

Ueber
die Brustmuskulatur der Insecten.

Von
Constantin Luks.

Mit Tafel XXII und XXIII.

Die Arbeiten älterer Entomotomen, welche für die meisten anderen Gebiete der vergleichenden Insecten-anatomie noch heute von weitgehendster Bedeutung sind, haben der Muskulatur nur geringe Beachtung geschenkt und übergehen diesen Abschnitt mit wenigen Worten. So führt zwar schon Duméril (2) einige Details an, da er aber weder die Muskelanatomie eines bestimmten Thieres erschöpfend behandelt, noch die Befunde aus verschiedenen Ordnungen vergleichend gegenüberstellt, ist seine Abhandlung für unsere Zwecke ziemlich wertlos. Ein Hauptgrund dafür, dass dieser Theil der Entomotomie, trotzdem Lyonet (1) bereits vor längerer Zeit auf die Muskulatur der Larve Rücksicht genommen hatte, bei der Zergliederung des vollkommenen Insect's als unwesentlich vernachlässigt wurde, dürfte vielleicht die Ansicht vieler Forscher gewesen sein, dass es überflüssig sei die Muskeln einzeln aufzuzählen und zu beschreiben, da sie in Gestalt und Stärke genau den Theilen entsprächen, denen sie eigen wären (3). Erst Strauss-Dürckheim (4) legt in seiner äusserst sorgfältigen und alle Theile des Insectenorganismus umfassenden Anatomie des Maikäfers den Grund zu einer genaueren Kenntniss der Muskulatur. Auf diese Arbeit verweisen alle späteren Entomotomen, welche die Muskeln in den Kreis ihrer Betrachtungen ziehn. Burmeister (5) führt für die meisten französischen Benennungen Dürckheim's lateinische Namen ein und hebt in sehr allgemein gehaltenen Zügen einige Verschiedenheiten in dem Bau und der Anordnung einzelner Muskeln bei verschiedenen Insectenordnungen hervor. Newport (7) giebt einen kurzen Auszug der Abhandlung

Dürckheim's, in welchem er die lateinischen Bezeichnungen Burmeister's annimmt. Selbständiger Forschung verdanken wir nur die Arbeiten von Burmeister über die Muskeln der Mundtheile von Cicada (6) und von Gerstfeldt über die saugenden Mundtheile der Insecten (9), in welcher auch der diese Organe in Bewegung setzenden Muskeln Erwähnung gethan wird. Dazu kommt in neuester Zeit ein Werk Graber's (11), der mit Hilfe älterer Arbeiten und gestützt auf eigene Untersuchungen eine zwar nicht specielle aber um so verständlichere Uebersicht der verschiedenartigen Muskelsysteme giebt und die Wirkungsweise derselben durch passende Vergleiche erläutert. Ueber einzelne Ordnungen handeln die Abhandlung Lendenfeld's (14) und die Arbeiten Poletajew's (12) und (13) von denen mir leider nur die letztere und auch diese nur im Auszuge zugänglich war. Nachdem ich so mit kurzen Worten die Literatur, welche über dieses Gebiet der Insecten-anatomie besteht, angeführt habe, werde ich später noch Gelegenheit nehmen, die einzelnen Werke an passender Stelle zu besprechen.

Von meinem verstorbenen Lehrer, dem Herrn Professor Dr. Zaddach, zu einer die Brustmuskulatur der Insecten behandelnden Arbeit aufgefordert, habe ich mich zunächst bemüht, eine möglichst genaue Anatomie zu liefern, um genügendes Material für theoretische Betrachtungen zu erhalten. Hierbei sei gleichzeitig bemerkt, dass auch ich die von Burmeister eingeführten Namen benutzt habe, und, wo diese nicht ausreichten, bestrebt gewesen bin, entsprechende und im Ausdruck so allgemein als möglich gehaltene Bezeichnungen zu bilden, da ein und derselbe Muskel in den verschiedenen Ordnungen ganz andere Functionen haben kann, und deshalb ein Name, der wie die meisten Benennungen Burmeister's die Lage und Beziehung zu den Skelettheilen weit weniger als die Wirkung hervorhebt, in vielen Fällen für den homologen Muskel einer anderen Ordnung gar nicht passt. Indem ich bei der Präparation der Methode Dürckheim's folgte, habe ich das Thier durch einen senkrechten Schnitt in der Längsaxe in zwei symmetrische Hälften zerlegt und die rechte gezeichnet, und bin dann durch Entfernen der oberflächlichen Muskeln allmählich von der Medianebene bis zur Brustwand gekommen; jeder von mir beschriebene Muskel entspricht deshalb einem ihm homotypischen der linken Körperhälfte.

Mit Ausnahme der Collembolen und Thysanuren habe ich Insecten aller Ordnungen untersucht und werde zunächst aus jeder Ordnung die Anatomie je eines Vertreter's, dessen Brustmuskula-

tur mir besonders charakteristisch erscheint, klarzulegen versuchen.

Ich beginne mit den Orthopteren und Neuropteren, welche ich zusammenfasse, da neben der Aehnlichkeit in der Gliederung des Thorax die Muskeln bis auf geringe Grössen- und Lageverschiedenheiten in beiden Ordnungen übereinstimmen, und wähle als Repräsentanten dieser Abtheilung die *Locusta viridissima*. Die Brust ist in drei zu einander bewegliche Segmente deutlich getheilt und die Muskulatur jedes dieser einzelnen Metamere kann daher getrennt beschrieben werden. Im Prothorax liegen die Bewegungsmuskeln des Kopfes. Der elevator capitis Taf. XXII Fig. 1 *mp* entspringt auf dem Prothorax und geht gerade nach vorn bis zum Kopfe, den er hebt. Da er der Lage nach mit den Dorsalmuskeln in den beiden anderen Thoraxmetameren übereinstimmt, kann er auch musculus pronoti genannt werden. Dem Vorhergehenden parallel durch den Prothorax geht der depressor capitis Fig. 1 *dc*, welcher den Kopf nach unten beugt. Wirken diese beiden Muskeln zusammen, so wird der Kopf zurückgezogen. Daran schliessen sich zwei Rotatoren; der eine, rotator capitis internus Fig. 1 *rci*, zieht sich vom Pronotum schräg durch den Prothorax nach dem Kopfe, der andere, rotator capitis externus Fig. 1 *rce*, verbindet das Prosternum mit dem Kopfe. Durch Contraction je eines rotator int. und eines ext. auf verschiedenen Seiten wird der Kopf gedreht. Mit dem Mesothorax wird die Vorderbrust durch den rotator prothoracis *rp* verbunden, der sich von dem Mesosternum zum Pronotum hinzieht. Eine Befestigung des ersten Thoraxsegmentes an das zweite bewirkt auch der retractor prothoracis Fig. 1 *rtp*, der auf dem processus internus mesosterni entspringt und sich auf dem innern Brustfortsatz der Vorderbrust inserirt. Ausserdem liegen im Prothorax noch einige Muskeln Fig. 1 *lmp*, die den Dorsalventralmuskeln in den anderen Thoraxmetameren entsprechen und jedenfalls die Bestimmung haben, die anderen Rückenbrustmuskeln beim Zusammenpressen der Brust zu unterstützen. Während jene aber, wie ich später ausführen werde, die Flugbewegung indirect beeinflussen, können diese wohl nur durch Compression der Vorderbrust und der dadurch hervorgebrachten Verlegung des Schwerpunktes auf die Richtung des Fluges wirken. Die Hüftmuskeln befinden sich seitlich davon, und zwar gehen die extensores coxae Fig. 2 *ccp*, welche das Bein nach vorn und oben ziehen, von der Brustwand aus und inseriren sich auf dem vorderen Hüftfrande, während die

flexores coxae, welche das Bein nach hinten und unten bewegen, von dem Bauchgrat kommen und sich an den hinteren Rand der Hüfte setzen.

