

Die Tracheenkiemenmuskulatur der Ephemeriden unter Berücksichtigung der Morphologie des Insektenflügels

von

Bernhard Dürken.

Mit Tafel XXIV—XXVI und 30 Figuren im Text.

I. Einführung in das Thema.

Vorliegende Untersuchung wurde veranlaßt durch die immer noch nicht vollständig beantwortete Frage nach dem morphologischen Werte des Insektenflügels. Die letzte hierauf bezügliche Abhandlung ist veröffentlicht von FR. VOSS (1905). Der Verfasser spricht sich für die tergale Natur des Flügels aus. Er wird zu dieser Ansicht geführt durch morphologische Betrachtung der Muskulatur (S. 475 f.). Dadurch wird jedoch noch nicht völlig die gegenteilige Ansicht, der Flügel sei pleurale Bildung und als solche den Tracheenkiemen der Ephemeriden homolog zu setzen — die pleurale Natur der Tracheenkiemen vorausgesetzt —, zurückgewiesen, da u. a. namentlich, wie Verfasser mehrfach betont, eine exakte und von morphologischen Gesichtspunkten ausgehende Beschreibung der Kiemenmuskulatur der Ephemeriden fehlt (S. 479 f.). Hier setzt meine Untersuchung ein.

Auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geheimrat EHLERS, unternahm ich es, die Tracheenkiemen-Muskulatur der Ephemeriden einer näheren Bearbeitung zu unterziehen.

Der Zweck der Arbeit ist ein doppelter: einerseits die Tracheenkiemen-Muskulatur zu beschreiben und eine morphologische Deutung derselben und damit der Tracheenkiemen zu gewinnen, andererseits die Beziehungen der Kiemenmuskeln zu den Flügelmuskeln festzustellen und so das Verhältnis von Flügel und Tracheenkieme zu klären.

Naturgemäß bedingt die Beantwortung der ersten Frage eine

Untersuchung der gesamten Abdominal-Muskulatur der Ephemeriden, und zwar, um Vergleichsmaterial zu gewinnen, bei verschiedenen Formen; ferner mußten, um der zweiten Frage gerecht zu werden, alle Thoracalmuskeln in Betracht gezogen werden. Inwieweit Ausnahmen davon gerechtfertigt erschienen und daher auch tatsächlich gemacht wurden, wird sich weiter unten ergeben.

Um eine genaue Beschreibung der Muskulatur zu ermöglichen, mußte eine — wenn auch nur kurze — Schilderung der Skeletverhältnisse voraufgehen.

Zugleich hatte ich Gelegenheit, naheliegende Fragen, wie nach der Beschaffenheit des Chitins, den Stigmen bei Nymphe und Imago, einigen histologischen Eigenschaften der Muskeln, wenigstens kurz zu streifen.

Bei der anatomischen Beschreibung war ich bestrebt, jede Deutung eines Muskels, sowie Vergleiche und Hinweise auf die Literatur zu vermeiden, vielmehr nur den einfachen, anatomischen Tatbestand zu geben, und zwar unabhängig von einander bei zwei verschiedenen Formen, um in einem besonderen Abschnitte eine zusammenhängende und darum übersichtlichere morphologische Darstellung anfügen zu können.

Herrn Geheimrat EHLERS, der mir nicht nur die Anregung zu dieser Arbeit gab, sondern dieselbe auch durch manche wertvolle Ratschläge förderte, fühle ich mich zum größten Danke verpflichtet, dem ich auch an dieser Stelle Ausdruck verleihen möchte.

II. Literatur.

Um den jetzigen Stand der Frage nach der Morphologie des Insektenflügels zu erläutern, lasse ich die hauptsächlichsten Arbeiten, welche sich mehr oder weniger eingehend mit diesem Gegenstande beschäftigen, hier folgen. Die meisten derselben entbehren der exakten Begründung und besitzen nur historisches Interesse (vgl. Voss, 1905, S. 479).

LATREILLE (1820) setzt die Flügel den Beinen gleich; OKEN (1831) hält sie für umgebildete Kiemen; LACORDAIRE (1834) erklärt die Flügel für Organe sui generis und meint, der Streit um ihre Morphologie sei zu unwichtig. Nach LEUCKART (1848) sind die Flügel Wiederholungen der Beine auf der Rückenfläche; OWEN (1848) hält sie wiederum für Kiemen. CARUS und GERSTÄCKER (1863) betrachten die Flügel als Gliedmaßen, welche vom Rücken entspringen; WEISMANN (1866) setzt

sie den Abdominalanhängen gleich. GANIN (1869) schreibt den Flügeln ursprünglich respiratorische Bedeutung zu. Ganz bestimmt vertritt GEGENBAUR (1878, erste Aufl. 1870) den Standpunkt, die Flügel seien den Tracheenkiemen der Ephemeriden homolog; der gleichen Ansicht treten LANDOIS (1871) und LUBBOCK (1873) bei, besonders entschieden letzterer; dabei erklärt sich dieser für dorsale Natur der Tracheenkiemen. PLATEAU (1871, 1873) sucht die Anschauung zu entwickeln, der Flügel sei ein stark modifiziertes Stigma. GRABER (1875) sieht in den Flugorganen seitliche Dorsalausstülpungen des Thorax, welche zumal bei Heuschrecken und Termiten sämtlichen drei Ringen zukommen. Zum ersten Male in exakter Weise erläutert F. MÜLLER (1875) die Auffassung, daß die Flügel rein tergalen Natur sind; er begründet seine Ansicht durch Untersuchungen an Termiten. Im Gegensatz dazu betont P. MAYER (1876), daß die Flügel nicht rein dorsal, also homodynam den Antennen sind, sondern seitliche Ausstülpungen der Körperwandung. HUXLEY (1877) hält die Flügel für laterale Erweiterungen der tergalen Region. PALMÉN (1877) schreibt dem Flügel pleurale Natur zu und bringt ihn in Zusammenhang mit den Tracheenkiemen. Der Auffassung GEGENBAURS schloß sich ebenfalls ADOLPH (1879, 1881) an. Nach HOFMANN (1879) sind vielleicht die Flügel bei Landhexapoden entstanden aus Ausstülpungen der Brust Rückenplatten (Calotermes), oder sie sind bei im Wasser lebenden Urinsekten aus einer Umwandlung der Tracheenkiemen hervorgegangen (illustriert durch *Cloëon*), wobei es freilich nicht unwahrscheinlich ist, daß auch diese letzteren ursprünglich aus derselben Quelle stammen, d. h. wie die Flügel der Landinsekten aus jenen fixen blattartigen Ausstülpungen unbekanntem Ursprungs sich hervorgebildet haben. Flügel und Tracheenkiemen sind dorsale Gebilde. DÖHRN (1881) bringt die Flügel in Zusammenhang mit dorsalen Kiemen, welche er den Elytren der Anneliden gleichsetzt. PANCRITIUS (1884) tritt der Anschauung von F. MÜLLER bei, daß die Flügel rein tergale Bildungen sind. BRAUER erklärt (1885) die Flügel zwar für homolog mit dorsalen Tracheenkiemen der Ephemeriden und den dorsalen Ausstülpungen am Hinterleib der Cicaden, aber diese Ausstülpungen können nach ihm nicht auf die dorsalen Ausstülpungen gewisser Gliederwürmer zurückgeführt werden. CHOLODKOWSKY (1886) läßt die Flügel hervorgehen aus dorsalen Körperanhängen, welche ursprünglich wahrscheinlich der Atemfunktion dienten; beim Übergang einiger Formen ins Wasser entwickelten sich diese Anhänge weiter zu Tracheenkiemen. Die Flügel sind zugleich homolog den Prothoracalanhängen der Schmetterlinge

(1887). Nach HAASE (1886) sind als Homologa der Flügel Duplicaturen der Rückenplatten von *Machilis* und »Zahnfortsätze« von *Lithobius* anzusprechen. REDTENBACHER (1886) wiederum meint, daß die Flügel den Tracheenkiemen der Ephemeridenlarven gleichwertig seien, dürfe keinem Zweifel unterliegen, es sei aber noch fraglich, ob sie davon abstammen, denn es könne auch gerade umgekehrt sein; wahrscheinlich dienten sie ursprünglich als Fallschirme. Auch GRASSI (1888) betrachtet die Flügel als selbständig gewordene Faltenbildungen am Rande der Tergalplatten. VERNON (1890) hält die Flügel phylogenetisch für Respirationsorgane. KORSCHOLT und HEIDER (1891) erblicken in ihnen tergale Fallschirmvorrichtungen (mit GRASSI). SIMROTH (1891) neigt der Auffassung zu, die Flügel von dorsalen Tracheenkiemen der Wasserinsekten abzuleiten. ZACHARIAS (1892) weist die Bildung der Flügel aus Tracheenkiemen zurück; Wasserinsekten sind nach ihm Rückwanderer. HEYMONS (1896 [1—3], 1899) vertritt rein tergale Natur des Flügels; derselbe ist ein Fortsatz des dorsalen Tergits. JAWOROWSKI (1896) erklärte ursprünglich den Flügel homolog den Tracheenkiemen der Ephemeriden, ließ aber diese Ansicht unter Einfluß einer Arbeit von HEYMONS (1896 [1]) fallen und führte (1897) Flügel und Extremitäten (Beine) auf gleichen Ursprung zurück; nämlich auf »lungenähnliche« Hauteinsenkungen. COMSTOCK und NEEDHAM (1899) halten die Flügel für Fortsätze des Tergits, LAMMEERE (1900) führt die Flügel zurück auf Fallschirme bei einem terrestrischen Apterion. Nach ENDERLEIN (1902) haben die ältesten Hexapoden die Flügel bei einem zweifellos sehr hohen Wassergehalt der Luft als Kiemen benutzt; die Frage, ob sie den Tracheenkiemen gewisser Insektenlarven entsprechen, will der Verfasser damit nicht berühren. TOWER (1903) tritt für rein pleurale Natur der Flügel ein und sucht sie auf Derivate von Stigmen zurückzuführen. Endlich macht die Arbeit von VOSS (1905) die rein tergale Natur des Flügels sehr wahrscheinlich (S. 475 f.). Zum ersten Male und mit gutem Erfolge ist hier vom Verfasser die unumgängliche morphologische Darlegung der Muskulatur benutzt, um über die Morphologie von Teilen des Chitinskeletes ins Klare zu kommen. Die Flügel sind nach dieser exakten Untersuchung als Ausstülpungen am Rande des Meta- bzw. Mesonotum anzusehen; sie können den Tracheenkiemen der Ephemeriden nur homolog sein, wenn die Tracheenkiemen ebenfalls tergaler Natur sind; um das zu entscheiden, fehlte bis dahin jede einigermaßen genaue Untersuchung der Muskulatur dieser Gebilde. Frühere Arbeiten sind von Voss besprochen, bzw. ist dafür auf Abhandlungen anderer Autoren verwiesen, so daß ein

gewisser Abschluß der Streitfrage erreicht ist; zur völligen Beantwortung fehlt nur noch die Entwicklungsgeschichte von *Gryllus* und die Kenntnis von der Muskulatur der Tracheenkiemen. Die Bearbeitung der Entwicklung der Hausgrille, welche als Bestätigung der durch Vergleich erschlossenen Verhältnisse erforderlich erscheint, hat Voss sich selbst vorbehalten.

