© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Flugorgane der Hornis.

Von

Edmund Gröschel.

(Ausgeführt im Zoologischen Institute der k. k. Deutschen Universität in Prag, mit Hilfe einer Subvention der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.)

I. Einleitung.

Da die Flugwerkzeuge der Hymenopteren, besonders die Gelenke und Muskeln ihrer Flügel noch nie genau beschrieben worden sind, schien es wünschenswert eine Darstellung derselben zu geben. Ihrer Größe und Flugtüchtigkeit wegen eignet sich von den einheimischen Formen wohl am besten die Hornis zu einer derartigen Untersuchung. Deshalb, und weil sie in unserer Gegend leicht in größeren Mengen erhältlich ist, wählte ich diese als mein Objekt. Ich unterließ es aber nicht auch andere größere Arten, namentlich von Aculeaten, zum Vergleich heranzuziehen.

In den älteren Arbeiten von Latreille (1819), Chabrier (1820), Jurine (1820), Audouin (1820—1824), Baer (1826), und Strauß-Dürkheim (1828) finden sich Beschreibungen des Thoraxskelettes der Insekten, die z. T. recht gut sind. 1832 erschien das Handbuch der Entomologie von Burmeister, welcher eine tabellarische Übersicht der Benennungen der Thoraxskelettteile gibt. Viel Brauchbares ist auch in den neueren allgemein entomologischen Werken von Graber (1877), Kolbe (1893) und anderen enthalten. Die wichtigsten Arbeiten über die Flügel sind jene von Adolph (1880) und Redtenbacher (1886). Anatomische und flugphysiologische Angaben über verschiedene Insekten sind von Landois (1860), Marey (1869), Pettigrew (1875), Lendenfeld (1881—1903), Amans (1883), Voß (1905) und andren gemacht worden. Das Endoskelett behandelte Kleuker (1883); die Muskulatur Aubert (1853), Verson (1868), Luks (1883) und Kölliker (1888).

Speziell über Hymenopteren besitzen wir außer den älteren Arbeiten von Jurine (1820), Chabrier (1828), Mac Leay (1830), Gray (1860), Staveley (1860, 1862) und Packard (1866), neuere Abhandlungen von Adolph (1883) über die Flügel, Amans (1884) über die Flugwerkzeuge überhaupt, und Walter (1907) und Bachmetjew (1909) über die Einrichtungen zur Verbindung von Vorder- und Hinterflügel.

II. Methoden.

Untersucht wurden außer der Vespa crabro noch Vespa vulgaris und silvestris, Polistes gallica, Apis mellifica, Osmia cornuta und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bombus lapidarius, hortorum und silvestris. Am besten eigneten sich zu der Untersuchung junge, eben erst ausgeschlüpfte Stücke, weil bei diesen das Chitin nicht so hart und auch nicht so stark tingiert wie bei älteren zu sein pflegt. Die Stücke wurden frisch verarbeitet oder in 50 % Alkohol aufbewahrt. Lange dürfen sie aber nicht in Spiritus liegen, da sie bei längerer Aufbewahrung selbst in diesem schwachen Alkohol sehr hart werden.

Da der Chitinpanzer auch bei jungen Hornissen ziemlich hart und dunkel ist, wurde das Skelett in schwacher Kalilauge aufgeweicht, in Chlorwasser etwas gebleicht und dann erst unter dem Binocular zerlegt. Als vorteilhaft zeigte es sich, das Objekt nach der Bleichung trocknen zu lassen, da dabei die Festigkeit der Nähte abnimmt, so daß man das Thoraxskelett dann leicht in seine einzelnen Bestandteile zerlegen kann, ohne die letzteren durch die Präparation zu beschädigen.

Die Schnittmethode ist für die Untersuchung der Skelettteile, besonders der Gelenke, wegen der Sprödigkeit derselben wenig brauchbar und kann nur zur Kontrolle der auf andre Weise gewonnenen Ergebnisse dienen. Die relativ besten Skelettschnitte erhielt ich durch Aufweichen in Kalilauge und durch sehr langsames Einbetten in Celloidin. Wichtig ist es, daß beim Einbetten sämtliche Hohlräume ausgefüllt werden, da zwischen dem Objekt und dem Celloidin bleibende Hohlräume ein Zerspringen der Chitinstücke beim Schneiden zur Folge haben.

Die Muskeln wurden ebenfalls, sowohl mit Hilfe einfacher Präparation unter dem Binokular als auch an Schnitten studiert. Für sie eignet sich die Schnittmethode viel besser als für das Skelett. Gefärbt wurden die Muskeln vornehmlich mit Delafields Hämatoxylin und Eosin.

III. Nomenklatur.

Bei der Benennung der Teile bin ich tunlichst den früheren Autoren gefolgt. Jedes der drei Segmente des Thorax (Pro-, Meso- und Metathorax) besteht aus einem Rückenstück, zwei Seitenstücken und einem Bruststück. Das Rückenstück nenne ich mit Burmeister Notum (Pro-, Meso- und Metanotum); das Bruststück mit demselben Autor Sternum (Pro-, Meso- und Metasternum); und die Seitenstücke mit Audouin Pleura (Pro-, Meso- und Metapleura). Jedes dieser Stücke entsteht bei der Entwicklung aus mehreren Teilen. In den Pleuren sind diese meist noch als getrennte Platten zu erkennen. Voss bezeichnet die vorne liegenden Platten als vordere Stücke der Meso- beziehungsweise Metapleuren, den rückwärts liegenden Teil derselben als hintere Stücke der Meso- beziehungsweise Metapleura. Ich ziehe es vor wie Audouin die vorderen Episterna, die rückwärtigen Epimera zu nennen. Die ventralen Endoskelettstücke nenne ich mit Strauß-Dürkheim die sternalen Apophysen (Pro-, Meso- und Metapophysen); die dorsalen mit Kirby und Burmeister Phragmen. Da die letzteren sich jedoch nicht, wie die Apophysen, in den drei Thorakalsegmenten metamer wiederholen, will ich sie, mit Kleuker der Reihe nach Proto-, Deutero-, Trito-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

etc. phragma nennen. Die lateralen von den Pleuren nach innen abgehenden Fortsätze nennt Audouin Apodeme, und da sind wieder je nach ihrer Lage in den Segmenten Pro-, Meso- und Metapodeme zu unterscheiden Wenn in einem Segment mehr sind als eines, können noch nähere Bezeichnungen, wie vorderes oder hinteres (Metapodem) hinzugefügt werden. Bezüglich der Bezeichnung der Flügeladern folge ich Adolph und Redtenbacher. Für eine Anzahl bisher unbenannter Teile wurden neue Namen aufgestellt.

IV. Allgemeine Bemerkungen.

Die durchschnittliche Körperlänge der Hornisse unserer Gegend (Taf. II Fig. 37) beträgt ungefähr 25 mm. Davon entfallen auf den Thorax etwa 8,2 mm, also fast ein Drittel. Die meisten Verbindungen der drei Thoracalsegmente miteinander sind sehr fest, und ihre gegenseitigen Grenzen von außen kaum zu erkennen. Die Flugmuskeln, die im Thorax Platz finden müssen, sind sehr voluminös. Hierauf ist wohl die bedeutende relative Größe des Thorax zurückzuführen. Die Kontraktionen dieser Muskeln sind sehr rasch und kräftig. Das macht eine feste Verbindung der thorakalen Stützskelettteile notwendig. Der ganze Körper ist so gebaut, daß sein Schwerpunkt nahe an und etwas tiefer als die Ansatzstelle der Flügel liegt.

V. Das Skelett.

1. Der Prothorax. (Taf. I, Fig. 1, 2, 32, 33).

Da diesem thorakalen Segment die Flügel fehlen, ist es kleiner als die beiden folgenden. Reißt man einer Hornis den Kopf ab, so bleibt regelmäßig ein Teil des Prothorax, mit dem ersten Beinpaare am Kopfe hängen. Dies zeigt, daß dieser Prothoraxteil mit der elastischen Halshaut fester als mit den übrigen Teilen des Thorax verbunden ist. Dieser, also abreißbare Teil des Prothorax ist der einzige Teil des ganzen Thorax der nur lose mit den übrigen Teilen desselben zusammenhängt. Die übrigen Teile des Thorax bilden zusammen ein festgefügtes Ganzes. Luks behauptet, daß der Prothorax mit dem Mesothorax fest verbunden sei. Bei der Hornis und auch einigen andren, von mir untersuchten Aculeaten ist das nicht so. Bei dieser sind zwischen Pro- und Mesothorax Muskeln ausgespannt, was, falls diese beiden Segmente verschmolzen wären, wohl kaum der Fall wäre. Was vom Prothorax beim Abreißen des Kopfes zurück und mit dem übrigen Thorax verbunden bleibt, ist das Pronotum. Der Rest, welcher mit dem Kopfe im Zusammenhang bleibt, besteht aus den Pleuren und dem Prosternum.

