten auf. Am Metatarsus findet sich an seiner Unterseite eine stärkere Anhäufung solcher Borsten, ohne aber eine eigentliche Ausbildung von Kämmen oder dergl. erkennen zu lassen.

Zu einer wesentlich besseren Ausbildung der Putzvorrichtungen kommt es bei der

Familie Ichneumonidae.

Auch hier stimmen die Untersuchungen von Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 63) mit den meinigen nicht überein. Jene erstreckten sich auf *Ichneumon bidentarius* (Autor?)¹⁾ und *comitator* L. sowie *Ophion glaucopterus* (= *Opheltis* L.?)¹⁾ und *merdarius* (Grav. = *Hemicospilus merdarius* Steph.?). Das Mikroskop erwies sich besonders hier als unzureichend. Für die feineren körperlichen Strukturen mußten die Sporne vor allem mit dem Opak-Illuminator betrachtet werden, da sich unter dem Mikroskop die Lage der Ebenen schwer

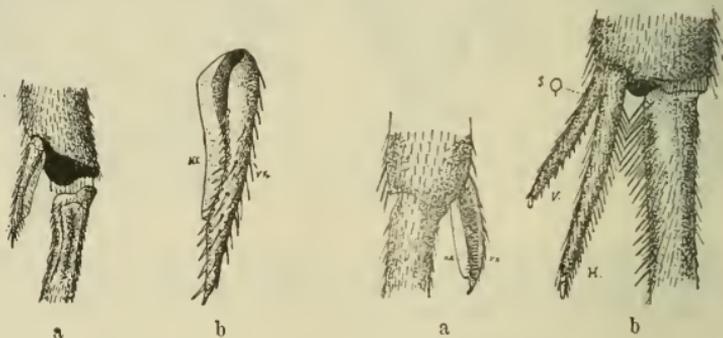


Fig. 16. *Tryphon elongator* Grav.

Fig. 17. *Ophion luteus* F.

a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1 a) rechtes Vorderb. von vorne, 36:1;
[Vorderkante des Spornes scheint durch
Hinterkante durch]; b) Sporn dess. von
vorne, 75:1.

entscheiden ließ! In der Literatur finde ich wenig Angaben, nur Schmiedeknecht (III, l. c.) schreibt p. 120, daß die Schienen innen gewöhnlich zwei, die vordersten in der Regel nur einen Sporn tragen. In seinen „Hymenopt. Mitteleur.“ (II, l. c.) finden sich keine Angaben. In den „Opuscula Ichneumonologica“ desselben Verfassers (I) steht bei den *Tryphoninae* nur die allgemeine Notiz, daß manche Arten nur einen Hinterbeinsporn haben. Ihre Anzahl findet ja bei den Ichneu-

¹⁾ Vgl. Anm. p. 10.

moniden mehrfach Berücksichtigung in systematischer Beziehung. Ich habe mir aus jeder der fünf Unterfamilien je einen Vertreter ausgewählt und diesen genauer untersucht. Es handelt sich um die in der Tabelle genannten Arten (p. 2).

Die Beine sind ziemlich dicht behaart. Hinzu tritt am Hinterbein ein mehr oder weniger regelmäßiger Dornenbesatz der Hinterseite des distalen Tibiaendes (Fig. 17c u. 20c). Er erscheint am regelmäßigsten bei *Ichneumon extensorius* L. (Fig. 20c). Ein ähnlicher Dornenbesatz findet sich an den Vorderbeinen, doch bei ihnen mehr auf der Vorderseite (Fig. 16a, 17a). Wahrscheinlich haben die Dornen der Hinterseite ihre Bedeutung für das Putzen. (vgl. biologischen Teil, p. 54).



Fig. 18. *Pimpla instigator* Grav. Fig. 19. *Cryptus dianae* Grav.
Sporn des rechten Vorderb. von vorne, Sporn des rechten Vorderb. von hinten,
57:1. 86:1.

Die Sporne sind bei den untersuchten Ichneumoniden — und sicher auch bei anderen! — recht kompliziert gebaut. Sie erinnern insofern an die von *Cimbex*, als der Stamm ebenfalls eine außen beborstete Rinne darstellt, am besten vielleicht verglichen mit einem halben Hohlzylinder. (Fig. 20b, S.) Die dadurch vorhandenen Kanten, die ich wie bei *Apis* als Vorder- und Hinterkante bezeichne, weisen besondere Ansätze auf und zwar die Hinterkante eine Membran, die Vorderkante Zähne (Fig. 16a, b, 17a, 18, 19 u. 20a). Größe, Form und Stellung der Zähne sowie ihre Anzahl ist verschieden. Während es bei *Tryphon elongator* Grav. (Fig. 16b) 17 große in ziemlich weitem Abstand voneinander stehende Zähne sind, sind es bei *Ophion luteus* L. (Fig. 17a) 25 kleinere in dichter Stellung, bei *Pimpla instigator* Grav. (Fig. 18), *Cryptus dianae* Grav. (Fig. 19) und *Ichneumon extensorius* L. (Fig. 20a) etwa 30 in wiederum dichter Stellung. Entsprechend der Variabilität des Vorderkanten-Besatzes nimmt auch die Membran der Hinterkante verschiedene Formen an. (Vgl. die genannten Figuren.) Meist nimmt sie vier Fünftel der Spornlänge ein und ist nahe der Wurzel des Stammes schmäler als nach dem distalen Ende zu. Der Sporn von *Pimpla instigator* Grav. (Fig. 18) ist insofern besonders eigentümlich, als an der Hinterkante die Membran einmal in zwei Teile zerfällt,

einen längeren und einen kürzeren am distalen Ende, und daneben, an derselben Kante also, etwa 30 Zähne von ziemlich langem und kräftigem Bau sitzen.

Der Vorderbein-Metatarsus der untersuchten Formen zeigt bei dieser Gruppe schon eine bessere Anpassung an die Putztätigkeit. Er weist einen mehr oder weniger deutlichen aus Zähnen bestehenden „Kamm“ auf (vgl. Fig. 16a). Dieser ist bei *Ichneumon* und *Cryptus* am besten ausgeprägt. Gleichzeitig macht sich auf der Unterseite des Metatarsus in seinem proximalen Teile eine schwache und ziemlich lange Ausrundung geltend, die in sich wieder etwas rinnenförmig ausgebildet ist, so also etwa das Bild einer sattelförmigen Fläche bietend. Ich unterscheide auch hier eine Vorder- und eine Hinterkante ihrer Lage nach und zwar sind es beide Kanten, die je einen Kamm tragen, wie bei *Pimpla instigator* Grav. oder nur die Hinterkante, wie bei den übrigen Arten. Diese Vorrichtungen sind mehr oder weniger entwickelt.

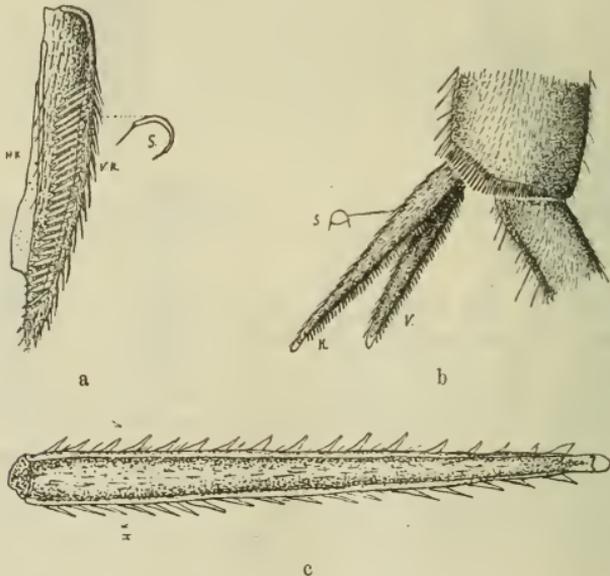


Fig. 20. *Ichneumon extensorius* L.

- a) Sporn des rechten Vorderb. von vorne, 57:1; b) rechtes Hinterb. von hinten, 27:1; c) ein Sporn dess. von unten, 86:1.

Kaum ausgebildet sind solche Kämmе an den Hinterbeinen, wo wir nur eine Verdichtung von Dornen an der Unterseite des Metatarsus finden. Die Sporne der Hinterbeine sind einfacher gebaut und erinnern an die der früheren Gruppen, z. B. die von *Xiphydria camelus* L. Stets ist der Hintersporn länger, alle sind rund, spitz und mit kleinen Borsten besetzt. Auch innen sind sie rund und die beiden Kanten

weisen Bezahnungen auf. Ebenfalls alle weisen ein kurzes, transparentes, mehr oder weniger spitzes Ende, von mir oben als „Nagel“ bezeichnet, auf. (Fig. 20b, c.) *Ophion luteus* F. zeigt insofern eine Abweichung, als der Sporn ganz rund ist und nur eine mediane Zahnreihe besitzt (Fig. 17b), die Sporne von *Cryptus diana*e Grav. sind am Ende rund. Die schematischen Querschnitte neben den Spornen geben ein deutlicheres Bild von ihrer Form als alle Worte. Bei *Ichneumon extensorius* L. ist die Unterseite des Spornes mit Börstchen besetzt, bei den anderen kahl. (Fig. 20c.)

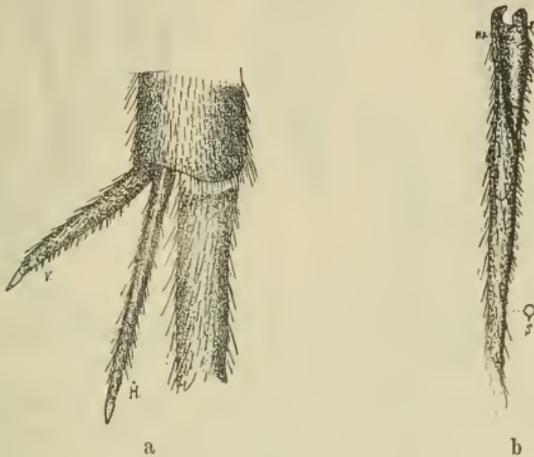


Fig. 21. *Zele testaceator* Curt.

a) rechtes Hinterb. von hinten, 27 : 1; b) Hintersporn dess. von unten, 36 : 1.

„Die Länge der hintersten Schienspore ist“ nach Schmiedeknecht (III, l. c., p. 506) für die Systematik der

Familie Braconidae

„zuweilen von Wichtigkeit.“ Für die Arbeit von Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 60 u. 64) gilt auch hier das oben Gesagte: Meine Untersuchungen ergaben andere Resultate! Sie haben eine *Agathis* spec. und *Bracon demigrator* (Licht. = *Br. flavator* F.?) untersucht und die wahrscheinlich ebenfalls hohle Form des Spornes nicht erkannt.

Zur Untersuchung standen mir je ein Exemplar von *Zele testaceator* Curt. und *Helcon aequator* L. zur Verfügung. Die Putzapparate haben bei dieser den Ichneumoniden nahestehenden Familie mit jenen viele Ähnlichkeit, wenigstens was die beiden genannten Formen anlangt.

An den distalen Tibia-Enden der ziemlich stark behaarten Beine fehlen die den Ichneumoniden eigenen Borstenreihen.

Die Vorderbeinspore dagegen sind denen der Ichneumoniden sehr ähnlich. Auch sie besitzen einen rinnenförmigen, bedornen Stamm, dessen Hinterkante eine Membran, dessen Vorderkante Zähne (etwa 20) trägt. Die Zähne werden nach der Spitze des Stammes zu

größer. Die Membran nimmt nahezu die ganze Spornlänge ein und bleibt etwa gleich breit (Fig. 22b).

Der Metatarsus ist stärker ausgerundet als bei den Ichneumoniden; er trägt einen langen Kamm kräftiger Zähne von ziemlich gleichmäßigem Bau (Fig. 22a).

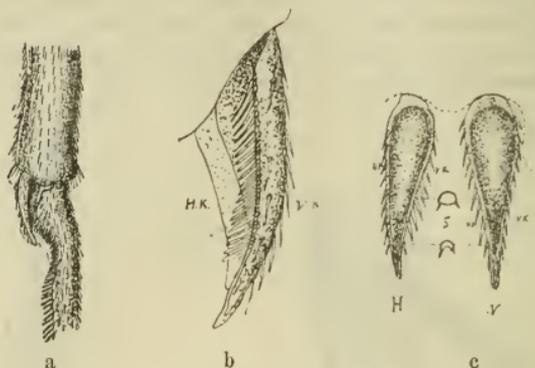


Fig. 22. *Helcon aequator* L.

a) rechtes Vorderb. von hinten, 27 : 1; b) Sporn dess. von vorne, 86 : 1; c) Sporne des rechten Hinterb. von unten, 57 : 1. [In a scheinen Zähne der Sporn-Vorderkante durch seine Hinterkante durch.]

Die Sporne der Hinterbeine sind bei beiden untersuchten Arten sehr verschieden. Bei *Zelex testaceator* Curt. sind sie auffallend langrund, dünn und beborstet. Am Ende tragen sie einen sehr langen spitzen Nagel (Fig. 21a). Ihre Ansicht von der Unterseite zeigt, daß sie nur im ersten Drittel eine eingesenkte runde, kahle Fläche haben; unterhalb derselben sind sie ganz rund im Querschnitt (Fig. 21b). Die oben vorhandenen, mit Zähnen besetzten Kanten laufen zu einer zusammen. Von anderer Form sind die Hinterbeinsporne von *Helcon aequator* L.; sie sind beide ganz kurz, breit, oben und unten rund und nur am Ende etwas rinnig. Nägel fehlen, die Zähne der Kanten sind lang und dünn (Fig. 22c). Metatarsalkämme fehlen den Hinterbeinen.

Von der eigenartigen

Familie Evaniidae

habe ich nur ein Stück, eine *Gasteruption* spec. untersuchen können. Die Familie enthält ja so verschiedene Formen, daß sicher auch zahlreiche Formen von Spornen usw. zu finden sind. In der Literatur finde ich keine Angaben, nur Canestrini & Berlese geben (II, l. c., p. 63) eine ziemlich ungenaue Darstellung bezüglich *Evania appendigaster* L. und *Foenus* (= *Gasteruption*) *jaculator* (Autor?¹), die auch leider durch keine Abbildung unterstützt wird. Kieffer vermerkt im „Tierreich“, Bd. 30 (I, 1912) nur: „vordere Tibia mit einem Sporn, die vier hinteren mit je zwei Spornen“.

¹) Vgl. Anm. p. 10.

Die Beine der untersuchten *Gasteruption* spec. zeichnen sich durch eine sehr dichte Bedeckung mit kurzen kleinen Härchen aus. An der Vorderseite des distalen Tibia-Endes des Vorderbeines finden sich einige Stacheln als Bewehrung. (Fig. 23a.)

Der Sporn des Vorderbeines (Fig. 23b) ist von ganz besonderer Gestalt. Der Stamm ist rund und mit Schuppen besetzt, die jedoch nicht bis an den Membranansatz heranreichen. Der Stamm hat nach innen zu eine starke Ausbuchtung, die durch die Membran gewissermassen ausgefüllt wird. Sie wird nach dem Ende zu allmählich transparenter und breiter und ist in eine Ecke ausgezogen, sodaß sie mit dem Stamm einen Winkel bildet.

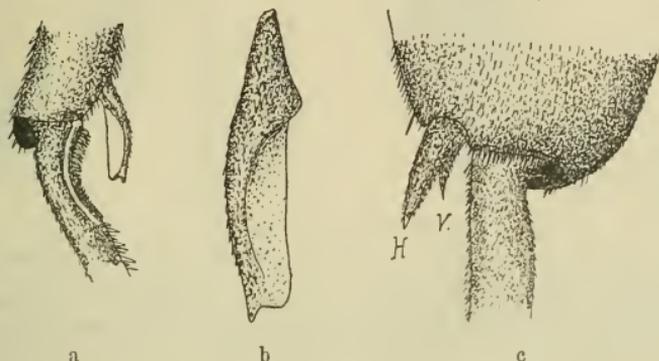


Fig. 23. *Gasteruption* spec.

- a) linkes Vorderb. von hinten, 54 : 1; b) Sporn des rechten von hinten, 151 : 1; c) rechtes Hinterb. von hinten, 54 : 1.

Der Metatarsus weist eine ziemlich tiefe Einbuchtung auf (Fig. 23a), die in ihrer Medianlinie einen Kamm trägt. Die Einkrümmung selbst hat einen glatten „Boden“, ist also nicht rinnenförmig. Die Vorder- und Hinterkante derselben sind etwas erhaben und treten deutlich heraus, sowohl in der Ansicht von unten als auch von vorn oder hinten. Wo die Einkrümmung zu Ende ist, verliert sie sich in eine Kante, die an der Unterseite deutlich in Erscheinung tritt. Der Metatarsus hat also an dieser Stelle einen etwa dreieckigen Querschnitt.

Die Tibia des Hinterbeines (Fig. 23c) ist so stark verdickt, daß die kleinen kegelförmigen, spitzen beschuppten Sporne beinahe verschwinden. Beide haben eine schwach hervortretende Zahnreihe in der Medianlinie der Unterseite; die Nägel sind klein, der Vordersporn ist etwas kürzer als der Hintersporn.

Am Metatarsus treten stärker gehäufte Haare in der unteren Medianlinie auf.

Die ganzen hier gefundenen Verhältnisse erinnern in gewissem Grade an die der

Familie Chalcididae.

Ich habe eine Pteromalinen-Art, sowie von den Chalcidinen eine *Chalcis* spec. und *Leucospis dorsigera* F. untersucht. Ein in der Systematik verwendetes Merkmal fällt sofort in die Augen: die Pteromalinen haben nur einen Hinterbeinsporn (Schmiedeknecht, II, l. c., 1907, p. 473 und „Chalcididae“ in III, l. c., 1914, p. 199).