Der Mesothorax wird durch drei Muskeln mit dem Metathorax verbunden. Zwischen Prothorax und Mesothorax dehnt sich der musculus mesonoti Fig. 1 *ms* aus, ein dorsaler Längsmuskel, welcher in der Mediane des Körpers verläuft; und diesem parallel zwischen dem mittleren Brustfortsatz und der furca metasterni der retractor mesothoracis Fig. 1 *rtm*. Ausserdem bringt noch ein Muskel, der rotator mesothoracis Fig. 1, 2, 3 *rm*, welcher seinen Anfang vom Metasternum nimmt und sich zur Seitenwand des Mesothorax hinzieht, eine Drehung des zweiten Thoraxsegmentes an der Hinterbrust hervor. Vom Notum bis zum Sternum sind zwei starke Muskeln ausgespannt, die Dorsoventralmuskeln oder muscoli laterales mesothoracis Fig. 1 und 2 *lms*, welche an der oberen Insertionsstelle bedeutend breiter sind als an der unteren. Alle bisher beschriebenen Muskeln des mittleren Thoraxmetamers kann man als indirect wirkende Flügelmuskeln ansehen. Wenn sich die Dorsoventralmuskeln contrahiren, wird der Brustkorb von oben nach unten zusammengedrückt, der Rücken senkt sich in Folge dessen und drückt so den Flügel nach oben. Treten die Längsmuskeln in Action, so findet das umgekehrte statt; der Brustkasten wird von vorn nach hinten zusammengedrückt, der Rücken gehoben und der Flügel nach unten gebracht¹⁾. Die ersteren können daher als Flügelheber, die letzteren als Flügelsenker betrachtet werden. Direct auf die Flügel wirken im Mesothorax zwei Muskeln. Der eine, welcher der Medianebene näher liegt, ist der Heber des Flügels, extensor alae Fig. 2 *eas*; er nimmt seinen Ursprung auf dem Mesosternum und inserirt sich auf der Flügelbasis. Der zweite tiefer liegende Flügelsenker, flexor alae Fig. 3 *fas*, geht ebenfalls vom Mesosternum aus. Die Muskulatur der Mittelhüfte steht, was die Vertheilung der Beuger und Strecker anbetrifft, in direktem Gegensatze zu den Hüftmuskeln des Prothorax. Der entgegengesetzten Bewegung des Mittelbeins entsprechend kommen hier die extensores coxae Fig. 1 *ecs* vom Bauchgrat und die flexores coxae Fig. 3 und 4 *fccs* nehmen

¹⁾ Schon Strauss-Dürkheim hat für die Wirkungsweise der oben beschriebenen Muskeln, welche besonders in den anderen Ordnungen zwei anscheinend zu einander unbewegliche Skelettheile nur in Folge ihrer Elasticität nähern, diese Erklärung gefunden; Graber veranschaulicht den ganzen Vorgang sehr passend durch den Vergleich des Brustkorbes mit einem elastischen Stahlringe.

von der Brustwand ihren Anfang. Die Muskulatur des Metathorax ist vollständig übereinstimmend mit der des Mesothorax, und ich kann diese deshalb übergeln, indem ich auf jene hinweise. Den einzigen Unterschied bildet ein Gabelrückenmuskel, *musculus furcae dorsalis* Fig. 1 und 2 *fd*, welcher die stark entwickelte *furca metasterni* mit der Seitenwand des Metathorax verbindet.

Ueber die Brustmuskulatur der Orthopteren hat, soweit ich die Literatur übersehe, nur Graber (11) gearbeitet. An einem schematisch gehaltenen Querschnitt durch die Flügelbrust einer Heuschrecke zeigt er die allgemeine Anordnung der Flügel- und Hüftmuskeln im Insectenleibe und bespricht ihre Wirkungsweise. Ausserdem werden von ihm die Hüftmuskeln genauer behandelt, welche er durch Abtragung des seitlichen und unteren Hautskelettes bloslegt.

Bei den Pseudoneuropteren bietet der Prothorax nichts bemerkenswerthes. Die Muskulatur der Flügelbrust dagegen ist von der eben beschriebenen sehr verschieden. Hier vermisst man zunächst die Längsmuskeln, und die Dorsoventralmuskeln verstärken nur die directen Flügelmuskeln. Da diese in den beiden Thoraxmetameren ausser sehr geringen Grössenunterschieden völlig gleichbedeutend sind, will ich mich begnügen sie nur in der Mittelbrust zu beschreiben. Ein mächtiger Muskel, der sich leicht in zwei zu einander fast parallel gestellte Faserpartieen zerlegen lässt, ist der *extensor alae* Fig. 5 *eas*, welcher an die Basis des Flügels und zwar an den ersten und dritten Strahl geheftet ist und den Flügel hebt oder streckt. Darunter liegen drei *flexores alae*. Zwei davon Fig. 5 *fas* und Fig. 6 *fas*, *fas* erreichen die Stärke der Extensoren, der dritte Fig. 7 *fas* ist bedeutend schwächer und liegt unmittelbar der Brustwand an. Diesem an Stärke gleichen die zwei *rotatores alae* Fig. 6 *ras* und Fig. 7 *ras*, welche in Verbindung mit den eben beschriebenen Muskeln eine Drehung des Flügels bewirken. Die Flexoren und Rotatoren setzen sich nicht an die Gelenkfortsätze des Flügels sondern an längere oder kürzere Chitinsehnen, die sich an der Insertionsstelle des Muskels becherartig erweitern. Bei den beiden grösseren Beugern sind diese Becher am Rande eingeschnitten, um die Sehnen des kleineren Flexor und des zweiten Rotator hindurch zu lassen.

Im Metathorax sind die Flügelmuskeln denen der Mittelbrust gleich, bemerkenswerth ist nur, dass der zweite Rotator Fig. 5 *ra* seinen Ursprung von einer an dem Bauchgrat entspringenden Sehne nimmt, die sich nicht zu einem Becher sondern blattförmig erweitert. Als einzigen Längsmuskel kann man den *praetractor*

abdominis Fig. 5 *pa* ansehen, der sich von der furca metasterni nach einer Sehne zieht, deren Ansatzpunkt auf dem Vorderrande des ersten Abdomensegmentes liegt. Die Hüftmuskeln sind sehr klein und schmiegen sich dem Sternum dicht an; da sie ausserdem seitlich von dem Brustfortsatz liegen, sind sie auf dem Längsschnitt nicht sichtbar. Die Beuger entspringen auf einer Wulst des Sternum, während die Strecker vom Bauchgrat ihren Anfang nehmen.

Die Flügelmuskeln der Libellen sind ausser von Graber (11), der sie als besonderes Beispiel für die direct auf die Flügel wirkenden Muskeln anführt, von Lendenfeld (14) beschrieben worden. Die Abhandlung des letzteren, welche diesem Gegenstande zwar eine untergeordnete Stellung zuweist, giebt eine so genaue Anatomie, dass ich die Angaben nur bestätigen kann. Das elastische Band, welches sich nach Lendenfeld auch bei der Bewegung des Flügels betheiligt, ist von mir in die Beschreibung nicht aufgenommen worden, weil es als activer Muskel wohl nicht angesehen werden dürfte.

Die Anatomie des Maikäfers von Strauss-Dürkheim (4) ist so genau und für die Brustmuskulatur der Coleopteren bezeichnend, dass ich nur deshalb noch eine Beschreibung dieser Muskelsysteme von *Dytiscus marginalis* gebe, weil hier in Folge der Verwachsung der Hinterhüfte mit dem Metathorax Umformungen entstanden sind, die einiges Interesse beanspruchen dürften, da sie als Rückbildungen angesehen werden können. Der Kopf erhält bei den Käfern weit mehr Muskeln als in den anderen Ordnungen. Der elevator capitis Fig. 9 *mpe*, welcher auf dem Pronotum entspringt und schräg nach vorn bis zum oberen Rande des Hinterhauptloches geht, hebt den Kopf; vor seiner Insertion verbindet er sich mit dem elevator capitis *mpi*, der von dem Prothorax aus den Prothorax durchzieht. Ihrer Lage entsprechend kann man den ersteren externus, den anderen internus nennen. Der eine rotator capitis *rc* kommt von dem vorderen Brustfortsatz und endigt an dem seitlichen Rand des Hinterhauptloches. Von den Beugern des Kopfes liegen nur diejenigen im Prothorax, welche auf die Kehlschienen wirken und so nur mittelbar den Kopf bewegen. Dazu gehört der retractor jugularis *rtj*, welcher sich von dem vorderen Brustfortsatz bis zur Kehlschiene ausspannt, und zwei elevatores jugularis *ejj* und *edj*. Die eigentlichen depressores capitis und ein rotator nehmen ihren Ursprung auf der vorderen Kehlschiene und gehören deshalb nicht mehr zu den Prothoraxmuskeln. Mit dem Mesothorax ist die Vorder-

brust durch vier Muskeln verbunden. Der retractor prothoracis superior *rtps* nimmt auf dem Vorderrande des Prophragma seinen Anfang und geht nach dem Pronotum. Der retractor prothoracis inferior *rtpi* dehnt sich dem vorigen parallel zwischen den inneren Fortsätzen der Vorder- und der Mittelbrust aus. Gehoben wird der Prothorax durch den elevator prothoracis *ep*, einen relativ schwachen Muskel, der von dem Prophragma senkrecht hinab zu dem processus internus prosterni geht. Ausserdem ist noch ein rotator prothoracis *rp* vorhanden, welcher auf dem Pronotum seine Insertion hat und auf dem Mesosternum entspringt. Die Hüftmuskeln liegen seitlich von den vorhin aufgeführten und vertheilen sich so, dass die vier flexores coxae Fig. 9 und 10 *fcp* sich an den hinteren Rand der Hüfte ansetzen und der eine extensor coxae Fig. 10 *ecp* sich nach dem Vorderrande richtet. Zwischen den Beugemuskeln der Hüfte liegt auch noch ein extensor trochanteris Fig. 10 *etp*, der in der Höhlung des trochantinus entspringt und sich in die Hüfte hinabsenkt.