Das Pronotum (Taf. I Fig. 32, 33 Prn) erscheint als ein schräg gestellter, oben nach vorne geneigter Ring, der unten in eine Spitze ausläuft, der zwei dreieckige Platten anliegen. Die nach rückwärts gerichteten Ecken der letzteren reichen fast bis zu den Tegulae. Das Pronotum liegt tiefer, als das Mesonotum. Es ist außen dicht behaart und innen glatt. An dem dem Prosternum zugekehrten Rande finden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich die klappenartigen dicht behaarten Stigmendeckel. Für gewöhnlich sind diese Klappen ihrer geringen Größe wegen von außen nicht zu erkennen; an Querschnitten treten sie aber deutlich hervor. Neben dem Deckel liegt innen eine gegen die Körpermitte vorragende, kurze und schmale Leiste (Taf. I, Fig. 1, Chl). An dieser ist ein kurzer, bandförmiger Muskel inseriert, welcher durch seine wechselnde Verkürzung die Weite des vom Stigma hineinführenden Tracheeneingangsrohres zu verändern vermag.

Die Propleuren (Taf. I, Fig. 1, 2, Pl) bilden den untern Teil der Front des Thorax. Sie sind in der Mitte durch eine Naht verbunden und entsenden je einen Fortsatz nach oben (Taf. I, Fig. 1, 2, Pl).

Das Prosternum (Taf. I, Fig. 1, 2, St), welches zwischen den beiden Coxen liegt, ist relativ klein. Es hat eine deltoidförmige Gestalt, ist nach innen konvex gekrümmt und entsendet zwei plattenförmige Fortsätze in das Innere des Prothorax, die den größten und kompliziertesten Teil des ganzen Endoskelettes bilden.

Das Grundgerüst der Proapophyse (Taf. I, Fig. 1, 2 Pra) besteht aus einem massiven Chitinstamm, der vorne in eine Leiste übergeht, welche die Naht zwischen den Pleuren entlang zieht. Der Stamm selbst erstreckt sich schief nach rückwärts und aufwärts und teilt sich sodann in zwei plattige Äste (Taf. I Fig. 1, 2 Ap), die als flügelförmige Anhänge erscheinen, schief gegen die Propleuren hinziehen und in diese übergehen. Dem Grundgerüst sind auch schaufelförmige Fortsätze (Taf. I, Fig. 1, 2, Asch) angeheftet, medialwärts nahe zusammen treten und einen Einschnitt (Taf. I Fig. 1, 2, Ar) zwischen sich freilassen, in dem die Brustganglien liegen. Den Proapophysenschaufeln sind Muskeln angeheftet.

2. Der Mesothorax. (Taf. I, Fig. 3, 7, 25, 32, 33).

Während bei den Orthopteren und Coleopteren, wo die Flugarbeit hauptsächlich von den Hinterflügeln verrichtet wird, der Mesothorax kleiner als der Pro- und Metathorax ist, ist er bei den Hymenopteren, Dipteren und Lepidopteren, wo hauptsächlich oder allein die Vorderflügel verrichten, das größte thorakale Segment. Das beruht darauf, daß er bei den fliegenden Arten dieser Familien die großen indirekten Flugmuskeln enthält. Obwohl der Grad der Verwachsung der Teile des Mesothorax bei den verschiedenen Hymenopterenfamilien ein verschiedener, so erscheint er doch stets als der massivste und festeste Teil des ganzen Thorax. Bei der Hornis ist auch die Verbindung des Meso- mit dem Metathorax eine so feste, daß man sagen kann die zwei Segmente seien miteinander verschmolzen.

Das Mesonotum (Taf. I, Fig. 7) ist eine große, ziemlich stark gewölbte Chitinplatte und hat, von oben gesehen, eine halb eiförmige Gestalt. Vorne gegen den Prothorax hin, wo es von den spitzen Analfortsätzen des Pronotums eingeschlossen wird, erscheint es etwas zugespitzt. Sein Hinterrand (Taf. I Fig. 7, Hr), seine Grenze gegen das Metanotum, ist ganz gerade. Seine Seitenränder und seine vordere

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Spitze sind etwas eingesenkt und es wird die Lage dieser Teile durch eine ziemlich breite Rinne markiert. Die Innenseite des Mesonotums zeigt den Haarwurzeln gegenüber liegende, kleine Erhebungen. An den beiden rückwärtigen Ecken artikulieren die Tegulae. Die rückwärtigen Teile der Seitenränder zeigen Verdickungen und Einsenkungen (Taf. I Fig. 7 G), welche am Aufbau des Flügelgelenkes Anteil nehmen. Das Mesonotum ist bei der Hornis das größte Skelettstück des ganzen Körpers.

Die Pleuren. Die kleine, trapezähnliche, etwas gewölbte (konkave) Platte, die dicht vor und unter der Flügelwurzel liegt, bis zum Mesosternum herabreicht und am Aufbau des Flügelgelenkes teilnimmt kann als Episternum (Taf. I Fig. 25, 32 Epst, 33 Epst II) angesehen werden. Das Epimeron (Taf. I Fig. 32 Epi) ist deutlich erkennbar. Es liegt unterhalb des Vorderflügels, hinter dem (fraglichen) Episternum und ist mit diesem und dem Mesosternum fest verwachsen. Der Hinterseite des Episternums und der Oberseite des Epimerons liegen zwei stark gewölbte Platten an. Sie dienen, wie die Tegulae, zum Schutze. Ihre konkaven Seiten erscheinen napfförmig und schließen das Vorderflügelgelenk ein.

Das Mesosternum (Taf. I Fig. 3) ist sehr groß und hat eine mediane Naht, die zeigt, daß es aus zwei Stücken zusammengesetzt ist. Es bildet die untere und den größten Teil der seitlichen Bepanzerung des Mesothorax, ist stark gewölbt und außen mit Haaren bedeckt. Der Innenseite entragt ein stark entwickeltes Endoskelett.

Die endoskelettalen Bildungen im Mesothorax sind sehr groß und kräftig. Vom Mesosternum erhebt sich senkrecht eine quere Platte die Mesapophyse (Taf. I Fig. 3 Stpl), von deren beiden oberen Ecken starke Äste (Taf. I Fig. 3 Zap) schief nach oben und außen abgehen. Diese Äste sind durch ein Querstück verbunden und vom Ende eines jeden gehen zwei abgeplattete Fortsätze ab, ein vorderer, der frei endet (Taf. I Fig. 3 Appl), und ein seitlicher der mit dem Lateralteil des Mesosternums verwachsen ist (Taf. I Fig. 3 Apae). Das Ganze erscheint als ein Ring (Apophysenring) von annähernd dreieckiger Gestalt, dessen Ecken durch drei plattige Chitinbalken mit dem ventralen und den beiden seitlichen Teilen des Mesosternums verbunden sind und von dessen Seiten zwei frei endende Fortsätze nach vorne abgehen. Die vom Mesapophysenring abgehenden, auf- und lateralwärts gerichteten Äste gehen analwärts in die Metapodeme über. Sie sind an der Übergangsstelle sehr dünn und elastisch, so daß sie jedem von den Muskeln ausgeübten Zuge folgen können. Der Apophysenring steht senkrecht. Der Brustteil der Bauchganglienkette und das Schlundrohr gehen durch ihn hindurch. Die Meso- und Metapophyse liegen sehr nahe beisammen, die letztere dicht hinter der ersteren. Es sind drei Mesapodeme auf jeder Seite vorhanden, ein vorderes, ein mittleres und ein hinteres. Das vordere (Taf. I Fig. 3 Vap) zieht an den Seiten des vorderen Teiles des Mesosternums herab, ist oben breit, verschmälert sich aber nach unten und geht in eine Querleiste des ventralen Teiles des Mesosternums über, die es mit der zum Apophysenring auf-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

steigende Platte verbindet. Das mittlere Mesapodem entspringt unter der Flügelwurzel. Es ist schräg nach unten und rückwärts gerichtet und reicht nur bis zur Mitte des Mesothorax hinab. Das hintere Mesapodem erstreckt sich nach unten und vorne und läuft in eine medialwärts umgebogene Spitze aus, die in der Nähe des Vorderrandes der Coxen liegt.

Das Endoskelett des Mesothorax dient nicht nur den Flugmuskeln zum Ansatz. sondern erhöht auch die Festigkeit des Mesothorax und des ganzen Thorax in erheblichem Maße. Der Umstand, daß das Endoskelett im Mesothorax viel höher entwickelt ist als im Metathorax entspricht der Tatsache, daß der Vorderflügel größer ist und mehr Arbeit leistet als der Hinterflügel.