Über Ephemeriden ist verhältnismäßig wenig gearbeitet worden. Nur die systematische Seite dieser Familie hat eine eingehendere Berücksichtigung erfahren. Es sind hier vor allem zu nennen: PICTET (1843—45), EATON (1888), SCHILLER (1890). Zur Bestimmung der Namen ist ferner empfehlenswert TÜMPEL (1901). Betreffend Entwicklungsgeschichte (Embryonalentwicklung), Anatomie und Morphologie sind ferner folgende Untersuchungen von Interesse, welche sich teils ausschließlich mit Ephemeriden beschäftigen, teils nur im Rahmen einer auf andre Objekte Bezug nehmenden Abhandlung Bemerkungen über die in Rede stehende Gruppe enthalten, ebenso wie viele der über die Morphologie des Flügels angeführten Schriften: SWAMMERDAM (1675), BURMEISTER (1832), AUBERT (1853), LUBBOCK (1863—66, 1873), JOLY (1872, 1876), VAYSSIÈRE (1878, 1880 [1-2], 1882), ZIMMERMANN (1880), HAGEN (1881), BRAUER (1882), FRITZE (1887), DEWITZ (1890, 1891), HEYMONS (1896 [1], 1899), VERHOEFF (1897); zum Vergleich herangezogen wurden die Schriften: RATHKE (1860), REINHARD (1865), LENDENFELD (1881), ROUX (1883), STREIFF (1906), HANDLIRSCH (1906).

III. Material und Technik.

Das Material für die vorliegende Untersuchung wurde von mir im Sommer und Herbst des Jahres 1905 in der Umgebung von Göttingen und Osnabrück gesammelt.

Je nach der Lebensweise und dem Vorkommen der einzelnen Gattungen fischte ich die Nymphen mit einem mäßig feinmaschigen Netze, oder ich suchte die Unterseite von Steinen, Holzstücken und dergleichen Dingen, die im Wasser lagen, nach Ephemeridenlarven ab; dabei ist es zu empfehlen, die Steine usw. schnell aus dem Wasser herauszuheben und zum Abnehmen der Tiere einen weichen Pinsel zu benutzen.

Zur Bestimmung der Namen der einzelnen Genera bzw. Species benutzte ich TÜMPEL (1901) und EATON (1888). In letzterer, umfangreicher Arbeit leisten die zahlreichen und guten Abbildungen beim

Bestimmen namentlich der Larven oder Nymphen die besten Dienste. Gute Abbildungen von Imagines (koloriert) finden sich bei PICTET (1843—45), allerdings mit veralteter Nomenclatur. Bei Nymphen gelang es nur selten, die Species zu bestimmen; dies erwies sich allerdings auch als überflüssig, zumal die Ephemeriden schon sehr weit in einzelne Genera zerspalten sind; dagegen wurde es zuweilen möglich, durch Aufzucht im Aquarium mit Hilfe der Imago die Art festzustellen.

An Nymphen sammelte ich in mehr oder weniger zahlreichen Exemplaren des verschiedensten Alters die Gattungen *Oligoneuria*, *Habrophlebia*, *Ephemerella*, *Baëtis*, *Centroptilum*, *Cloëon*, *Chirotenetes*, *Rhithrogena* und *Ecdyurus*. Davon wurden fast ausschließlich mit dem Netze gefangen *Centroptilum*, *Baëtis* und *Cloëon*. Imagines wurden von folgenden Genera bzw. Species erbeutet: *Centroptilum* (*luteolum* und *tenellum*); *Habrophlebia* (*fusca*); *Cloëon* (*diptherum* und *simile*); *Ecdyurus* (*venosus* und *lateralis*); *Baëtis* (*binoculatus*); *Ephemerella* (*ignita*); *Ephemerella* (*danica*).

Wie schon erwähnt, machte ich Versuche, Ephemeridenlarven im Aquarium aufzuziehen, um einerseits die Arten bestimmen, andererseits die Tiere auch jederzeit lebend beobachten zu können. Jedoch war der Erfolg gering. Allerdings schlüpfte eine Reihe Imagines bzw. Subimagines aus, so daß der erste Zweck einigermaßen erreicht wurde, aber es gelang mir nicht, die Nymphen längere Zeit am Leben zu erhalten. Eingesetzt wurden zu wiederholten Malen namentlich Larven von den Gattungen *Ephemerella*, *Baëtis*, *Ecdyurus* und *Habrophlebia*, stets in großer Anzahl. Das Aquarium war nach Möglichkeit den Lebensverhältnissen der Tiere angepaßt. Trotzdem trat stets einige Tage nach Neubesetzung eine große Sterblichkeit unter den Larven auf, deren Ursache mir nicht recht klar geworden ist. Nahrungsmangel scheint der Grund nicht gewesen zu sein; allerdings schlugen Fütterungsversuche mit kleinen, zerschnittenen Regenwürmern, womit man in ähnlichen Fällen öfters gute Resultate erzielt, fehl, aber Nymphen von *Cloëon diptherum*, die ich nur in Teichen fand, hielten sich in einem Gefäß mit stehendem Wasser den ganzen Winter hindurch, obwohl die Ernährungsbedingungen offenbar nicht günstiger waren als die in dem Aquarium. Vielleicht hat der Wasserwechsel den Tod der Tiere herbeigeführt.

Da der Transport der lebenden Nymphen wegen ihrer Empfindlichkeit sehr große Schwierigkeiten bereitet, wurden die Tiere in der Regel am Fangorte in 80%igem Alkohol abgetötet und in Alkohol oder schwacher Formollösung aufbewahrt. Das Absterben in Alkohol erfolgt auffallend rasch. Für die anatomische Untersuchung erwies sich diese

einfache Konservierungsmethode als vollständig ausreichend; aber auch für einige histologische Beobachtungen, zu denen im Gange der Untersuchung sich Gelegenheit bot, waren die so getöteten Tiere nicht unbrauchbar, zumal stets frisches Material verarbeitet wurde und ein näheres Eingehen auf die Histologie nicht zu erfolgen brauchte.

Die Untersuchungen wurden begonnen mit Beobachtungen des lebenden Objektes, um namentlich über die Bewegungsart der Tracheenkiemen Klarheit zu gewinnen.

Um die Skeletverhältnisse studieren zu können, wurde durch Macerieren in schwacher (15—20%iger) kalter Kalilauge von den in der Medianebene halbierten Tieren Chitinpräparate hergestellt. Dabei ist große Vorsicht geboten; namentlich ist Kochen in der Lauge zu vermeiden; auch unterlasse man tunlichst Schütteln oder Anfassen mit Pincetten usw.; die Objekte müssen nach Umständen bis zu vierzehn Tagen in der Lauge belassen werden. Nach sorgfältigem Auswaschen wurden die Chitinskelete gefärbt und in Kanadabalsam eingeschlossen, wobei das Deckglas derartig gestützt wurde, daß die Objekte ihre natürliche Form nicht veränderten. Derartige Präparate sind oft zur Untersuchung mit der binoculären Lupe vorzüglich geeignet. Vom Abdomen brauchbare Chitinskelete herzustellen, gelang mir nur bei Nymphen, da bei den Imagines wegen der großen Zartheit des Chitins das Abdomen stets collabiert, so daß eine Untersuchung nur sehr mangelhaft ausgeführt werden kann.

Für die Untersuchung der Muskulatur verwandte ich Halbpräparate des ganzen Objektes (Nymphe und Imago), die nach Anwendung von Färbmitteln in Kanadabalsam eingeschlossen wurden. Bei Nymphen erzielte ich damit keine besonders guten Resultate, da bei Entfernung des immer stark gefüllten Darmes und des Fettkörpers wegen Kleinheit der Objekte große Zerstörungen unvermeidlich sind. Männliche Imagines lieferten wenigstens vom Thorax zwar bessere Präparate, doch sind daran auch im besten Falle nur die größten Muskelzüge festzustellen. Daher wurde der Verlauf aller, auch der großen Muskeln, nach der Schnittmethode verfolgt. Für den Thorax sind dabei zu empfehlen Frontal- und Querschnitte, für das Abdomen außerdem Sagittalschnitte. Gute Schnitte zu erhalten ist nicht leicht, fast ausgeschlossen sind sie bei weiblichen Tieren, da die große Anzahl der harten Eier, welche bei der Imago und älteren Nymphen jeden Hohlraum des ganzen Körpers dicht ausfüllen, welche sogar zwischen die Muskeln des Thorax gedrängt werden, beim Mikrotomieren die größten Hindernisse verursachen. Auch machte ich die Erfahrung, daß in allen

Fällen Längsschnitte besser gelingen als Querschnitte. Endlich diene eine Rekonstruktion des Meso- und Metathorax in einem Plattenmodelle nach Frontalschnitten zur Prüfung von Einzelheiten und namentlich zur genauen Feststellung der Muskelansätze. Die verdickten Chitinplatten des Skeletes wurden auf der Kante der einzelnen Kartonplatten mit schwarzer Farbe hervorgehoben, während die Häute weiß blieben. Auf allen Platten wurden die entsprechenden Muskelschnitte eingezeichnet und durchgehend nummeriert. So erhält man nicht nur eine genaue Vorstellung von den Skeletverhältnissen, sondern kann auch, wenn man die einzelnen Platten nur mittelst eines gerade durchgehenden, kräftigen Drahtes in ihrer gegenseitigen Lage fixiert, an jeder Stelle des Modells die Anordnung der Muskulatur beobachten.