Der Mesothorax wird, wenn man das letzte Thoraxmetamer als fest ansieht, durch vier Muskeln bewegt, von denen ich zunächst zwei beschreibe. Der musculus mesonoti Fig. 9 *ms* dehnt sich zwischen Meso- und Prophragma aus. Der depressor prophragmatis Fig. 10 *dp* zieht das Prophragma nach unten. Diese beiden Muskeln wirken indirect auf die Bewegung der Flügeldecken. Es giebt drei eigentliche Flügelmuskeln. Der extensor alae Fig. 9 *eas* spannt sich zwischen dem Vorderrande der Hüfte und dem Gelenkfortsatze der Flügeldecke aus; er hat mithin zwei Functionen, je nachdem durch Contraction der betreffenden Antagonisten die Insertion an der Hüfte oder an der Flügeldecke zum punctum fixum wird, hebt er die Flügeldecke oder beugt die Hüfte. Der rotator alae Fig. 10 *ras* ist ein kleiner Muskel, der sich seitlich von dem vorhin beschriebenen befindet und eine Drehung des Flügels hervorbringt, da er in schräger Richtung auf die Basis desselben wirkt. Der flexor alae ist ebenfalls sehr klein und inserirt sich neben dem rotator. Die Hüftmuskeln liegen wie im Prothorax unmittelbar der Brustwand an. Der entgegen gesetzten Beinbewegung entsprechend setzen sich die drei flexores coxae Fig. 9 und 10 *fcs* an den vorderen und die beiden extensores coxae Fig. 9 und 10 *ecs* an den hinteren Rand der Hüfte. Der extensor trochanteris Fig. 10 *ets* hat dieselbe Lage wie in der Vorderbrust.

Der Metathorax der Coleopteren übertrifft an Rauminhalt die

beiden vorderen Metameren bei weitem. Wie in der Mittelbrust kann man auch hier zwischen indirecten und directen Flügel-muskeln einen Unterschied machen. Zu den ersteren gehören die folgenden, welche von Burmeister Gabelrückenmuskeln genannt worden sind Fig. 9 und 10 *fd*. Der eine verbindet den processus internus mesosterni mit dem Mesophragma, der andere ist zwischen der Brustwand und dem seitlichen Fortsatz der furca metasterni ausgedehnt, comprimirt die Brust also in horizontaler Richtung. Zu den indirecten Flügel-muskeln können auch noch zwei Bewegungsmuskeln des Mesothorax gerechnet werden: der retractor mesothoracis inferior Fig. 9 *rtmi*, welcher zwischen den Brustfortsätzen der Mittel- und der Hinterbrust liegt, und der retractor mesothoracis superior, ein sehr dünner Muskel, der vom Pro-phragma zum Mesophragma seitlich von dem musculus mesonoti geht. In der Mitte der Hinterbrust ist ein Längsmuskel der musculus metanoti *mt*, welcher zwischen Mesophragma und Meta-phragma gleichsam als Fortsetzung des vorhin beschriebenen Muskels ausgespannt ist, und bei seiner Contraction durch Hebung des Metanotum eine Senkung des Flügels hervorbringt. Fast senkrecht zu diesem gestellt ist ein mächtiger Dorsoventralmuskel, der musculus lateralis metathoracis Fig. 10 *lmth*, welcher bei der Hebung des Flügels von dem musculus lateralis metanoti Fig. 10 und 11 *lmn* unterstützt wird. Die directen Flügel-muskeln sind nicht so zahlreich. Der mächtigste davon ist der extensor alae magnus Fig. 11 *eam*, ein grosser Muskel, der seinen Ursprung auf dem Metasternum nimmt und sich nach einer becherförmig erweiterten Sehne zieht. Auf gleiche Weise ist der zweite Streck-muskel extensor alae parvus Fig. 12 *eap* inserirt, welcher von einer Vertiefung der Hüfte kommt, bei *Dytiscus* aber in Folge der Verwachsung der Hinterhüfte mit dem Brustpanzer die Function der Hüftbewegung eingebüsst hat. An die becherförmig erweiterte Sehne des grossen Flügelheber setzt sich ein kleiner Muskel, der relaxator extensoris Fig. 11 *rle*, welcher dazu dient den Flügel erschlaffen zu lassen. Eine gleiche Wirkung hat ein anderer kleiner Muskel, der relaxator alae *rla*, welcher sich direct an die Basis des Flügels heftet. Der flexor alae Fig. 12 *fa* soll nach Strauss-Dürckheim aus drei Theilen bestehen, bei *Dytiscus* konnte ich aber nur einen finden, der von einer Leiste des seitlichen Brustskelettes nach dem Flügel geht. Die Muskeln der dritten Hüfte verhalten sich bei den anderen Käfern wesentlich ebenso wie die Muskeln der Mittelhüfte, nur sind hier ausser

dem eine doppelte Function erfüllenden extensor alae parvus noch vier Beuger und drei Strecker; bei *Dytiscus* sind diese Muskeln entweder zu indirecten Flügelmuskeln oder zu Trochantermuskeln geworden. So hat sich der zweite Beugemuskel Dürckheims Fig. 10 und Fig. 11 *fcm* und der vierte Fig. 12 *ecm* zu einem Adlatus des musculus lateralis metathoracis verändert, während die anderen Hüftmuskeln den Trochanter entweder beugen oder strecken helfen. Die extensores trochanteris Fig. 10 und Fig. 11 *etm* setzen sich alle an eine grosse Chitinplatte, welche durch Erweiterung einer Sehne entstanden ist. Die flexores trochanteris Fig. 10, Fig. 11 und Fig. 12 *ftm* sind weit schwächer und nehmen ihren Ursprung nur von dem Innern des verwachsenen Hüftskelettes.

Aus der Ordnung der Hemipteren habe ich nur Vertreter der Heteropteren untersuchen können. Ich werde die Brustmuskulatur von *Syromastes marginatus* beschreiben. Die Bewegungsmuskeln des Kopfes sind hier weit einfacher als bei den Käfern, weil die Kehlschienen fehlen. Der stärkste von ihnen ist der elevator capitis Fig. 13 *mp* dessen parallele Faserpartien auf dem Prophragma entspringen und sich nach dem oberen Rande des Hinterhauptloches richten. Er hat zwei Antagonisten, von welchen der eine depressor capitis Fig. 13 *dc* von der vorderen Fläche des Pronotum ausgeht und vermöge seiner Lage auch als Dreher gebraucht werden kann, der andere *dc* vom processus internus prosterni seinen Anfang nimmt und mit dem Heber des Kopfes zusammen als Zurückzieher dienen kann. Dem Prosternum liegt dicht ein kleiner Muskel an, der rotator capitis Fig. 13 *rc*, welcher den Kopf dreht. Den Prothorax verbindet mit dem Mesothorax ein schwacher Muskel, der elevator prothoracis *ep*, welcher sich an das Prophragma heftet und schräg nach unten auf den Fortsatz der Vorderbrust geht, durch seine Zusammenziehung wird der Prothorax gehoben und gleichzeitig fester an das zweite Thoraxmetamer gedrückt. Er wird dabei unterstützt durch den retractor prothoracis *rtp*, der zwischen den inneren Fortsätzen der Mittel- und der Vorderbrust liegt. Die Hüftmuskeln ziehen sich zu relativ weit stärkeren Sehnen, als es in den übrigen Ordnungen der Fall ist. Namentlich zeichnen sich von den vier Beugern Fig. 13 *fcp* und den zwei Streckern des Vorderbeins die beiden stärksten Beuger und der eine Strecker *ecp* dadurch aus.

Der Mesothorax ist bei den Wanzen durch den mächtigen Längsmuskel den beiden anderen Brustabschnitten überlegen, trotz-

dem die Mittelbrust und die Hinterbrust äusserlich ziemlich gleich gross sind. Von dem Prophragma und dem Mesonotum zieht sich nach dem hier sehr entwickelten Mesophragma der musculus mesonoti *ms*, welcher wie bei den Käfern als indirecter Flügelmuskel zu betrachten ist. Seitlich von diesem und ihn senkrecht kreuzend liegt der musculus lateralis mesothoracis *lms* und Fig. 14 *lms*, welcher Mesonotum und Mesosternum mit einander verbindet. Parallel mit dem vorhergehenden durchzieht der musculus lateralis mesonoti Fig. 13 *lsn* die Brust und setzt sich an das Mesophragma an. Unter diesen Muskeln, die ebenso wie bei den vorhin angeführten Insectenordnungen nur eine indirecte Einwirkung auf die Flugbewegung haben können, da sie zwischen festen Theilen des Brustpanzers ausgespannt sind, liegen die eigentlichen Flügelmuskeln. In der Stärke steht der elevator alae Taf. XXIII Fig. 14 *eas* den mächtigen Dorsoventralmuskeln bedeutend nach und besitzt ausserdem noch die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, dass er seinen Ursprung auf einer langen Sehne nimmt, die sich ähnlich wie bei den Libellen zu einer becherförmigen Ansatzstelle erweitert. Der Flügelbeuger schmiegt sich der Brustwand dicht an und entspricht in seinem Ursprung und Verlauf vollständig dem dieselbe Bewegung vermittelnden Muskel der Coleopteren.