3. Der Metathorax. (Taf. I Fig. 4, 8, 9, 10, 24, 32, 33)

Der Metathorax ist viel kleiner als der Mesothorax. An dem Aufbau seines Skelettes nehmen außer dem Notum, den Pleuren und dem Sternum drei weitere, eigentlich zum Abdomen gehörige Stücke, zwei gewölbte Platten, die die Analwand des ganzen Thorax bilden, und ein schmaler Grenzring teil.

Das Metanotum (Taf. I Fig. 4 Hrst, 8) ist fest mit dem Mesonotum verbunden. Es ist gewölbt, außen stark haarig, und hat in der Mitte einen seichten Einschnitt. Lateral biegt es im scharfen Winkeln um. Der hintere Randteil weist zwei Gelenkflächen auf, eine kleine, nach hinten konvexe (Taf. I Fig. 8 Pf II) und eine große, nach hinten konkave (Taf. I Fig. 8 Pf I).

Die Mesopleuren im Metathorax sind nur die Episterna (Taf. I Fig. 3 Epst III, 32 Epst mg, 33, Espt III) entwickelt. Sie liegen der Flügelgelenkshöhle an und tragen Fortsätze, die episternalen Gelenkplatten, welche am Aufbau des Gelenkes Anteil nehmen. Sie sind oben breit und laufen unten in Spitzen aus.

Dicht hinter dem Episternum jeder Seite liegt eine kleine, etwas undeutliche Platte, die vermutlich zum ersten Abdominalsegment gehört. Sie bildet den Deckel des Stigmas des ersten Abdominalsegmentes. Die anale Panzerplatte (Schlußplatte, Taf. I Fig. 4 Abpl) des Thorax gehört gleichfalls dem ersten Abdominalsegment an. Sie ist an den Seitenrändern nach vorne gebogen und in der Mitte eingesenkt.

Zwischen diesem Stück und dem Metanotum liegt ein Chitinring, der vorne in der Mitte verbreitert ist und nach rückwärts in eine Spitze ausläuft. Im vorderen Teil jeder Seite finden sich eine Einsenkung und ein Fortsatz, die an dem Aufbau des Hinterflügelgelenkes Anteil nehmen.

Das Metasternum (Taf. I, Fig. 4 Mtst) ist eine völlig kreisrunde Platte, die außen eine mediane, ziemlich hohe Leiste trägt. An den Seiten dieser Leiste sind die Beine inseriert. Das Metasternum ist an den Seiten (rechts und links) bis zur halben Höhe des Thorax hinauf gebogen und bildet so nicht nur den ventralen, sondern auch die unteren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Partien der lateralen Teile des Panzers des Mesothorax. Dort wo der ventrale Teil in die seitlichen Teile umbiegt, finden sich Chitinwülste.

Das Endoskelett des Metathorax (Taf. I Fig. 4, 24) ist sehr einfach gebaut. Der Vorderrand des Metasternums ist verstärkt und nach innen ein wenig umgeschlagen. Sein mittlerer, mit einer medianen Furche ausgestatteter Teil bildet den Stamm der Metapophyse. Diese trägt zwei, rinnenartig ausgehöhlte Äste, (Taf. I, Fig. 4 Apae) welche in flügelförmige, vom Episternum nach Innen ragende Platten übergehen.

Vorne findet sich jederseits ein breites, aber kurzes, spindelförmiges Apodem (Taf. I Fig. 4 Vap), welches unterhalb des Flügelgelenkes entspringt, und von hier nach abwärts zieht. Dicht hinter diesem liegt ein zweites, rückwärtiges Apodemenpaar (Taf. I Fig. 4 RAp). Diese Apodeme tragen flügelartige Platten und erstrecken sich nach unten bis zum Vorderrand des Metasternum. Von dorsalen Fortsätzen sind zwei vorhanden. Dem Vorderrande des Metanotums entragt ein schief nach rückwärts gerichtetes Deuterophragma (Taf. I, Fig. 4 Ph). Dasselbe ist in der Mitte schmal, gegen die Seiten hin jedoch stark verbreitert. Dem Hinterrande des Metanotum entragt das Tritophragma. In Gestalt eines Chitinbandes von gleichbleibender Breite erstreckt sich dieses, der Innenseite des Mesanotums folgend, nach vorne. An den Hinterrand des Metanotums ist — an zwei Stellen — eine Chitinmembran, das Diaphragma (Taf. I Fig. 24) geheftet die weit ins Innere ragt. An dieser Chitinmembran inserieren die beiden indirekten, Längsmuskeln. Auch von der Analwand des Thorax ragen endoskelettale Bildungen ins Innere. Oben finden sich schräg nach Innen gegen die Flügelgelenkshöhlen ziehende Platten (Phragmen). Unten liegt eine apophysenartige, mit kurzem Stamm sternal entspringende, in zwei starke Äste auslaufende Skeletbildung.

VI. Die Flügel und ihre Gelenke.

Dieser Abschnitt zerfällt in acht Teile, je vier für die Vorder- und Hinterflügel. In den vier, zu jedem der beiden Flügelpaare gehörigen Abschnitten werden 1. die Tegulae (Schulterdecken, Scapulae), 2. die Flügel, 3. die Pteralia, das sind die kleinen zu den Gelenken gehörigen, zwischen Flügel und Thorax gelegenen Stücke und 4. jene Thoraxteile behandelt, welche an der Gelenkbildung teilnehmen.

1. Die Tegulae.

Die Tegulae sind hochgewölbte, nach außen konvexe Platten, welche die Gelenke der Vorderflügel bedecken. Sie sind vor den Flügelgelenken am Thorax befestigt und mit diesem gelenkig verbunden. Das Tegula-Gelenk besteht aus einer Rinne in die der Proximalrand der Tegula eingreift. Die Tegula wird durch zwei kleine Muskeln, einen Heber und einen Senker auf und ab bewegt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2. Die Flügel.

Vorder- und Hinterflügel derselben Seite sind miteinander verbunden. Diese Verbindung wird hergestellt durch eine Reihe, am Vorderrande des Hinterflügels sitzender Haken, welche in eine Rinne am Hinterrande des Vorderflügels eingreifen. Die also verbundenen Flügel derselben Seite scheinen sich ausnahmslos zusammen und gleichartig zu bewegen, so daß sie mechanisch wie ein einziger Flügel wirken. Die Flügel sind Chitinmembranen, welche durch stärkere Chitinröhren (Adern) versteift erscheinen. Sie sind, namentlich in ihrem Grundteil, längsfaltig. Die stärksten und wichtigsten Versteifungsröhren verlaufen in den nach oben ragenden, hochliegenden Grenzen zwischen den Falten. (Konvexadern)

A. Die Vorderflügel (Taf. I Fig. 5, 6, 11—13, 26, 32; Taf. II, Fig. 37).

Der Vorderflügel ist größer und dementsprechend auch reicher an Adern als der Hinterflügel. Seine horizontale Flächenausdehnung ist ungefähr doppelt so groß als jene des Hinterflügels. Er ist am Grunde ziemlich schmal, distal verbreitert er sich. In seinem schmalen Basalteile liegen die Längsadern nahe beieinander.

Der Vorderflügel der Hornis (Taf. I Fig. 26) hat vier Längsstammadern, vorne, am Rande, die Costalader (c), dicht dahinter die Radialader (R), in der Mitte die Cubitalader (Cu) und dicht dahinter die Analader (An). Die Cubitalader spaltet sich ziemlich bald in einen vorderen (Cu I) und einen hinteren (Cu II) Ast, die beide auch Längsadern sind. Die proximale Hälfte des Flügels wird nur durch diese Längsadern versteift; in seiner distalen Hälfte findet sich ein grobes Netz etwas schwächerer Versteifungsröhren (Cubitalqueradern (Cuqu), Discoidalader (Dis), und Discoidalqueradern (Disqu I, II). Die relativ geringe Zahl der Adern weist auf eine bedeutende Entwicklungshöhe dieses Flugorgans hin.