Fig. 24. *Pteromalinarum* spec.

a) rechtes Vorderb. von vorne, 151:1; b) rechtes Hinterb. von hinten, 86:1.

An den Vorder- und Hintertibien aller drei Arten fallen vor allem die Stacheln an ihren distalen Enden auf und zwar sitzen sie bei den Vorderbeinen an der Vorderseite (Fig. 25b), bei den Hinterbeinen an der Hinterseite (Fig. 25c, 26b). Nur das Vorderbein der Pteromaline ist ohne solche (Fig. 24a). Weiter sind bei *Leucospis dorsigera* F. die Zapfen an der Vorderseite des Tibia-Endes von Interesse. Allerdings stehen diese kaum zu dem Putzen in irgendwelcher Beziehung (Fig. 26a. b).

Die Vorderbeinsporne aller drei untersuchten Arten sind charakteristisch durch das schwalbenschwanzförmige Ende. Der Stamm der Sporne ist rund, wenig von vorn nach hinten abgeplattet, mit Borsten bedeckt und spitz, während die Membran sehr schmal ist und mit dem Stamm am Ende einen spitzen Winkel bildet (Fig. 25a). Der Sporn der Pteromaline ist flacher, kahl, sehr dünn und transparent (Fig. 24a).

Während diese am Metatarsus keine Putzvorrichtung aufweist, ist eine solche in schwacher Ausbildung bei den beiden anderen Formen vorhanden. Die Ausbuchtung ist sehr flach, doch finden sich in beträchtlicher Länge eine Reihe starker Dornen, ganz nahe der Vorderseite (Fig. 26a).

Bezüglich des Hinterbeines der untersuchten Pteromaline ist zu sagen, daß sie eben nur einen runden, spitzen Sporn hat. Bei den beiden anderen Formen sind noch zwei Sporne vorhanden, von denen der vordere nur mehr einen kleinen Zapfen bildet. Der hintere ist noch etwas länger, spitz, rund und beschuppt und bei *Chalcis* mit langer transparenter Spitze (Fig. 25c, 26b) versehen.

Am Metatarsus der Hinterbeine der beiden letzten Arten finden sich hier zum erstenmal Andeutungen eines Kammes in Form einiger regelmäßiger Zähne (Fig. 25c). Canestrini & Berlese's Angaben (II, l. c., p. 64) über *Chalcis femorosa* (Can. & Berl. = *flavipes* Panz.) und *Microgaster* (= *Apanteles*) *glomeratus* L. stimmen mit meinen Untersuchungen überein.

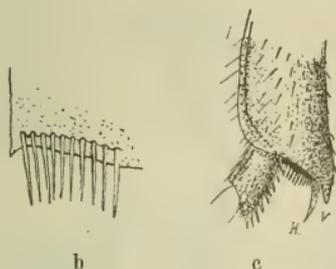
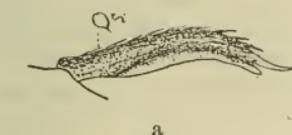


Fig. 25. *Chalcis* spec.
 a) Sporn des rechten Vorderb. von vorne, 86:1;
 b) Zähne der Hinterseite des distalen Tibiaendes dess., 151:1;
 c) rechtes Hinterb. von vorne, 36:1.

Fig. 26. *Leucospis dorsigera* F.
 a) rechtes Vorderb. von hinten, 36:1;
 b) linkes Hinterb. von vorne, 36:1.
 Z = Zapfen.

Hier schließt sich im Bau der Putzapparate die

Familie Proctotrupidae

an, die zu den Chalcididen kaum in näherer Beziehung stehen dürfte, und von der ich wiederum nur eine *Helorus* spec. untersuchen konnte, was bei dieser Familie, in der alle solche Formen, die anderwärts nicht unterzubringen waren, vereinigt sind, kaum von Bedeutung ist. In der systematischen Literatur wird höchstens die Zahl der Sporne zur Determination verwandt, nur bei Kieffer (II, l. c., 1914) findet sich auf p. 58 die Notiz: „Sporn der Vordertibia zweispaltig, nicht gekämmt.“ Canestrini & Berlese haben diese Gruppe nicht untersucht.

Der Vorderbeinsporn der geprüften Art ist nahezu gleich dem von *Chalcis* spec. (Fig. 25a). Sein Stamm ist rund, spitz und beschuppt und besitzt eine sehr schmale Membran, die sich nach unten etwas verbreitert und mit der Spitze des Stammes einen Winkel bildet. Es fehlen die den Chalcididen eigenen Dornen am Tibia-Ende. Der Metatarsalkamm, der gut entwickelt ist, sitzt an der Hinterkante der Ausbuchtung des Metatarsus, der an dieser Stelle leistenartig vorspringt.

Die Hintertibia ist sehr einfach gebaut: sie besitzt zwei runde, kegelförmige, beschuppte Sporne, deren hinterer länger ist als der

vordere. Am Metatarsus stehen einige Borsten an der Unterseite (Fig. 27).

Ebenfalls den schwalbenschwanzförmig endenden Sporn zeigen unter der

Familie Cynipidae

die von mir untersuchten Formen *Diplolepis quercus-folii* L. und *Biorrhiza pallida* Ol. (Fig. 28). Der Sporn des Vorderbeins ist genau wie bei *Helorus* spec. gebaut, nur gänzlich kahl, ohne Borsten oder dergl. Der Metatarsus ist schwach ausgerandet und die großen Zähne stehen weit von einander ab an der Vorderkante.



Fig. 27. *Helorus* spec.
rechtes Hinterb. von hinten, 57:1.



Fig. 28. *Diplolepis quercus-folii* L.
rechtes Vorderb. von hinten, 57:1.

Die Hintertibia besitzt zwei runde Sporne wie *Helorus* spec., doch unbeschuppt und mit einwärts gekrümmter, dorsiventral abgeflachter Spitze. Der Hintersporn ist etwas länger als der Vorder-sporn, der Metatarsus unten stärker beborstet und nicht ausgebuchtet. Cameron (l. c., p. 147) gibt nur die Zahl der Sporne an: am Vorderbein 1 oder 2 (?), am Hinterbein 2, während Kieffer in „Cynipidae“ (III, l. c.) 1914 das gegabelte Distalende des Vorderbeinsporns und den Kammapparat des Metatarsus vermerkt. Etwa dieselbe Notiz findet sich in Dalla Torre & Kieffer, Cynipidae (in „Tierreich“, 24, 1910). Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 60) geben eine kurze Beschreibung zweier von ihnen untersuchter *Cynips*-Arten. (*Cynips bedeguaris* (= *Rhodites rosae* Htg.?) und eine unbekannte). Ihre Resultate stimmen mit den meinen überein.

Die

Familie Formicidae

hat entsprechend dem ihr entgegengebrachten Interesse zahllose Bearbeiter gefunden. Dem entsprechend ist auch der Putzapparat häufiger untersucht als bei anderen Gruppen. Die älteste nähere Beschreibung, die mir bekannt geworden ist, gibt Forel 1874 in „Fourmis de la Suisse“. Mit wenigen Worten schildert er den Bau der Sporne und Metatarsen der Vorder- und Hinterbeine. Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 60) betonen bei leidlich richtiger Beschreibung, aber mangelhafter Abbildung die Gleichförmigkeit innerhalb der von ihnen untersuchten Arten. Es handelt sich bei ihnen um *Formica cephalotes*

(Autor?)¹⁾ und *herculeana* L. (= *Camponotus herculeana* L.). Die eingehendste Bearbeitung hat der Vorderbeinputzapparat durch Janet in der p. 9 und 18 genannten Arbeit für *Myrmica rubra* L. *laevinodis* Nyl. gefunden. Ich kann seine morphologischen Ergebnisse zum Teil bestätigen. Alle späteren Autoren haben sich an seine Arbeit gehalten. Nur Wheeler gibt 1910 in „Ants“, p. 24 eine kurze richtige Beschreibung und Originalabbildung von *Pogonomyrmex molefaciens* For., die mit meinen Befunden übereinstimmt. Escherich 1906 „Die Ameise“ zitiert Janet, während Stitz 1914 in „Insekten Mitteleuropas“ wieder eine kurze Diagnose und Zeichnung, die beide richtig sind, gibt. Heymons (Brehm, 1915) erwähnt die Putzvorrichtung kurz. Aus der gewaltigen systematischen Literatur ergibt sich, daß dann und wann die Zahl der Hinterbeinsporne eine Rolle zur Bestimmung spielt. (Emery, Ameisen in „Genera Insectorum“, soweit erschienen.) Trotz alledem erscheint es mir wichtig, noch einmal eine genaue Morphologie zu geben. Hinsichtlich der Anatomie und Biologie verweise ich auf die entsprechenden Abschnitte dieser Arbeit.

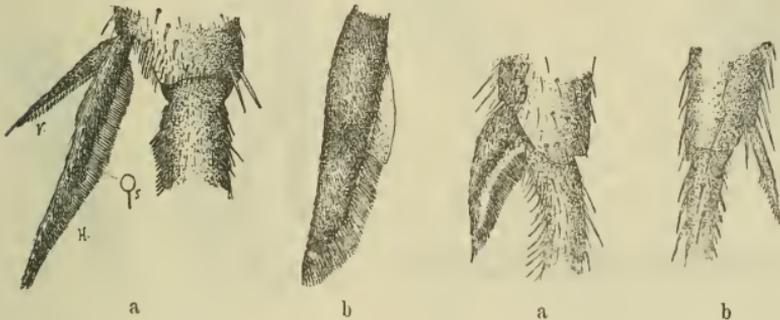


Fig. 29. *Megaponera foetens* F. ♂
 a) rechtes Hinterb. von hinten, 27:1;
 b) Sporn des rechten Vorderb. von hinten, 43:1 [Vorderseiten dess. wie bei *Polyrhachis*.]

Fig. 30. *Myrmica laevinodis* Nyl. ♀
 a) linkes Vorderb. von vorne, 57:1;
 b) linkes Hinterb. von hinten, 57:1.

Die von mir untersuchten Arten sind folgende: *Ponerinae*: *Megaponera foetens* F. ♂, ♀, ♀ u. ♀, *Myrmicinae*: *Myrmica rubra* L. *laevinodis* Nyl. ♂ u. ♀, *Formicinae*: *Camponotus herculeanus* L. ♀, *Formica rufa* L. ♀ u. ♀, und *Polyrhachis* spec. ♀.

Bei allen ist, das möchte ich gleich hier betonen, obgleich ich darauf noch zurückzukommen habe, die Zahl und Gestalt der Sporne bei allen Geschlechtsformen gleich. Die Zahl der Hinterbeinsporne differiert innerhalb der Gruppen von null bis zwei; die von mir untersuchten weisen einen oder zwei auf.

Die Beine der genannten Arten sind mit wenigen Dornen besetzt.

¹⁾ Vgl. Anm. p. 10.

Der Metatarsus der Vorderbeine verdient eine nähere Betrachtung. Seine Ausrandung ist verhältnismäßig schwach. Von unten gesehen, erkennt man, daß ihr „Boden“ bei *Camponotus*, *Formica* und *Myrmica* gewölbt, also der Rundung des Beines angepaßt ist, während er bei *Polyrhachis* flacher erscheint. Dicht vor der Hinterkante der Ausbuchtung findet sich eine „Kammleiste“ (Fig. 31a), die ihrerseits etwas erhaben ist und die zahlreichen, ziemlich langen und kräftigen Kammzähne trägt. Die Hinterkante (H. K.) selbst ist ebenso wie die Vorderkante (V. K.) der Ausbuchtung von starken Borsten in geringerer Dichte und Anzahl besetzt. (Fig. 31a, 32a.) Bei Ansicht des Metatarsus von hinten erscheinen alle drei Reihen Zähne resp. Borsten, die in den Figuren durch verschiedene Tönungen kenntlich gemacht sind. Der schematische Querschnitt in Fig. 31a läßt vielleicht den Bau des Metatarsus am besten erkennen.

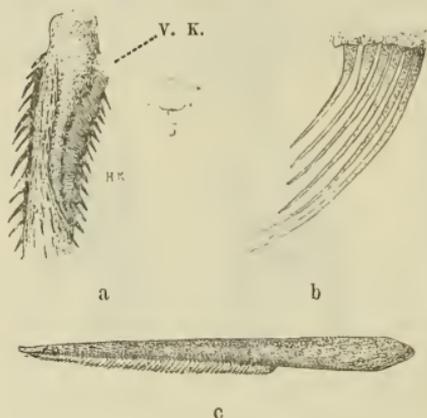


Fig. 31. *Camponotus herculeanus* L. ♂.
a) proximaler Teil des Metatarsus des rechten Vorderb. von unten, 36:1;
b) einige der eigenartigen Haare an der Wurzel der Vorderseite des Spornes, 333:1; c) Sporn des rechten Hinterb. von hinten, 57:1.

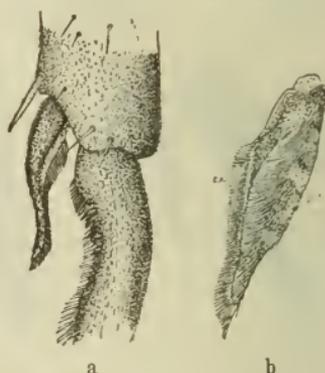


Fig. 32. *Polyrhachis* spec. ♀.
a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1
b) Sporn dess. von vorne, 36:1.

Von besonders interessantem und charakteristischem Bau ist der Vorderbeinsporn der genannten Arten. Janet's Befunde sind in dieser Hinsicht andere. Der Sporn ist auch hier, wie wir es schon bei Ichneumoniden und anderen Familien gefunden haben, rinnig. Der Stamm bildet im Querschnitt ein unten offenes Oval (Fig. 32b). Er scheint aus einer Zusammenbiegung der Ränder entstanden zu sein, die nunmehr die Vorder- und Hinterseite des Spornes bilden. Diese ist beschuppt und zwar sind die Schuppen nahe der Wurzel des Spornes rund, um nach hinten und dem Rande zu spitzer zu werden. Sie überragen dort die Hinterkante borstenartig. (vgl. Fig. 8c). Die Vorderseite des Spornes weist Schuppen von ganz eigenartiger Gestalt auf:

sie sind so lang gestreckt, daß sie wie Haare oder Borsten erscheinen. (Fig. 31b, 32b.) Sie liegen regelmäßig neben- und übereinander. Die Hinterkante selbst trägt eine tiefgesägte, ziemlich kräftige Membran.

Von der geschilderten Form weichen die Sporne von *Myrmica* und *Megaponera* ein wenig ab. Der Stamm des Spornes von *Myrmica* ist im Querschnitt rund; er erweckt den Eindruck, als hätte sich die Vorderkante zur Hinterseite bis zum Aneinanderschließen hingekrümmt. Vorder- und Hinterseite sind hier gleichmäßig spitz beschuppt; die langen Borsten fehlen. (Fig. 30a.) An dem Sporn von *Megaponera*, der sonst ganz nach dem Typus von z. B. *Polyrhachis* gebaut ist, ist das erste Drittel der Membran nicht gesägt, sondern ganzrandig. (Fig. 29b.)

Der Metatarsus des Hinterbeines der genannten Arten zeigt keinerlei Einbuchtung. Er ist gerade und zylindrisch. An seiner Innenseite finden sich eine oder einige Reihen von Dornen. Ich möchte sagen, daß er in dieser Hinsicht im Gegensatz zu dem hoch differenzierten Vorderbein ziemlich primitive Charaktere hat (Fig. 29a, 30b).

Von Hinterbeinspornen finden wir bei allen von mir untersuchten Formen mit Ausnahme von *Megaponera foetens* F. nur einen. Dieser ist ebenfalls sehr einfach: rund und einem großen Dorn ähnlich. In seiner ventralen Mittellinie sitzt ein Kamm aus mehr oder weniger zahlreichen Zähnen, die mehr oder weniger dicht gedrängt stehen. Ihre Größe und Form ist verschieden und variiert in der Zahl auch individuell (z. B. *Myrmica* 6 bis 12) (Fig. 30b, 31c). Der Sporn (Hintersporn) von *Megaponera* ist besonders kräftig und groß, ebenso sein aus zahlreichen Zähnen bestehender Kamm (Fig. 29a). Bei dieser Art tritt noch ein zweiter Sporn (Vordersporn) auf, der kleiner, sonst aber jenem außerordentlich ähnlich ist, nur sind die Zähne breiter und kürzer. Bei *Polyrhachis* spec. ist die Kammeiste besonders schmal und schwach ausgebildet, ebenso bei *Formica*. Alle Hinterbeinsporne sind beschuppt.

Hier schließe ich mit Schmiedeknecht die

Familie Mutillidae

an, die aber den Ameisen sicher nicht so nahe steht. Über den Vorderbeinputzapparat einer Mutillide (*Mutilla europaea* L.) finde ich nur bei Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 64) eine Beschreibung, mit der die etwas eigenartige Zeichnung nicht ganz übereinstimmt. Die von mir untersuchte *Mutilla differens* Lep. ♀ und *Smicromyrme ruficeps* F. ♂ weisen im Bau des Vorderbeinspornes vor allem einen ganz neuen Typus auf. Die Beine sind, wie die Mutilliden im allgemeinen, sehr stark behaart. Die sehr kräftigen Haare sind sogar so zahlreich, daß das Bild undeutlich würde, wenn ich alle gezeichnet hätte. Die Ausrandung des Metatarsus ist sehr stark und bildet nahezu einen Halbkreis (Fig. 33a). An dessen Hinterrand steht der kräftige Kamm mit seinen nach hinten gerichteten Zahnsitzen. Anschließend an die Ausrandung finden wir eine Einsenkung auf der hinteren Fläche des Metatarsus, die allmählich aufwärts zieht bis zu einer erhabenen Kante. Erst hinter dieser Erhebung stehen wieder Borsten (Fig. 33a).