Der Metathorax hat fast dieselbe Grösse wie die Mittelbrust, wird aber durch das weit nach hinten ragende Mesophragma sehr eingengt. Ausser dem oberen Längsmuskel, der den musculus mesonoti bei weitem nicht an Stärke erreicht, liegt auch ein unterer Längsmuskel, der Verbindungsmuskel des processus internus mesosterni mit der furca metasterni, darin und die Flügel- und Hüftmuskeln, welche den Muskeln des Mesothorax entsprechen. Was von den Hüftmuskeln des Vorderbeins oben gesagt worden ist, gilt auch für die beiden anderen Brustabschnitte. Trotz der gerade bei dem beschriebenen Insect relativ schwachen Entwicklung der Beine endigen die Muskeln, welche hier ebenso wie in allen anderen Ordnungen gerade die den Hüftmuskeln des Vorderbeins entgegengesetzte Lage haben, in sehr starken Sehnen.

Bei der Beschreibung der Brustmuskulatur der Heteropteren musste ich mich nur auf meine eigenen Untersuchungen beschränken, da eine Literatur über diesen Gegenstand meines Wissens nicht besteht.

Die Brustmuskulatur der Dipteren ist sehr verschieden von den bisher beschriebenen. Alle drei Thoraxsegmente sind zu

einem soliden Brustkorb verwachsen; es fehlen daher als Ansatzstellen der Muskeln die Einsenkungen des Rückens und nur das Mesophragma ist sehr schwach angedeutet. Bei *Musca vomitoria* bestehen die Bewegungsmuskeln des Kopfes nur aus einem elevator capitis Taf. XXII Fig. 17 *mp* welcher auf dem vorderen Theile des Notum entspringt und sich schräge nach vorn auf den Kopf zieht, und einem depressor capitis *dc*, welcher von dem processus internus prosterni ausgeht. Trotz dieser Einfachheit der Muskulatur kann auch eine Drehung des Kopfes dadurch hervorgebracht werden, dass der elevator der einen Seite und der depressor der anderen zusammenwirken. Den ganzen oberen Theil des Brustkorbes nimmt der musculus noti *mn* ein, dessen parallele Fasern sich von dem Notum nach dem Metaphragma und Hinterücken ziehen. Auch die Dorsoventralmuskeln sind verhältnissmässig weit stärker als in den bisher betrachteten Ordnungen. Entsprechend den drei Thoraxmetameren kann man deutlich drei verschiedene muscoli laterales thoracis Fig. 17 und 18 *lms* und *lmth* unterscheiden. Parallel mit diesen Rückenbrustmuskeln geht ein musculus lateralis noti von dem Notum aus und endigt auf dem Metaphragma. Da die unteren Brustfortsätze nicht wie die Diaphragmen fehlen, so sind hier zwei Verbindungsmuskeln vorhanden. Zwischen dem processus internus mesosterni und dem entsprechenden Fortsatz in der Vorderbrust liegt der retractor prothoracis *rtp*, und zwischen dem Fortsatz in der Mittelbrust und der furca metasterni der retractor mesothoracis *rtm*. Ausserdem habe ich bei *Musca vomitoria* und *Asilus crabroniformis* noch zwei Muskeln gefunden, die ich glaube für Gabelrückenmuskeln halten zu dürfen im Gegensatz zu der Ansicht Burmeister's, dass diese Muskeln bei den Dipteren nicht existiren. Von dem inneren Fortsatz der Mittelbrust und von der furca metasterni gehen Muskeln Fig. 17 und Fig. 18 *fd* nach der Brustwand, deren Insertionsstellen nicht an der Flügel- und Schwingkolbenbasis liegen, die also direct keinen Einfluss auf die Flugbewegung haben können. Alle vorhin aufgeführten Muskeln muss man als indirecte Flügelmuskeln ansehen. Die eigentlichen Flugmuskeln sind sehr klein und zwar ist ein extensor alae Fig. 19 *eas* vorhanden, während man zwei flexores alae Fig. 19 *fas* deutlich unterscheiden kann. Die Halteren erhalten auch einen Strecker *ea*, zwei Beuger *fa* und noch einen rotator alae *ra*. Die Hüftmuskeln der Dipteren sind verhältnissmässig schwach und liegen dicht auf dem Sternum.

Bei den Lepidopteren, wo nur der Mesothorax mit dem

Metathorax verwachsen ist, der erste Brustabschnitt dagegen von den beiden anderen deutlich getrennt ist und wenigstens bis zu einem gewissen Grade seine Selbständigkeit bewahrt, kann man wie bei den Käfern die Muskulatur jedes Segmentes allein beschreiben. Gezeichnet habe ich den Thorax von *Gastropacha neustria*. Ein Fehlen der Kehlschienen bedingt hier wie bei den Dipteren sehr einfache Bewegungsmuskeln des Kopfes. Von dem Pronotum geht nach dem Kopfe der elevator capitis Taf. XXIII Fig. 20 *mp* und diesem parallel von dem processus internus prosterni der depressor capitis *dc*. Ein rotator capitis Fig. 20 *rc* zieht sich von dem Pronotum aus senkrecht hinab nach dem unteren Rande des Hinterhauptloches. Daneben finden sich drei Muskeln, welche den Prothorax mit der Mittelbrust verbinden. Ein retractor prothoracis superior *rtps* dehnt sich zwischen Pronotum und Prothorax aus, ein retractor prothoracis inferior *rtpi* liegt zwischen den Fortsätzen der Vorder- und Mittelbrust und ein elevator prothoracis *ep* vereinigt das Prothorax mit dem processus internus prosterni. Als Elevator und Retractor zugleich wirkt noch ein Muskel Fig. 21 *rp*, der von dem Mesonotum kommt und sich zu dem Prothorax hinabzieht. Die Muskeln der Vorderhüfte sind klein und ordnen sich so an, dass ein extensor und ein flexor coxae Fig. 20 *ecp* und *fcp* von dem inneren Fortsatz der Vorderbrust ausgehen, die übrigen zwei Beuger und ein Strecker von der Brustwand selbst.

Der Mesothorax ist bei den Schmetterlingen das grösste Thoraxmetamer. Von der hochgewölbten Vorderseite des Mesonotum zieht sich nach dem Mesophragma ein mächtiger Muskel, der musculus mesonoti Fig. 20 *ms*. Auch der Dorsoventralmuskel Fig. 21 *lms*, welcher deutlich in zwei parallele Muskelbündel zerfällt, ist bedeutend. Diesem schliesst sich der musculus lateralis mesonoti Fig. 21 *lsn* an, dessen eine Anheftungsstelle nicht wie bei den anderen Ordnungen das Mesophragma sondern die Brustwand bildet. Von dem in diesem Brustabschnitt relativ sehr entwickelten inneren Fortsatz geht ein Gabelrückenmuskel *fd* nach der Seitenwand. Unter den grossen Seitenmuskeln liegen die Flügel- und die Hüftmuskeln. Der extensor alae Fig. 22 *eas* ist wie der entsprechende Muskel bei den Käfern gleichzeitig ein Beuger der Hüfte. Der flexor alae Fig. 23 *fas*, welcher noch tiefer liegt, ist kürzer und dicker. In einem spitzen Winkel zu diesem gelegen ist ein anderer Muskel Fig. 23 *ras*, der den Flügel beugen hilft, seiner schrägen Lage gemäss bringt er aber eine

wenn auch nur geringe Drehung des Flügels hervor und kann deshalb rotator alae genannt werden. Die Hüfte des Mittelbeins empfängt ausser dem schon vorhin angeführten extensor alae noch vier Beuger und zwei Strecker. Von den ersteren kommt einer Fig. 20 *fcs* von dem processus internus mesosterni, während die anderen Fig. 22 *fcs* ihren Ursprung auf der Brustwand nehmen. Auch einer der Extensoren Fig. 20 *ecs* entspringt auf dem mittleren Brustfortsatz. Der Trochanter erhält ebenso wie bei den Käfern einen Strecker Fig. 22 *ets* aus der Brust.

Im Metathorax ist ein musculus metanoti vorhanden Fig. 20 *mt*, aber die Dorsoventralmuskeln fehlen. Mit dem Mesothorax vermittelt die Verbindung der retractor mesothoracis *rtm*, welcher zwischen dem processus internus mesosterni und der furca metasterni liegt. Von diesem Fortsatz geht auch ein Gabelrückmuskel Fig. 21 *fdt* nach der Thoraxwand. Der Hinterflügel empfängt einen extensor Fig. 21 *ea* und einen flexor Fig. 23 *fa*, deren Lage mit der der directen Flügelmuskeln im Mesothorax übereinstimmt. Die Hinterhüfte besitzt vier Beuger Fig. 20, 22 *fc* und zwei Strecker Fig. 20, 22 *ec*. Der Trochanter erhält einen Strecker aus der Brust.