Costal- und Radialader sind am Flügelgrunde derart um einander gedreht, daß am äußersten proximalen Flügelende der Radius vor der Costa zu liegen kommt. Der basale um die Costa herumgewundene Teil des Radius liegt in einer tiefen, rinnenförmigen Einsenkung der Costa und ist fest mit dieser verbunden (Taf. I Fig. 11). Er ist zugespitzt und trägt vorne eine gewölbte Lamelle. Die letztere (Taf. I Fig. 11 L) steht in Verbindung mit einem nach innen vorgewölbten Stück, in dessen äußere Höhle (Taf. I Fig. 11, N) ein hackenförmiger Fortsatz des Pterale C eingreift. Mit diesem Stück ist außerdem ein dünnes, nach außen etwas konvexes Chitinschildchen verbunden, das sich über einen Teil des Gelenkes ausbreitet und, wie die Tegula, zum Schutze desselben dient. Der aus den basalen Endteilen der Costa und des Radius zusammengesetzte Grundteil des Flügels trägt Wülste mit vorragenden Riefen und muldenförmigen Einsenkungen und stößt unmittelbar an die Pteralia. Die Cubitalader nimmt am Aufbaue des Gelenkes keinen Anteil. Die Analader trägt an ihrem Proximalende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einen Hacken (Taf. I, Fig. 5), mit einem langen, stark verdickten Fortsatz. Der Hacken greift in eine pfannenartige Einsenkung eines kleinen Chitinstückes ein, das unterhalb des Flügelgrundes liegt. Dieses Stück (Taf. I Fig. 12, 13), welches ich Pterosteum nenne, ist ganz schwarz. Von seiner Außenseite erheben sich zwei hügelförmige Vorragungen. Seine Innenseite ist konkav. Die Höhlung dieser Konkavität wird von einer Membran ganz überspannt. Das Pterosteum des Vorderflügels ist durch ein elastisches Chitinband mit dem Radius und durch Sehnen mit dem Pteralen A und B verbunden.

B. Die Hinterflügel (Taf. I Fig. 23, 27, 32; Taf. II Fig. 37).

Die horizontale Ausdehnung des Hinterflügels ist nur halb so groß wie jene des Vorderflügels und es hat der hintere Flügel auch weniger Adern als der vordere. Am Grunde des Hinterflügels sind wohl dieselben vier Längsadern wie am Vorderflügel erkennbar (Taf. I Fig. 27, C, R, Cu An), es ist aber das distale Adernetz rudimentär. Costa und Radius treten an der Flügelbasis eng zusammen und vereinigen sich distal. In der Gegend dieser Vereinigungsstelle trägt die erstere 29—32 Hacken, die in den eingebogenen Hinterrand des Vorderflügels eingreifen.

Das Gelenk des Hinterflügels (Taf. I Fig. 23) ist jenen des Vorderflügels ähnlich, aber viel zarter. Der Costateil desselben (Ct) ist nach außen stark konvex und hat hinten einen Fortsatz und vorne eine Einsenkung. Der Radiusteil ist kleiner, oben halbkugelig gewölbt, und zeigt eine Einsenkung auf der der Flügelspitze zugekehrten Seite. Beide Stücke sind kahl. Das frei, mit den basalen Analaderstück verbundene Pterosteum des Vorderflügels hat am Hinterflügel kein Homologon.

3. Die Pteralia.

Zwischen den Flügelwurzeln und dem Thorax liegen verschieden gestaltete, chitinige Körperchen, die den Carpalia der Wirbeltiere analog sind. Ich benütze für sie die von Ritter eingeführte Bezeichnung Pteralia. Nach Abnahme eines Flügels liegen die zu ihm gehörigen Pteralia offen da. Sie werden durch eine elastische Chitinhaut verbunden und können als lokale Verdickungen und Verhärtungen dieser Haut angesehen werden. Zusammen bilden die Pteralia jeden Flügels eine Reihe. Zu jedem Flügel gehören drei Pteralia. Die drei Pteralia des Vorderflügels bezeichne ich fortlaufend von oben nach unten, mit A, B und C; jene des Hinterflügels ebenso, mit a, b und c.

A. Die Pteralia des Vorderflügels (Taf. I Fig. 14—16, 19, 20, 32).

Das Pterale A (Taf. I Fig. 14, 32 A) ist länglich platt, und medial konvex hornartig gebogen. Von der Seite gesehen erscheint es sichelförmig. Seine Innen- und Außenränder sind verdickt. Es ist an beiden Enden zugespitzt. Die Außenrandverdickung erscheint als

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eine kantige Leiste. An den Hinterrand schließt sich eine, nach Außen konvexe Chitinlamelle (Taf. I, Fig. 14 Chl) an. An der Unterseite tritt eine Leiste (Taf. I Fig. 14 L) hervor, die sich gabelt und deren Gabeläste einen Fortsatz des Pterale C zwischen sich fassen.

Das Pterale B (Taf. I Fig. 15, 16, 32 B) liegt tiefer und weiter rückwärts als das Pterale A. Es besteht aus zwei Teilen, einem herzförmigen (Taf. I Fig. 15 H) und einem kurzen massiven (M). Der herzförmige Teil hat auf der Vorderseite eine tiefe Höhlung, die ganz von Muskeln ausgefüllt ist. Von der Hinterseite, an der Grenze zwischen beiden Teilen, ragt eine Leiste vor. Das Pterale B ist durch Membranen, beziehungsweise Sehnen mit dem flügelähnlichen Fortsatze des Pterosteums, mit der Innenseite des Pterale A, und mit dem proximalen Endteile der Analader verbunden.

Das Pterale C (Taf. I Fig. 19, 20, 32 C) ist das größte und festeste von allen. Es besteht aus einem Zentralkörper, von dem distal zwei schlanke Fortsätze, proximal ein breiterer Fortsatz abgehen. Der letztere ist fast rechtwinkelig geknickt. Sein Endteil erscheint als eine Art Stiel (Taf. I Fig. 20 St). An der Knickungsstelle ist dieser Fortsatz verdickt. (Ch R) Diese Verdickung liegt zwischen zwei Vorragungen des Mesonotums, die Spitze (der Stiel) in der Leistengabel an der Innenseite des Pterale A. Die distalen Fortsätze (A I, A II) sind gebogen. Beide reichen bis zum Grundteil der Radialader. Die Spitze des vorderen greift in eine Einsenkung desselben ein.

Außer dieser Pteralia ist noch ein im Vorderwinkel der Flügelgelenkhöhle gelegenes, bei der Flugbewegung vermutlich mitwirkendes Chitinstück (Taf. I Fig. 25 g) zu erwähnen, dessen Zugehörigkeit zu den Pteralien der Reihe zweifelhaft erscheint. Es erscheint als ein, nahe dem einen Ende stark geknicktes Band und ist an das Episternum angeheftet. Der längere Teil ragt über die Episternalplatte hinaus, sodaß er wenn man den Flügel hebt, sichtbar wird. Es ist durch eine elastische Haut mit dem Schutzschilde des Grundstückes der Radialader verbunden. Ich nenne dieses Stück das Gonosteum des Vorderflügels.

B. Die Pteralia des Hinterflügels.

Die Pteralia der Hinterflügel liegen nicht so regelmäßig über einander, wie jene der Vorderflügel, denn es sitzt von den ersteren jedes folgende nicht nur tiefer sondern auch etwas weiter vorne als das vorhergehende.

Das Pterale a (Taf. I, Fig. 21, 22, 32 a) liegt dicht unter dem Grundteil der Radialader, steht senkrecht zur Medianebene und ist mit der Analader verbunden. Es ist länglich, leicht gebogen, läuft an beiden Enden in Zapfen aus und trägt in der Nähe des einen einen kurzen Fortsatz. Der eine Endzapfen (Taf. I Fig. 22 Z), schiebt sich in den Winkel der Analader ein, der andere geht in eine häutige Lamelle über. Von dem mittleren Teil des Pterale a geht eine Lamelle ab, die sich nach vorne wendet. An dieser Lamelle inseriert eine Muskelsehne.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Pterale b (Taf. I Fig. 17, 18, 32 b) ist ein starkes hammerförmiges Chitinstück. Der Hannerkopf ist nach außen gebogen und ziemlich breit. Seine Enden sind ziemlich schlank und abgerundet. Das eine, kürzere, ist gegen das Pterale a, das andere, längere, gegen das Pterale c gerichtet. Vom mittleren Teile des Stiels erhebt sich ein gewölbter, flügelartiger, lamellöser Fortsatz (Taf. I Fig. 17, 18 Flf), dessen konkave Seite nach außen gewendet ist. Das Pterale b ist mit den Pteralia a und c durch Sehnen verbunden. — Das Pterale c (Taf. I Fig. 28, 29, 32 c) ähnelt dem Pterale C des Vorderflügels. Seine Außenseite ist konkav, seine Innsenseite flach. Oben läuft es in eine Spitze aus, die durch einen tiefen Einschnitt von dem Rest seines Körpers abgetrennt erscheint. Das untere Ende ist massiv. Es liegt tiefer als das Pterale b, dessen flügelartiger Fortsatz in seine Aushöhlung hineinragt.

Wie im Vorderflügel findet sich auch im Hinterflügel am Grunde ein Chitinstück (Taf. I, Fig. 30, 31), welches außerhalb der Pteralienreihe liegt. Es ist am Vorderende der Flügelgelenkhöhle befestigt und erscheint als ein starkes Plättchen mit einem nach rückwärts gerichteten, rinnenförmigen, terminal schwach verdickten Stiel. An das Plättchen ist eine stark chitinisierte Muskelsehne geheftet. Dieses Chitinstück ist offenbar dem Gonosteum des Vorderflügels homolog; ich nenne es das Gonosteum des Hinterflügels.