Als Färbemittel benutzte ich bei Ganzpräparaten für Chitin und Muskulatur Pikrinsäure, die allerdings dünnes und dickes Chitin ziemlich gleichmäßig färbt; ferner für Chitinpräparate Eosin und Triacidgemisch nach EHRlich, wovon namentlich letzteres unter Umständen gute Resultate liefert. Schnitte wurden gefärbt mit Hämatoxylin-Pikrinsäure, Hämatoxylin-Eosin und Triacidgemisch (EHRlich). Zur anatomischen Untersuchung ist mäßige Überfärbung der Schnitte eher ein Vorteil als ein Nachteil.

IV. Anatomische Untersuchung.

Bevor ich an die anatomische Untersuchung ging, suchte ich mich durch Beobachtung am lebenden Objekte über die Bewegungsweise der Tracheenkiemen zu unterrichten, da die Art und Weise derselben für die Beurteilung der Wirkungsweise ihrer Muskeln und ihres Gelenkes naturgemäß von Bedeutung ist. In der Literatur finden sich über die aktive Beweglichkeit nur wenige Angaben. Ich kam zu folgendem Ergebnis.

An der Larve bzw. Nymphe bemerkt man zweierlei Arten von Bewegungen: Schwimmbewegungen und Atembewegungen. Jene werden ausgeführt durch kräftiges Auf- und Abschlagen des Abdomens, das eine wirksame Unterstützung findet in dem Mitschwingen der langen Schwanzborsten. Die Tracheenkiemen spielen als Bewegungsorgane kaum eine Rolle, wie schon von GEGENBAUR (1878, S. 262), ADOLPH (1879, S. 15) und EATON (1888, S. 15) im Gegensatz zu andern (z. B. SCHILLER, 1890, S. 45) betont wird. Sie betätigen sich allerdings bei den frei lebenden Formen in ruhigem Wasser als eine Art Fallschirm; die Schwanzborsten funktionieren in gleicher Weise. Beim Schwimmen

überschlagen sich die Larven häufig. Bei den Atembewegungen hat man zweierlei zu unterscheiden, Bewegungen der Tracheenkiemen und Bewegungen des Enddarmes zwecks Wasseraufnahme; physiologisch ist die Darmatmung jedenfalls ebenso wichtig als die sonstige Sauerstoffaufnahme.

Die Kiemen werden durchaus nicht so bewegt wie ADOLPH (1879, S. 15) angibt, mit einem Ruck nach hinten, sondern sie werden periodisch von dem ruhenden oder sich fortbewegenden Tiere in schnellen, schwirrenden Schwingungen erhalten; eine Fortbewegung infolge dieser vibrierenden Tätigkeit der Kiemen habe ich niemals beobachtet. Das letzte Kiemenpaar (am siebenten Abdominalsegment) bleibt bei einigen Formen (*Cloëon*) in Ruhe, keineswegs gilt das jedoch von allen Gattungen, wie das aus der Darstellung von SCHILLER (1890, S. 45) hervorgehen könnte; ich fand Ruhe des letzten Kiemenpaares während der Bewegung der andern nur bei *Cloëon*. Es ist zu empfehlen, bei der Beobachtung der Nymphe die Beine abzuschneiden, damit sie sich ruhiger verhält. Legt man das Tier auf den Rücken, so kann man bei manchen Formen die Tätigkeit der Kiemenmuskeln direkt wahrnehmen, wenn auch eine Unterscheidung einzelner, bestimmter Muskelzüge nicht möglich ist.

Die Kiemen werden von der großen lateralen Längstrachee, welche jederseits den ganzen Körper durchzieht, mit einer starken Trachee versorgt. Diese zweigt an der Außenseite des Längsstammes fast rechtwinkelig ab, biegt nach einer kurzen Strecke in einem stumpfen, fast rechten Winkel nach hinten um und geht etwas dorsalwärts ansteigend in die Kieme (Textfig. 1). Bei jeder ventralwärts gerichteten Bewegung der Kieme erhält diese Trachee in dem stumpfen Knie eine deutliche, mehr oder weniger kräftige Biegung, so daß der von diesem Knie eingeschlossene Winkel sich verkleinert.

Die wichtigste Funktion der Kiemen ist offenbar, einen Strom frischen Wassers am Körper entlang zu führen (siehe auch LUBBOCK, 1866, S. 482), da jedenfalls auch Hautatmung stattfindet (vgl. DEWITZ, 1890); daneben dienen sie selbst als Respirationsorgane.

Auch die Schwanzborsten wirken wohl respiratorisch (ZIMMERMANN, 1880)¹.



Textfig. 1.

Schematische Ansicht der Kiemen-trachee von der Bauchseite. Vergr. etwa 10. Bei * die Biegungsstelle der Trachee; l Längstrachee.

¹ Bei Rückenlage fällt an der Nymphe bzw. Larve vor allem noch die Darmatmung auf (DEWITZ, 1890, S. 525 f.). Der Enddarm nimmt dabei durch

Das Chitinskelet der Ephemeriden.

Bevor ich nun zur Beschreibung der Muskulatur übergehen kann, erscheint es notwendig, dem Chitinskelete der Ephemeriden einige Aufmerksamkeit zu schenken, da nur bei einiger Kenntniss der Skeletverhältnisse eine topographische Beschreibung der Muskulatur möglich ist.

Die einzige Abbildung eines derartigen Skeletes, welche mir bekannt ist, stammt von BRAUER (1882). Sie bezieht sich auf Kopf, Thorax und erstes Abdominalsegment von *Ephemera vulgata*. Ich komme auf diese Abbildung unten noch zu sprechen.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung von Schnitten durch Nymphen und Imagines fällt ein Unterschied in der Beschaffenheit des Chitins von Nymphe und Imago ins Auge; während das Chitin bei der Nymphe oft eine ansehnliche Dicke erreicht, ist es bei der Imago zum größten Teile sehr dünn, nur einzelne Stücke des Thorax zeigen einen breiten Querschnitt, so daß sie schon mit schwachen Vergrößerungen von den Querschnitten des dünnen, häutigen Chitins zu unterscheiden sind; im Abdomen der Imagos ist dies manchmal nur mit stärkeren Objektiven (Winkel 7) sicher möglich.

Vergleicht man Kalipräparate von Nymphe und Imago miteinander, so fällt ein Weiteres auf. Obwohl die Verschmelzung der einzelnen Skeletplatten bei der Imago ziemlich weit vorgeschritten ist, sind doch die einzelnen Stücke gegen die Verbindungshäute scharf abgesetzt; namentlich gilt dies vom Thorax, insbesondere von den Teilen, welche die stigmentragenden Pleuren begrenzen. Bei der Nymphe dagegen sind die Grenzen der einzelnen Platten mehr oder weniger verwischt oder ganz verschwunden, auch im Thorax in der Umgebung der Stigmen. Auf Schnitten findet man auch an Stellen, welche bei der Imago dünne Häute zeigen, dickes Chitin, so u. a. gerade rings um die thoracalen Stigmen (Textfig. 2); es handelt sich dabei keineswegs um ein Peritrema; die ganze seitliche Thoraxwand ist gleichmäßig verdickt.

Dies unterschiedliche Verhalten des Chitins bei Nymphe und Imago

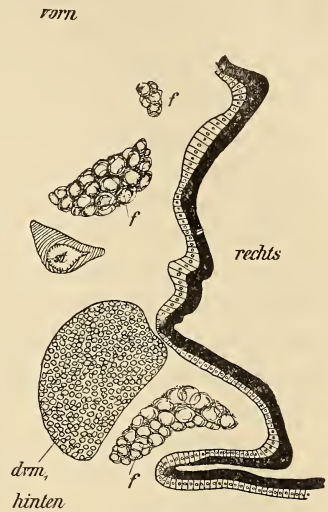
schluckende Bewegungen des Afters Wasser in oft bedeutenden Mengen auf. Diese Wasseraufnahme erfolgt nicht in regelmäßigen Intervallen, sondern mit größeren oder kleineren Pausen; der Umfang des Abdomens ändert sich bei der Bewegung nicht; wichtig für diese ist offenbar die Muskulatur der beiden letzten Segmente. Neuaufnahme von Wasser kann eintreten, ohne daß in der unter Umständen mehrere Minuten langen Ruhepause ein Ausstoßen von Wasser zu beobachten ist. Das Entleeren von Wasser erfolgt ruckweise.

ist ein Beleg für die kinetische Natur der Gliederung des Insektenskeletes, denn es zeigt sich hier, daß, sobald eine gewisse Bewegungslosigkeit eintritt (die Nymphe hat im Thorax keine Atembewegungen und vor allem keine Flugbewegungen), die scharfe Gliederung sich verwischt. In der unten folgenden Beschreibung des Chitinskeletes werden sich darauf bezügliche Tatsachen mehrfach finden.

Bemerkenswert erscheint auch das Verhalten des Chitins gegenüber verschiedenen Farbstoffen. Im allgemeinen zeigt es sich, daß das Chitin der Larve besser zu färben ist als das der Imago. In Kalipräparaten sind die Färbungen einigermaßen haltbar nur bei Nymphen, während sie bei Imagines oft schon einige Stunden nach Einschluß in Kanadabalsam verschwunden sind. Das zeigte sich besonders bei Färbungen mit Eosin, aber auch mit Triacidgemisch. Letzteres färbt bei Nymphen die Chitinplatten gelb bis rot, die Häute nur schwach; in ein und derselben Chitinplatte treten öfters verschiedene Farbtöne auf. Bei der Imago sind Färbungen zur Unterscheidung von Platten und Häuten oft unzuverlässig.