Der Stamm des Spornes ist rund und gekrümmt, seine Spitze wieder gestreckt. In der Krümmung des Spornes sitzt median die sehr breite etwa eiförmige Membran, die nicht eben, sondern etwas gewellt ist (Fig. 33b). Am oberen Rande trägt der Stamm etwa 15 starke nach abwärts gerichtete Dornen, desgleichen zwei am Innenrande unterhalb der Membran.

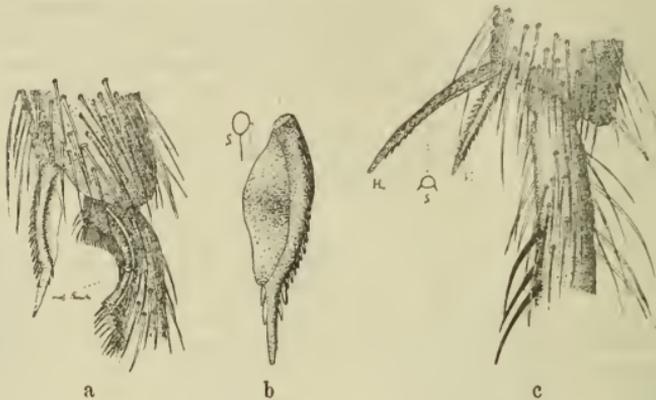


Fig. 33. *Mutilla differens* Lep. ♀.

- a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) Sporn dess. von vorne, 43:1;
c) rechtes Hinterb. von hinten, 27:1.

Das Hinterbein (Fig. 33c) besitzt am Metatarsus keinerlei Ausrandung oder Putzkamm. Erst hinter dem Bereich der Sporne treten einige ganz besonders kräftige Dornen auf, die aber zu der Putztätigkeit nicht in Beziehung stehen. Die beiden Sporne — der vordere kürzer als der hintere! — sind in der Form gleich: rund und spitz und mit je zwei Reihen von etwa 15 Zähnen besetzt. Die Krümmung der oberen Fläche der Sporne ist stärker als die der unteren. Außerdem ist der ganze Sporn gebogen (Fig. 33c).

Über die

Familie Thynnidae

finde ich in der Literatur hinsichtlich der Putzapparate nichts. Canestrini & Berlese hat von dieser tropischen Familie kein Tier vorgelegen. Die von mir geprüfte Art ist *Thynnus dimidiatus* Klug ♂ aus Chile.

Die gleichmäßig dicht behaarten Beine zeichnen sich durch einige Dornen von gewaltiger Länge aus (Fig. 34a). Ich bemerke, daß es sich auch bei dem ventral an der Vorderbeintibia sitzenden Dorn nicht etwa um einen Putzsporn handelt. Es ist auch hier nur ein Putzsporn vorhanden, dessen völlig glatter Stamm nahezu kegelförmig und im Querschnitt rund ist (Fig. 34a). Er ist etwas gekrümmt und spitz. An der inneren konkaven Seite sitzt eine gekerbte Membran,

die an Breite dem Durchmesser des Stammes gleich ist. Im Querschnitt bietet er etwa das Schema des von *Mutilla* (Fig. 33b).

Am Metatarsus findet sich unten median ein hoher schmaler Vorsprung, der erst an sich den Kamm trägt. Auch hier hat der Vorder- und Hinterrand der Ausbuchtung zahlreiche starke Dornen.

Die stärker behaarte, aber schwächer bewehrte Hintertibia besitzt zwei Sporne, die beide rund und beschuppt sind. Am längeren Hintersporn stehen an der Hinterseite längere, den Rand überragende Borsten (Fig. 34b). Der Vordersporn ist im Bau ähnlich, nur kürzer und besitzt statt der Borsten Zähne. Der Metatarsus weist keine Besonderheiten auf außer verstärktem Borstenbesatz an seiner Unterseite.

Das Weibchen derselben Art zeigt im allgemeinen denselben Bau der Putzapparate, nur sind seine Hinterbeinsporne unbeschuppt, unbewaffnet und am Ende etwas rinnig, sodaß sie denen von *Discolia ruficornis* F. (vgl. unten und Fig. 36a) gleichen.

Von der

Familie Tiphidae

konnte ich wieder nur einen Vertreter, *Tiphia femorata* F. ♀, untersuchen. Die Tiphien bildeten früher eine Gruppe mit den Scolien, heute sind sie getrennt (Schmiedeknecht, II, l. c., p. 331) und mit

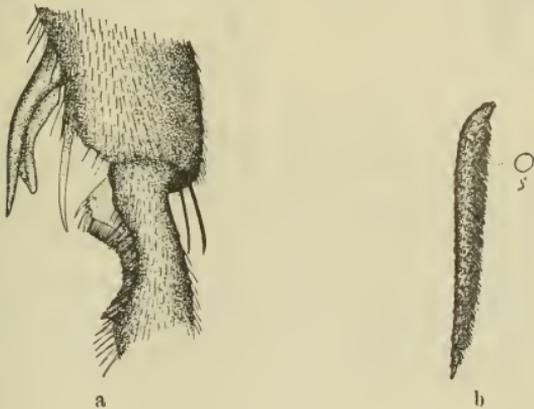


Fig. 34. *Thynnus dimidiatus* Klug

a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) Hintersporn des linken Hinterb. von vorne, 20:1.

Recht, möchte ich sagen, wenn ein Merkmal ausschlaggebend sein könnte: Die Putzapparate der *Tiphia* unterscheiden sich ganz wesentlich von der folgenden *Discolia*.

An den Beinen finden wir zahlreiche starke und lange Borsten, besonders an den Hintertibien (Fig. 35b), die, bei den Weibchen abgeplattet, starke blattartig verbreiterte Dornen besitzen als Anpassung an die Grabtätigkeit.

Vordertibia und -Metatarsus weisen hinten eine erhabene Kante auf, von der aus die Flächen abfallen, sodaß der Querschnitt etwa dreieckig wird. Ähnlich ist es bei der Hintertibia, wo ebenfalls die untere Fläche in Gegensatz zur oberen nicht oder kaum mit Borsten besetzt ist (Fig. 35a, b).

Der Sporn des Vorderbeines (Fig. 35a) hat einen verbreiterten Stamm, der etwa beilförmig erscheint. Nach unten zu wird er schmaler und läuft in eine nach oben gekrümmte Spitze aus. Die ansetzende gekerbte Membran bildet ebenfalls nach unten zu eine Spitze, die mit der des Stammes einen Winkel bildet. Auf der Oberseite trägt der Stamm einige abwärts gerichtete Zähne, ähnlich dem von *Mutilla*, sonst ist er glatt.

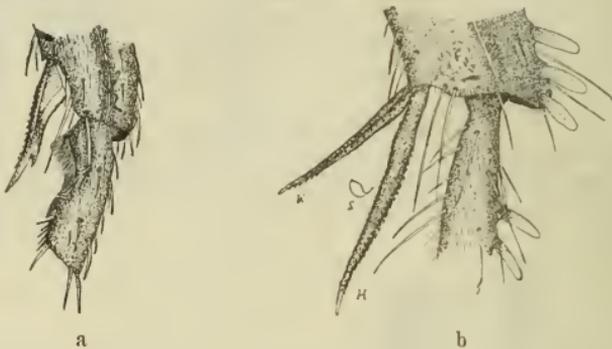


Fig. 35. *Tiphia femorata* F. ♀

a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) rechtes Hinterb. von hinten, 27:1.

Das Hinterbein besitzt zwei sehr lange Sporne, die jedoch von einem Typus sind, wie er uns schon mehrfach begegnet ist (vgl. Fig. 35c). Der Hintersporn ist etwas länger, seine hintere gezahnte Kante ist stärker vorgezogen als die vordere (Fig. 35b). Der Vordersporn ist mehr symmetrisch, beiderseitig runder, trägt aber ebenfalls zwei gezahnte Kanten. Bei beiden Spornen sind die Zähne der Hinterkante größer als die der Vorderkante, auch sind beide Sporne am Ende unten rinnig.

Zu der eigentlichen

Familie Scoliidae

gehört die von mir untersuchte *Discolia ruficornis* F. (Afrika), von der ich beide Geschlechter zur Verfügung hatte. Canestrini & Berlese haben (II, l. c., p. 61) eine recht gute Beschreibung und eine weniger gute Abbildung einer *Scolia*-Art gegeben, aus der sich ersehen läßt, daß sie im wesentlichen mit meiner Untersuchung übereinstimmt. Sie haben *Scolia insubrica* (Rossi?), *bicincta* (F.?) und *quadripunctata* (F.) miteinander verglichen und festgestellt, daß kaum Unterschiede vorhanden sind. Auch die Scolien besitzen, besonders im weiblichen Ge-

schlecht, starke Dornen und Borsten mit stark vertiefter Einlenkung (Fig. 36a).

Der Vorderbeinsporn ist von eigenartiger Gestalt, wie sie mir bei keiner anderen Gruppe begegnet ist. Er hat die Gestalt eines distal verbreiterten löffelförmigen Spatels, der zudem noch gekrümmt ist. Dabei verschwindet die nach hinten zu geöffnete Rinne allmählich und geht in die flache Verbreiterung über (Fig. 36a, d). Der sonst gänzlich glatte Stamm ist an der Innenkante dünn wie eine Membran anderer Sporne. Eine eigentliche Membran scheint in ihm zu fehlen. Das distale Ende ist nahezu geradlinig abgeschnitten.

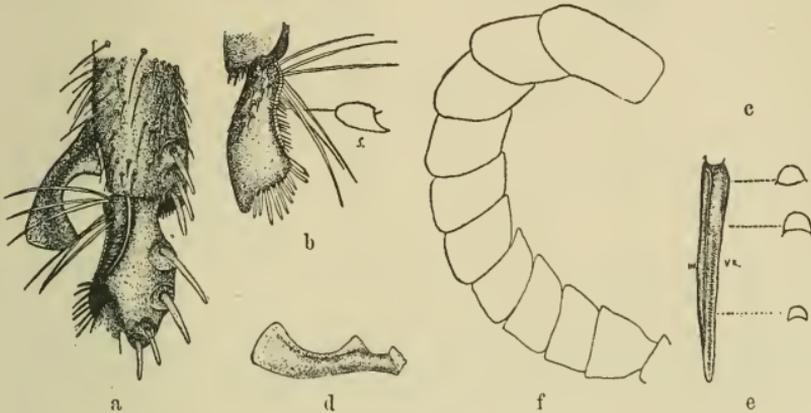


Fig. 36. *Discolia ruficornis* F. ♀

a) rechtes Vorderb. von hinten, 20:1; b) Dass. schräg von vorne unten, 20:1; c) einige Zähne des Kammes, 36:1; d) Sporn des rechten Vorderb. von vorne, 20:1; e) Hintersporn dess. von hinten unten, 20:1; f) rechter Fühler im Umriß, 20:1. [Alle Zeichnungen außer c mit dem Binocular angefertigt.]

Ebenso wie der Sporn fällt der Metatarsus ganz aus dem Rahmen der übrigen von mir untersuchten Formen heraus. Das auffallendste ist, daß der an der Vorderseite der ziemlich schwachen Ausrandung sitzende „Kamm“, wenn man ihn hier noch so nennen kann, statt der Zähne chitinöse Papillen trägt. (Fig. 36a.—c.) Sie stehen auf der erhabenen Vorderkante, an die sich nach der Hinterseite des Metatarsus zu eine längliche Grube anschließt, an deren anderem Ende wieder Dornen stehen. Erst mit einer diesen folgenden erhabenen Kante (Fig. 36a) beginnt die normale Rundung des Metatarsus. Der Querschnitt wird so ein ganz eigenartiger (Fig. 36b). Die sechs sehr langen Dornen nahe dem proximalen Ende des Metatarsus sind charakteristisch.

Das Hinterbein ist weniger eigenartig; es ähnelt dem der Mutilliden (vgl. Fig. 33c). Tibia und Metatarsus sind normal rund im Querschnitt, beide sehr stark bedornt, die Tibia vor allem an der Außenkante, der Metatarsus an der Innenseite. Glatt und unbeschuppt wie der

Sporn des Vorderbeines sind auch die des Hinterbeines, die keinerlei Zähne oder dergl. aufweisen. Sie sind beide von gleicher Gestalt, der hintere länger als der vordere, nahe der Wurzel rund, dann rinnig (Fig. 36e). Die Putzapparate des Männchens unterscheiden sich in nichts von denen des Weibchens.

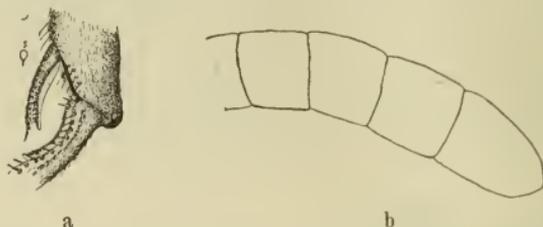


Fig. 37. *Sapyga clavicornis* L.

a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) Fühlerende im Umriß, 27:1.

Während die Beine der letzten Gruppen alle stark bedornt sind, sind die der

Familie Sapygidae

fast glatt, abgesehen von einer Bedeckung mit kleinen kurzen Haaren. Der Vordersporn der von mir untersuchten *Sapyga clavicornis* L. ♀ erinnert in seiner Form etwas an den von *Thynnus dimidiatus* Klug (vgl. Fig. 34a), nur ist der freie Membranrand glatt und der Stamm beschuppt (Fig. 37a). Die Ausrandung des Metatarsus ist flach; der Kamm steht nahe dem Hinterrande, in der anschließenden Ausbuchtung stehen einige starke Dornen. Der Hinterbeinputzapparat ist ganz einfach gebaut: Tibia und Metatarsus sind rund, dieser mit stärkerer Beborstung an der Unterseite, die Sporne beide gleichmäßig rund und behaart. Der Hintersporn ist etwas länger als der Vordersporn. Canestrini & Berlese haben auch über diese Gruppe nichts gearbeitet, wohl aber (II, l. c., p. 60) über zwei Arten (*Stilbum cyanurum* Forst. var. *calens* F. und *Chrysis bidentata* L. [= *viridula* L.]) der

Familie Chrysididae.

Ich habe zum Teil andere Arten als C. & B. untersucht (*Hedychrum nobile* Scop. ♂, *Stilbum cyanurum* Forst. ♀ [Afrika] und *Chrysis lyncea* F. ♀ [Afrika]), stehe aber doch nicht an, zu behaupten, daß deren Beobachtungen und Figur (Fig. 17) unrichtig sind. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die var. *calens* F. der Art *cyanurum* Forst. im Gegensatz zu ihrer Nominatform derartig andere Putzsporne usw. aufweist, wo sie sich im Habitus nur durch ihre Größe und Färbung unterscheidet. Nach meinen Befunden sind die Putzapparate aller drei von mir untersuchten Formen gleich. Sie erscheinen recht einfach in ihrem Bau.

Die Behaarung der Beine ist ziemlich dicht, die Bewehrung gering. Der Sporn des Vorderbeines hat einen runden, in eine Spitze auslaufenden Stamm, der beschuppt ist und an dem median eine Membran ansitzt, die stark gezähnt ist und etwa zwei Drittel der Spornlänge ein-

nimmt. Distal folgen noch einige membranöse Zähne (Fig. 38a, b). Am Metatarsus steht der Kamm in einer flachen Ausrandung auf einer kleinen Leiste nahe dem Hinterrande.

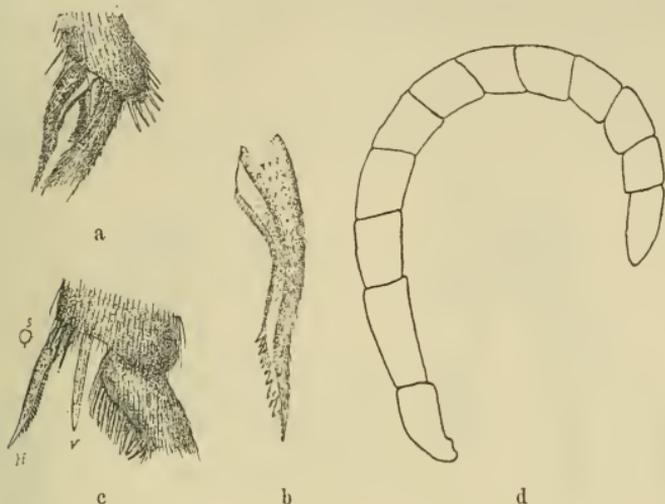


Fig. 38. *Hedychrum nobile* Scop. ♂.

a) linkes Vorderb. von vorne, 36:1; b) Sporn dess. von hinten, 86:1; c) rechtes Hinterb. von hinten, 36:1; d) rechter Fühler im Umriß, 36:1.

Tibia und Metatarsus des Hinterbeines sind rund, dieser mit starker Beborstung des Innenrandes (Fig. 38c). Die Sporne unterscheiden sich nur in der Länge, sind sonst gleichmäßig rund und weisen unten in der Medianlinie Zahnkanten auf, die bei dem vorderen etwas schwächer entwickelt sind als bei dem hinteren Sporn.