4. Die Thorakal-Gelenkstücke.

A. Die zu den Vorderflügeln gehörigen.

An der Bildung der Gelenkhöhlen der Vorderflügel nehmen folgende thorakale Teile teil: das Pronotum, dessen anale Spitzen bis zu den Ansatzstellen der Tegulae reichen; das Mesonotum mit seiner tiefen Randrinne und der flachen Vertiefung seines Hinterrandes; das Episternum und das Epimeron. Von dem Hinterrande des Episternums und dem oberen Rand des Epimerons ragen Platten auf, die einerseits die Vorderflügelgelenke schützen und andrerseits durch pfannenförmige, nach innen gerichtete Einsenkungen am Aufbau dieser Gelenke Anteil nehmen. Die Hinterwände der Gelenkshöhlen der Vorderflügel werden von der Vorderseite des Metanotums gebildet. Ihre Vorderwände bestehen aus Teilen des Pronotums, des Mesonotums und des Episternums. Den größten Anteil an der Bildung der letzteren hat das Mesonotum, dessen rückwärtiger Teil einen plattenartigen Fortsatz, die Tergalplatte (Taf. I Fig. 7 Tgpl) trägt. Letzterer ist eine Gelenkpfanne mit 2 vorstehenden Zapfen eingesenkt. Durch diese Pfanne ist die Tergalplatte mit dem Pterale C gelenkig verbunden. Auch dem Episternum ist eine Gelenkpfanne eingesenkt.

Der größte Teil des Bodens der Gelenkhöhle wird von der Tergalplatte des Mesonotums und dem Vorderteil des Metanotums gebildet. Zwischen diesen lückenlos aneinandergeschlossenen Teilen und der episternalen Gelenkpfanne findet sich ein schmaler Spalt, durch den die Sehnen der direkten Flugmuskeln in die Gelenkhöhle eintreten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

B. Die zu den Hinterflügeln gehörigen.

An die Gelenke der Hinterflügel reichen Teile des Metanotum und der Metapleuren heran. Vorne und außen werden die Gelenkhöhlen der Hinterflügel vom Hinterrande des Metanotum begrenzt. Die an die Gelenke anstoßenden Metanotumteile sind innen glatt außen behaart und decken und schützen die Hinterflügelgelenke wie die Tegulae die Vorderflügelgelenke. Die hinteren Ränder der Gelenkhöhlen werden vom Hinterrandring des Metanotums gebildet. Dieser hat lateral jederseits eine kleine, flache Mulde mit je einem gegen die Flügel gerichteten Fortsatz. Die Böden der Gelenkshöhlen entsprechen in ihrem Baue den Böden der Gelenkshöhlen der Vorderflügel.

VII. Die Muskeln.

Die Flugmuskeln der Hornis sind zweierlei Art: große, mittelbar wirkende, sehnenlose, welche zwischen verschiedenen Teilen des Thorax ausgespannt sind; und kleine, unmittelbar wirkende, am Distalende in eine Sehne übergehende, welche zwischen einem Thoraxteil und einem Teil des Flügelgelenkes ausgespannt sind. Die ersteren nenne ich, mit Ritter, die indirekten, die letzteren die direkten Flugmuskeln.

1. Die indirekten Flugmuskeln (Taf. II Fig. 34, 36, 39).

Die indirekten Flugmuskeln sind sehr groß und füllen den größten Teil des Meso- und Metathorax aus. Es sind zwei Paare von solchen Muskeln vorhanden: ein Paar zunächst der Medianebene gelegener Längsmuskeln und ein Paar lateral gelegener Quermuskeln.

Die indirekten Längsmuskeln (Taf. II Fig. 34, 36 M_1) sind vorne am Protophragma und rückwärts am Diaphragma inseriert. Das Diaphragma ist eine an beiden Seiten mit dem Metanotum verbundene, in der Mitte aber freie Chitinplatte. Diese Muskeln sind der eigentliche Flügelsenker. Zwischen den beiden Längsmuskeln liegt das Herz.

Die indirekten Quermuskeln (Taf. II Fig. 36, 39 M_2) sind oben am Mesonotum und am Vorderrande des Metanotums, unten am Mesosternum inseriert. Diese Muskeln sind die eigentlichen Flügelheber.

2. Die direkten Flugmuskeln (Taf. II Fig. 35, 38, 40).

Während die oben beschriebenen, indirekten Muskeln alle vier Flügel, sowohl die beiden Vorderflügel als auch die beiden Hinterflügel zugleich heben und senken, wirken die direkten Muskeln nur auf je einen Flügel ein. Jeder Flügel hat seine eigene Gruppe von direkten Muskeln.

Die indirekten Muskeln sind meist flach, fiederförmig. Jeder läuft distal in eine zylindrische oder bandförmige Sehne aus, welche sich an einem Pterale oder einem thorakalen Gelenkteil ansetzt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

A. Die direkten Muskeln der Vorderflügel.

Zu jedem Vorderflügel gehören sechs direkte Flugmuskeln; alle liegen ganz lateral im Mesothorax. Ihrer lateralen Lage wegen nenne ich diese Muskeln mesothorakale Lateralmuskeln und unterscheide die sechs durch angehängte Zahlen.

Der Musculus lateralis mesothoracis primus (Taf. II Fig. 35, 40, M_1) ist hinter dem vorderen Mesapodem dem Mesosternum angeheftet. Er ist breit, kurz, fiederförmig und geht in eine lange, zylindrische, chitinige Sehne über, die zum Flügelgelenk hinaufzieht. Dort teilt sie sich in zwei weiche und elastische Äste, von denen einer am Gonosteum inseriert, der andere aber an der Unterseite des Grundteiles der Radialader in ein Ligament übergeht. Durch die Wirkung dieses Muskels wird das Gonosteum nach oben und der Flügel vorwärts bewegt und gehoben.

Der Musculus lateralis mesothoracis secundus (Taf. II Fig. 35, 40, m_2) liegt höher und weiter lateral als der erste. Er entspringt am Mesosternum, und ist fiederförmig, abgeplattet und ziemlich breit. Nach oben hin (distal) verschmälert er sich und geht dann in eine kurze, bandförmige, weiche Sehne über, die mit dem, zwischen den Pteralia B und C ausgespannten Ligament verschmilzt.

Der Musculus lateralis mesothoracis tertius (Taf. II Fig. 35, 40 m_3) liegt weiter rückwärts als der erste. Er entspringt vom Mesopleurum, ist schmal und geht in eine ziemlich lange, weiche, bandförmige Sehne über, die zum Pterale B zieht.

Der Musculus lateralis mesothoracis quartus (Taf. II Fig. 35, 40 m_4) ist der kräftigste von allen direkten mesothorakalen Flugmuskeln. Der größere Teil desselben entspringt am Mesopleurum, ein kleiner Teil vom Mesosternum. Er ist sehr lang, fiederförmig, und geht in eine kurze, bandförmige Sehne über, die mit der Spitze des Vorderrandes des Metanotums verbunden ist. Durch ihn werden das Mestanotum und weiterhin da Pterale C gesenkt.

Der Musculus lateralis mesothoracis quintus (Taf. II Fig. 35, 40 m_5) entspringt hinter der Mesapophyse vom Mesosternum. Er ist fiederförmig, schmal, und geht in eine lange Sehne über, die an einem Chitinstab inseriert, welcher durch ein breites Ligament mit dem Pterale B verbunden ist. Dieser Muskel ist ein Rückzieher des Flügels.

Der Musculus lateralis mesothoracis sextus entspringt am Mesapophysenaste derselben Seite, ist flach, und geht in eine bandförmige Sehne über, die zum Flügelgelenk emporzieht.

B. Die direkten Muskeln der Hinterflügel (Taf. II Fig. 38).

Die Hinterflügel sind mit drei direkten Flugmuskeln ausgestattet, die sämtlich im Metathorax liegen. Diese Muskeln nenne ich, entsprechend den mesothorakalen, oben aufgeführten, die metathorakalen Lateralmuskeln und unterscheide sie ebenfalls durch Zahlen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Musculus lateralis metathoracis primus entspringt am Metasternum zwischen dem vorderen Apodem und dem Aste der Metapophyse. Es ist ein ziemlich kräftiger, fiederförmiger Muskel, der in eine sehr lange, zylindrische, chitinisierte Sehne übergeht. Die letztere ist der Unterseite des Gonosteums des Hinterflügels angeheftet.

Der Musculus lateralis metathoracis secundus entspringt hinter dem vorderen Apodem vom Metathorax. Er ist klein. Seine Sehne inseriert am Pterale b.

Der Musculus lateralis metathoracis tertius entspringt am rückwärtigen Apodem, ist kräftig, aber kurz und geht in eine Sehne über, welche am Pterale a inseriert.