Auf Schnitten lassen sich im Chitin der Nymphe von *Ephemerella* sp.

nach Färbung mit Hämatoxylin-Pikrinsäure folgende Differenzierungen unterscheiden. Die Chitinplatten zeigen drei Schichten; die schwächste derselben ist eine sehr dünne Oberflächenschicht, die als eine schwärzliche oder dunkle Linie erscheint; unter dieser folgt eine gelbe Schicht von größerem Querschnitt, deren Dicke in einzelnen Skeletstücken verschieden ist; als unterste Schicht, welche der Hypodermis unmittelbar aufliegt, findet sich ein bläulich gefärbter Teil, der hauptsächlich die Dicke der ganzen Platte bedingt. An der Ansatzstelle der Häute hört die gelbe Schicht auf, und die fast ungefärbten Häute (zuweilen schwach blau-grau) stellen sich dar als Fortsetzung der blauen Schicht, zuweilen anscheinend mit der aufs äußerste verdünnten Oberflächenschicht. In andern Fällen erscheinen einzelne Chitinplatten rein gelb. Dasselbe



Textfig. 2.

Teil eines Frontalschnittes durch die Nymphe von *Ephemerella* sp.; rechte Hälfte, gerade unterhalb des Prothoraxstigmas; Vergr. 100. *f*, Fettkörper; *st*, Anfangstrachee des Stigmas; *dm₁*, vorderer Dorsoventralmuskel des Mesothorax (E65, atypisch).

Verhalten zeigt sich bei Färbung mit Hämatoxylin-Eosin, nur sind die gelben Töne durch rote ersetzt. Bei der Nymphe von *Ecdyurus* war eine solche Differenzierung nicht nachzuweisen. Schnitte durch die Imago von *Ephemerella* sp. zeigen ein ganz andres Verhalten; entweder sind die Chitinplatten bzw. ihre Querschnitte fast ungefärbt oder zum Teil rötlich, zum Teil fast oder ganz ungefärbt, oft in derselben Platte beides. Eine Unterscheidung mehrerer Schichten ist nicht mehr möglich. Das Gleiche gilt von andern Gattungen. Die Häute sind in der Regel sehr schwach bläulich gefärbt.

Das geschilderte Verhalten zeigt, daß ein großer Unterschied besteht zwischen jungem bzw. werdendem Chitin, das über kurz oder lang gewechselt wird (Nymphe) und altem Chitin (Imago), das keinen Ersatz durch Häutung mehr findet.

Nachdem so der allgemeine Unterschied zwischen nymphalem und imaginalem Skelet festgelegt ist, kommen wir zur Betrachtung der Einzelheiten. Hierbei sind besonders berücksichtigt zwei Gattungen: *Centroptilum* und *Ephemerella*. Für ihre Wahl waren besonders maßgebend Erwägungen, die sich aus der Verschiedenheit ihrer Muskulatur ergaben.

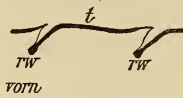
Das Abdominalskelet der Nymphe von *Centroptilum* zeigt nicht viel Besonderes. Die einzelnen Segmente gleichen einander durchaus, soweit nicht durch spezifische Funktionen besondere Differenzierungen eingetreten sind. Es sind — wie allgemein bei Ephemeren — zehn Segmente vorhanden; das zehnte hat als Träger der Schwanzborsten besondere Umgestaltungen erfahren, welche jedoch für vorliegende Arbeit von keinem Interesse sind; das achte und neunte sind kiemenlos, während das siebente bis erste jederseits je eine blattförmige Tracheenkieme trägt. Das erste Segment ist stark verkürzt, was wohl auf die Tendenz, das Abdomen fest mit dem Thorax zu verbinden, zurückzuführen ist. Im Querschnitt erscheint das Abdomen in dorso-ventraler Richtung etwas zusammengedrückt. Drei besondere Teile, Sternit, Pleuren, Tergit, in jedem Segment zu unterscheiden ist nicht möglich. Sternum und Notum haben vielmehr eine solche Ausdehnung angenommen, daß sie unmittelbar ineinander übergehen, eine Verbindungshaut also vollständig geschwunden ist. Physiologisch ist das so zu erklären, daß einerseits weichhäutige Pleuren wegen Fehlens der Abdominalstigmen überflüssig erscheinen, anderseits die Basis der Tracheenkiemen nach fester Stütze verlangt, die in dem Ersatz der Pleuren durch die vollständig geschlossene, feste Ringbildung des Segmentes erreicht wird. Der in das voraufgehende Segment ein-

geschobene Vorderrand der Abdominalsegmente zeigt an der vordersten Kante eine ins Innere vorspringende schwächere oder stärkere Verdickung, welche als »Randwulst« ringsum geht (Textfig. 3). Zwischen dem ersten Segment und dem Metathorax ist die Intersegmentalhaut durch dickeres Chitin ersetzt, so daß dadurch eine feste Verbindung des Abdomens mit dem Thorax erzielt wird, welche vor allem einem kräftigen Auf- und Abschlagen der übrigen Abdominalsegmente zur Basis dient. Wie schon gesagt wurde, besitzt *Centroptilum* sieben Paar blattförmige Kiemen (Näheres über Gestalt usw. derselben, besonders Abbildungen siehe EATON, 1888). Dieselben sind am Hinterrande der betreffenden Segmente seitlich-dorsal angeheftet, dort, wo die sonst kräftig nach oben gewölbte tergale Fläche vor ihrem Übergang in die ventrale sanft nach unten ausgeschweift erscheint. Sie stehen also nicht an dem Hinterwinkel des Segmentes, an der Kante, in welcher die dorsale Fläche spitzwinkelig in die ventrale übergeht, sondern etwas dorsalwärts gerückt. In der Ruhelage zeigen sie mit der Spitze schräg aufwärts nach hinten und außen, so daß sie zu einem großen Teile über die Seitencontur des Abdomens hervorstehen. Hier sei darauf hingewiesen, daß die Kiemen der abgetöteten Tiere fast stets diese Lage einnehmen. Die Basis der Tracheenkieme ist mit dem Segment durch Falten dünnen Chitins verbunden, welche seitlich und hinter bzw. unter der Kieme in die Intersegmentalhaut übergehen (Textfig. 4a). Vor dem vorderen Basalrand der Kieme liegt eine einfache, nach außen, d. h. oben convexe Falte, während unter dem hinteren Basalrande das Bestreben auftritt, eine mehr oder weniger deutliche Doppelfalte zu bilden.

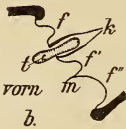
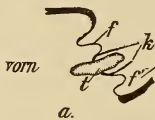
Das über *Centroptilum* Gesagte trifft im allgemeinen auch für *Ephemerella* zu. Das Abdomen ist noch stärker abgeplattet, namentlich auf der ventralen Fläche; das Chitin ist bedeutend dicker (Textfig. 5). An Tracheenkiemen besitzt *Ephemerella* fünf Paare in Form von Blättern mit blattförmigen Anhängseln auf ihrer Unterseite; die Kiemen sind am dritten bis siebenten Abdominalsegmente angeheftet. Ihre Basis ist noch weiter dorsalwärts gerückt als bei *Centroptilum*; in der Ruhelage treten die Kiemen nicht über die Seitenkante des Abdomens hervor; sie ragen schräg aufwärts nach hinten. Für ihre Anheftung gilt im übrigen das Gleiche wie bei *Centroptilum*; die Falten vor und hinter ihrer Basis sind jedoch schärfer ausgeprägt. Der vordere Basalrand ist durch eine nach oben (dorsal) konvexe Chitinfalte, die in verschiedenem Grade ausgebildet ist, mit dem Hinterrande des Segmentes verbunden. An den hinteren Basalrand der Kieme setzen sich zwei ebenfalls nach

oben konvexe Falten aus dünnem Chitin an, deren hintere mit dem Vorderrande des folgenden Segmentes verwachsen ist (Textfig. 4 b); die Falten verstreichen seitlich in die Intersegmentalhaut.

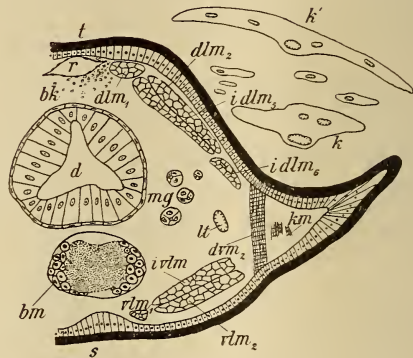
Über die Kiementrachee ist oben schon das Nötige gesagt. Von Stigmen ist noch nichts wahrzunehmen, wie bei keiner Gattung. Die Verbindung des Abdomens mit dem Thorax ist wie bei *Centroptilum*.



Textfig. 3.



Textfig. 4.



Textfig. 5.

Fig. 3. Schematisierter, medianer Sagittalschnitt durch das Abdomen von *Ephemerella* sp. nymph., um den »Randwulst« (rw) zu zeigen. t, Tergit; s, Sternit.

Fig. 4. Schematisierte Sagittalschnitte durch die Ansatzstelle der Tracheenkieme. a von *Centroptilum*, b von *Ephemerella*. k, Basis der Tracheenkieme; f, vordere; f', hintere Falten; t, Kiementrachee; m, Ansatzstelle des hinteren Kiemenmuskels (km_{23}).

Fig. 5. Rechte Hälfte eines Querschnittes durch das 6. Abdominalsegment von *Ephemerella* sp. nymph. Vergr. 100. t, Tergit; s, Sternit; k, Kieme des 5., k', Kieme des 4. Segmentes; u, Längstrachee; r, Dorsalgefäß; bk, Blutkörperchen; d, Darm; mg, MALPIGHIsche Gefäße; bm, Bauchmark; km, Kiemenmuskeln; dm_2 , mittlerer Dorsoventralmuskel (E15); dlm_1 , innerer (E95), dlm_2 , mittlerer (E96) einfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel; $idlm_{5,6}$, mehrfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel des 5. bzw. 6. Segmentes (E120—121); vlm_1 , innerer (E128), vlm_2 , mittlerer (E129) einfach intersegmentaler Längsmuskel der Ventralseite; $ivlm$, vielfach intersegmentaler ventraler Längsmuskel (E145).