Die von mir untersuchten Arten der

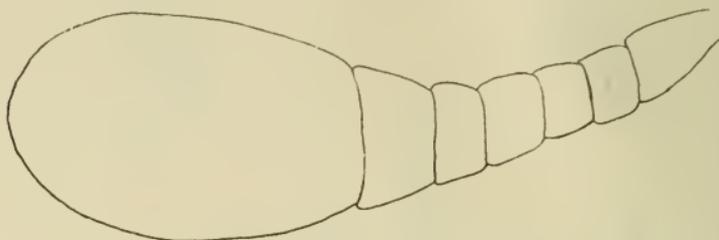
Familie Vespidae

möchte ich getrennt behandeln, da sie verschiedenen Unterfamilien angehören. Vor allem weicht die der *Masarinæ* (*Celonites abbreviatus* Vill. ♀) biologisch und morphologisch ganz erheblich von den andern ab. *Odynerus nigripes* H.-Sch. ♂ u. ♀ gehört zu den *Eumeninæ*, während ich von den *Vespinae* *Vespa vulgaris* L., *germanica* F. und *rufa* F. untersucht habe. Die systematische Literatur bietet auch hier keinerlei Angaben. Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 70, Fig. 12 und 16) haben vier Arten untersucht: *Eumenes coarctatus* L., *Odynerus parietum* (L.), *Polistes gallicus* L. und *Vespa crabro* L. Ihre Befunde stimmen, wenn ich auch nicht genau dieselben Arten untersucht habe, mit den meinigen nicht überein.

Die drei von mir untersuchten Vespinenarten erwiesen sich als in den Putzapparaten vollkommen gleich. Sie zeigen auch Ähnlichkeit mit denen der folgenden Familie.

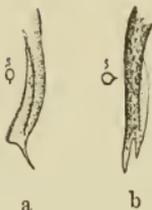
Die reichlich behaarten Beine sind schwach bewehrt, nur das distale Tibiaende zeigt mehrere Dornen. (Fig. 41 a, b.)

Der Vordersporn ist sehr hoch in die Tibia eingefügt. Charakteristisch ist er bei diesen *Vespa*-Arten durch das mit Zähnen besetzte Ende, das nach außen gekrümmt ist. Erst über demselben sitzt an



c

Fig. 39. *Celonites abbreviatus* Vill. ♀.
a) Sporn des linken Vorderb. von hinten, 57:1; b) Hintersporn des rechten Hinterb. von hinten, 57:1; c) rechter Fühler im Umriß, 57:1.



a

b

Fig. 40. *Odynerus nigripes* H.-Sch. ♂.
Sporn des rechten Vorderb. von hinten, 57:1.



Fig. 40.

der Unterseite des runden Stammes median die gesägte Membran an, zwei Drittel desselben an Länge einnehmend. Die Zähne des distalen Endes besetzen auch noch die Oberseite median bis etwa zur Hälfte. Sonst ist der Sporn ganz kahl (Fig. 41a).

Die Ausrandung des Metatarsus ist flach, der Kamm sitzt in ihrer Medianlinie auf einer kielförmig erhobenen Kante. (Fig. 41a, S.) Distalwärts der so von der Kante aus nach vorn und hinten abfallenden Ausrandung stehen einige starke Dornen, ebenso an der Vorderkante Borsten.

Der vollkommen runde Metatarsus des Hinterbeines zeigt nur eine ganz flache Ausrandung (Fig. 41b); doch finden wir hier zum erstenmal eine stärkere Ausbildung von Putzdornen an der Unterseite des Metatarsus in Form eines ziemlich regelmäßigen Kammes. Hinter ihm stehen noch einige besonders kräftige Dornen (schwarz in Fig. 41b).

Von den zwei Spornen des Hinterbeines ist der hintere nicht nur etwa doppelt so lang, sondern auch anders gestaltet. Der Hintersporn ist oben und unten rund, seine Hinterkante mit einem langen Kamm starker kräftiger Zähne, seine Vorderkante mit einer Reihe kleinerer Zähnchen besetzt und stark behaart (Fig. 41b). Der Vordersporn da-

gegen ist rinnig, also unten hohl, oben gewölbt, seine Kanten mit je einer Reihe gleicher kleiner Zähne besetzt und ebenfalls behaart. (Fig. 41 b, S.)

Die aus der Unterfamilie der *Eumeninae* untersuchte Art *Odynerus nigripes* H.-Sch. ♂ u. ♀ — die Geschlechter sind untereinander in den Putzapparaten gleich! — unterscheidet sich wenig von den vorhergehenden. (Fig. 40.) Am Vordersporn, dessen Stamm etwas breiter, beschuppt und behaart ist, ist die gekerbte Membran länger. Der Metatarsalkamm steht näher dem Hinterrande und die Hintersporne sind kürzer und etwas breiter, unterscheiden sich aber sonst nicht.

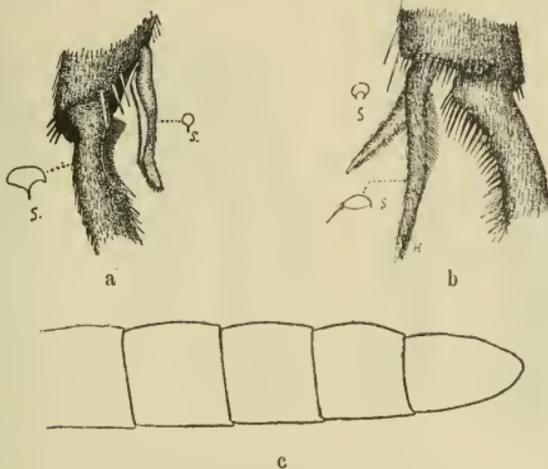


Fig. 41. *Vespa vulgaris* L.

- a) linkes Vorderb. von hinten, 27:1; b) rechtes Hinterb. von hinten, 27:1;
c) Fühler im Umriß, 27:1.

Eigenartig wie *Celonites abbreviatus* Vill. ♀ (*Masarinae*) in seinem Leben, ist er in den Putzspornen. Der Vorderbeinsporn besitzt einen runden, glatten Stamm, an den median die schmal beginnende und immer breiter werdende gekerbte Membran ansetzt, die in eine feine gekrümmte Spitze ausläuft (Fig. 39a).

Der Hintersporn des Hinterbeines begegnet uns hier in einer Form, wie wir sie bisher noch nicht kennen gelernt haben: er besitzt eine Ähnlichkeit mit dem Vorderbeinsporn durch die schmale Membran. Sein Stamm ist im Gegensatz zu jenem beschuppt und am Ende gegabelt (Fig. 39b). Das Hinterbein und sein Vordersporn unterscheiden sich nicht von den vorigen Vespiden, der vordere Metatarsus nicht von dem von *Odynerus*.

Die fünf von mir untersuchten Formen der

Familie Pompilidae,

Ceropales maculata F. ♀, *Pseudagenia punctum* F. ♀, *Priocnemis fuscus* F. ♀, *Pompilus viaticus* L. ♀ und *Clavelia ramosa* Smith ♂ u. ♀ (Afrika)

sind in ihren Putzapparaten wieder ziemlich einheitlich. Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 69) haben ebenfalls *Pompilus viaticus* L. untersucht. Ihre Angaben und Figur (Fig. 6) sind hier ähnlich den meinigen.

Die stark behaarten Beine weisen bei dem Weibchen auch eine kräftige Bedornung auf. Der Bau des Metatarsus entspricht im wesentlichen dem der letzten Gruppen. Die Einbuchtung ist gering, der Putzkamm steht an ihrem Hinterrande. Anschließend hat der Metatarsus hinten eine flache Mulde, hinter deren abschließender Kante erst wieder Dornen stehen. Auch an der Vorderkante stehen Borsten (Fig. 42a).

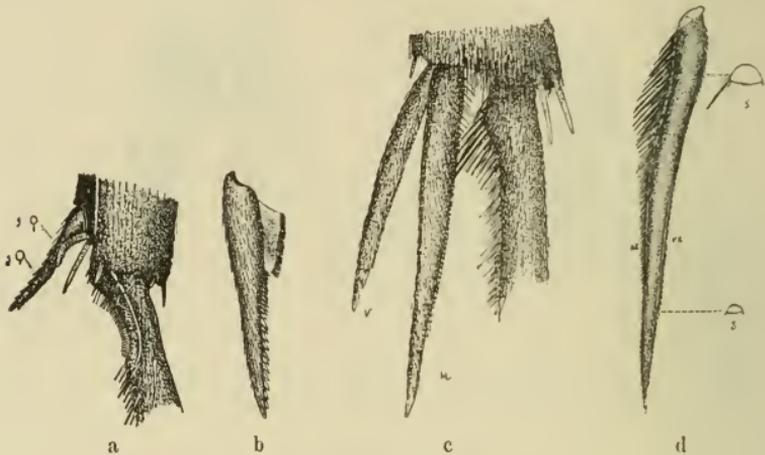


Fig. 42. *Pompilus viaticus* L. ♀.

- a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) Sporn dess. von hinten, 43:1;
c) rechtes Hinterb. von hinten, 27:1; d) Hintersporn dess. von unten, 27:1.

Der Vordersporn aller fünf Arten ist gleicherweise dadurch ausgezeichnet, daß die gezähnte Membran nur $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ der Gesamtlänge einnimmt. Dieser Typus findet sich mit geringer Variabilität auch bei vielen anderen von mir geprüften Arten. Der am runden und behaarten Stamm median ansetzenden Membran folgt eine mehr oder weniger große Anzahl ziemlich kräftiger Zähne an dem distalen Teile des Spornes (Fig. 42b).

Der Hinter-Metatarsus besitzt in seiner flachen Ausrandung einen Kamm an der Hinterrande, aus starken Dornen bestehend und von hinten her von Borsten des Beines bedeckt (Fig. 42c).

Dieser Bau, daß nämlich der eigentliche Kamm von Borsten überragt und überdeckt ist, wird uns noch öfter begegnen. Wir finden dasselbe schon bei dem Hintersporn der Hinterbeine dieser Gruppe. Beide Sporne sind enorm lang, rund, auf der Unterseite weniger als auf der Oberseite, und ihre beiden Kanten sind bezahnt (Fig. 42d). Erst gegen das Ende zu werden die Sporne rinnig. Die Zähne der Hinterrande des Hintersporns werden von langen Borsten überlagert.

Die geschilderten Verhältnisse sind bei allen untersuchten Arten gleich, nur verdient erwähnt zu werden, daß sich Männchen und Weibchen von *Clavelia ramosa* Smith im Putzsporn des Vorderbeines ein wenig unterscheiden, insofern als die Membran beim Männchen länger ist als beim Weibchen (Fig. 43a.). Umgekehrt ist dann die Zahl der Zähne beim Weibchen größer als beim Männchen. Dieser Geschlechtsunterschied findet sich bei anderen von mir untersuchten Arten nicht!

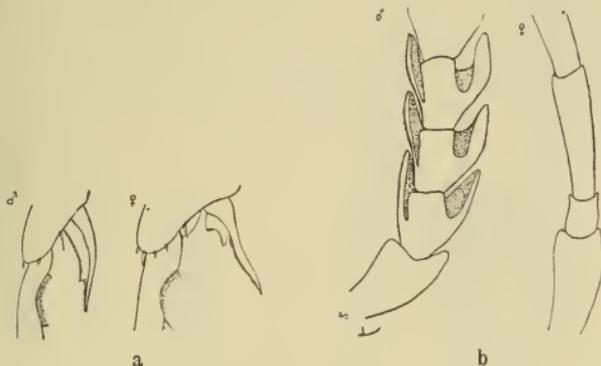


Fig. 43. *Clavelia ramosa* Smith, ♂ u. ♀.
a) linkes Vorderb. im Umriß, 20:1; b) linker Fühler ebenso, 20:1.
[Mit Binocular.]

Von der

Familie Crabronidae

habe ich eine größere Anzahl Arten — im ganzen 11 — untersucht, da sie entsprechend ihrem großen Formenreichtum recht verschiedene Charaktere in den Putzapparaten zu bieten versprach. Vielleicht würde eine eingehendere Untersuchung dieser Familie noch manche interessante Einzelheiten betreffs der Putzapparate aufweisen sowohl in systematischer wie in genetischer Hinsicht.

Die Literatur bietet hier verschiedene Anhaltspunkte. Schenk gibt 1857 in „Die Grabwespen des Herzogtums Nassau“ auf p. 11 eine kurze Beschreibung der Vorderbeinsporne, die „seitlich zusammengedrückt, messerförmig, inwendig mit einer dünnen, elastischen Haut versehen und hier oft kammförmig mit gedrängten Zähnen bewaffnet sind“. Zur Diagnose verwendet er ihre Form nicht. Handlirsch („Monographie der mit Nysson und Bembex verwandten Grabwespen“, 1887) und Kohl („Die Hymenopteren-Gruppe der Sphecinen, 1890) gehen in den Gattungsdiagnosen näher auf die Sporne ein. Sie beide verwenden Merkmale derselben wie Form, mehr oder weniger dichte Besetzung mit „Kammstrahlen“, relative Länge des „Häutchens“ und auch die Zahl der Mittel- und Hinterbeinsporne. Man ersieht daraus, daß die Merkmale recht verschieden sind, selten aber einmal für eine Gruppe einheitlich. Ich habe viele Arten der

großen Gattung *Sphex* untersucht und feststellen können, daß wohl ein Typus vorhanden ist, dieser aber von Art zu Art ohne irgendwelche Gesetzmäßigkeit differiert. Schmiedeknecht verwendet diese schwierigen Merkmale in seinen „Hymenopteren Mitteleuropas“ (1907) nicht. Es bleibt also auch hier nur die Arbeit von Canestrini & Berlese, die etwas Genaueres aussagt. Sie haben mehrere Arten untersucht: *Ammophila sabulosa* L. und *arenaria* (Can. & Berl. = *hirsuta* F.?), *Sphex coerulea* (Christ = *lobatus* F.?), *Pelopoeus spiritifex* F. und *destillatorius* Ill. und *Crabro petiolatus* (Dahlb.?). Ihre Beschreibungen und Figuren (II, l. c., p. 69—70, Fig. 7—8) sind auch hier nur insofern richtig, als sie sich auf die Umrisse der Gebilde beziehen. Einen Einblick in die körperliche Form geben sie nicht. Zur Lösung solcher Fragen bedurfte es feinerer Instrumente der modernen Technik.



Fig. 44. *Trypoxylon figulus* L. ♀, rechtes Vorderb. von hinten, 36:1.



Fig. 45. *Sceliphron maderospatanum* Klug ♂. Sporn d. rechten Vorderb. von vorne, 36:1.

Die Namen der von mir untersuchten Arten sind aus der Tabelle (p. 2) ersichtlich; ich möchte sie hier nicht wiederholen. Vorausschicken möchte ich noch, daß für die Weibchen der Crabroniden oft starke Dornen an den Tibien und Tarsen charakteristisch sind; es handelt sich hier wie auch bei anderen grabenden Hymenopteren um „Scharrdornen“. Sie haben mit dem Putzen nichts zu tun.



Fig. 46. *Ammophila sabulosa* L. ♀. a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) Sporn dess. von vorne, 43:1.

Ein Blick auf die Figuren 44–53 belehrt über die Formenmannigfaltigkeit der Putzapparate. Wenn auch jede Art ihre besondere Beschreibung verdiente, so will ich doch eine zusammenfassende Übersicht geben. Nur der Art *Thyreopus cribrarius* L. möchte ich eine gesonderte Behandlung vorbehalten.

Die Putzvorrichtungen sind im allgemeinen hoch entwickelte.

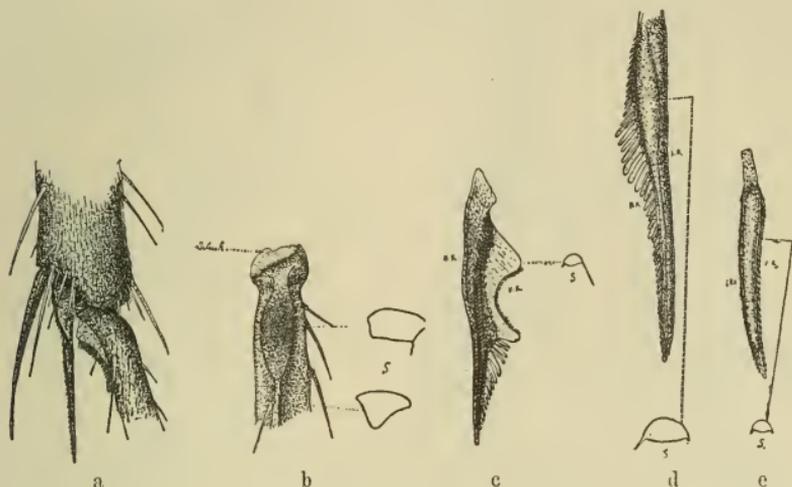


Fig. 47. *Spheg xanthocerus* Illig. ♀.

- a) rechtes Vorderb. von hinten, 10:1; b) Metatarsus dess. von unten, 10:1; c) Sporn dess. von hinten, 16:1; d) Hintersporn des rechten Hinterb. von vorne, 16:1; e) Vordersporn dess. von unten, 16:1.

Unter den Vorderbeinsporen möchte ich zwei Haupttypen unterscheiden und zwar den des rinnenförmigen Spornes mit zwei Kanten und den des runden mit einer Membran. Beide Formen gehen durcheinander ohne Rücksicht auf etwaige Verwandtschaft und ohne Rücksicht auf das Geschlecht. Ein Sporn vom ersten Typus findet sich bei *Mellinus arvensis* L. ♂, (Fig. 50) und *Gorytes campestris* Müll. ♀. Der rinnenförmige, beschuppte und etwas gebogene Stamm trägt an seiner Vorderkante eine nach unten breiter werdende ganzrandige Membran und distal folgend etwa 18 Zähne, ebenfalls membranös. Die Hinterkante weist eine Reihe dichtstehender Zähne auf. Am Ende des Spornes finden wir einen Nagel, also eine transparente Chitinspitze, wie wir sie schon bei den Tenthridiniden fanden.