VIII. Die Flügelbewegung.

Verkürzen sich die indirekten Längsmuskeln so wird das Diaphragma nach vorne und etwas nach oben gezogen. Da dieses mit seinen beiden Enden am Metanotum angewachsen ist, muß letzteres der Bewegung des Diaphragma folgen. Dabei zieht es die damit verbundenen Pterale b, B, c und C mit, wodurch alle vier Flügel gesenkt und nach rückwärts bewegt werden. Die beiden indirekten Quermuskeln sind die Antagonisten der beiden indirekten Längsmuskeln. Durch ihre Verkürzung werden die Nota des Meso- und Metathorax gegen die gegenüberliegenden Sterna herabgezogen und die mit den letzteren verbundene Pteralia C und c gesenkt. Auf die Flügel übertragen, welche sich jetzt wie zweiarmige Hebel um die fixen Pteralia A und a bewegen, bewirkt das eine Hebung und Vorwärtsbewegung Die Hauptbewegungen der Flügel und der allergrößte Teil der eigentlichen Flugarbeit — wenn nicht die ganze — beruhen auf der wechselweise erfolgenden Zusammenziehung der indirekten Muskeln.

Die indirekten Muskeln rufen durch ihre Verkürzungen nur unbedeutende Änderungen in der Lage und Bewegungsrichtung der Flügel hervor und verrichten hauptsächlich oder ausschließlich die Arbeit des Steuerns. Die erste mesothoracale Lateralmuskel hebt durch seine Verkürzung das Gonosteum und breitet dadurch wohl den, in der Ruhelage einfach längs gefalteten Vorderflügel aus. Er zieht ihn auch nach vorne. Der zweite mesothorakale Lateralmuskel dürfte den Flügel aufwärts und rückwärts ziehen, ebenso der dritte, während der vierte am Pterale C inserierte, ihn senkt. Der fünfte dürfte den Flügel nach aufwärts und rückwärts, der sechste ihn nach aufwärts bewegen. Überdies werden sicherlich diese Muskeln auch den Grad der Torsion des Flügels beeinflussen.

Der erste metathorakale Lateralmuskel, zieht das Gonosteum des Hinterflügels nach abwärts, und dürfte dadurch zur Flügelentfaltung beitragen. Der zweite dürfte den Hinterflügel decken, der dritte ihn heben. Alle drei werden gewiß auch seine Torsion zu verändern im Stande sein.

Wesentlich wird die Bewegung des Hinterflügels auch durch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

seine Verbindung mit dem Vorderflügel (Hackenreihe-Rinne) beeinflußt werden, weil er infolge dieser Verbindung von diesem, wenn er sich bewegt, sozusagen mitgenommen wird.

IX. Luftsäcke.

In einer gewissen Beziehung zur Flugtätigkeit dürften auch die sackförmigen Erweiterungen der Tracheen stehen, die vermutlich den Luftsäcken der Vögel analog sind. Bei der Hornis liegt der größte thorakale Luftsack hinter dem Diaphragma, zwischen diesem und den, das letzte Beinpaar und das Abdomen bewegenden Muskelgruppen. Im Abdomen finden sich ebenfalls Luftsäcke d. h. geräumige Erweiterungen der Tracheenröhren.

X. Literaturverzeichnis.

1897. **Adolph, G. E.** Über Insektenflügel. Diss. In: Acta Ac. Leop. v. 41, p. 215—282, T. 27—32.

1880. — Über abnorme Zellenbildungen einiger Hymenopteren-Flügel. In: Acta Ac. Leop. v. 41, p. 295—328, T. 33.

1883. — Zur Morphologie der Hymenopterenflügel . . . . In: Acta Ac. Leop. v. 46, p. 43—132, T. 1—6.

1884. **Amans, P.** Etude de l'organe du vol chez les Hyménoptères. In: Rev. Montpellier (3. Ser.) v. 3, p. 485—522, T. 10, 11.

1882. **André, E.** La Structure et la Biologie des Insectes, particulièrement de ceux appartenant à l'ordre des Hymenoptères. (Einleitung zu den „Species des Hymenoptères d'Europe et d'Algérie"). Beaume 1882, 911 pp., 6 T.

1853. **Aubert, H.** Über die eigentümliche Structur der Thoraxmuskeln der Insekten. In: Zeitschr. wiss. Zool. v. 4, p. 388—399, 1 T.

1824. **Audouin, V.** Recherches anatomiques sur le thorax des Animaux Articulés et celui des Insectes Hexapodes en particulier. In: Ann. Sci. Nat. Paris, (1. Ser.) v. 1, p. 97—135, 416—432.

1909. **Bachmetjew, P.** Analytisch-statistische Untersuchungen über die Anzahl der Flügelhaken bei Bienen und die daraus hervorgehenden Konsequenzen. In: Zeitschr. wiss. Zool. v. 94, p. 1—80.

1902. **Biedermann, W.** Über die Struktur des Chitins bei Insekten und Crustaceen. In: Zool. Anz. v. 21, p. 485—490.

1888. **Brauer, F.** und **Redtenbacher, J.** Ein Beitrag zur Entwicklung des Flügelgeäders der Insekten. In: Zool. Anz. v. 11, p. 443—447.

1904. **Bull, L.** Mécanism du mouvement de L'aile des Insectes. In: C. R. Acad. Sc. Paris, v. 138, p. 590—592, 2 figg.

1832. **Burmeister, H.** Handbuch der Entomologie, Allgemeine Entomologie. Berlin v. 1, 696 pp., Atlas 21 pp., 16 T.

1899. **Carpenter, G. H.** Insects, their Structure and Life. A Primer of Entomology. London 416, pp., 183 figg.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1820. **Chabrier, J.** Mémoire sur le vol des Insectes. In: Mém. Mus. Paris v. 6, p. 410—476, T. 18—21.

1821. — Mémoire sur le vol des Insectes. In: Mém. Mus. Paris v. 7, p. 297—372, 5 T.

1822. — Essai sur le vol des Insectes. In: Journ. Physique Paris v. 95, p. 342—371.

1877/79. **Graber, V.** Die Insekten. München I, II. T.

1860. **Gray, J. E.** On the hooks on the front edge of the hind wings of certain Hymenoptera. In: Ann. Mag. nat. Hist. (3. Ser.) v. 5, p. 339—342.

1892. **Hoffbauer, C.** Beiträge zur Kenntnis der Insektenflügel. In: Zeitschr. wiss. Zool. v. 54, p. 579—630, T. 26, 27, 3 figg.

1823/33. **Kirby, W.** and **W. Spence.** An Introduction to Entomology; or, Elements of the natural History of Insects. etc. v. 1—4.

1883. **Kleuker, F.** Über endoskeletale Bildungen bei Insekten. Göttingen. 53 pp.

1893. **Kolbe, H.** Einführung in die Kenntnis der Insekten. Berlin.

1901. **Krüger, Ed.** Entwicklungsgeschichte des Insektenflügels. In: Verh. Ver. Hamburg (Jg. 1900) (N. F. VIII) p. 37—38.

1860. **Landois, H.** Über das Flugvermögen der Insekten. In: Nat. Off. v. 6, p. 529—540.

1821. **Latreille, P. A.** Sur quelques appendices particulières du thorax de quelques Insectes. In: Mém. Mus. Paris v. 7 p. 1—21.

1903. **Lendenfeld, R. v.** Beitrag zum Studium des Fluges der Insekten mit Hilfe der Momentphotographie. In: Biol. Centralbl. v. 23, Nr. 6, p. 227—232, 1 T.

1851. **Leuckart, R.** Der Bau der Insekten in seinen Beziehungen zu den Leistungen und Lebensverhältnissen dieser Tiere. In: Arch. Naturg. Jg. 17, v. 1, p. 1—25.

1855. **Leydig, F.** Zum feineren Bau der Arthropoden. In: Arch. f. Anat. Müller p. 376—490, 4 T.

1883. — Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere. Bonn, 1883, 174 pp., 8 T.

1885. **Limbeck, R. v.** Zur Kenntnis des Baues der Insektenmuskeln. In: SB. Ak. Wien 1885, p. 322—349, T. 1.

1871. **Lindemann, K.** Das Skelet der Hymenopteren. In: Bull. Soc. Moscou, v. 44 (1 T.) p. 306—325.

1881. **Lubbock, J.** On the Anatomy of Ants. In: Trans. Linn. Soc. London (2. Ser.) v. 2, p. 141—154, T. 11, 12.

1883. **Luks, C.** Über die Brustmuskulatur der Insekten. In: Jena. Zeitschr. v. 16, p. 529—552, T. 22, 23.

1869. **Marey, E. J.** Mémoire sur le vol des insectes et des oiseaux. In: Ann. Sci. Nat. Paris (5. Ser.) v. 12, p. 49—150, 42 figg.

1869. — Reproduction mécanique du vol des Insectes. In: Comptes Rendus Paris v. 68, p. 667—669.