Das nymphale Thoracalskelet zeigt die schon erwähnte Erscheinung, daß wie im Abdomen die Grenze einzelner Skeletstücke mehr oder weniger verwischt ist. Dem Abdomen gegenüber fällt besonders eins auf, nämlich das Vorhandensein von Stigmen. Jederseits befindet sich in der unteren Hinterecke des Pro- und Mesothorax je ein deutliches großes Stigma. Diese larvalen Stigmen sind sowohl auf Schnitten als auch auf Kalipräparaten des ganzen Skeletes unschwer zu erkennen (Textfig. 6). Sie sind nicht durch Verwachsung

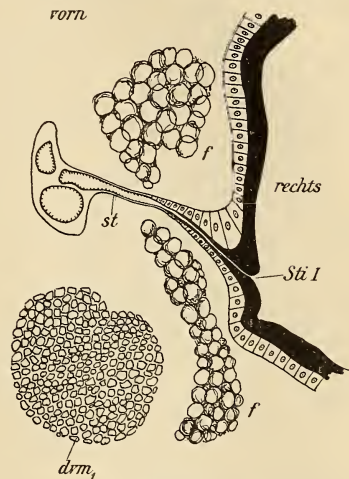
ihrer Ränder, sondern nur mechanisch geschlossen; in Ganzpräparaten zeigen sie oft einen deutlich klaffenden Spalt. Die Anfangstrachee besitzt in ihrer ganzen Erstreckung ein ziemlich weites Lumen. Das Gesagte gilt für alle von mir untersuchte Formen, doch sind bei einigen, z. B. *Oligoneuria*, die Stigmen schwer zu sehen. Der Befund bestätigt also die von HAGEN (1881) und DEWITZ (1890) aus Versuchen mit lebenden Ephemeridenlarven gefolgerte Annahme, daß schon bei den Larven der Ephemeriden Thoracalstigmen vorhanden sind.

Schon sehr kleine Nymphen tragen am Meta- und Mesothorax die Flügelaussackungen. Dünnhäutiges Chitin findet sich fast nur in der Umgebung der Coxen. Meta- und Mesothorax sind fest miteinander verwachsen; dagegen findet sich dorsal zwischen Meso- und Prothorax eine Intersegmentalhaut. Bei einigen Formen besitzt der Thorax ventrale büschelförmige Kiemen (*Oligoneuria*), welche in ihrem Aussehen an Kiemen der Perlidenlarven erinnern.

Das Chitinskelet der Imago wurde eingehender untersucht bei *Centroptilum luteolum*, *Ephemerella ignita* und *Ephemera danica*. Bei den verschiedenen Gattungen stellte sich große Übereinstimmung heraus; Unterschiede sind gegeben in der etwas ungleichen Formgestaltung einzelner Stücke. Im allgemeinen sind die Skelete äußerst zart, besonders im Abdomen.

Im Gegensatz zur Nympe ist festzustellen, daß im Abdomen Sternit, Pleuren und Tergit deutlich in jedem Segment gesondert sind mit Ausnahme des zehnten, das als Träger der Schwanzborsten umgestaltet ist. Sternit und Tergit werden von dünnen Platten gebildet, welche weit seitwärts ausgedehnt sind, so daß die Pleure nur schmal bleibt; diese ist nach unten verschoben, da das Tergit eine größere Ausbildung aufweist als das Sternit (Textfig. 7).

Eine Verwachsung des ersten Abdominalsegmentes mit dem Meta-



Textfig. 6.

Teil der rechten Hälfte eines Frontalschnittes durch den Thorax von *Ephemerella* sp. nymph. Vergr. 190. Der Schnitt liegt nahe über dem der Fig. 2. *Sti I*, Stigma des Prothorax; *st*, Anfangstrachee des Stigmas; *f*, Fettkörper; *dm1*, vorderer Dorsoventralmuskel des Mesothorax (E 65, atypisch).

thorax ist nur noch teilweise vorhanden, da ventral eine Intersegmentalhaut eingeschoben ist. Der Querschnitt des Abdomens ist nicht mehr so stark zusammengedrückt wie bei der Nymphe, sondern in dorsoventraler Richtung bedeutend höher geworden; das erste Segment ist kürzer als die übrigen. Reste der Tracheenkiemen sind auch auf Schnitten nicht mehr nachweisbar. Sie sind an der Basis ohne besondere



Textfig. 7.

Rechte Hälfte eines Querschnitts durch das 8. Abdominalsegm. von *Ephemerella ignita* ♂ imag. Vergr. 100. *t*, Tergit; *pl*, Pleure; *s*, Sternit; *u*, Längstrachee; *d*, Darm; *h*, Hoden; *vd*, Vas deferens der rechten Seite; *mg*, MALPIGHISCHE Gefäße; *bm*, Bauchmark; *dvm*₂, mittlerer Dorsoventralmuskel (E 2); *idvm*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel (E 3); *dvm*₁, innerer (E 89), *dvm*₂, mittlerer einfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel (E 90); *idlm*₇, mehrfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel (E 122) des 7. Segmentes; *vlm*₁, innerer (E 123), *vlm*₂, äußerer einfach intersegmentaler Muskel (E 124) der Ventralseite; *ivlm*, vielfach intersegmentaler, ventraler Längsmuskel (E 145).

Komplizierung der Wunde einfach abgefallen; keineswegs stehen aber die Stigmen an Stelle der Kiemen, wie schon PALMÉN (1877) richtig betont hat. Der von der Längstrachee zur Kieme führende Tracheenast ist in seinem distalen Ende collabiert; an seinem proximalen Ende zeigt die Längstrachee noch eine längere oder kürzere Aussackung. Die Stigmen sind im allgemeinen sehr eng. Eine Ausnahme davon bildet das letzte Abdominalstigma (bei *Ephemerella* im achten Segment), welches eine verhältnismäßig weite Öffnung und eine kurze, großlumige Anfangstrachee besitzt. Die Stigmen liegen vor der Mitte des Segmentes. Die Zahl der Stigmen (einschließlich zweier Thoraxstigmen), welche nicht leicht zu bestimmen ist (HUXLEY, 1877, S. 435 hat nur zwei Paar gefunden), wird von PALMÉN (1877) für *Ephemerella* auf zehn Paar angegeben; ich fand bei *Ephemerella* nur neun, da hier das erste Abdominalsegment stig-

menlos ist. Die physiologische Bedeutung der Abdominalstigmen ist wohl gering, woraus sich ihre mangelhafte Ausbildung unschwer erklärt; das letzte Stigma bildet auch hierin eine Ausnahme (Textfig. 8) (vgl. unten).

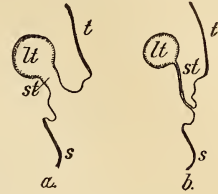
Abgesehen davon, daß, wie die Ausbildung der Stigmen anzeigt, das Atmungsbedürfnis der geschlechtsreifen Ephemeride bedeutend zurückgegangen ist (vgl. Atemeinrichtungen der Nymphen), halte ich es

bei einer weiblichen Imago für ausgeschlossen, daß die Abdominalstigmata wirksam in Tätigkeit treten können; denn, wie schon einmal hervorgehoben wurde, füllen die Eier alle zugänglichen Hohlräume namentlich des Abdomens dermaßen an, daß eine für kräftige Atmung ausreichende Kontraktion des Abdomens unmöglich gemacht sein dürfte.

Der Thorax der Ephemeriden weist einen Bau auf, der in seiner Organisation als ziemlich hochstehend bezeichnet werden muß: In weitestem Umfange sind Verwachsungen und Verschmelzungen eingetreten, besonders im Metathorax, so daß es vielleicht zweckmäßig erscheint, von der bisher innegehaltenen Reihenfolge der Beschreibung ausnahmsweise abzuweichen und zunächst den Mesothorax zu betrachten.

Da der Prothorax für die vorliegende Abhandlung von keiner Bedeutung ist, wurde ihm im einzelnen keine Beachtung mehr geschenkt.

Der Thorax ist in seiner Ausdehnung bedeutend höher als breit; besonders bei den kleineren Formen sticht er mächtig ab gegen das schwächlich aussehende Abdomen, das nur noch den Zweck hat, die Fortpflanzungsorgane zu bergen. Entsprechend der Ausgestaltung der Flügel ist der Mesothorax am stärksten ausgebildet. Vorn geht er allmählich in den Prothorax über, während sein Dorsalteil steil über den Metathorax emporragt. Auch in der Längenausdehnung steht der Mesothorax unter den drei Brustsegmenten an erster Stelle. Meso- und Metathorax sind fest miteinander verwachsen, stellenweise ist auch der Prothorax fest mit dem Mesothorax verbunden. Stigmen sind am Thorax zwei vorhanden; sie sind sehr groß ausgebildet und leicht an Kalipräparaten zu finden, und zwar liegen sie am Hinterrande des Pro- bzw. Mesothorax in dem Stück der betreffenden Intersegmentalhaut, das durch die weitgehende feste Verwachsung des Thorax und seiner Teile nicht verdrängt ist. (Über die Stellung der Stigmen am Hinterrande der Segmente vergleiche REINHARD, 1865.) Das Mesothorax-Stigma bildet den Anfang der lateralen Haupttrachee, so daß von hier aus ein Luftstrom bis zum Stigma im achten Abdominalsegment gehen kann, das ja auch gut ausgebildet ist. Das Tracheensystem funktioniert, da die mittleren, abdominalen Stigmen wenig entwickelt sind, etwa in analoger Weise, wie RATHKE (1860, S. 136) es für Raupen feststellte, welche hauptsächlich durch die vordersten

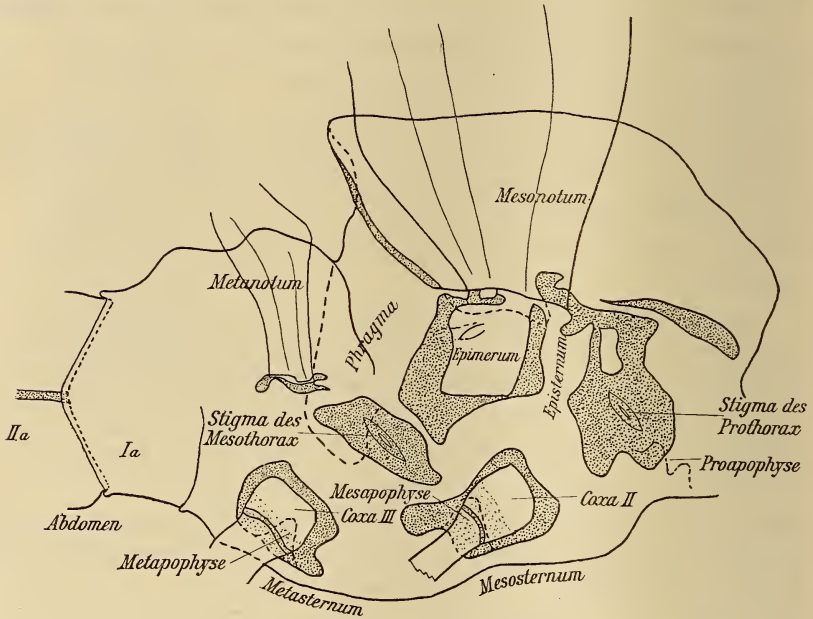


Textfig. 8.