Die Hymenopteren zeichnen sich wie die Dipteren durch eine weit vorgeschrittene Concentration der Brust aus und selbst das erste Abdomensegment tritt zu den Thoraxsegmenten, welche einen hoch gewölbten Brustkorb bilden. Bei *Bombus lapidarius* ist der Kopf durch drei Muskeln an die Brust befestigt. Der elevator capitis Fig. 24 *mp* nimmt seinen Anfang von dem Pronotum, der depressor capitis *dc* von dem processus internus prosterni und der rotator capitis *rc* entspringt auf dem Pronotum und geht die anderen rechtwinklich kreuzend nach dem unteren Rande des Hinterhauptloches. Trotzdem der Prothorax mit dem zweiten Brustabschnitt verschmolzen ist, finden sich doch noch zwei Muskeln, welche diese beiden Theile mit einander verbinden und durch ihre Contraction eine wenn auch nur geringe Gestaltsveränderung der Brust herbeiführen dürften. Ihrer Lage nach entsprechen sie dem Dreher und dem Zurückzieher des Prothorax in anderen Ordnungen Fig. 24 *rp* und *rtp*. Der obere Theil des ganzen Brustkorbes wird von dem musculus noti Fig. 24 *nn*, einem sehr starken Längsmuskel, der auf dem Notum entspringt und sich nach dem Metaphragma zieht, eingenommen. Darunter, aber nur in der Mittelbrust, liegt der fächerförmige musculus lateralis thoracis Fig. 25 *lh*. Von dem bei der Hummel stark entwickelten

mittleren Brustfortsatz biegt sich ein Gabelrückenmuskel *fd* nach der Brustwand. Mit dem Abdomen wird der Thorax durch einen Muskel, den *praetractor abdominis* Fig. 24 und 25 *pa* verbunden, welcher von dem *processus internus mesosterni* kommt und sich an das zweite Abdomensegment ansetzt. Er ist jedenfalls identisch mit dem *retractor mesothoracis* der anderen Ordnungen und hat bei dem Mangel der *furca metasterni* eine andere Bestimmung erhalten. Die eigentlichen Flügelmuskeln sind wie bei den Dipteren sehr klein. Der Vorderflügel hat zwei Extensoren Fig. 26 *eas*, einen Flexor *fas* und noch zwei andere Muskeln *ras*, die eine Drehung des Flügels hervorbringen dürften, da sie in schräger Richtung wirken. Der Hinterflügel erhält einen Extensor Fig. 26 *ea* und einen Flexor Fig. 26 *fa*. Die Hüftmuskeln sind sehr klein und nur bei der Mittel- und Hinterhüfte auf einem Längsschnitt deutlich zu isoliren. Das erste Abdomensegment hat seinen Längsmuskel behalten, den *musculus dorsalis abdominis* Fig. 24 *ab*, welcher auch als indirecter Flügelmuskel thätig ist, indem er das *Metaphragma* nach hinten zieht und so den *musculus noti* bei der Compression des Brustkorbes unterstützt.

Trotzdem meine Untersuchungen sich nur auf wenige Vertreter der einzelnen Insectenordnungen beschränken und selbst nicht einmal die letzteren insgesamt berücksichtigt werden konnten, so dürfte es doch vielleicht gerechtfertigt sein, dass ich mit Hilfe der älteren Arbeiten und meiner Beobachtungen die Aufstellung einer für die einzelnen Ordnungen typischen Anatomie der Brustmuskulatur versuche, da ich, so weit es mir möglich war, aus jeder Abtheilung gerade diejenigen Thiere, welche sich in ihrer Organisation am meisten von einander unterscheiden, zergliedert und dabei gefunden habe, dass diese Muskelcomplexe in den Grenzen einer Ordnung nicht bedeutend divergiren.

Zur Bewegung des Kopfes gehören im allgemeinen drei Muskeln auf jeder Seite: ein Heber, ein Senker und ein Dreher. Bei den Orthopteren, Hämipteren und Coleopteren findet sich daneben noch ein Rotator, der entweder von dem inneren Fortsatz der Vorderbrust oder von dem Prosternum ausgeht, bei einigen Heteropteren wie *Notonecta glauca*, *Corixa sp?* zu fehlen scheint. Den complicirtesten Muskelmechanismus weisen die Käfer auf, wo durch Hinzukommen der Kehlplatten eine Theilung und Veränderung der Function einzelner Muskeln eintritt. Ausser dem zweitheiligen Elevator und dem vom *processus internus prosterni* kom-

menden Rotator inseriren sich hier alle Kopfmuskeln auf den Kehlschienen und wirken deshalb nur mittelbar als Depressoren des Kopfes. Bei den Dipteren hat eine Reduction insofern Platz ergriffen, als der Rotator fehlt; Heber und Senker haben ihre Anheftungsstellen aber so weit von der Mediane entfernt, dass auch hier, wie ich schon oben erwähnt habe, eine Drehung bewerkstelligt werden kann.

Von den Beinmuskeln liegen nur diejenigen in der Brust, welche zu der Hüfte gehen, und ihre Insertionspunkte vertheilen sich in allen Ordnungen so, dass die Strecker der Vorderhäfte sich an den vorderen, die Beuger an den hinteren Rand des Hüftskelettes ansetzen; umgekehrt ist es bei dem zweiten und dritten Beinpaare. Ob die Hüften frei sind oder nicht, ist dabei ganz gleichgültig, da auch bei ersteren die Bewegung hauptsächlich in einer Drehung um die Axe des oberen Hüftloches besteht. Eine Verschiedenheit herrscht nur in der Anzahl der einzelnen Muskeln und in Betreff ihrer Ansatzpunkte an dem Brustskelett und dessen inneren Fortsätzen.

Da aber gerade die Menge und der Verlauf dieser Muskeln in besonders innigem Zusammenhange mit der grösseren oder geringeren Ausbildung von Stützorganen steht, die selbst innerhalb einer Ordnung sehr variiren, lässt sich kein bestimmtes Gesetz dafür aufstellen, und ich muss, was die genaueren Details anbetrifft, auf den speciellen Theil meiner Arbeit verweisen. Hervorgehoben muss dabei nur werden, dass in einigen Ordnungen, den Käfern und Schmetterlingen, ein Beugemuskel der Hüfte seinen Ursprung von dem in die Brusthöhle hineinragenden Fortsatz des Flügels nimmt und deshalb gleichzeitig als Flügelheber wirken kann. Ausser den Hüftmuskeln zieht sich bei den Wanzen, Käfern und Schmetterlingen auch noch ein Strecker des Trochanter durch die Brust.

Alle anderen Muskeln sowohl diejenigen, welche innerhalb eines Brustabschnittes zwischen zwei festen Skeletttheilen gespannt sind, als jene, welche die einzelnen Thoraxsegmente mit einander verbinden, kann man mit den eigentlichen Flügelmuskeln in eine Gruppe zusammenfassen. Die ersteren beeinflussen indirect die Flugbewegung, indem sie theils durch Compression des elastischen Brustskelettes als Senker oder Heber wirken, theils durch Verschiebung der Thoraxmetamere gegen einander von Einfluss auf die Flugrichtung sind, die anderen, welche sich an die Gelenkfortsätze der Flügel selbst oder an Sehnen, die an den An-

griffspunkten becherförmig erweitert sind, ansetzen, dienen als unmittelbare Flügelmotoren. Diese beiden Muskelsysteme bieten durch ihre verschiedene für jede Ordnung charakteristische Vertheilung und ihr gegenseitiges Grössenverhältniss ein bei weitem höheres Interesse als die vorhin besprochenen Muskelcomplexe. Vor kurzer Zeit haben deshalb Graber (11) und Poletajew (13) auf die verschiedene Ausbildung derselben hingewiesen, und der letztere stellt die Schmetterlinge in Bezug auf die Flügelmuskeln, deren allgemeine Anordnung er kurz beschreibt, „gleichsam als Muster für sehr viele Insecten aus anderen Ordnungen im Gegensatz zu den Libellen“ auf. Wenn diese Annahme auch nicht ganz zutreffend ist, da die Lepidopteren keineswegs die einfachsten Verhältnisse in der Flügelmuskulatur zeigen, so kennzeichnet sie doch schon deutlich die beiden hauptsächlichen Differenzen in der Entwicklung der directen und mittelbaren Flügelmotoren. Wenn ich die Flügelbrust einer Libelle dem Thorax eines Schmetterlings gegenüberstelle, muss der grosse Unterschied zwischen beiden sofort bemerkbar werden; während die indirecten Flügelmuskeln in der ersteren gänzlich fehlen, spielen sie in dem letzteren eine bedeutende Rolle.

Das Resultat meiner Untersuchungen, nach welchem die Ausbildung dieser Muskelsysteme in der einzelnen Ordnung bis auf geringe Schwankungen in dem Grössenverhältniss constant ist, zwischen verschiedenen Ordnungen aber bedeutend divergirt, mag den Versuch rechtfertigen, mit der vergleichenden Beschreibung dieser Verhältnisse einen geringen Beitrag zur Beurtheilung der Insectenphylogense zu bringen; nur als solcher mögen die unten folgenden auf so einseitiger Grundlage ohne Berücksichtigung aller anderen Organisationsverhältnisse begründeten Betrachtungen aufgefasst werden.