Einen ähnlichen Vorderbeinsporn weist *Spheg xanthocerus* Illig. ♀ (Afrika) auf. Hier ist die Membran nicht nur breiter, in der Mitte ausgerundet und mit Zähnchen versehen, sondern auch die folgenden etwa 15 Zähne sind groß und breit. Die Hinterkante trägt etwa 50 starke und kurze Zähne. Der Sporn ist außen ebenfalls beschuppt, der Boden der Rinne ist nahe der Wurzel gewölbt, erst distal hohl. (Fig. 47c.) Ganz ähnlich ist der Vordersporn von *Cerceris rybyensis* L. ♀, dessen

weniger breite Membran am freien Rande glatt ist, während seine Hinterkante mit größeren Zähnen besetzt ist. In allen Fällen finden sich distal von der Membran noch Zähne am Stamm (Fig. 48b).

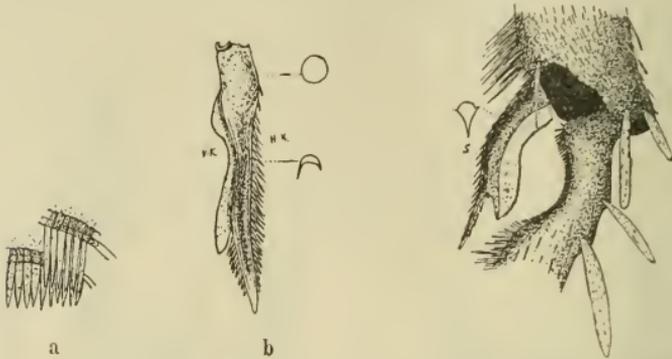


Fig. 48. *Cerceris rybyensis* L. ♀.
a) ein Stück der doppelten Zahnreihe des Metatarsalkammes des Vorderb., 153:1; b) Sporn des linken Vorderb. von unten, 57:1.

Fig. 49. *Philanthus triangulum* L. ♀.
rechtes Vorderb. von hinten, 27:1.

Den zweiten Typus des Vorderbeinspornes verkörpern die übrigen Arten. Der von *Trypoxylon figulus* L. ♀ (Fig. 44) besteht aus einem runden, beschuppten Stamm, der eine konkave Krümmung nach oben aufweist und dessen Spitze ebenfalls vom Metatarsus fort zeigt. Die Membran ist stark gekerbt, distalwärts sitzen einige größere Zähne. Ebenso gebaut sind die Vorderspore von *Sceliphron maderospatanum* Klug ♂ (Sikkim) und *Ammophila sabulosa* L. ♀ mit geringen Abweichungen, die in stärkerer Krümmung des Stammes und dem Besitz einer Zahnreihe auf der oberen Seite bestehen. (Fig. 45, 46a, b). Der Sporn von *Philanthus triangulum* L. ♀ ist am Ende gegabelt und seine Membran, die die ganze Länge des Spornes einnimmt, ist dünn und sehr schwach gesägt. Es fehlen hier also die distalen Zähne. Der Sporn ist stark beschuppt und trägt vorn und hinten je eine Zahnkante (Fig. 49). Ebenso ist der Sporn von *Dinetus pictus* F. ♂ u. ♀ beschaffen.

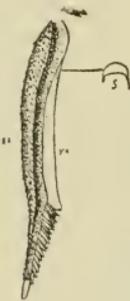


Fig. 50.
Mellinus arvensis L. ♂.
Sporn des rechten Vorderb. von hinten, 75:1.

Der Vordersporn von *Bembex rostrata* L. ♀ (Fig. 51a) fällt ebenfalls unter den zweiten Typus insofern, als er nur eine Membran besitzt. Sein Querschnitt ist im Stamm oval, distal aber etwas rinnenförmig. Er ist nur oben schwach behaart. Die Membran ist nahezu rhombisch, ziemlich breit, gewellt und ganzrandig.

Der Metatarsus der untersuchten Formen ist weniger verschieden. Sie sind alle mehr oder weniger gleich dem von *Sphex xanthocerus* Ill. (Fig. 47b). Dieser zeigt eine verhältnismäßig flache Ausrandung, deren Boden flach ist. Der Putzkamm aus zahlreichen kräftigen Dornen steht am Hinterrande derselben. Oft schließen sich distal an die Mulde noch unregelmäßige starke Borsten an der Innenseite des Metatarsus. *Cerceris rybyensis* L. fällt insofern aus dem Rahmen heraus, als der Kamm doppelt ist durch zwei dicht hintereinander stehende Zahnreihen (Fig. 48a). Die übrigen Formen ergeben sich aus den Figuren.

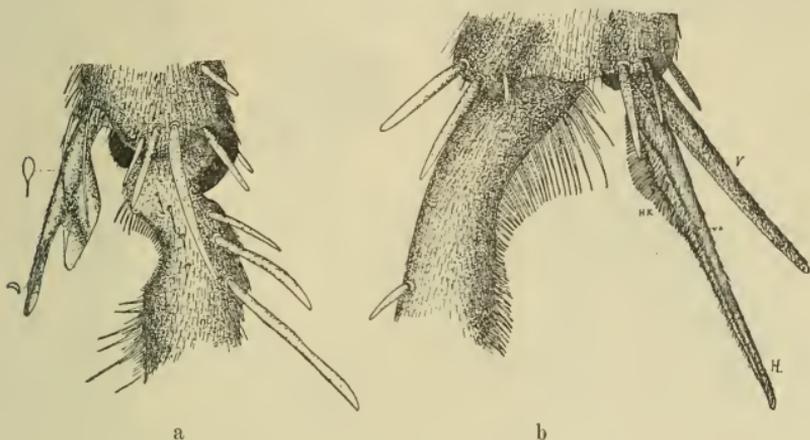


Fig. 51. *Bembex rostrata* L. ♀.

a) rechtes Vorderb. von hinten, 27:1; b) rechtes Hinterb. von vorne, 27:1.

Die Hinterbeine sind in dem Bau ihrer Putzapparate ebenfalls von größerer Einheitlichkeit (vgl. Fig. 51 b, 53 d).

Ihr Metatarsus hat bei allen von mir untersuchten Formen eine ziemlich hohe Ausbildung angenommen. Die Ausrandung ist bei dieser Gruppe schon verhältnismäßig stark, allerdings nicht so scharf abgesetzt wie am Vorderbein. Sie trägt regelmäßig einen Kamm mehr oder weniger langer Borsten, die stets an der Hinterseite von unregelmäßigen Haaren überlagert werden. Auffallend lang sind die Kammborsten von *Bembex rostrata* L. (Fig. 51 b), wo sie besonders deutlich sind, da man sie von vorne sieht! Bei *Philanthus triangulum* L. und anderen erscheinen sie noch deutlich auch von hinten, obgleich in den meisten Fällen die Behaarung der Hinterseite des Metatarsus derartig dicht ist, daß man unmöglich alle Haare zeichnen kann und auch die Kammdornen meist verschwinden. *Sphex xanthocerus* Ill. hat insofern eine Besonderheit, als sich unten am Metatarsus eine schmale Leiste befindet, die die relativ kurzen Borsten trägt. Übrigens ist zu bemerken, daß der Hinterbein-Metatarsus im Querschnitt an der Stelle der Einbuchtung stets rund bleibt.

Die Hinterbeinsporne bleiben bei allen Arten außerordentlich konstant (vgl. Fig. 47d, e, 51b, 53d). Sie sind im Querschnitt etwa rund, die obere Seite ist stärker gewölbt als die untere und die Kanten sind mit Zähnen besetzt. Der Hinterspörn ist größer als der Vorder-

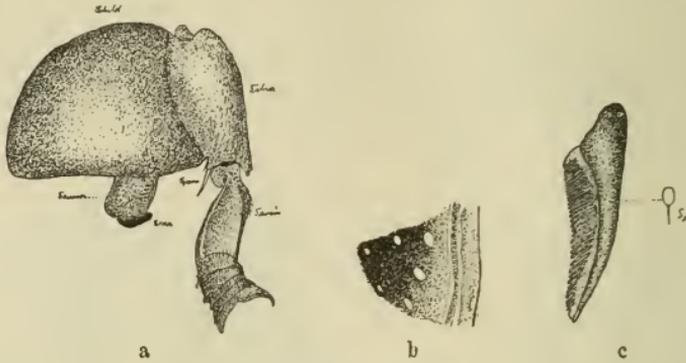


Fig. 52. *Thyreopus cribrarius* L. ♂.

- a) rechtes Vorderb. (total) von vorne, 20:1; b) „Schild“, ein Stück dess. mit den Poren, 27:1; c) Sporn des rechten Vorderb. von vorne, 43:1.
[Mit Binocular.]

sporn, die relative Länge beider aber ist sehr verschieden. *Sphex xanthocerus* Ill. weist an der Hinterkante ihres Hintersporns etwa 50 recht große und breite Zähne auf, während die der Vorderkanten kleiner sind. Dieselbe Form zeigt der Vordersporn in kleinerem Maßstabe mit je etwa 35 Zähnen (Fig. 47d, e). Diese geschilderten Verhältnisse finden sich überall: Sie differieren natürlich in der Zahl und Größe der Zähne und vor allem in einem Merkmal, daß ich schon oben (p. 53) erwähnte: die Zähne der Hinterkante sind am Hintersporn sehr oft von Borsten überdeckt, die mehr oder weniger dicht stehen und so die Zähne den Augen des Beobachters entziehen. Diese Unterschiede fand ich nicht nur unter den genannten Formen, sondern auch unter vielen Arten der Gattung *Sphex*, die ich prüfte. Diese Charaktere sind es auch, die von Handlirsch und Kohl in ihren Gattungsdiagnosen (vgl. p. 55) verwendet werden. Die sich über den Kamm legenden Borsten erstrecken sich mehr oder weniger weit über den Sporn. Ich betone an dieser Stelle nochmals, daß derartige Merkmale durchaus durcheinandergohten, wie auch meine Untersuchungen an Hand der zitierten Arbeiten bestätigen.

Einige Zeilen möchte ich dem eigenartigen *Crabro* (*Thyreopus*) *cribrarius* L. widmen. Das Männchen fällt sofort durch seine merkwürdig verbreiterten Vorderbeine auf, die ich bei dieser Gelegenheit erwähnen möchte, da mir keine genauere Arbeit darüber bekannt geworden ist. Wohl ist die Verbreiterung in systematischen Arbeiten mehr oder weniger kurz erwähnt.

Die Tibia des Männchens besitzt einen großen schildförmigen Anhang, der etwa die Form einer Kugelkappe hat (Fig. 52a). Vom Femur

geht ein besonderer Fortsatz aus, der diesen „Schild“ stützt und trägt wie ein Pilzstiel den Hut, ohne aber angewachsen zu sein. Der Schild ist scheinbar aus einer chitinösen ausgestülpten Falte der Tibia entstanden. Er zeigt zahlreiche helle, etwa eiförmige Punkte, die den ganzen Schild wie ein Blatt des Johanniskrautes (*Hypericum perforatum* L.) erscheinen lassen. (Fig. 52 b.) Nach dem Rand zu wird der Schild dünner. Bei entsprechender Vergrößerung zeigt seine Oberfläche eine ziemlich unregelmäßig gefelderte Struktur.

Allgemein wird angenommen, daß dieser Schild, mit dem eine starke Verbreiterung von Femur, Tibia und Tarsus Hand in Hand geht, dem Männchen zum Festhalten des Weibchens bei der Kopulation dient.

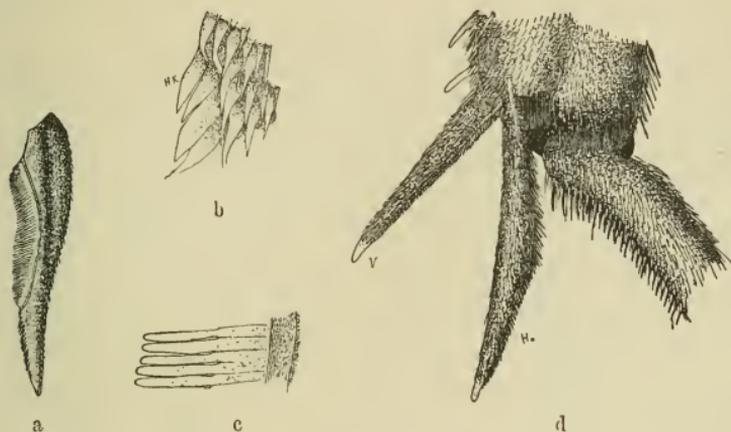


Fig. 53. *Thyreopus cribrarius* L. ♀.

a) Sporn des linken Vorderb. von hinten, 43:1; b) einige Schuppen dess., 250:1; c) einige Zähne der Membran aus der Mitte, 250:1; d) rechtes Hinterb. von hinten, 27:1. [In c gibt die Punktierung die Struktur an']

Der Sporn des Vorderbeines hat eine Gestalt, wie sie uns bei den bisher besprochenen Crabroniden noch nicht vorgekommen ist. Sein Stamm ist rund im Querschnitt, glatt, an der Wurzel verbreitert, am Ende sehr spitz zulaufend. In den so gebildeten Bogen des Stammes spannt sich gewissermaßen die Membran, die hier außerordentlich tief gesägt ist (Fig. 52 c, 53 a). Eine solche Membran ist auch dem Vordersporn des Weibchens eigen, obgleich dieser sonst vielfach abweicht. Vor allem ist der Stamm breiter und länger, nicht so gekrümmt und nicht so spitz (Fig. 53 a). Distalwärts der Membran sitzen noch Zähne am Stamm, der seinerseits ganz beschuppt ist. Diese Schuppen werden nach der Ansatzstelle der Membran zu etwas breiter; sie liegen hier wie bei *Cimbex* ebenfalls dachziegelförmig übereinander, sind aber länger (Fig. 53 b). Das Männchen hat also einen glatten und kleineren Sporn.

In den Metatarsen und Hinterbeinen unterscheiden sich weder die Geschlechter von einander, noch diese von den anderen besprochenen Arten.

Das Vorderbein des Weibchens ist eben ein normal gebautes. Die Tibia ist im Querschnitt nicht ganz rund, sondern etwas gekrümmt. Der Metatarsalkamm liegt am Hinterrande der ziemlich flachen Ausbuchtung, deren Vorderseite von zahlreichen Haaren besetzt ist.

Am Hinterbein fällt nur die Breite des Hinterbeinspornes im Vergleich zu den früheren Arten auf. Gegen sein Ende zu wird die Überdeckung der Zähne durch Haare spärlicher! (Fig. 53d.)

Das Weibchen zeigt natürlich starke Borstungen der Beine!

Ich komme nunmehr zu der höchst spezialisierten Familie der Hymenopteren, der

Familie Apidae

die bei ihren etwa 15000 Arten auch den größten Formenreichtum aufweist. Die Zahl der zu untersuchenden Arten konnte ebenfalls nur eine ganz beschränkte sein (vgl. Tabelle p. 2). Ich bin auch hier dem System von Schmiedeknecht (II, l. c., 1907) gefolgt, obgleich dieses in stammesgeschichtlicher Hinsicht nicht richtig ist, denn die *Psithyrinae* stehen den *Bombinae* sicher näher. (v. Buttel-Reepen, Stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates, 1903.) Die

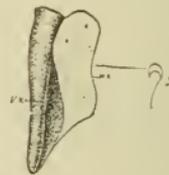
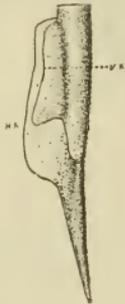


Fig. 54. *Psithyrus* Fourcr. ♂. Fig. 55. *Megachile maritima* Kirby ♀
Sporn des rechten Vorderb. von hinten, Sporn des rechten Vorderb. von hinten
27:1. 27:1.

systematische Literatur gibt wenig oder keine Aufschlüsse über den Bau der Sporne, da sie nie zur Bestimmung verwandt werden. Meist ist nur eine kurze Notiz über die Zahl der Sporne zu finden (z. B. Friese, *Megachilinae*, Tierreich. Bd. 28, 1911, p. 5). Eine Ausnahme macht die Honigbiene, deren Putzapparat ja ausführlich besprochen wurde.

So müssen wir wieder auf die einzige eingehendere Arbeit von Canestrini & Berlese (II, l. c.) zurückgreifen, die 13 Arten untersucht haben und zwar folgende: *Ammobates bicolor* Lep., *Andrena flexae* (= *flessae* Panz.?), *Anthidium fiorentinum* F., *Anthophora*

pilipes F., *Apis mellifica* L., *Bombus muscorum* (F.?),¹⁾ *Chalicodoma muraria* F., *Colletes hirta* L., *Crocisa scutellaris* F., *Eucera longicornis* L., *Megachile fulviventris* (Panz.?), *Osmia bicornis* L. und *Xylocopa violacea* L.

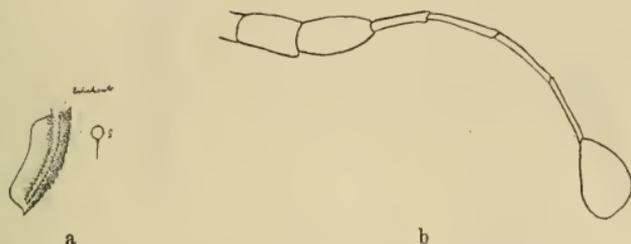


Fig. 56. *Thaumatosoma burmanicum* Bingh. ♂.

a) Sporn des linken Vorderb. von hinten, 27:1, b) linker Fühler im Umriß. 27:1.

Ich habe z. T. andere Arten untersucht, kann aber mein Urteil über die Arbeit von Canestrini & Berlese nur dahin zusammenfassen, daß mir wohl manche Angaben richtig, die meisten aber unzureichend erscheinen.

Die Formenmannigfaltigkeit vor allem der Vorderbeinsporne ist so groß, daß jede Angabe nur für die untersuchte Art gelten kann. Hieraus ergibt sich auch, daß die von den genannten Autoren gegebene Einteilung der Hymenopteren nach den Putzspornen unhaltbar ist. Ich komme im systematischen Teile noch darauf zurück!