Querschnitt durch das rechte Stigma des achten (a) und siebenten (b) Abdominalsegmentes von *Ephemerella ignita* bei gleicher Vergrößerung. t, Tergit; s, Sternit; lt, Längstrachee; st, Anfangstrachee des Stigmas.

und hintersten Stigmen atmen. Ähnliche Ausbildungsverhältnisse der Stigmen liegen auch bei *Gryllus domesticus* vor, wie aus Voss' Angaben (1905, Taf. XV Fig. 1) hervorgeht.

Meso- und Metathorax von *Centroptilum luteolum* (Textfig. 9).



Textfig. 9.

Rechte Hälfte des Skeletes von Meso- und Metathorax von *Centroptilum luteolum* nach einem Plattenmodell. Die häutigen Teile sind punktiert. Die Bezeichnungen ergeben sich aus der Figur.

Die drei Sternite der thoracalen Segmente sind fest miteinander verwachsen und bilden so einen langen Balken.

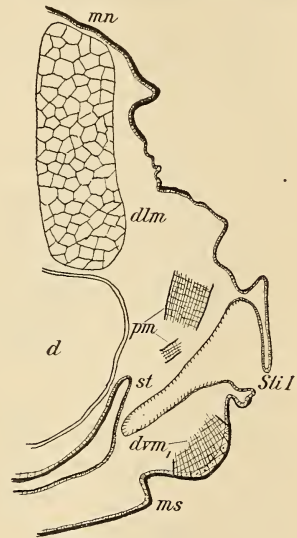
Das Mesosternum biegt sich seitlich ziemlich hoch hinauf; infolgedessen ist auch die Coxa stark seitlich eingelenkt. Die Erstreckung des Mesosternum wird bestimmt durch die Stellung der Apophysen. Ganz am Hinterrande des Prosternum findet sich die paarige Proapophyse; dieselbe besteht jederseits in einer von dem seitlich aufgebogenen Hinterrande des Prosternum gegen die Medianlinie auf einer Intersegmentalfalte verlaufenden Leiste, welche ihrerseits zwei nach oben ausgezogene Zapfen trägt, einen inneren an ihrem Ende, der Medianlinie zugewandt, und einen äußeren, der sich zwischen diesem und der Ursprungsstelle der Leiste erhebt; der innere ist der kräftigere. Innen von der Mesocoxa erhebt sich die paarige Mesapophyse; sie

besteht aus einem kegelförmigen Zapfen, der etwas schräg nach innen emporsteigt. Sie befindet sich nicht ganz am Hinterrande des Mesosternum, sondern ist anscheinend ein wenig nach vorn gerückt, wie man aus einer von ihrer hohlen Basis schräg nach hinten und außen verstreichenden Falte schließen kann. Außen neben der Mesapophyse, und zwar mehr vor derselben als hinter ihr, befindet sich das Coxalgelenk. Dasselbe weist gar keine Complicationen auf. Die rund-ovale Coxa ragt etwas mit ihrem proximalen Ende in das Innere des Segmentes hinein, umgeben von einer ringsum weit ausgedehnten Gelenkhaut. Am Vorderende tritt der seitlich aufgebogene Rand des Mesosternum schräg nach hinten zurück, um dem mit seinem oberen Teile weit zurückreichenden Prothorax Platz zu machen.

Hier setzt etwas schräg über der Coxa das Episternum des Mesothorax an. Es ist mit dem Mesosternum fest verbunden und geht als mäßig breite Leiste empor bis unter den vordersten Teil des Flügelgelenkes. In der Erstreckung des Mesepisternum ist die Intersegmentalhaut zwischen Pro- und Mesothorax erhalten geblieben; in ihr befindet sich das große Prothoraxstigma (Textfig. 10). Über diesem Stigma liegt eine kleine länglich-viereckige Chitinplatte, welche prothoracalen Muskeln zum Ansatz dient.

Geradlinig über der Mesocoxa findet sich das Epimerum. Es ist von fast quadratischer Form und sendet von seinem oberen Teile aus eine zapfenförmige Einfaltung in das Innere des Segmentes.

Zwischen seiner Vorderkante und der Hinterkante des Episternum befindet sich dünne Haut; seine untere Vorderecke stützt sich auf die hier hoch hinaufgehende sternale Skelettbildung, seine obere lehnt sich an die obere Ecke des Mesepisternum an; seine obere Kante stützt den hinteren und mittleren Teil des Flügelgelenkes. An seiner Hinterkante und zum Teil auch an der unteren Kante beginnt eine ziemlich weit ausgedehnte Chitinhaut, welche in ihrem oberen Teile an das eigen-

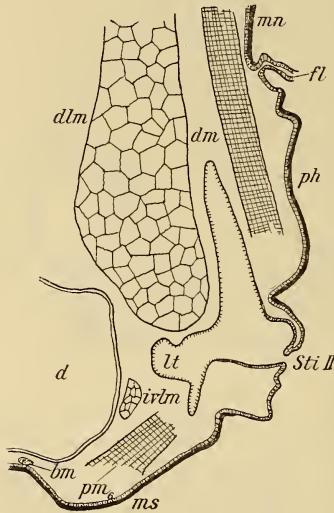


Textfig. 10.

Querschnitt durch den Thorax von *Ephemera ignita* imag. im Bereich des Prothoraxstigmas; rechte Hälfte. Vergr. 80. *mn*, Mesonotum; *ms*, Mesosternum; *Sti I*, Stigma des Prothorax; *d*, Darm, *dvm*₁, vorderer Dorsoventralmuskel des Mesothorax (F 65); *dlm*, dorsaler Längsmuskel des Mesothorax (E 114); *pm*, Pleuralmuskeln des Prothorax; *st*, Anfangstrachee.

tümlich ausgebildete Phragma zwischen Meso- und Metathorax geht. Das Stigma des Mesothorax ist wie das des Prothorax weit nach hinten verschoben in den Rest der Intersegmentalhäut. Diese wird von der zuletzt erwähnten, das Epimer umgebenden Haut vorn durch eine schmale, aber dicke Chitinleiste abgetrennt, welche vom untersten Teile des genannten Phragmas schräg nach vorn zum oberen Rande der mesosternalen Skelettbildung verläuft, so daß die Stigmenhaut in einen Rahmen eingespannt ist, der gebildet wird von der genannten Leiste, Teilen des Meso- und Metasternum und dem Phragma (Textfig. 11).

Das Mesonotum hat eine mächtige Ausbildung erfahren. Es hat etwa die Form eines mit dem Kiel nach oben gekehrten Bootes und ragt wie ein Dach über die Höhe des Flügelansatzes empor. Seine Längenausdehnung ist erheblich. Der vordere Teil greift weit auf den stigmentragenden Teil des Prothorax über; er zeigt eine mäßige Phragma-bildung und ist vorn und stellenweise seitlich mit dem Prothorax verwachsen. Die vordere Segmentgrenze des Mesothorax bildet eine stark nach hinten um das Prothoraxstigma geschweifte Linie. Die untere Seitenkante des Mesonotum ist ziemlich gerade, in der Erstreckung des Flügelansatzes sendet sie innen von der oberen Kante des Episternum-Epimerum eine Falte nicht sehr weit in das Innere des Segmentes. Zwischen dieser Falte und Episternum-Epimerum setzt der Flügel an. Die etwas schräg aufsteigende Hinterkante des Mesonotum wird mit dem eigenartig ausgedehnten Vorderteil des nachfolgenden Phragmas durch eine schmale Hautfalte größtenteils beweglich verbunden, nur der oberste, mittelste Teil ist mit dem Metathorax fest verwachsen.



Textfig. 11.

Teil eines Querschnitts durch die rechte Hälfte des Thorax von *Ephemera ignita* imag. im Bereich des mesothoracalen Stigmas. Vergr. 80. *mn*, Mesonotum; *fl*, Flügel; *ph*, exoskeletaler Phragmenteil; *ms*, Mesosternum; *Sti II*, Stigma des Mesothorax; *lt*, Anfang der lateralen Längstrachee; *d*, Darm; *bm*, Bauchmark; *pm*, sternalpleuraler, epimeraler Flugmuskel (E 75); *dm*, Dorsalmuskel (E 88); *dlm*, dorsaler Längsmuskel des Mesothorax (E 114); *ivlm*, vielfach intersegmentaler Längsmuskel (E 145).

beweglich verbunden, nur der oberste, mittelste Teil ist mit dem Metathorax fest verwachsen.

Der Metathorax bietet eine eigentümliche Erscheinung darin,

daß alle Teile miteinander zur vollständig geschlossenen Ringbildung verschmolzen sind.

Das Metasternum hat sein Vorderende kurz hinter der Mesapophyse, wie schon oben angegeben wurde; seine hintere Grenze ist bezeichnet durch eine Intersegmentalhäut, welche das Metasternum mit dem Sternit des ersten Abdominalsegmentes verbindet. Über die Einfügung und Gelenkbildung der Coxa gilt das über diese Verhältnisse im Mesothorax Gesagte. Innen vom Coxalgelenk, etwas nach hinten gerückt, erhebt sich die paarige Metapophyse, welche in ihrer Gestalt der Mesapophyse durchaus gleicht, nur ist sie etwas kleiner. Sie ist vom Hinterrande des zugehörigen Sternum bedeutend weiter entfernt als die Mesapophyse.

Ein deutlich gesondertes Metepisternum und Metepimerum sind nicht mehr vorhanden. Dünne Häute finden sich nur noch im Coxal- und Flügelgelenk. Man kann daher nur noch von einer episternalen Region sprechen als dem vordersten pleuralen Teil im Segmente, der dem vorderen Teil des Flügelgelenkes zur Stütze dient; nach vorn ist diese Region scharf begrenzt durch die Stigmenhäut des Mesothorax. Dementsprechend ist die Region unter der hinteren Hälfte des Flügelgelenkes als epimeral zu bezeichnen.