Nach den Ausführungen Meyers (10) hatte das Urinsect einen in drei Metameren deutlich getrennten Thorax, dessen zwei letzte Segmente unter sich gleichartige Flügel trugen. Seine Entwicklung aus einem Ringelwurm gestattet den Schluss, dass die Muskulatur der Flügel durch Differenzirung der specifischen Wurm-muskeln entstanden ist, indem die werdenden Bewegungsorgane und die sich gleichzeitig entwickelnden inneren Skelettfortsätze diesen feste Ursprungs- und Ansatzstellen darboten. Am nächsten dem Protentomon in Betreff der Flügelmuskulatur wird deshalb diejenige Insectenordnung stehen, welche darin am meisten an den Ringelwurm erinnert. Dieses trifft bei den Orthopteren

zu. Die Längsmuskeln, welche in zwei dorsalen und zwei ventralen Zügen alle drei Thoraxsegmente durchziehen, stimmen in ihrer Lage genau mit den Längsmuskeln der Ringelwürmer überein; die Dorsoventralmuskeln, welche zwischen Rücken und Brust in den einzelnen Metameren ausgespannt sind, haben die Anordnung der Ringmuskeln im Wurmkörper beibehalten. Durch Differenzirung sind aus einzelnen Parthien der letzteren die directen Flügel- und die Hüftmuskeln entstanden, die in ihrem Verlauf eine oft täuschende Aehnlichkeit mit den Rückenbrustmuskeln haben. Welchen Antheil die Muskeln an der Umformung nehmen, welche nach Grube (8) von der Mittellinie des Bauches nach den Borsten gehen, lässt sich schwer sagen, vielleicht sind sie zu Hüftmuskeln geworden, die auf dem Bauchgrat entspringen. Bei den Heuschrecken ist die Muskulatur der einzelnen Thoraxmetamere untereinander fast gleich, und von übereinstimmender Stärke, obwohl die Flügel nicht mehr ganz gleichartig sind; ausserdem halten sich die directen und indirecten Flügelmuskeln in ihrem gegenseitigen Grössenverhältniss nahe das Gleichgewicht. Schon unter den Orthopteren giebt es Insecten, die diese Uebereinstimmung der beiden Flügelbrustabschnitte nicht mehr bewahren. So hat der Metathorax von *Grylotalpa* und *Forficula* schon bedeutend stärkere Muskeln als die Mittelbrust und bildet so gewissermassen den Uebergang zu den Coleopteren. Der Heuschrecke nahe stehen auch die Hemipteren. Während bei den Homopteren, von denen ich leider keinen Vertreter habe untersuchen können, gewiss eine in beiden Brustabschnitten gleich entwickelte Muskulatur sein wird, da die Flügel in der Grösse übereinstimmen, ist bei den Heteropteren eine, wenn auch nur geringe Veränderung dadurch eingetreten, dass das Mesophragma weit nach hinten reicht und der dorsale Längsmuskel und die Dorsoventralmuskeln in Folge dessen eine besondere Stärke erlangt haben. Dagegen sind die directen Flügelmuskeln der Hinterbrust wieder stärker und heben somit die Ungleichheit wenigstens annähernd wieder auf. Weit prägnanter erscheint das Zurücktreten des Mesothorax bei den Käfern. Hier entfaltet sich die Hinterbrust bedeutend, und die Flügelmuskulatur der Mittelbrust, welche die Deckflügel während des Fluges nur zur Veränderung des Schwerpunktes nicht zur Fortbewegung zu heben und zu senken hat, ist ungemein schwach. Die Muskeln der Flügeldecken von *Cetonia*, welche nach Marey (*Compt. rend. T. LXXXIX p. 980*) beim Fluge anliegen und nur auf die Ausspannungsaxe wirken, sind verschwindend klein; da-

gegen hat *Dytiscus*, wie schon aus meiner Zeichnung zu ersehen ist, wieder relativ stärkere Deckflügelmuskeln als *Melolontha*, welche gewiss ein kräftigeres Andrücken der bei den Schwimmkäfern gleichzeitig als Luftreservoir dienenden Deckflügel ermöglichen sollen. Doch sind diese den Leistungen proportionirte Differenzen innerhalb derselben Ordnung weit geringer als die Abweichung von anderen. Bei den übrigen Insecten tritt im Gegensatz dazu der *Metathorax* zurück, die Mittelbrust entwickelt sich bedeutend und die directen Flügelmuskeln werden mehr verdrängt. Wie *Forficula* den Uebergang von den Heuschrecken zu den Käfern vermittelt, so tritt hier die Familie der *Phryganiden* ein, bei der das zweite *Thoraxmetamer* schon an Rauminhalt die Hinterbrust übertrifft. Daran schliessen sich die *Planipennien* und endlich die *Lepidopteren*, welche die Verschiedenheit der beiden Flügelbrustabschnitte weit deutlicher zeigen. Der *Mesothorax* ist bedeutend grösser als die beiden anderen Brustsegmente zusammen, und der grössere Theil von ihm wird durch die indirecten Flügelmuskeln ausgefüllt. In den Ordnungen der *Hymenopteren* und *Dipteren* endlich ist die Umgestaltung bis zum Extrem gediehen. Die beiden Flügelpaare der *Hymenopteren* und das Flügel- und Schwingkolbenpaar der *Zweiflügler* werden gleichzeitig durch die hier zur höchsten Entwicklung gelangten indirecten Muskeln bewegt. Der mächtige Längsmuskel und die compacte Masse des *Dorsoventralmuskels* der Mittelbrust nehmen fast den ganzen inneren Raum des *Thorax* ein, so dass die directen Flügelmuskeln auf eine kleine Lücke dicht an der Brustwand zurückgedrängt sind. Ein wesentlich anderes Bild giebt die Brustmuskulatur der *Pseudoneuropteren*. Bei den *Libellen* ist die Flügelbrust, welche wie bei den *Orthopteren* aus zwei deutlich getrennten Segmenten besteht, mit Muskeln ausgefüllt, die sich senkrecht oder schräge zwischen *Notum* und *Sternum* ausspannen. Die Längsmuskeln scheinen ganz zu fehlen und die eben erwähnten *Dorsoventralmuskeln* lassen bei genauerer Untersuchung deutlich erkennen, dass sie sich direct an die Flügelbasis oder an Sehnen von *Chitin*, die sich an den Insertionsstellen des Muskels becherförmig erweitern, ansetzen. Die dorsalen Längsmuskeln sind aber nicht vollständig verschwunden, wenn sie auch ihre Function eingebüsst haben sollten; denn ich habe in einem Falle bei *Libellula depressa* zwei Längsmuskeln, die sich von der Mediane der Hinterbrust nach hinten und den Seiten ziehen, constatiren können. Die indirecten Flügelmuskeln fehlen hier, indem sie sich zum grössten Theil zu directen

umgestaltet haben. Nach den oben beschriebenen Differenzen in der Flügelmuskulatur kann ich die Pterygoten in zwei Gruppen theilen. Zu der einen gehören allein die Libellen, welche die directen Flügelmuskeln auf Kosten der indirecten ausgebildet und vergrössert haben, die andere umfasst alle übrigen Ordnungen, welche das entgegengesetzte Princip befolgen. In der letzteren übertrifft bei den Orthopteren und Coleopteren die Muskulatur der Hinterflügel an Stärke diejenige der Mittelbrust, während die meisten Neuropteren, die Lepidopteren, Hymenopteren und Dipteren die mittelbar wirkenden Flügelmotoren der Mittelbrust besonders entwickeln. Die Wanzen sind in dieses System nicht leicht einzureihen; in den Grössenverhältnissen der beiden Flügel tragenden Segmente zu einander stehen sie zwischen den Heuschrecken und den Neuropteren, andere Gründe jedoch, die ich gleich erörtern werde, bestimmen mich, sie den Coleopteren nahe zu stellen.

In einigem Zusammenhange mit der Entwicklung und Umgestaltung der Flügelmuskeln steht die mehr oder weniger vorgeschrittene Concentration der Brustringe und die Ausbildung der Flugorgane. Während bei den Orthopteren alle drei Thoraxsegmente gegen einander frei beweglich sind, ist es bei den Coleopteren nur der Prothorax. Bei den Lepidopteren ist auch die Vorderbrust an den Thorax gebunden, bewahrt jedoch noch eine gewisse Selbstständigkeit. Die Dipteren und Hymenopteren dagegen haben einen aus allen Brustsegmenten gebildeten festen Brustkorb, der bei den letzteren noch durch das erste Abdomensegment verstärkt wird. Die Hemipteren nehmen auch hier eine Mittelstellung ein, da der Prothorax meist frei ist, aber auch gebunden sein kann. Was die Ausbildung der Flugorgane anbetrifft, so findet man, worauf schon Graber aufmerksam gemacht hat, dass bei den Insecten, welche sich durch andere Organisationsverhältnisse als höher entwickelt zeigen, ein Flügelpaar verkümmert, ja sogar theilweise seine Function der Fortbewegung einbüsst. Die Orthopteren, Heteropteren und Coleopteren suchen dieses Ziel durch Umgestaltung der Vorderflügel zu erreichen. Die Vorderflügel der Orthopteren nehmen keinen so grossen Antheil an der Flugbewegung wie die Hinterflügel und haben schon eine pergamentartige Beschaffenheit. Bei *Gryllotalpa* und *Forficula* tritt dieser Unterschied am schärfsten auf. Die Wanzen haben schon zu Halbdecken umgewandelte Vorderflügel. Bei den Käfern endlich haben diese ihre ursprüngliche Bestimmung ganz verloren und dienen nur zum Schutz der weichen Hinterflügel

und zur Bestimmung der Flugrichtung. Auch die Familie der Strepsipteren muss hierher gerechnet werden, da bei dieser bekanntlich die Vorderflügel sehr klein und eingerollt sind, und die Hinterflügel allein zum Fluge gebraucht werden. Bei den anderen Ordnungen findet das entgegengesetzte statt, die Hinterflügel verkümmern. Aus der Ordnung der Neuropteren weisen nur die Planipennien darauf hin. Deutlicher tritt der Unterschied beider Flügel bei den Lepidopteren auf, wo der bedeutend schwächere Hinterflügel durch Häckchen mit dem Vorderflügel befestigt ist und somit an dessen Bewegung theil nimmt. Unter den Hymenopteren zeigen die Tenthrediniden am wenigsten dieses Verhalten weit mehr die Bienen und Hummeln. Am weitesten sind die Dipteren vorgeschritten, deren zweites Flügelpaar, zu den Schwingkolben verkümmert, nur noch wie die Flügeldecken der Käfer auf die Richtung des Fluges wirkt.