1872. — Second Mémoire sur le vol des Insectes et des Oiseaux. Ann. Sci. Nat. Paris (5. Ser.) Zool. v. 15, Art. 13, 42 Fig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1886. **Marey, E. J.** La machine animale. Locomotion terrestre et aërienne. In: Paris 1886, XIII, 331 pp. m. 132 Figg.

1909. **Morley, C.** A Description of the superior Wing of the Hymenoptera, with a view to giving a simpler and more certain Nomenclature to the Alary System of Jurine. In: Trans. entom. Soc. London p. 439—447, 4 figg.

1898. **Packard, A. S.** A text-book of Entomology etc. New York XVII, 729 pp., 654 figg.

1886. **Redtenbacher, J.** Vergleichende Studien über das Flügelgeäder der Insekten. In: Ann. Hofmus. Wien v. 1, p.153—231, T. 9—20.

1895/99. **Sharp, D.** Insects. In: The Cambridge Natural History v. V and VI.

1860. **Staveley, E. F.** Observations on the Neuration of the Hind Wings of Hymenopterous Insects, and on the Hooks, which join the Fore and Hind Wings together during Flight. In: Trans. Linn. Soc. London v. 23, p. 125—138, T. 1.

1862. — Notes on the form of the Comb (Pecten) in different Andrenidae and Apidae and on the alar hooks of the Species of Sphecodes and Halictus. In: Proc. Zool. Soc. London. Jg. 1862 p. 118—123, fig.

1868. **Verson, E.** Zur Insertionsweise der Muskelfasern. In: S.-B. Ak. Wien v. 57 (1. Abth. p. 63—66, 1 T.

1904. **Voss. F.** Über den Thorax von Gryllus domesticus, mit besonderer Berücksichtigung des Flügelgelenkes und dessen Bewegung. I—IV. In: Zeitschr. wiss. Zool. v. 78, p. 268—354, 3 5—521, 697—759, 2 T., 23 figg.

XI. Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Skelett des Protothorax von vorne. Das Pronotum ist abgenommen. Vergr. 12 : 4.

Ap	Flügelförmige Anhänge der Proapophyse.
Ar	Einschnitt zwischen den schaufelförmigen Proapophysen-Anhängen.
Asch	Schaufelförmige Anhänge der Proapophyse.
Chl	Chitinleiste.
Cx	Ansatzstelle des ersten Beinpaares.
H	Halsöffnung.
Hz	Halszapfen.
IH	Intersegmentale Haut.
Pl	Propleuren.
PlF	Pleurenfortsätze.
Pra	Proapophyse.
St	Prosternum.

Fig. 2. Skelett des Protothorax von rückwärts. Das Pronotum ist abgenommen. Vergr. 12: 4.

Ap	Flügelförmige Anhänge der Proapophyse.
Ar	Einschnitt zwischen den schaufelförmigen Proapophysen-Anhängen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Asch Schaufelförmige Anhänge der Proapophyse.
Cx Ansatzstelle des ersten Beinpaares.
IH Intersegmentale Haut.
Hz Halszapfen.
Pl Propleuren.
PlF Pleurenfortsätze.
Pra Proapophyse.
St Prosternum.
Stw Wülste des Sternums.

Fig. 3. Skelett des Mesothorax von vorne. Das Mesonotum ist abgenommen. Vergr. 12 : 4.

Apae Seitliche Apophysenzweige.
Appl Vordere Apophysenzweige.
Mst Ventraler Teil des Mesosternum.
Sch Schiene.
Stpl Laterale Teile des Mesosternum.
VAp Vorderes Apodem.
Zap Primäre Äste der Mesapophyse.

Fig. 4. Skelett des Metathorax von vorne. Vergr. 11 : 7.

Abpl Abdominale Schlußplatten.
Apae Apophysenäste.
Cr Crista.
G Gelenkbildung.
Hrst Hinterrandstück des Metanotum.
Mtst Metasternum.
Ph Deuterophragma.
RAp Rückwärtiges Apodemenpaar.
VAp Vorderes Apodemenpaar.
Vr Vorderrand des Metasternums.

Fig. 5. Hakenförmiges Proximalende der Analader des Vorderflügels von rückwärts. Vergr. 34: 6.

Fts Chitinfortsatz, der in die Pfanne des Pterosteums eingreift.
HFl Häutiger Flügel.

Fig. 6. Gonosteum des Vorderflügels von oben. Vergr. 106.

A Ansatzstelle am Episternum.

Fig. 7. Rückwärtiger Teil der linken Hälfte des Mesonotums von der Seite (außen). Vergr. 8.

G Gelenkbildungen.
Hr Hinterrand.
Pph Proterophragma.
Rr Randrinne.
Tgpl Tergalplatte.

Fig. 8. Rechte Hälfte des Metanotums von rückwärts. Das Diaphragma ist abgenommen. Vergr. 11: 8.

Hr Hinterrand.
Pf I Große, nach hinten konkave Gelenkfläche.
Pf II Kleinere, nach hinten konvexe Gelenkfläche.
Trph Tritophragma.

Fig. 9, 10. Metanotum. Vergr. 12.

Fig. 9. von rückwärts.

Fts Fortsatz.
Pf Pfanne.

Fig. 10 von vorne.

Fts Fortsatz.
Pf Pfanne.

Fig. 11. Grundteil des Vorderflügels. Vergr. 25.

C Costa.
HFl Häutiger Flügel.
L Lamelle.
N Näpfchen, in welches ein Fortsatz des Pterale C hineinreicht.
R Radius.
V Verwachsungsstelle mit Pterale C.

Fig. 12, 13. Pterosteum des Vorderflügels. Vergr. 24 : 3.

Fig. 12 von innen.

Pf Löffelförmiger Fortsatz.
R Umgebogener Rand.

Fig. 13 von außen.

Pf Löffelförmiger Fortsatz.
R Umgebogener Rand.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 14. Pterale A des Vorderflügels von innen. Vergr. 38.

Chl Nach außen konvexe Chitinlamelle.

L Leiste, in deren Gabelung eine Chitinspitze des Pterale C liegt.

Fig. 15, 16. Pterale B mit einem Teil des Vorderflügels. Vergr. 28.

Fig. 15 von innen.

F Proximaler Endteil der Analader.

H Herzförmiger Teil.

M Massiver Teil.

S Sehne der Analader.

Fig. 16 von außen.

Fig. 17, 18. Pterale b des Hinterflügels. Vergr. 186.

Fig. 17 von außen.

Fig. 18 von innen.

Flf Flügelartiger, nach außen konvexer Fortsatz.

Fig. 19, 20. Pterale C des Vorderflügels. Vergr. 31.

Fig. 19 von vorne.

Fig. 20 von rückwärts.

A 1 Vorderer Arm, welcher in eine Einsenkung des Flügelgrundteils eingreift.

A 2 Rückwärtiger Arm, welcher mit dem Grundteil der Radialader verwachsen ist.

Chs Fortsatz, welcher in die Leistengabelung des Pterale A hineinreicht.

Chk Vorragung, welche zwischen den Fortsätzen des Mesonotums liegt.

St Stielartiger Teil, welcher mit dem Metanotum verbunden ist.

Fig. 21, 22. Pterale a des Hinterflügels. Vergr. 11 : 8.

Fig. 21 von unten.

Fig. 22 von oben.

F Fortsatz.

Z Zapfen.

Fig. 23. Das aus den Grundteilen der Costa und des Radius bestehende Gelenkstück des Hinterflügels von oben. Vergr. 27.

A Analader.

C Costa.

Ct Costateil.

H Pfannenartige Höhlung.

R Radius.

Fig. 24. Das Diaphragma mit den anstoßenden Chitinbildungen. Vergr. 19 : 6.

A Muskelinsertion.

D Diaphragma.

H Haken, der das Pterale c umfaßt.

M Metathorax.

Fig. 25. Das Episternum des Mesothorax mit dem Gonosteum. Vergr. 38 : 6.

G Gonosteum.

Fig. 26, 27. Die beiden Flügel von oben. Vergr. 2 : 6.

Fig. 26. Vorderflügel.

An Analader.

C Costalader.

Cu Cubitalader.

Cu I Vorderer Cubitalast.

Cu II Hinterer Cubitalast.

Cuqu Cubitalqueradern.

Dis Discoidalader.

Disqu I Vordere Discoidalquerader.

Disqu II Hintere Discoidalquerader.

R Radialader.

Fig. 27. Hinterflügel.

An Analader.

C Costalader.

Cu Cubitalader.

R Radialader.

Fig. 28, 29. Pterale c des Hinterflügels. Vergr. 56.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 28 von innen.
Fig. 29 von außen.

Fig. 30, 31. Gonosteum des Hinterflügels. Vergr. 56.
Fig. 30 von außen.
Fig. 31 von innen.