Das Metanotum ist gut ausgebildet; es stellt ein spitzbogiges Gewölbe dar, das allmählich in das erste abdominale Tergit übergeht. Außerhalb des Flügelansatzes ist es fest mit den übrigen Skeletstücken verbunden; in der Region des Flügelansatzes sendet seine untere Kante einen schwachen Fortsatz in das Innere, entsprechend dem Verhalten des Mesonotum. Am auffallendsten ist im Metathorax die Bildung des Phragmas am vorderen, dorsalen Ende. An diesem Phragma sind zwei Teile zu unterscheiden: ein endo- und ein exoskeletaler, beide paarig; jene beiden Bestandteile nicht miteinander verbunden, sondern in der Medianebene eine spaltförmige Lücke lassend, diese beiden in der dorsalen Medianlinie verschmolzen. Der jederseitige endoskeletale Bestandteil ist eine beiderseits tief in das Innere vorspringende Falte an der vorderen Grenze des Metanotum in deren ganzer Erstreckung. Diese Falte ist mit Ausnahme eines kleinen Teiles ihrer innersten Kante nicht solide geworden, sondern besteht aus zwei vollständig getrennten Blättern; das hintere derselben ist nichts anderes als der stark nach innen und unten umgebogene Vorderrand des Metanotum; an der innersten Kante biegt dieses hintere Blatt nach oben um in das vordere. Dies letztere hat nun eine eigentümliche Erweiterung dahin erfahren, daß seine freie Kante sich ausgedehnt hat

zu dem exoskeletalen Teil des Phragmas, der den hoch aufragenden Mesothorax hinten wie mit einer Wand verschließt und auch seitlich am Thorax sich vordrängend vor dem Metanotum einen ansehnlichen Teil des Skeletes ausmacht, der weit über das Mesothoraxstigma vortragt. Dadurch wird die Grenzlinie zwischen Meso- und Metathorax im Zick-Zack gebogen. Die Verbindung des exoskeletalen Teiles des Phragmas mit dem Mesothorax wurde bereits erörtert. Über die äußerliche Lage eines Phragmateiles schreibt schon BRAUER (1882, S. 222): »Wie REINHARD ebenfalls bemerkt, gehört das Mesophragma der Dipteren nicht stets zum Endothorax, sondern es kann auch einen Teil des Hautskeletes bilden. Es ist tatsächlich einmal zum Teil äußerlich gelegen (Tipulariae).« Man vergleiche dazu REINHARD (1865, S. 208) und STREIFF (1906, Taf. IX Fig. 1). Die hier gegebene Abbildung bezieht sich auf den Thorax von *Sicus* ♀ und zeigt sehr schön die erwähnte Ausbildungsweise des Phragmas, das allerdings zum Mesothorax gerechnet ist. Die Muskulatur ist zur Beurteilung der Zugehörigkeit nicht herangezogen.

Ein Stigma ist im Metathorax nicht vorhanden. Wohl zum großen Teil aus dem Fehlen eines solchen ist die starre Verschmelzung der einzelnen Teile im Metathorax zu erklären.

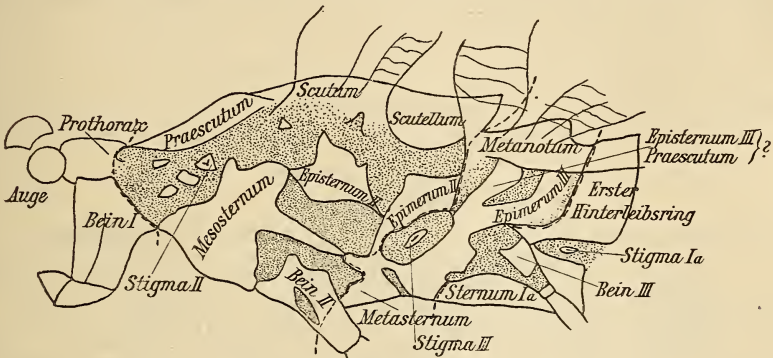
Die hier bei *Centroptilum* geschilderten Skeletverhältnisse finden sich, wie schon betont wurde, auch bei den andern Gattungen mit geringen Abweichungen. Für die Ausgestaltung des Skeletes ist allemal das physiologische Moment von Bedeutung, namentlich Muskelwirkung. Darauf komme ich unten zurück.

Wie bereits zu Beginn dieses Abschnittes erwähnt wurde, gibt BRAUER (1882, Taf. II Fig. 12) die Abbildung eines Ephemeriden-skeletes. Da diese wohl die einzige ist, welche veröffentlicht wurde, erscheint es angemessen, meine Ergebnisse mit der Figur BRAUERS zu vergleichen, zumal letztere etwas ungenau erscheint.

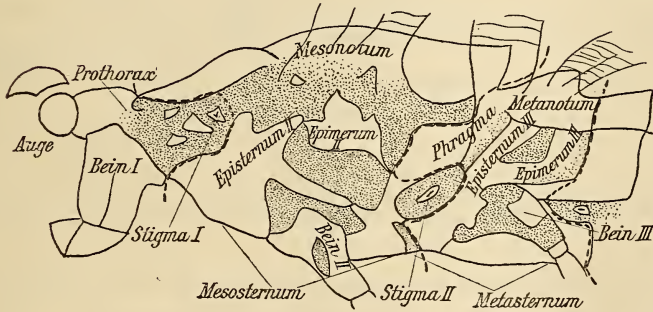
Die beiden beigegebenen Figuren (Textfig. 12 u. 13) werden den Unterschied der BRAUERSchen Bezeichnung der Skeletstücke und der Bezeichnung, wie ich sie oben angegeben habe, übersichtlich darlegen. Ein Hauptirrtum BRAUERS besteht in der falschen Festlegung der Segmentgrenzen; er verlegt die Stigmen an den Vorderrand der Segmente, während sie unzweifelhaft dem Hinterrande zuzuschreiben sind; so wird aus dem Mesothoraxstigma BRAUERS ein Prothoraxstigma, während sein Metathoraxstigma in den Mesothorax einbezogen werden muß.

Hierfür maßgebend sind die Arbeit REINHARDS (1865) und vor

alle folgenden Tatsachen. Das Mesepimerum BRAUERS ist unzweifelhaft ein exoskeletaler Bestandteil des Phragmas zwischen Meso- und Metathorax; das geht nicht nur aus seiner Continuität mit dem vorderen Blatte des Phragma hervor (siehe oben), sondern namentlich auch aus der Tatsache, daß an seinem oberen Teile die hintere Insertion



Textfig. 12.

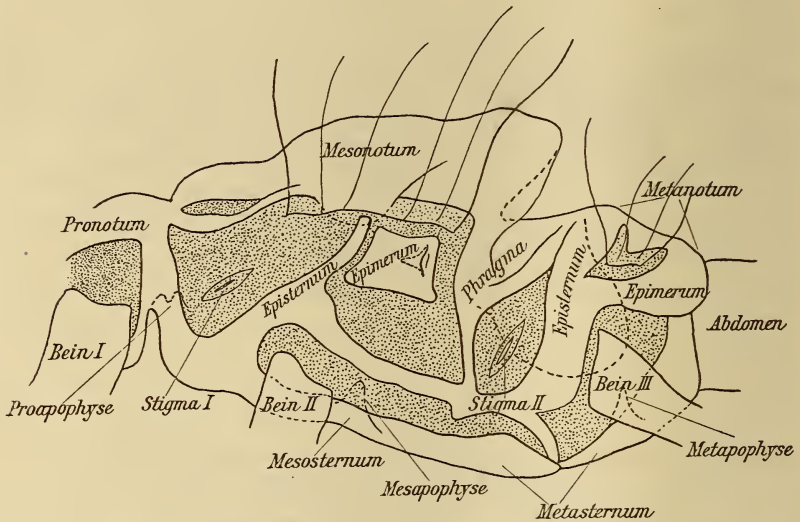


Textfig. 13.

Thoracalskelet von *Ephemera vulgata*; beide Figuren im Anschluß an BRAUER (1882); in Fig. 12 sind die Bezeichnungen BRAUERS, in Fig. 13 die Bezeichnungen nach meinen Befunden eingetragen. Häutige Stellen punktiert.

des (sicher intersegmentalen) dorsalen mesothoracalen Längsmuskels (siehe unten C 78, E 114) vorhanden ist. Daher ist das Skeletstück zum Metathorax zu rechnen und als erweiterte, nach außen vorgedrungene Phragmabildung aufzufassen. Die Figur BRAUERS ist hier insoweit falsch, als das besprochene Skeletstück nicht, wie die Zeichnung angibt, vom Metathorax durch eine Haut getrennt wird, sondern fest mit ihm verbunden ist. Ich verweise hier auf meine Abbildung des Thoracalskeletes von *Ephemera danica* (Textfig. 14). Endlich noch müßte es befremden, daß, wenn BRAUERS Auffassung richtig wäre,

an dem »Epimerum« kein einziger pleuraler Muskel inseriert. Auch ist der Ansatz des Flügels von BRAUER schlecht angegeben, so daß auch die Lagebeziehung seines »Epimerum« zum hinteren Teil des Flügelgelenkes unrichtig ist. Das wirkliche Epimerum des Mesothorax ist das »Episternum« BRAUERS. Das folgt aus der Lagebeziehung dieses Stückes zum Flügelansatz (unter dessen hinterem Teile) und



Textfig. 14.