Die Palaeontologie, welche in Betreff der Insecten, soviel ich weiss, leider noch sehr lückenhaft ist, bezeichnet die Orthopteren als die ältesten Kerfe, welche in den Steinkohlen der devonischen Zeit ja sogar schon im Silur vorkommen sollen. Diesen schliessen sich dann die anderen Insecten ohne und mit unvollständiger Verwandlung an, und erst in weit späterer Zeit treten die echten Metabolen auf. Wir hätten also die interessante Thatsache, dass das Anfangsglied der einen Entwicklungsreihe, nämlich die Heuschrecken, mit besonderer Constanz ein Merkmal des Stammthieres beibehält trotz einer relativen Schwankung in der äusseren Bildung der Flugorgane; die Libellen dagegen es schon in frühester Zeit im höchsten Grade differenzirt haben, wohin auch schon die Larven weisen, welche Taf. XXII, Fig. 8 mit kaum erkennbaren Flügelansätzen bereits dieselben Muskeln zeigen, welche die Imago hat.

Wenn man die übrigen Insectenordnungen als Entwicklungsreihe nach dem Orthopterentypus auffasst, so kann die Behauptung aufgestellt werden: Die Abkömmlinge des Protentomon haben sich, was die Flügelmuskulatur anbetrifft, nach zwei verschiedenen Richtungen entwickelt; während die einen die indirecten Flügelmuskeln fast vollständig unterdrücken, erscheint bei den anderen das entgegengesetzte, die mittelbar wirkenden Flügelmuskeln werden auf Unkosten der directen vergrössert, was in der Hymenopteren- und Dipterenbrust zur Vollendung gelangt.

L i t e r a t u r.

1. Lyonet. Traité anatomique de la Chenille, qui ronge le bois de saule. La Haye. 1762.
2. Cuvier. Leçons d'anatomie comparée recueillies et publiées par Duméril et Duvernoy. vol. I. 1800.
3. Kidd. On the Anatomy of the Mole-cricket. Philo. Transact. 1825. II.
4. Strauss-Dürkheim. Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du *Melolontha vulgaris*. 1828.
5. Burmeister. Handbuch der Entomologie. Bd. I. 1833.
6. Burmeister. „Rhynchota“ im zweiten Band des Handbuches. 1835.
7. Newport. „Insecta“ in: Cyclopaedia of anatomy and physiology. vol. II. 1839.
8. Grube. Zur Anatomie und Physiologie der Kiemenwürmer. 1838.
9. Gerstfeldt. Ueber die saugenden Mundtheile der Insecten. 1853.
10. Meyer. Ueber Ontogenie und Phylogenie der Insecten. Jen. Zeitschr. Bd. X.
11. Graber. Die Insecten. 1877.
12. Poletajew. Du développement des muscles d'ailes chez les Odonates. Extr. des Horae Soc. Entomol. Ross. T. 16.
13. Poletajew. Ueber die Flügelmuskeln der Rhopaloceren. Auszug im Zoolog. Anz. III. Jahrg. Nr. 54.
14. Lendenfeld. Der Flug der Libellen. Sitzungsber. Akad. Wissens. Wien. 83. Bd.

T a f e l e r k l ä r u n g.

Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen.

<i>ab</i>	musculus dorsalis abdominis.	<i>lmn</i>	musculus lateralis metanoti.
<i>dc</i>	depressor capitis.	<i>lup</i>	musculus lateralis prothoracis.
<i>dp</i>	depressor prothoracis.	<i>lms</i>	musculus lateralis mesothoracis.
<i>ea</i>	extensor alae metathoracis.	<i>lmth</i>	musculus lateralis metathoracis.
<i>eam</i>	extensor alae magnus metathoracis.	<i>lsu</i>	musculus lateralis mesonoti.
<i>eap</i>	extensor alae parvus metathoracis.	<i>lth</i>	musculus lateralis thoracis.
<i>eas</i>	extensor alae mesothoracis.	<i>mn</i>	musculus noti.
<i>ecm</i>	extensor coxae metathoracis.	<i>mp</i>	elevator capitis.
<i>ecp</i>	extensor coxae prothoracis.	<i>mpe</i>	elevator capitis externus.
<i>ecs</i>	extensor coxae mesothoracis.	<i>mpi</i>	elevator capitis internus.
<i>edj</i>	} elevatores jugularis.	<i>ms</i>	musculus mesonoti.
<i>ej</i>		<i>mt</i>	musculus metanoti.
<i>ep</i>	elevator prothoracis.	<i>pa</i>	praetractor abdominis.
<i>etm</i>	extensor trochanteris metathoracis.	<i>ra</i>	rotator alae metathoracis.
<i>etp</i>	extensor trochanteris prothoracis.	<i>ras</i>	rotator alae mesothoracis.
<i>ets</i>	extensor trochanteris mesothoracis.	<i>rc</i>	rotator capitis.
<i>fa</i>	flexor alae metathoracis.	<i>ree</i>	rotator capitis externus.
<i>fas</i>	flexor alae mesothoracis.	<i>rei</i>	rotator capitis internus.
<i>fcm</i>	flexor coxae metathoracis.	<i>rla</i>	relaxator alae metathoracis.
<i>fcp</i>	flexor coxae prothoracis.	<i>rle</i>	relaxator extensoris alae.
<i>fcs</i>	flexor coxae mesothoracis.	<i>rm</i>	rotator mesothoracis.
<i>fd</i>	} musculus furcae dorsalis.	<i>rp</i>	rotator prothoracis.
<i>fdi</i>		<i>rtj</i>	retractor jugularis.
<i>ftm</i>	flexor trochanteris.	<i>rtm</i>	retractor mesothoracis.
		<i>rtmi</i>	retractor mesothoracis inferior.

rtms retractor mesothoracis superior.

rtp retractor prothoracis.

rtpi retractor prothoracis inferior.

rtps retractor prothoracis superior.

Fig. 1. Medianer Längsschnitt durch die Brust von *Locusta viridissima*. Rechte Körperhälfte. Vergr. $\frac{4}{1}$.

Fig. 2. Ansicht desselben Schnittes nach Entfernung der oberflächlichen Muskeln.

Fig. 3. } Die Flügelbrust allein nach Entfernung der Dorsoventralmuskeln.
Fig. 4. }

Fig. 5. Medianer Längsschnitt durch die Flügelbrust von *Aeschna grandis*. Vergr. $\frac{3}{1}$.

Fig. 6. Derselbe Schnitt, nachdem die Flügelheber entfernt sind.

Fig. 7. Derselbe Schnitt mit den dicht an der Brustwand gelegenen Muskeln.

Fig. 8. Medianer Längsschnitt durch die Flügelbrust einer *Libellulidenlarve*. Vergr. $\frac{4}{1}$.

Fig. 9. Medianer Längsschnitt durch den Thorax von *Dytiscus marginalis*. Vergr. $\frac{4}{1}$.

Fig. 10. Derselbe Schnitt nach Entfernung der oberflächlichen Muskeln.

Fig. 11. } Die Flügelbrust mit den tiefer gelegenen Hüft- und
Fig. 12. } Flügelmuskeln. *me* Expirationsmuskel.

Fig. 13. Medianer Längsschnitt durch die Brust von *Syromastes marginatus*. Vergr. $\frac{6}{1}$.

Fig. 14. Derselbe Schnitt, nachdem die oberflächlichen Muskeln entfernt sind.

Fig. 15. } Ansicht der Flügelbrust mit den tiefer gelegenen
Fig. 16. } Muskeln.

Fig. 17. Medianer Längsschnitt durch den Brustkorb von *Musca vomitoria*. Vergr. $\frac{6}{1}$.

Fig. 18. Ansicht desselben Schnittes nach Entfernung der Längsmuskeln.

Fig. 19. Die directen Flügelmuskeln.

Fig. 20. Medianer Längsschnitt durch den Thorax von *Gastropacha neustria*. Vergr. $\frac{4}{1}$.