Fig. 32. Die Thorakalgelenkstücke von der Seite. Die Nota sind abnommen. Die Flügel und Pteralia sind etwas herausgehoben. Der Hinterflügel ist gegen die Medianebene gedreht. Vergr. 26 : 4.

a Pterale a des Hinterflügels.
A Pterale A des Vorderfügels.
b Pterale b des Hinterflügels.
B Pterale B des Vorderflügels.
c Pterale c des Hinterflügels.
C Pterale C des Vorderflügels.
Epi Epimeron des Mesothorax.
EpiSch Epimerales Schutzschild am Metathorax.
Epst Episternum des Mesothorax.
EpstG Episternales Gelenkstück des Mesothorax.
EpstMG Episternales Gelenkstück des Metathorax.
HFl Hinterflügel.
Prn Pronotum.
St Stigma.
VFl Vorderflügel.

Fig. 33. Die Thorakalgelenkstücke von oben. Vergr. 51.

Epi Sch Epimerales Schutzschild am Metathorax.
Epst II Episternum des Mesothorax.
Epst III Episternum des Metathorax.
Epst G Episternale Gelenkpfanne des Mesothorax.
Epst MG Episternales Metathorax Gelenkstück des Metathorax.
Prn Pronotum.

Tafel II.

Fig. 34. Medianschnitt. Rechte Hälfte des Thorax. Vergr. 6.

H Herz.
M_1 Der durch den Medianschnitt bloßgelegte, rechte indirekte Längsmuskel.

Fig. 35. Mediansehnitt: Die am weitesten lateral gelegenen, direkten mesothorakalen Flugmuskeln der rechten Seite, nach Abpräparation der näher der Medianebene gelegenen, indirekten. Vergr. 6.

m_1 Musculus lateralis mesothoracis primus.
m_2 Musculus lateralis mesothoracis secundus.
m_3 Musculus lateralis mesothoracis tertius.
m_4 Musculus lateralis mesothoracis quartus.
m_5 Musculus lateralis mesothoracis quintus.

Fig. 36. Quersehnitt durch den Mesothorax. Vergr. 6.

M_1 Indirekter Längsmuskel.
M_2 Indirekter Quermuskel.

Fig. 37. Eine Hornis von oben. Vergr. 3.

Fig. 38. Mediansehnitt: die am weitesten lateral gelegenen, direkten metathorakalen Flugmuskeln der linken Seite nach Abpräparation der näher der Medianebene gelegenen indirekten.

Fig. 39. Medianschnitt: Der große indirekte Quermuskel der rechten Seite. Nach Abpräparation des indirekten Längsmuskels. Vergr. 6.

M_2 Quermuskel.
Tr Tracheen im Muskel.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 40. Medianschnitt: Die am weitesten lateral gelegenen, direkten mesothorakalen Flugmuskeln der rechten Seite. Nach Abpräparation der näher der Medianebene gelegenen, indirekten. Verg. 6.

m_1 Musculus lateralis mesothoracis primus.

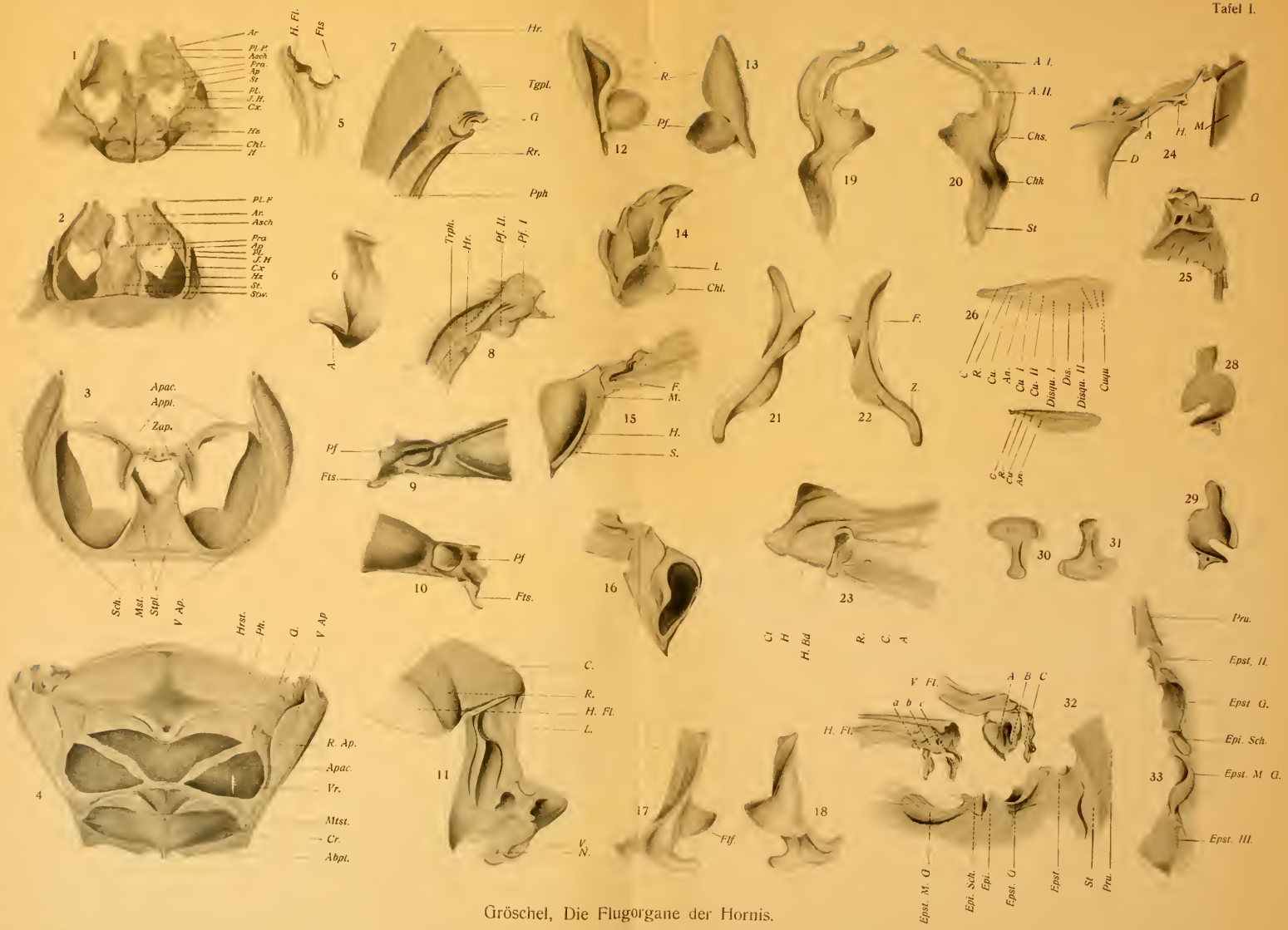
m_2 Musculus lateralis mesothoracis secundus.

m_3 Musculus lateralis mesothoracis tertius.

m_4 Musculus lateralis mesothoracis quartus.

m_5 Musculus lateralis mesothoracis quintus.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Gröschel, Die Flugorgane der Hornis.

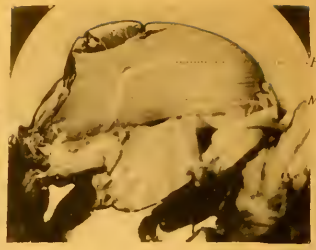
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

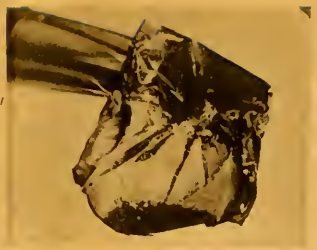
©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

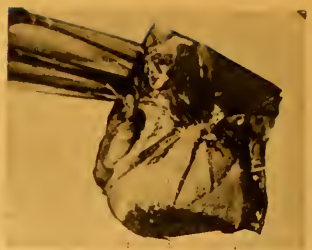
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

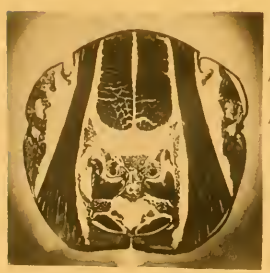
34







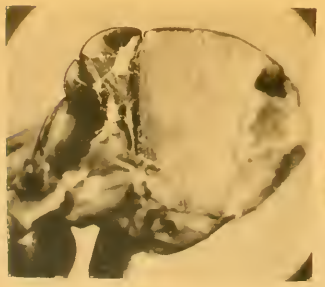
35



36

37

38



39

40

Gröschel, Die Flugorgane der Hornis.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Naturgeschichte

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: 77-1_Supp1

Autor(en)/Author(s): Gröschel Edmund

Artikel/Article: Die Flugorgane der Hornis. 42-62