Vorauszuschicken ist, daß die Bienen nahezu alle enorm lange Haare an den Beinen haben entsprechend ihrer Sammeltätigkeit. Am wenigsten sind sie noch bei den Urbienen ausgebildet (*Prosopis*, Fig. 57), etwas stärker bei den Bauchsammlern, um am stärksten bei den Beinsammlern aufzutreten. Aus technischen Gründen wurden diese langen, meist eigentümlich schraubenförmig, geflechtartig oder

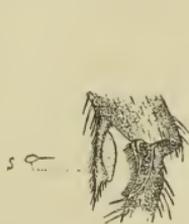


Fig. 57. *Prosopis annulata* L. ♀.
rechtes Vorderb. von hinten, 36:1.



Fig. 58. *Andrena* spec. ♂.
rechtes Vorderb. von hinten, 36:1.

¹⁾ Der Artname *muscorum* findet sich so häufig innerhalb der Gattung *Bombus*, daß die Art ohne Autorangabe unmöglich zu identifizieren ist.

ähnlich gebildeten Haare in den Zeichnungen fortgelassen, da sie sonst das ganze Bild beeinträchtigt hätten.

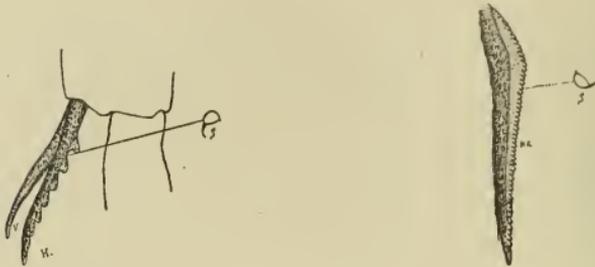


Fig. 59. *Halictus calceatus* Scop. ♀. Fig. 60. *Panurgus calcaratus* Scop. ♀.
rechtes Hinterb. von hinten, 27:1. Hintersporn des rechten Hinterb. von hinten, 43:1.

Ferner sind Tibia und Metatarsus bei allen untersuchten Arten nahezu gleich ausgebildet. Sie nähern sich in der Form durchweg denen von *Apis mellifica* L. (s. p. 7). Die Ausrundung ist etwas flacher bei *Eucera difficilis* Pér. und *Bombus pratorum* L. Während der Metatarsalkamm in der Ausrundung meist am Hinterrande sitzt, machen *Prosopis annulata* L. ♀, *Megachile maritima* Kirby ♂ u. ♀ und *Xylocopa latipes* Drury ♂ u. ♀ Ausnahmen. Bei der den Urbieneen zugehörigen *Prosopis annulata* L. ♀ (Fig. 57) ist der Metatarsus nur schwach ausgerundet; an der Hinterkante der Ausrundung steht der Kamm auf einer erhabenen Kante, an die sich dann an der Hinterseite des Metatarsus eine flache Mulde anschließt. Diese ist kahl und von einer Kante abgeschlossen, hinter der erst wieder Haare ansitzen. Bei *Megachile* sitzt der Kamm median in der ebenfalls ziemlich flachen Ausrundung auf einem „Grat“, der nach vorn und hinten allmählich abfällt. Eine besondere Form hat der Metatarsus bei *Xylocopa* angenommen (Fig. 61a). Erstens ist hier die Ausrundung halbkreisförmig und zweitens liegt sie median an der Unterseite des Metatarsus. Hinter ihr folgt eine ringförmige Grube, während nach vorne zu der Metatarsus ausgehöhlt ist. Der ganze Putzkamm erscheint also, wenn man den Metatarsus auf seine Oberseite legt, und von unten betrachtet, wie ein Gebirgskamm, der, mit einem halbkreisförmigen Ausschnitt versehen, in seiner Längsrichtung emporgehoben ist, während seine Seiten stark abfallen. Der ganze Metatarsus bekommt also an seinem Wurzelende einen dreieckigen Querschnitt. Die ringförmige Grube hinter dem Kamm könnte man etwa mit einem Ringwall vergleichen (Fig. 61a). Der Metatarsus des Männchens ist ähnlich gebaut. Er weicht insofern ab, als er vorne in seiner Längsrichtung etwas eingedellt ist. (Fig. 62.)

Wenn ich nun zur Besprechung der Vorderbeinsporne übergehe, so möchte ich gleich bei *Xylocopa* verbleiben. Eigenartig im Bau wie der Metatarsus ist der Sporn. Beim Weibchen ist er groß und kräftig, man könnte sagen, robust. Sein Stamm ist fast vierkantig an der

Wurzel, um nach dem Ende zu rund zu werden. Von den Kanten fallen Flächen zur Membran hin ab, die klein und glattrandig ist und von zwei Vorsprüngen des Spornes gehalten wird. Jedwede Be-
 zahnung und Behaarung fehlt (Fig. 61b). Der Sporn des Männchens
 ist viel kleiner, fast unscheinbar. Er bietet etwa die Gestalt eines Dreiecks,
 das vorne löffelartig ausgehöhlt ist. Sein Rand ist rundherum
 mit Dörnchen besetzt. Kurz, er macht kaum noch den Eindruck eines
 Spornes, ist reduziert und fast unbeweglich und liegt in einer ganz
 anderen Ebene als der Putzkamm, was aber aus der Zeichnung (Fig. 62)
 nicht zu ersehen ist.

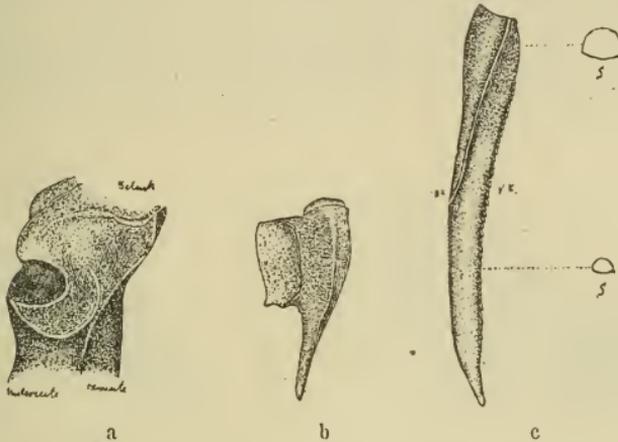


Fig. 61. *Xylocopa latipes* Drury ♂.

a) rechter Metatarsus von hinten unten, 27:1; b) Sporn des linken Vorderb. von hinten, 27:1; c) Hintersporn des rechten Hinterb., 27:1 [alle mit Binocular].

Die Vorderbeinsporne der übrigen Arten möchte ich entsprechend ihrer Ähnlichkeit zusammenfassen. Der von *Prosopis* zeigt uns einen niedrigeren Charakter, wie er uns schon früher (z. B. ähnlich bei Mutilliden) begegnet ist. Sein Stamm ist oval im Querschnitt, behaart und spitz zulaufend. Die abgerundete, ganzrandige Membran fügt sich median in seine schwache Konkavität ein. Der Stamm ist distalwärts der Membran mit ziemlich kräftigen Zähnen besetzt, ebenso auf der Oberseite (Fig. 57). Ihm ähnlich sind die Sporne von *Andrena* spec. ♂ (Fig. 58), *Halictus calceatus* Scop. ♀ und *Panurgus calcaratus* Scop. ♀. Alle haben einen beschuppten Stamm von ähnlicher runder, spitz zulaufender Form mit median ansetzender ovaler Membran, die bei *Halictus* und *Panurgus* etwas breiter ist als bei *Andrena* (Fig. 58). Doch haben alle drei nur unten distalwärts derselben Zähne. Weiter sind die Sporne von *Eucera difficilis* Pér. ♀ und *Meliturga clavicornis* Latr. ♂ u. ♀ untereinander ähnlich, ohne daß diese Formen zusammengehörten. Der Stamm des Spornes von *Eucera* (Fig. 63a) ist im Querschnitt eiförmig, stark beschuppt und besitzt eine lange

Spitze. Etwa ein Drittel der Länge vor dieser geht ein „Ast“ ab, der die große etwa trapezförmige Membran unten festhält. Diese ist ganzrandig und der spitze, freie „Ast“ des Spornes ist nach unten rinnenförmig; seine Kanten sind mit Zähnen besetzt. Die der Hinterkante ziehen sich an dem Stamm des Spornes bis etwa zwei Drittel seiner Länge nach der Wurzel zu hinauf. Die Vorder- und Hinterseite des Stammes gehen allmählich in die Membran über (Fig. 63a). Der Sporn von *Meliturga clavicornis* Latr. ♂ u. ♀ unterscheidet sich von jenem nur durch eine etwas kleinere Membran und durch etwas stärkere Zähne an dem freien Ast des Stammes. Ebenfalls eine Zahnkante an der Hinterseite des Stammes besitzt der Vorderbein-sporn von *Thaumatosoma burmanicum* Bingh. ♂ (Burma; ♀ noch unbekannt). Sonst ist er aber einfacher gebaut; der runde, beschuppte Stamm hat nur eine kurze Spitze, in die die Membran, die breit, ganzrandig und etwa viereckig ist, eintritt. (Fig. 56a.)

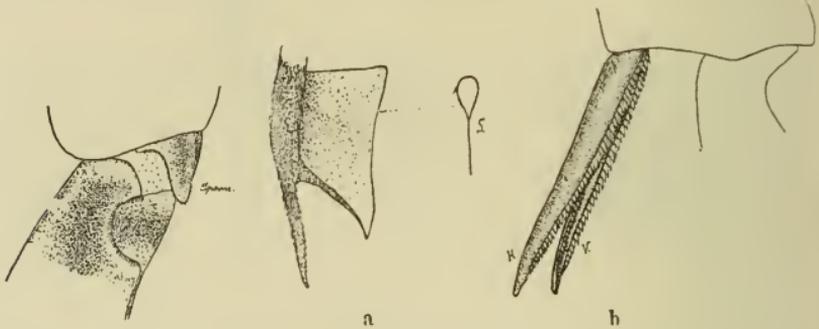


Fig. 62. *Xylocopa latipes*
Drury ♂.
rechtes Vorderb. v. vorne,
27 : 1 [mit Binocular].

Fig. 63. *Eucera difficilis* Pér. ♂
a) Sporn des rechten Vorderb. von vorne, 36 : 1;
b) rechtes Hinterb. von hinten, 27 : 1.

Megachile maritima Kirby ♂ u. ♀ haben beide einen Vorderbein-sporn, den man als Übergang der bisher besprochenen Formen zu dem der folgenden (*Apis*, *Bombus*, *Psithyrus*) bezeichnen könnte, obgleich sie stammesgeschichtlich nichts mit den übrigen Arten zu tun hat. (v. Buttel-Reepen, I, l. c.) Der Sporn ist nach oben glatt und rund, nach unten deutlich rinnenförmig. Seine vordere etwas verbreiterte Kante trägt die große ganzrandige Membran, während die viel kürzere Hinterkante gezähnt ist. (Fig. 55.) Bei *Bombus pratorum* L. und *Psithyrus vestalis* Fourcr. ♀ begegnet uns derselbe Typus von Sporn, wie wir ihn bei *Apis mellifica* L. kennengelernt haben. Beide weisen den zweilappigen Typus auf. Der von *Psithyrus* (Fig. 54) hat einen langen Stamm mit langem, freiem Ende. Er besitzt oben noch eine Reihe Zähne. Die Membran der Vorderkante ist kleiner und viel kräftiger als die der Hinterkante. Während diese zwei Drittel des Stammes lang und unten abgerundet ist, ist jene kürzer und unten winkelig ausgeschnitten. Außer der Zahnreihe ist der Sporn kahl. Der Sporn von

Bombus (Fig. 64) kommt in seiner Form dem von *Apis* schon wesentlich näher. Allerdings trägt auch er oben noch Zähne und die Membran der Vorderkante ist schmaler als die der Hinterkante (vgl. Fig. 3e—g).

Trigona amalthea Ol. ♀ (Amerika), die der nächst *Apis* am höchsten stehenden Biengruppe zugehörige Art, weist viele Ähnlichkeiten im Bau der Putzapparate mit *Apis* auf. Von Buttell-Reepen (II, Atavist. Ersch. im Bienenstaat) bezeichnet die Trigonen wohl mit Recht als Vorläufer unserer Honigbiene. Ihr soziales Leben wie ihre Sammeltätigkeit weisen darauf hin. Um so erstaunlicher ist es, daß wir hier einen ganz anderen Vorderbeinsporn finden, der mit dem von *Apis* nur das gemeinsam hat, daß er vollständig kahl ist. Sein Stamm weist eine im Querschnitt etwa runde, aber sonst schwer zu beschreibende Form auf (Fig. 65). Er ist distal gegabelt, und median setzt die halbkreisförmige Membran an.

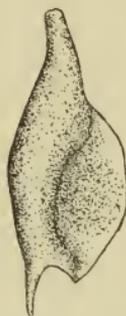
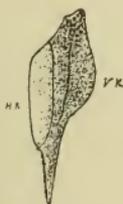


Fig. 64. *Bombus pratorum* L. ♂. Fig. 65. *Trigona amalthea* Ol. ♀.
Sporn des rechten Vorderb. von unten, Sporn des rechten Vorderb. von hinten,
36 : 1. 57 : 1

Der Umstand, daß diese Art in den Hinterbeinen mit *Apis* das Fehlen der Hinterbeinsporne gemeinsam hat, führt uns zur Betrachtung der Hinterbeine über. Der Metatarsus von *Trigona* weist eine noch nicht so gute Ausbildung der Sammeleinrichtung auf, ebensowenig die Hinterbeine von *Bombus* und *Psithyrus*,¹⁾ die aber beide noch zwei Sporne haben. Die Hintersporne derselben zeigen eine kräftigere und längere Gestalt als die vorderen. Ihre Hinterkante trägt größere und kräftigere Zähne als die Vorderkante. Beide Arten sind aber im Gesamtbau außerordentlich ähnlich dem von *Eucera difficilis* Pér. Deren Sporne (Fig. 63b) sind lang und kräftig, ihr Stamm beschuppt, wie wir es von anderen Formen kennen (vgl. Fig. 8c), unten rinnenförmig, die Kanten mit kräftigen Zähnen besetzt. Der Hintersporn ist länger und kräftiger in jeder Hinsicht. Auch *Megachile maritima* Kirby in beiden Geschlechtern und *Thaumatosoma burmanicum* Bingh. ♂ weisen denselben Typus der Hinterbeinsporne auf. Allerdings sind sie hier kürzer

¹⁾ *Psithyrus* sammelt ja nicht.

und ihr distales Ende ist etwas dem Metatarsus zu gebogen. Ähnlich gebaut sind auch die Sporne von *Prosopis annulata* L. ♀, die jedoch beide gleich lang und mit starken Zähnen an den Kanten bewehrt sind. Ihre Spitze ist lang, der Stamm behaart. Beide Geschlechter von *Meliturga clavicornis* Latr. haben gleicherweise in den Hinterbeinsporen einen anderen Charakter. Diese sind von vorne nach hinten etwas flachgedrückt, also etwa oval im Querschnitt und besitzen nur eine mediane Reihe starker, nicht sehr dicht stehender Zähne. Sie bieten ein Bild wie z. B. die Chrysididen. Während nun die untersuchte *Andrena* spec. wieder Sporne mit zwei regulären Kanten aufweist, zeigt der Hintersporn von *Halictus* (Fig. 59) insofern eine Besonderheit, als seine Hinterkante sieben lappenartige membranöse Anhänge besitzt. Die Vorderkante desselben Spornes ist bezahnt, desgleichen hat der kürzere Vordersporn zwei Zahnkanten. Beide Sporne sind beschuppt bei dieser Art und auch bei *Panurgus calcaratus* Scop. (Fig. 60), wo ebenfalls der Hintersporn eine Eigenart hat in Form einer ziemlich breiten, die ganze Spornlänge einnehmenden, am Rande gewellten Membran. Die übrigen Verhältnisse sind gleich denen der übrigen Arten.

Es bleibt jetzt nur noch *Xylocopa latipes* Drury zu besprechen. An dem Hinterbein des Weibchens finden wir zwei fast gleich lange Sporne von kräftiger Gestalt. (Fig. 61c.) Die Sporne sind oben stark, unten schwach gewölbt. Ihre Vorderkante besitzt über die ganze Länge des Spornes zahlreiche kleine Zähnchen, die Hinterkante dagegen nur wenige im ersten Drittel der Sporne. Sie verschwindet dann in der Rundung des Spornes. Das Männchen von *Xylocopa latipes* Drury besitzt am Hinterbein keine Sporne.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß die Metatarsen der Hinterbeine keinerlei Scharte oder Putzkamm aufweisen, höchstens noch einige Borsten bei *Prosopis*. In allen anderen Fällen sind die Beine im ganzen stark behaart oder ganz zu Sammelapparaten umgebildet (vgl. p. 47).

Den Vorderbeinputzapparat von *Apis mellifica* L. habe ich schon zu Anfang besprochen.

Biologie der Putzapparate.

In Anbetracht des gewaltigen Formenreichtums der Tibiotarsalapparate verlangt ihre biologische Bedeutung höchstes Interesse. Im Laufe meiner Untersuchungen erschien mir gerade die Lösung dieser Fragen immer schwieriger. Warum hat der Sporn diese und jener eine andere und der dritte wieder eine andere Form? Die rein morphologischen Ergebnisse vermögen diese Fragen nicht zu lösen. Hier kann nur eine genaue Beobachtung möglichst vieler Formen vielleicht Aufschluß geben, aber auch nur vielleicht. Unsere moderne mikroskopische Betrachtung allein genügt nicht. Die Tätigkeit des Putzens geht so rasch vor sich, daß es unmöglich ist, zu beobachten, wie die einzelnen, oft ja winzigen Teile, verwendet werden. Aufnahmen mit der kinematographischen „Zeitlupe“ könnten möglicherweise allein diese Fragen klären.