Fig. 21. Derselbe Schnitt nach Entfernung der oberflächlichen Muskeln.

- Fig. 22. } Die Flügelbrust mit den der Brustwand dicht anlie-
Fig. 23. } genden Flügel- und Hüftmuskeln.
Fig. 24. Medianer Längsschnitt durch den Brustkorb von Bom-
bus lapidarius. Vergr. $\frac{6}{1}$.
Fig. 25. Derselbe Schnitt nach Entfernung der Längsmuskeln.
Fig. 26. Die directen Flügelmuskeln.
-

Fig. 1.

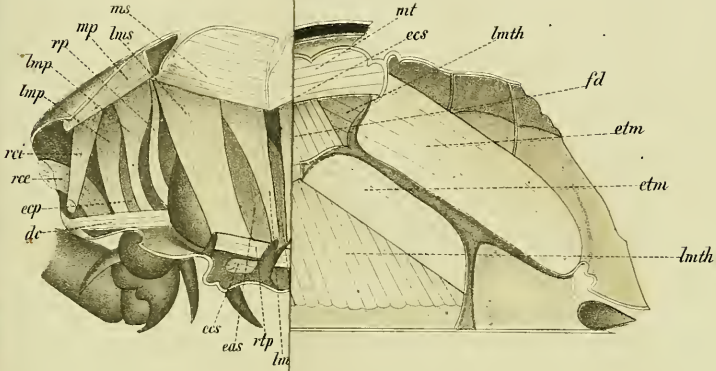


Fig. 2.

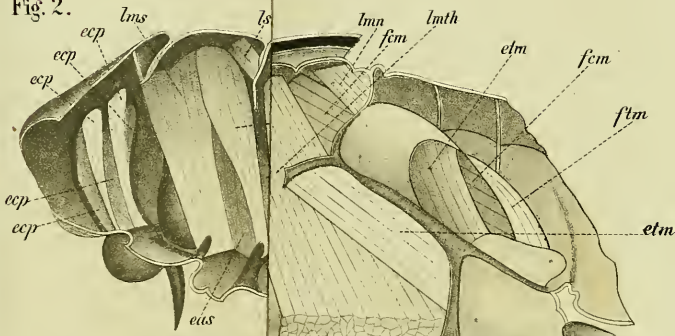


Fig. 5.

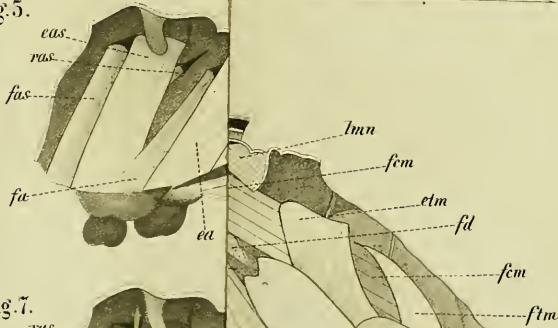


Fig. 7.



Fig. 12.

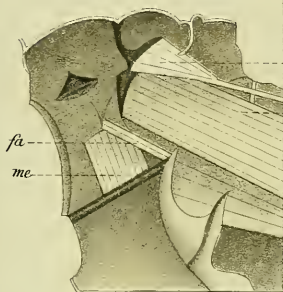


Fig. 21.

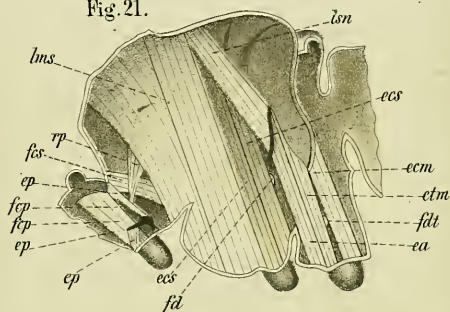


Fig. 14.

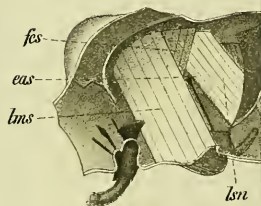


Fig. 23.

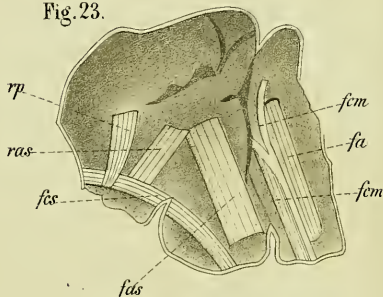


Fig. 16.

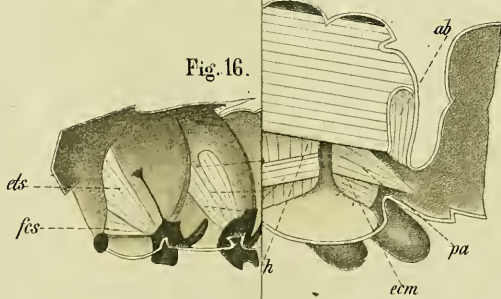


Fig. 24.

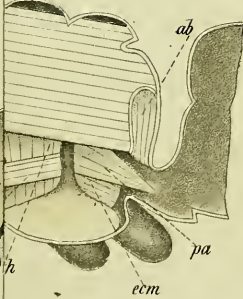


Fig. 18.

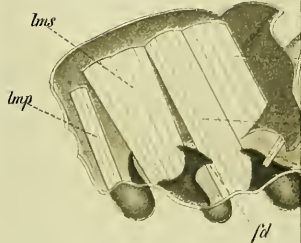


Fig. 26.

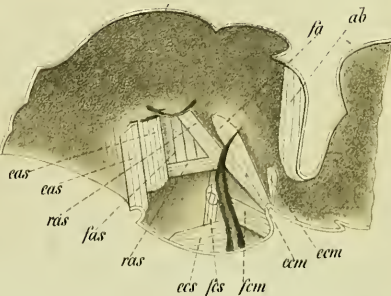


Fig. 12.

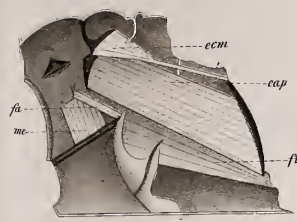


Fig. 13.

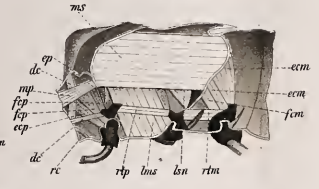


Fig. 20.

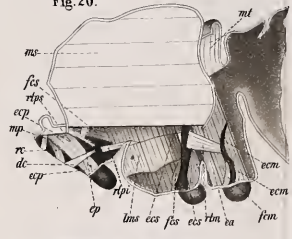


Fig. 21.

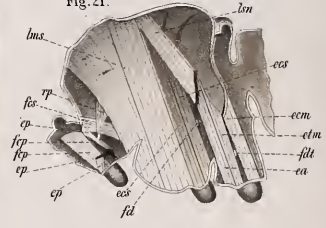


Fig. 14.

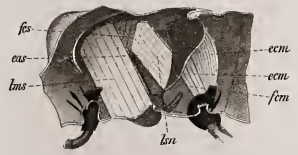


Fig. 15.



Fig. 22.

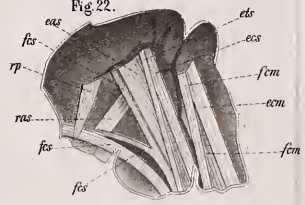


Fig. 23.

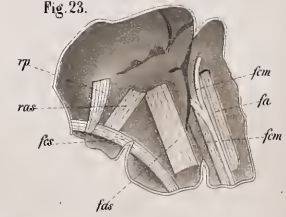


Fig. 16.



Fig. 17.

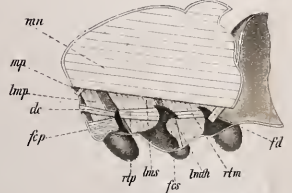


Fig. 24.

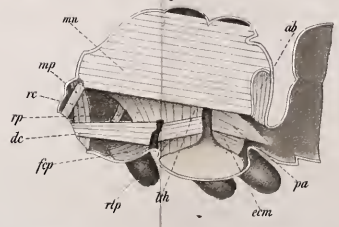


Fig. 18.



Fig. 19.

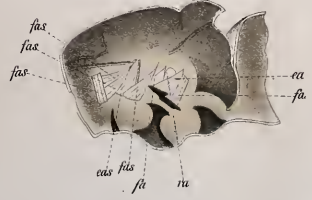


Fig. 25.

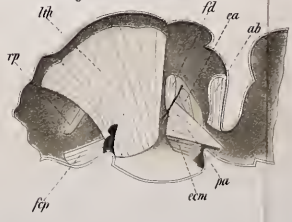
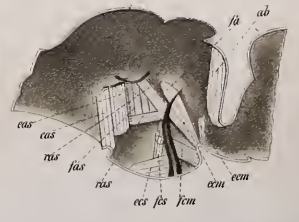


Fig. 26.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [NF_9](#)

Autor(en)/Author(s): Luks Constantin

Artikel/Article: [Ueber die Brustmuskulatur der Insecten. 529-552](#)