Man vermutet in den Einzelheiten der Putzvorrichtungen Zweckmäßigkeiten und Anpassungen, und sie sind auch sicher vorhanden. Aber diese zu deuten, dürfte nicht leicht sein. Jedenfalls liegt hier noch ein großes Arbeitsfeld vor uns, sind doch sehr viele Hymenopteren in ihrer Biologie wenig erforscht.

Canestrini & Berlese (II, I, c.) haben sich ebenfalls mit der biologischen Bedeutung der Vorderbeinputzsporne befaßt. Sie haben einige Honigbienen unter Glas beobachtet, und behaupten, daß der Putzapparat zum Reinigen der „Zunge“ dient, wobei sie aber bemerken, daß die Beobachtung „durchaus nicht ganz leicht“ sei. Diese Ansicht wurde schon 1882 von Pérez (I, Sur un organ singulier des Hymenoptères) bei Gelegenheit eines Referates der Canestrinischen Arbeit in einer Sitzung der „Soc. Linn. Bordeaux“ am 6. Juli 1881 energisch bestritten. Nach seiner Ansicht ist der Putzapparat für die Antennen und nicht für die Zunge da. Dieselbe Ansicht hat er, wie ich aus Janet (I. c.) entnehmen muß, da ich die Arbeit nicht bekommen konnte, in seinen „Notes d'apicultures“ vertreten und ebenso in „Actes Soc. Linn. Bordeaux“, Bd. 77 (III.). Er schließt das nicht nur aus der Beobachtung, sondern auch aus der (— tatsächlich nicht immer vorhandenen! —) Anpassung der Putzvorrichtung an die Antennen! Janet (I. c., p. 703) schließt sich Pérez vollinhaltlich an und kommt nach Versuchen an Ameisen zu dem Resultat, daß der Tibiotarsalapparat des Vorderbeines in erster Linie für das Reinigen der Antennen bestimmt ist.

Sieht man die moderne Literatur durch, so fällt z. B. daß die meisten Autoren Janets Ansicht übernommen haben. So Escherich (Die Ameise, 1906), der von Janet auch die Abbildung übernimmt. Arnhart (I. c.) spricht die Biene sogar für sehr „heiklich“ in Bezug auf ihre Fühler an, indem sie diese in den Kamm drückt und durchzieht. Wheeler (I. c., p. 24) gibt an, daß die Ameise die Antennen „between the two opposed, pectinated surfaces“ legt und so den Schmutz abstreift. Snodgrass (I. c., p. 66) geht in seiner Behauptung soweit, daß er von einem Schließen des Spornes über der Ausrandung des Metatarsus zum Reinigen der Fühler spricht. Auch bei Schöniche (I. c.) finden wir die Ansicht, daß der „überaus sinnreiche“ Putzapparat so funktioniert, daß der Sporn durch Beugen des Metatarsus dessen Grube abschließt. Selbst in die modernen Schulbücher ist diese meist von Autor zu Autor ohne kritische Nachprüfung übernommene, zum Teil unrichtige Darstellung gelangt.

Bevor ich zu meinen eigenen Untersuchungen übergehe, möchte ich erst kurz angeben, was der vorzügliche Beobachter Forel in seinen „Fourmis de la Suisse“ 1874 betreffs der Putztätigkeit angibt. Ich zitiere hier wörtlich, was er p. 134—135 über den Vorderbeinputzapparat sagt: „La fourmi s'en sert pour peigner ses antennes, sa tête, ses palpes, ses mandibules, et aussi la partie postérieure de son corps. Les éperons des autres pattes qui sont souvent à peu près nuls servent à brosser le derrière du corps. Les pattes se brossent les unes les autres. Mais il s'agit encore de nettoyer l'éperon lui-même quand il est sale.“

Les fourmis prennent à cet effet leur patte entre les mandibules et la font passer et repasser contre leur bouche.“ Forel gibt hier das wesentlichste der Reinigungsvorgänge. Die Beine dienen eben im ganzen dazu, den Körper überall zu reinigen. Eine ausführliche Darstellung des Putzvorganges gibt A. Hase (Jena) (Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1920, Nr. 6, p. 81—87) bei *Lariophagus distinguendus* Först. Er bringt zwar nichts Spezielleres über den Tibiotarsalapparat, doch kann ich seine Beobachtungen über die Stellung der Flügel beim Putzen bestätigen (vgl. unten).

Ich habe zunächst zahlreiche Beobachtungen an verschiedenen Arten von Hymenopteren angestellt. Eine Art allein zu beobachten, genügt meines Erachtens angesichts des großen Formenreichtums nicht, selbst wenn man sie beliebig oft wiederholt. Ich habe Arten fast aller Gruppen beobachtet, soweit ich sie bekommen konnte, also Apiden, Crabroniden, Pompiliden, Vespiden, Formiciden, Cynipiden, Braconiden und Ichneumoniden. Auf die selteneren Gruppen mußte ich natürlich verzichten. Viele Hymenopteren lassen das Putzen überhaupt nicht beobachten, da sie zu lebhaft sind. Oft wirkt auch die Gefangenschaft derartig ein, daß die Tiere sich überhaupt nicht putzen, indem sie entweder wie gelähmt verharren, oder unruhig hin und her laufen oder fliegen. Bald erwies sich ein Drahtgazezylinder, bald eine kleine Glasglocke als vorteilhafter für die Beobachtung. Für ganz kleine Formen wurde ein aus Objektträger, Deckglas und Glasstreifen hergestellter kleiner Käfig verwandt.

Das Vorderbein.

Nach meinen zahlreichen Beobachtungen, die bei kleineren Tieren unter dem Mikroskop, bei größeren unter dem Binocular oder unter der Lupe angestellt wurden, habe ich folgendes festgestellt: Von einem Putzen der „Zunge“ (Can. & Berl., II, l. c.), besser gesagt der Mundwerkzeuge, mit dem Tibiotarsalapparat kann keine Rede sein. Ich kann darin nur die älteren Autoren gegen Canestrini & Berlese bestätigen. Der Vorderbeinputzapparat wird von Canestrini & Berlese insofern mit Recht als „Striegel“ („stregghia“) bezeichnet, als er zu einem Abstreifen der Fühler dient.

Die Beobachtung erweist, daß die einzelnen Gruppen je nach dem Bau ihres Putzapparates verschieden arbeiten! Und zwar schieben diejenigen Formen, bei denen eine Grube im Metatarsus nicht oder nur schwach ausgebildet ist, das Bein am Fühler entlang von hinten nach vorn, also von der Wurzel des Fühlers nach seiner Spitze zu. Bei Chalcididen und Cynipiden wird das Bein so von unten an den Fühler gelegt, daß Tibia und Metatarsus außen, der Sporn aber innen liegt. Es handelt sich hier um ein Fortschieben der Schmutzpartikelchen von den Fühlern. Der Sporn bleibt stets unbeweglich stehen. Ich vermute, daß Dornen am distalen Tibia-Ende wie bei Cephus, Ichneumoniden und Chalcididen, worauf ich schon im morphologischen Teil (p. 15, p. 19 und 24) hingewiesen habe, auch ihre Bedeutung beim Putzen haben. Da ich Cephus zu beobachten keine Gelegenheit hatte,

Chalcididen aber zu klein sind, kann ich darüber nichts Bestimmtes sagen. Die Beobachtung von Ichneumoniden ergab, daß auch bei ihnen das Bein von hinten nach vorn am Fühler entlanggeschoben wird, wobei dieser so gekrümmt wird, daß seine Spitze dem Beine näherkommt. Die Reinigung dieser geschieht durch ein Durchziehen des Fühlers zwischen Metatarsus und Sporn, also durch Bewegung des Fühlers, während zuerst fast nur das Bein aktiv ist. Beide Tätigkeiten werden verständlich durch die Länge der Fühler.

Arten mit besser ausgebildeten Putzapparaten (Apiden, Vespiden usw.) aber schlagen das Bein über den Fühler und ziehen diesen zwischen Sporn und Metatarsus hindurch. Der Tarsus wird dabei ein wenig gegen den Sporn zu gebeugt, nie aber kommt es dabei zu einem Umgreifen des Fühlers wie etwa eine Rohrzange ein Rohr umfaßt. Man kann bei Crabroniden sehr gut beobachten, daß das Bein oft nahezu gestreckt bleibt. Bei Apiden findet schon ein stärkeres Einschlagen statt entsprechend der tieferen Metatarsalgrube. Ebenso zeigt die Beobachtung von *Philanthus triangulum* F. ohne weiteres, daß der Fühler zu dick ist, um vollständig umgriffen werden zu können.

Ein ringförmiger Einschluß ist schon aus morphologischen und rein mechanischen Gründen unmöglich. Um dieses zu beweisen, habe ich bei einigen besonders charakteristischen Arten eine Fühlerzeichnung im Umriß¹⁾ gegeben! Wie sollte es wohl möglich sein, daß z. B. *Cimex femorata* L. ihren dicken Fühler zwischen Metatarsus und Sporn bringt und ihn dabei irgendwie umgreift? (Fig. 8a, d.) Das gleiche gilt für *Discolia ruficornis* F. und *Sapyga clavicornis* L. (Fig. 36a, f, 37a, b), ferner für *Hedychrum nobile* Scop. und *Celonites abbreviatus* Vill., dessen Sporn allein schon noch nicht einmal an Länge den Durchmesser des Fühlers erreicht (Fig. 38a, d, 39a, c).

Aber noch etwas anderes kommt hinzu. Nehmen wir an, daß sich tatsächlich der Metatarsus dem Sporn entgegenbewegt. Bei *Vespa vulgaris* L. z. B. (Fig. 41a) würde es niemals zu einem Schluß der Ausrandung durch den Sporn kommen können. Bei dem immer weiteren Einwärtskrümmen des Metatarsus wird zunächst die Spitze des Spornes erreicht. Dabei bleibt zwischen beiden eine schmale Spalte, die niemals ein Durchziehen des viel dickeren Fühlers ermöglichen könnte. Wird aber andererseits der Metatarsus weiter gebeugt, so bewegt er den Sporn ebenfalls mit; dadurch wird einmal der Spalt nicht oder kaum vergrößert, zweitens aber stehen sich dann die Zähne von Tarsalkamm und Sporn nicht mehr gegenüber, und ferner würde der Fühler an der Tibia entlangstreifen, die meist an dieser Stelle ohne besondere Borsten ist. Weiterhin ist auch ein Beugen des Metatarsus über 90° hinaus technisch nicht möglich.²⁾ Noch deutlicher liegt der Fall bei *Thynnus dimidiatus* Klug und *Pompilus viaticus* L. (Fig. 34a, 42a),

¹⁾ Im gleichen Maßstab wie das Vorderbein.

²⁾ In Fig. 41a stellt das Schwarze an der Tibia nicht etwa einen Einschnitt, sondern nur die Vorderseite dar.

wo der Sporn so hoch einlenkt, daß sein Ende kaum den Anfang des Metatarsus erreicht.

Eine weitere Stütze für meine Ansicht, daß Sporn und Metatarsus den Fühler nicht umschließen können, ist die Tatsache, daß beide in der Ebene nicht miteinander korrespondieren. Auch Janet gibt das an: Die Sporne einiger Arten stehen in den Abbildungen Canestrini & Berlese's garnicht den Ausrandungen des Metatarsus gegenüber. Es handelt sich um tatsächliche Verhältnisse, nicht um Irrtümer, wie Janet annimmt. Es müßte also eine Drehung des Metatarsus um seine Längsachse erfolgen, wenn es zu einem Zusammenschließen kommen sollte! Eine solche erscheint mir nach dem Bau der Gelenke vollkommen ausgeschlossen. Ich habe schon im morphologischen Teil (p. 49) darauf hingewiesen, daß z. B. der Sporn von *Xylocopa latipes* Drury in einer ganz anderen Ebene als die metatarsale Grube liegt.

Schließlich müßte doch auch bei solchen Arten, wo die Fühler der Geschlechter verschieden sind oder diese überhaupt ganz besondere Formen angenommen haben, eine Anpassung des Putzapparates an diese zu finden sein! Dieses ist aber nicht der Fall oder doch nicht in dem Maße, daß die Stärke des Fühlers ausschlaggebend berücksichtigt wäre. Bei *Clavelia ramosa* Smith (Fig. 43a, b) hat der Fühler des Männchens mit seiner eigenartigen Gestalt einen etwa dreimal größeren Durchmesser als der des Weibchens. Sieht man dazu die Putzapparate an, so kann man nur feststellen, daß sie kaum verschieden sind. Jedenfalls kann ich die längere Sporenmembran des Männchens nicht als ausschlaggebend ansehen! Dasselbe ist in noch deutlicherem Maße der Fall bei *Lophyrus frutetorum* F., wo das Männchen stark gekämmte, das Weibchen fast einfach fadenförmige Fühler¹⁾ hat, die Putzapparate jedoch nicht im mindesten differieren. (Fig. 5 und 6.) Dasselbe ist der Fall bei *Dinetus pictus* F.²⁾, deren Putzapparate bei den Geschlechtern nicht im geringsten voneinander abweichen, obgleich das Männchen ganz andere (schraubenförmig gewundene) Fühler hat, das Weibchen nur fadenförmige. Beim Männchen von *Megachile maritima* Kirby ist der Vordersporn ein wenig an der Spitze eingekrümmt, obgleich der Fühler am Ende stärker verbreitert ist als beim Weibchen. Bei *Thaumatosoma burmanicum* Bingham, ♂ endlich hat der Fühler eine ganz sonderbare Gestalt (Fig. 56a, b), doch ist im Bau des Vorderbeinputzapparates keinerlei Anpassung zu erkennen. Bleibt noch der eigenartige Unterschied bei ♂ und ♀ von *Xylocopa latipes* Drury zu erwähnen, wo das Männchen im Gegensatz zum Weibchen einen ganz winzigen Putzsporn aufweist, während sein Fühler im ersten Drittel viel breiter ist. (Fig. 61b, 62.) Hier zeigt sich nicht nur keine Anpassung, sondern sogar eine Rückbildung des männlichen Spornes, das nämlich durch einen starken, fächerartigen Haarbesatz enorm

¹⁾ Eine gute Abbildung der Fühler gibt Enslin (II, l. c. p. 27).

²⁾ Eine Zeichnung konnte nicht angefertigt werden wegen der Seltenheit des Materials.

verbreitert ist, um das Weibchen bei der Kopulation zu halten. Dasselbe dürfte sich auch bei anderen Apiden-Männchen mit derselben Einrichtung zeigen und trifft auch in vollem Maße für das Männchen von *Thyreopus cribrarius* L. (Fig. 52, 53) zu, denn sein Fühler ist bedeutend stärker als der des Weibchens.

Ich wiederhole meine Ergebnisse: das Putzen der Fühler geschieht durch Abstreifen mit dem Vorderbein-Putzapparat je nach seiner Ausbildung. Zu einem Umfassen mit Sporn und Metatarsus kann es nie kommen. Die Vorderbeine werden zum Reinigen ihrer selbst durch die Mandibeln gezogen, was wahrscheinlich Canestrini & Berlese zu ihrer Ansicht verleitet hat.

Das Hinterbein.

Was für die Vorderbeine gilt, gilt für die Hinterbeine entsprechend: sie putzen den Hinterkörper, die Flügel, die Mittelbeine und sie putzen sich gegenseitig! Zu allen Funktionen wird das Hinterbein im ganzen benutzt. Sein tibiotarsaler Apparat im besonderen dient nach meinen Beobachtungen zum Reinigen der Flügelränder und Hinterleibsseiten, während für die übrigen Tätigkeiten die Tarsen benutzt werden. Zum Reinigen der Flügelränder werden die Flügel, wie ich mehrfach feststellen konnte, an den Seiten des Körpers senkrecht gestellt. Dann fährt das Hinterbein der entsprechenden Seite so über die hinteren Flügelränder hin, daß die Sporne nach dem Körper zu zeigen. Das entsprechende gilt für das Reinigen der Körperseiten, wobei die Sporne dann ventralwärts gerichtet sind. Bei Formen, die einen Legestachel haben, wird auch dieser so geputzt (z. B. Ichneumoniden-Weibchen). Ebenso werden die Vorderränder der Flügel geputzt, indem das Hinterbein an ihnen unten entlangfährt. Genau wie es sich bei den Vorderbeinen um ein Fortschieben der Schmutzpartikelchen handelt, ist es hier der Fall.

Daß aber die Putzsporne nicht unbedingt nötig sind, beweist die Honigbiene und *Trigona cmalthea* Ol., die der Sporne entbehren, da sie hier zugunsten der Sammeltätigkeit rückgebildet sind. Auch dem Männchen von *Xylocopa latipes* Drury fehlen die Sporne am Hinterbein, ohne daß sicher seine Putzfähigkeit beeinträchtigt wird. Dafür besitzen sie andere Putzvorrichtungen in Gestalt der langen Behaarung der Beine.

Janet (l. c.) hat Versuche mit verschiedenen Pulvern ausgeführt, indem er Fühler von Ameisen damit bestrich; er fand die Reste stets am Metatarsalkamm. Abgesehen davon, daß man Schmutzpartikelchen sehr häufig an dieser Stelle findet, was ja nichts über ihre Herkunft sagt, habe ich Versuche mit rotgefärbten Lycopodium-Sporen angestellt, deren Resultate Janet's Versuche nur bestätigen. Ich möchte aber bemerken, daß alle Tiere durch solche Versuche, die ohne Anwendung von Gewalt nicht möglich sind, ihr natürliches Gebahren oft aufgeben, indem sie entweder unbeweglich bleiben oder unruhig werden entsprechend der Einwirkung der Gefangenschaft auf manche Tiere. In beiden Fällen versagt die Beobachtung. Diese muß sofort

anschließen. Später nachprüfen zu wollen, wo man die betr. Pulverreste usw. findet, und daraus auf die Beziehung zwischen Fühler und Putzapparat schließen zu wollen, ist zwecklos. Man kann ja unmöglich erkennen, welchen Weg die Fremdkörper genommen haben.

Haben die Putzsporne Bedeutung für die Stammesgeschichte?

Prof. v. Buttell-Reepen hat in seiner Arbeit „Atavistische Erscheinungen im Bienenstaat“ als erster darauf hingewiesen, daß die Puppe von *Apis mellifica* L. in allen drei Formen noch die Hinterbeinspore aufweist, die der Imago fehlen. (Ich kann dieses sowie die Angabe, daß *Samba calcarata* Friese nur einen Hinterbeinsporn besitzt, nur bestätigen. Dagegen ist *Apis mellifica* L. nicht die einzige Art, die der Schienenspore entbehrt, wie ich weiter oben (p. 57) ausgeführt habe.) Ich zitiere hier wörtlich, was v. Buttell-Reepen (II, l. c., p. 130—131) schreibt: „Wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Larve und demgemäß auch die Puppe stammesgeschichtlich jünger ist als die Imago, ohne dabei präimaginale Formen ganz einzubüßen (P. Deegener, Metamorphose der Insekten, Leipzig 1909), so war die Aussicht, dort phylogenetisch ältere Spuren zu finden, recht schwach. . . Ich war daher sehr überrascht, die Sporenrudimente in recht kräftiger Anlage zu entdecken. . . . Es ist aufs höchste erstaunlich, daß sich dieser Atavismus durch so viele Jahrtausende hindurch erhalten konnte.“

Wir sehen hier einen sehr interessanten Fall, wo die Sporne von Wichtigkeit für die Stammesgeschichte sind. v. Buttell-Reepen betont weiterhin, „daß alle drei Formen in der Ausgestaltung der Sporne konstant voneinander abweichen“ und daß der Schluß nahegelegt wird, „daß schon in jenen fernen Zeiten, als die *Apis mellifica* L. noch Sporne als Imago trug, bereits eine Differenzierung in Arbeiter- und Königinform oder doch in biologisch resp. in den Instinkten von einander abweichende Formen durchgeführt war.“

Leider sind noch keine Untersuchungen weiter gemacht worden, ob vielleicht in ähnlichen Fällen Atavismen zu konstatieren wären. Möglicherweise würde man bei Trigonon oder Xylocopen-Männchen die den Imagines fehlenden Sporne in der Puppe ebenfalls noch entdecken. Leider war es mir unmöglich, Material zu erlangen, um die genannten Gruppen zu untersuchen.

Man kann zweifellos mit der entsprechend dem System aufsteigenden Reihe der Hymenopteren, wenn wir den morphologischen Teil durchgehen, eine allmähliche Weiterentwicklung des Putzapparates bemerken. Die Putzapparate der *Cimbicinae* und *Lophyrinae* sind untereinander noch nahezu gleich. Eine Differenzierung zwischen Vorder- und Hinterbein fehlt bei *Cimbex* sogar noch völlig. Bei dem Weibchen einiger *Lophyrus*-Arten (vgl. p. 13) tritt eine Spornverbreiterung auf, die sich dann bei höheren Formen allgemein findet. Weiterhin bietet die Anzahl der Sporne Interessantes. Innerhalb der *Siricidae* geht der eine Vordersporn verloren, denn *Xiphydria camelus* L. hat in individueller Verschiedenheit bald einen, bald zwei Sporne (vgl. p. 16). Ähnliche

Verhältnisse zeigen sich bei *Cephaleia arvensis* Panz. und *Cephus pygmaeus* L. — beide wurden meist zu einer Familie „*Lydidae*“ gerechnet! —; jene hat zwei, diese nur einen Vorderbeinsporn (vgl. p. 15).

Hinsichtlich der Hinterbeinsporne finden wir Entsprechendes bei Pteromalinen im Gegensatz zu den übrigen Chalcididen; ein und zwei Sporne (vgl. p. 24). Bei den Formiciden sind — besonders bei Ponerinen und Myrmicinen — die Verhältnisse sehr wechselnd. Die Hinterbeine haben bald gar keinen, bald einen oder zwei Sporne je nach der Gattung (vgl. p. 27).

Welcher Sporn von den zwei vorhandenen, — denn das ist sicher der ursprünglichere Zustand — geht nun im Laufe der Entwicklung verloren? Beim Vorderbein kann es sich nur um den hinteren handeln, wie mir *Xiphydria* zu beweisen scheint (vgl. p. 16 und 58). Bei den Exemplaren mit einem Sporn findet sich nur der vordere, verbreiterte. Bei den verwandten Formen *Sirex* und *Paururus* ist der vorhandene Sporn jenem so ähnlich, daß es sich um dieselbe Bildung handeln dürfte. (Fig. 12—15.)

Bei den Hinterbeinen scheint es der Vordersporn zu sein, wie ich aus der Gestalt schließen zu dürfen glaube (Chalcididen, Formiciden; vgl. p. 24 und 27, Fig. 23—31.)

Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß ich diese Annahme zu beweisen versuchen wollte und gleichzeitig andere Fälle von Atavismen zu finden hoffte. Allerdings hat die Untersuchung von Puppen keinerlei Resultat in genetischer Hinsicht geliefert. Die Puppen von *Polistes gallicus* L. und *Vespa germanica* L., deren Imagines nur einen Vorderbeinsporn haben, haben auch nur einen solchen. Weiter habe ich Puppen von *Formica fusca* L., *Camponotus herculeanus* L. und *Megapenera foetens* F. untersucht: auch hier nur ein Sporn am Hinterbein wie bei der Imago. Puppen von solchen Ponerinen-Gattungen, deren Imagines am Hinterbein keinen Sporn mehr haben, waren mir leider nicht zugänglich. Hier wäre vielleicht ein Resultat am ehesten zu erwarten! Desgleichen vermute ich positive Ergebnisse bei Untersuchung von Puppen von *Xiphydria*, *Paururus* und *Cephus*. Leider waren auch hier alle meine Bemühungen, das immerhin seltene Puppenmaterial zu erlangen, vergeblich. Ich konnte noch einige Myrmicinen daraufhin untersuchen, ob die Puppen am Hinterbein Sporne überhaupt resp. mehr aufwiesen als die Imagines, nämlich: *Atta hystrix* Latr.: 0 Sporne, *Messor denticornis* For.: 1 Sporn, *Cremastogaster osconis* For.: 0 Sporne. Das Resultat war dasselbe, denn die Puppen verhielten sich wie die Imagines. Für alle diese Fälle ist wohl anzunehmen, daß der Verlust der Sporne schon sehr alt ist.

Wie haben wir uns die Sporne nun überhaupt zu erklären? Sie sind offenbar ein uralter Besitz, der vielleicht auf eine in engen Röhren sich abspielende Lebensweise der Vorfahren hindeutet (v. Buttler-Reepen, II, l. c., p. 130). Erst allmählich haben sie durch Anpassung zum Putzen Verwendung gefunden. Rätselhaft bleibt es aber dann, daß die Tenthrediniden als primitivste Formen die geringsten An-

passungen zeigen. Dann bewahren sie aber sicher nicht das stammesgeschichtlich älteste Stadium, sondern zeigen sekundäre Rückbildungen.

Börner (l. c., p. 159) teilt die Aculeaten in „Diplocnemata“ und „Haplocnemata“, je nachdem, ob sie am Hinterbein eine Putzbürste (gemeint ist der Metatarsus) haben oder nicht. Nach meiner Ansicht eine unhaltbare Gruppierung, die nur bei Annahme einer Untersuchung nach Stichproben zu verstehen ist, genauerer Untersuchung aber nicht standhalten wird.

Eine weitere interessante Frage ist die: wie haben wir uns die Umbildungen der Sporne zu erklären? Sind die Zähne und Stacheln aus der Membran hervorgegangen oder umgekehrt oder sind beide selbstständige Bildungen? Warum haben innerhalb der Crabroniden und Apiden die Vorderbeinsporne mancher Arten zwei Kanten, die anderen nur eine? Die der Honigbiene nahestehende *Trigona amalthea* Ol. hat einen ganz anderen Sporn als jene, obgleich sie, wie wir nach biologischen und systematischen Tatsachen annehmen müssen, von den Trigoniden abstammt. Der zweilappige Sporn stellt aber doch wohl nicht die höhere Entwicklung dar, da wir ihn ja auch bei *Megachile* gefunden haben. Alles dieses sind Fragen, die wir schwerlich jemals werden lösen können.

Bedeutung der Sporne für die Systematik.

Nahezu das meiste, was wir über die Sporne wissen, verdanken wir den Systematikern! Die Anzahl der Sporne spielt mehrfach, ihre Gestalt seltener eine Rolle in der Determination, worauf ich im morphologischen Teile wiederholt hinzuweisen Gelegenheit hatte.

Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 72) messen den Putzapparaten eine ziemlich hohe Bedeutung für die Systematik bei. Ich kann dem nicht oder doch nur beschränkt zustimmen. Wohl glaube ich, bei den einzelnen Gruppen ein gewisses „Schema“ feststellen zu können, andererseits aber kommen, wie z. B. bei den Crabroniden und Apiden derartige Formverschiedenheiten vor, daß sich vorläufig nichts für die Systematik aussagen läßt. Bei den von mir untersuchten Arten der Pompiliden und Chrysididen erschienen die Putzapparate zwar sehr konstant, doch schließt das nicht aus, daß sich bei anderen Arten nicht plötzlich ganz andere Formen finden. Hierüber kann nur eine auf möglichst zahlreiche Arten einer Gruppe eingehende Untersuchung Aufschlüsse geben. Innerhalb der Gattung *Sphex* z. B. finden sich, wie die Literatur (Kohl, l. c.) beweist und meine bei vielen Arten damit übereinstimmende Untersuchung ergeben hat, außerordentliche Verschiedenheiten im Bau des Hinterbeinsporns der Hinterbeine (vgl. p. 44). Bald bedecken die Borsten der Hinterseite die bezahnte Kante ganz, bald zur Hälfte, bald garnicht. Diese Merkmale gehen aber durcheinander. Arten, die nicht verwandt sind, haben dasselbe Merkmal, während näher verwandte Formen eine ganz verschiedene Ausbildung zeigen. Abgesehen davon findet sich dieses oder jenes Merkmal bei einer ganz anderen Gattung und Art wieder. Wie das sprungweise Auftreten solcher Merkmale genetisch zu erklären ist, kann auch

vielleicht erst eine nähere Untersuchung zeigen. Abgesehen davon wäre es natürlich nicht angängig, ein System auf Grund eines Merkmals aufstellen zu wollen.

Canestrini & Berlese (l. c.) nehmen eine Gruppierung der untersuchten Hymenopteren nach der Ausbildung der Putzapparate vor, indem sie solche mit Metatarsal-Grube und solche ohne, ebenso Formen mit und ohne Membran am Sporn unterscheiden. Eine derartige Einteilung ist vollkommen zwecklos, da dadurch nächstverwandte Arten auseinandergerissen werden.

Noch eine Bemerkung möge hier Platz finden. Die Systematiker unterscheiden wie auch Canestrini & Berlese (II, l. c., p. 72) bei zwei Anhängen der Tibia „Putzsporn“ und „Sporn“ resp. „Sporn“ und „Stachel“. Meines Erachtens ist diese Unterscheidung höchstens morphologisch begründet, nicht biologisch. Man kann unmöglich entscheiden, welcher der beiden Anhänge, sofern zwei vorhanden sind, zum Putzen verwendet wird und welcher nicht. Sind beide gleich gebildet wie z. B. bei *Cimbex*, so ist auch morphologisch kein Unterschied möglich. Bei *Panurgus calcaratus* Scop. und *Halictus calceatus* Scop. könnte man die morphologische Unterscheidung angesichts der verschiedenen Ausbildung der Hinterbeinsporne, deren hinterer mehr zum Putzen geeignet scheint, verstehen.

Zusammenfassung.

Die Form der Sporne ist bisher meistens nicht richtig erkannt worden.

Der Sporn des Vorderbeines (der Biene) ist beweglich eingelenkt. Eigene Muskeln besitzt er nicht.

Die Bildungszellen der Kammzähne des Metatarsus nehmen scheinbar drüsige Funktion an. (Biene.)

Die Form der tibiotarsalen Apparate ist außerordentlich mannigfaltig.

Die des Vorderbeines putzen speziell den Fühler und zwar ohne daß Sporn und Metatarsus ihn umgreifen. Die Mundteile werden mit den Tarsengliedern gereinigt.

Die Hinterbein-Putzapparate reinigen Flügel und Abdomenränder (sowie den Legestachel).

Geschlechtsunterschiede an den Putzapparaten finden sich vereinzelt.

Eine bei der Biene festgestellte Bedeutung der Putzapparate für die Stammesgeschichte läßt ähnliches bei anderen Arten vermuten.

Für die Systematik sind die Putzsporne vorläufig noch nicht von Bedeutung.

Weitere Untersuchungen auf diesem Gebiete, besonders in Hinsicht auf die Entwicklungsgeschichte, werden sicher noch viele interessante Aufschlüsse bringen.

Literaturverzeichnis.

- André, E.** *Spécies des Hyménoptères.* 1879—1904. (Soweit erschienen.)
- Arnhat, L.** *Anat. u. Physiol. d. Honigbiene.* Wien 1906.
- Böraer.** *Stammesgesch. d. Hautflügler.* Biol. Zentralbl. Bd. 39, Nr. 4, 1919 p. 145—186.
- v. Buttel-Reepen.** I. *Stammesgeschichtl. Entstehung des Bienenstaates,* Leipzig 1903. — II. *Atavist. Erscheinungen im Bienenstaate.* 1. *Internat. Entomol. Kongreß, Bd. II, p. 113—132, Brüssel 1910.* — III. *Leben und Wesen der Bienen.* Braunschweig 1915.
- Cameron.** *Monograph of the British Phytophagous Hymenopt.* London 1882.
- Canestrini, Joh.** I. *Sonderb. Organ der Hymenopteren.* Zool. Anz. 1880, p. 421/22.
- Canestrini & Berlese.** II. *La Stregghia degli Imenotteri.* Atti Soc. Veneto-Trentina, Padua, Bd. VII, p. 53—73, Taf. VII, 1880.
- Dalla Torre & Kieffer.** *Cynipidae, Tierreich, Bd. 24, 1910.*
- Emery.** *Ameisen (soweit erschienen) in „Wytzman, Genera Insectorum“.*
- Enslin.** I. *Tenthredinidae in Schröder, Insekten Mitteleur., Bd. III, Stuttgart 1914.* — II. *Tenthredinoidea Mitteleuropas, Berlin 1918.* (Beihefte der Deutschen Entomol. Zeitschr. 1912—1917.)
- Escherich.** *Die Ameise, Braunschweig 1906.*
- Forel.** *Fourmis de la Suisse, Basel 1874.*
- Friese.** *Megachilinae. Tierreich, Bd. 28, 1911.*
- Handlirsch.** *Monogr. der mit Nysson u. Bembex verw. Grabwespen.* Sitzber. d. K. Akad. d. Wissensch., Bd. 95, 1887.
- Hase.** *Über den Putzvorgang bei der Schlupfwespe Lariophagus distinguendus Först.* Naturw. Wochenschr., 1920, No. 6, p. 81—87.
- Heymons.** *Insekten in Brehms Tierleben, Bd. II, 1915.*
- Janet.** *Etudes sur les Fourmis. 8. Note.* Ann. Soc. Ent. France, Bd. 63, 1894, p. 691—704.
- Kieffer.** I. *Evaniidae in Tierreich 30, 1912.* — II. *Serphidae (= Proctotrupidae), Tierr. 42, 1914.* — III. *Cynipidae in Schröder, Ins. Mitteleur., Bd. III, Stuttgart 1914.*
- Kohl.** *Hymenopterengruppe der Sphecinen.* Ann. K. K. naturhist. Hofmuseums, Bd. V, 1890.

Kolbe. Einführung in die Kenntnis der Insekten, Berlin 1893, p. 293.

Lubbock. Anatomy of Ants. Trans. Linn. Soc., 2. Ser., Bd. II, p. 141—154, 1879.

Pagenstecher. Allgem. Zool., Bd. IV, 1881, p. 371.

Pérez. I. Sur un organ singulier des Hyménoptères. Act. Soc. Linn. Bordeaux, Bd. 35, Proc. verb., 1882, p. 27. — II. Notes d'apiculture. Bull. Soc. d'Apic. de la Gironde, Bordeaux 1882 (nicht erhältlich gewesen). — III. Actes Soc. Linn. Bordeaux, Bd. 47, 5. Sér., 1894, p. 241—245.

Schenk. Grabwespen des Herzogtums Nassau, Wiesbaden 1857.

Schmiedeknecht. I. Opuscula Ichneumonologica. Blankenburg in Thür., 1902—1914 (soweit erschienen). — II. Hymenopteren Mitteleuropas, Jena 1907. — III. Schlupfwespen in Schröder, Ins. Mitteleuropas, Bd. II, Stuttgart 1914. (Enth.: Ichneumonidae, Agriotypidae, Braconidae, Trigonalidae, Chalcididae.)

Schönichen. Praktikum der Insektenkunde, Jena 1918.

Snodgrass. Anatomy of the Honey-Bee, 1910.

Stitz. Ameisen in Schröder, Ins. Mitteleur., Bd. II, Stuttgart 1914.

Taschenberg. Hymenopt. Deutschlands, Leipzig 1866.

Wheeler. Ants., New York 1910.