Chitinskelet des Meso- und Metathorax von *Ephemera danica*. Die Bezeichnungen ergeben sich aus der Figur. Häufige Stellen punktiert.

zur hinteren Segmentgrenze (unmittelbar vor dieser), namentlich auch aus der wirklichen Lage des Episternum mesothoracis. Das Episternum ist der obere Teil von BRAUERS »Mesosternum«. Das zeigt seine Lage unter dem vorderen Bezirk des Flügelgelenkes; auch muß es stützig machen, daß, falls diese seitlich gelagerte Bildung als Sternum angesehen wird, eine auffallend große Zahl rein sternaler Beinmuskeln anzugeben sein würde, während nur ein sternalpleuraler Beinmuskel (C 63, E 71) vorhanden wäre. Das Mesosternum umfaßt in Wirklichkeit die vordere Hälfte des »Metasternum« BRAUERS und den unteren Teil seines »Mesosternum«, wie namentlich die Lage der Mesapophyse zeigt. Praescutum, Scutum und Scutellum entsprechen meinem Mesonotum, das durchaus einheitlich erscheint. Im Metathorax sind die Bezeichnungen BRAUERS richtig bis auf das schon erledigte Phragma und das Metasternum. Dieses wird gebildet von

»der Bauchplatte des ersten Hinterleibsringes« BRAUERS und dem hinteren Teile seines Metasternum. Dies geht hervor aus der Anordnung der Metapophyse und der ventral durchaus deutlichen Grenze von Thorax und Abdomen, sowie dem Verhalten der Längsmuskulatur (s. unten), da von der Metapophyse Muskeln an den proximalen Rand des Abdomens gehen.

Es muß überhaupt betont werden, daß für die Morphologie des Skeletes die Morphologie der Muskulatur die größte Rolle spielt, da bei der kinetischen Gliederung des Insektskeletes eine Differenzierung der Muskulatur eine solche des Skeletes nach sich zieht.

Die Muskulatur.

Der Einzelbeschreibung der Muskeln möchte ich einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

Die Untersuchung und Beschreibung der Muskulatur erfolgte in anal-oraler Richtung, um von den einfacheren, ursprünglicheren Verhältnissen des Abdomens auf die komplizierteren, stärker differenzierten des Thorax überzugehen, wie das ja schon bei Schilderung der Skeletverhältnisse gehandhabt wurde.

Abgesehen von den speziellen Muskeln einiger, hier nicht zu betrachtender Organe, z. B. des Rückengefäßes, des Geschlechtsapparates, kann man die abdominale und thoracale Muskulatur der Ephemeriden wie bei andern Insekten (vgl. Voss, 1905, S. 365) in gewisse Kategorien einteilen, nämlich Dorsoventralmuskeln, welche Tergit und Sternit verbinden; Pleuralmuskeln, welche mit dem einen Ende an pleuralen Skeletstücken, mit dem andern entweder am Sternum (sternalpleural) oder am Tergit (tergalpleural) inserieren; Sternalmuskeln, welche nur sternalen Bestandteilen des Skeletes angehören; sie sind hauptsächlich Beinmuskeln; Längsmuskeln, welche als dorsale und ventrale auftreten.

Die Kiemenmuskeln sind von einer der genannten Kategorien abzuleiten; wie und von welcher Kategorie wird sich erst unten ergeben; sie sind daher vorerst im anatomischen Abschnitte als selbständige Kategorie aufgeführt. Von den genannten Kategorien sind die Längsmuskeln ausschließlich intersegmental, und zwar entweder einfach, d. h. sie verbinden zwei unmittelbar hintereinander liegende Segmente, oder mehrfach intersegmental, d. h. sie ziehen sich durch mehrere Segmente hindurch. Die Dorsoventralmuskeln sind zum Teil intersegmental. In den andern Gruppen sind nur segmentale Muskeln vorhanden.

Zur einfachen Bezeichnung der Kategorien, habe ich nach dem zweckmäßigen Vorgange von Voss (1905) geeignete Abkürzungen benutzt, die namentlich bei Zusammenstellung in Tabellen, in Figuren usw. gute Dienste leisten. Für die einzelnen Muskeln suchte ich streng topographische Bezeichnungen durchzuführen. Ich hebe dabei ausdrücklich hervor, daß keineswegs von vornherein durch etwa vorkommende gleiche Bezeichnungen zugleich eine Homologie dieser Muskeln ausgedrückt werden soll, weder bei den Muskeln verschiedener Segmente desselben Tieres noch bei denen anderer Formen. Die Homologien der einzelnen Muskeln sind in jedem einzelnen Falle zu prüfen. Die Segmente bezeichne ich wie Voss (1905) mit römischen Ziffern (Thorax *I—III*, Abdomen *Ia—Xa*).

Über das Auftreten der einzelnen Kategorieen in den einzelnen Segmenten, sowie über ihre topographische Lagerung sei hier folgendes gesagt (näheres ergibt sich erst durch Beschreibung der einzelnen Muskeln):

In allen Segmenten vorhanden ist die Längsmuskulatur (*lm*); sie liegt median von allen andern Muskeln. Auch die Dorsoventralmuskeln (*dvm*) werden in sämtlichen Segmenten angetroffen; sie befinden sich unmittelbar außerhalb der Längsmuskeln. Sternalmuskeln (*sm*) kommen nur im Thorax vor, während naturgemäß die Kiemenmuskeln (*km*) nur im Abdomen auftreten. Letztere bilden die am weitesten lateralwärts liegende Kategorie im Abdomen. Auffallend ist die Erscheinung, daß Pleuralmuskeln (*pm*) nur im Thorax vorhanden sind, im Abdomen dagegen vollständig fehlen. Wie ich hier nochmals hervorhebe, werden dabei die Kiemenmuskeln vorläufig als eigene Kategorie aufgefaßt.

Die Reihenfolge der Beschreibung der einzelnen Kategorien wurde bestimmt durch ihre Bedeutung für das vorliegende Thema. Da die Längsmuskeln hierfür von keinem Werte sind, wurden sie nur bei einer Form etwas eingehender behandelt, während für Kiemen-, Dorsoventral- und Pleuralmuskeln mehrere Formen zum Vergleich herangezogen wurden. Auch die Sternalmuskeln spielen für den Hauptzweck der Abhandlung keine Rolle. Aus eben diesem Grunde wurden ganz unberücksichtigt gelassen die Muskeln hier nicht in Frage kommender Organe, wie die des Darmes, des Geschlechtsapparates, des Rückengefäßes, des neunten und zehnten Abdominalsegmentes, des Prothorax und des Kopfes.

Fast alle beschriebenen Muskeln sind paarig vorhanden; unpaarig ist nur je ein sternaler Muskel im Meta- und Mesothorax (C 53, 77; E 64, 86).

Bei der Untersuchung der einzelnen Muskeln fällt vor allem ihre eigentümlich lockere Beschaffenheit, ihr loser Bau aus einzelnen Faserbündeln auf; Ähnliches hebt Voss (1905, S. 501) für *Gryllus* hervor. Öfters wird der Eindruck hervorgerufen, als ob in der Muskulatur das Bestreben vorhanden sei, einzelne größere Muskeln in kleinere selbständige Bündel zu zerlegen; besonders ist dies der Fall bei der Längsmuskulatur des Abdomens, welche ja auch tatsächlich aus mehreren, sich kreuzenden Lagen besteht.

Im allgemeinen zeigen alle Muskeln typische Querstreifung, wenigstens bei der Imago und im Abdomen der Nymphe. Die Thoraxmuskulatur der Nymphe läßt dagegen ein auffallendes Verhalten erkennen. Neben sehr deutlich quergestreiften Muskeln finden sich solche, deren Querstreifung höchst undeutlich und oft nur äußerst schwer zu erkennen ist. Durch Contraction ist die Querstreifung nicht erloschen, da die gedachten Muskeln auch in sicherlich unkontrahiertem Zustande keine Querstreifung zeigen. Besonders in die Augen springt der Unterschied beider Muskelarten auf Schnitten, bei denen Doppelfärbungen angewandt wurden (Hämatoxylin-Eosin, Hämatoxylin-Pikrinsäure). Während die typischen Muskeln kräftig rot bzw. gelb gefärbt erscheinen, besitzen die andern — atypischen — Muskeln eine große Vorliebe für Hämatoxylin, so daß sie entweder stark blau gefärbt sind oder als Übergänge zu den typischen Muskeln eine blaurote bzw. bräunlich-orange Färbung aufweisen. Die Faserbündel der typischen Muskeln zeigen einen weit größeren Querschnitt als die der atypischen. Ich komme auf dieses doppelte Verhalten der nymphalen Thoraxmuskulatur unten noch einmal zu sprechen. Die atypischen Muskeln sind in der Einzelbeschreibung besonders bezeichnet. Der Faserverlauf in den einzelnen Muskeln ist im allgemeinen parallel, doch kommen auch Muskeln vor, deren Fasern nach einem Ende divergieren; letzteres Verhalten weisen besonders die Kiemenmuskeln auf. Beachtenswert erscheint die Ausbildung der Hypodermis an den Insertionsstellen der Muskeln. Sie zeigt dort eine streifige (»sehnige« Voss, 1905, S. 501) Beschaffenheit und geht scheinbar allmählich in den Muskel über; die »Streifen« entsprechen der Längsrichtung des Muskels und werden durch eine Streckung der Hypodermiszellen hervorgerufen. Sie finden sich auch noch in unmittelbarer Umgebung des Muskelansatzes.

Im Chitinskelet sind außer den Apophysen auf Muskelwirkung zurückzuführen der Epimerzapfen im Mesothorax, im Abdomen der erwähnte Randwulst am Vorderrande der Segmente und vor allem die eigentümliche Ausbildung des Phragmas zwischen Meta- und Meso-

thorax. Bildung einer Chitinsehne habe ich nur in einem einzigen Falle beobachtet. In der Regel inserieren die Muskeln mit breitem, flachem Ansatz auf der Fläche des Chitins, ohne diese bemerkenswert zu beeinflussen, mögen sie nun senkrecht oder schräg zur betreffenden Skeletplatte verlaufen.

Die Muskelansätze sind namentlich im Abdomen der Nymphe bzw. Larve (Dorsoventralmuskeln) im Chitin durch stärkere Pigmentierung ausgezeichnet; leider geht dies Merkmal durch Behandlung mit Kalilauge ganz oder doch zum größten Teile verloren, so daß man an derartig hergestellten Skeletpräparaten die Insertionspunkte der Muskulatur nicht bestimmen kann, wodurch die exakte Untersuchung sehr erschwert wird.

Die Dicke der Muskeln suchte ich in gegenseitigem Verhältnis durch Bemerkungen wie »kräftig, ziemlich stark, mäßig stark, schwach« zu charakterisieren. Genaue Messungen wurden nicht vorgenommen. Bei der Thoraxmuskulatur war ich außerdem bemüht, durch Aufstellung von sieben Größenklassen, welche mit D_1 bis D_7 bezeichnet sind, die Dicke der Muskeln genauer anzugeben und dadurch der Vorstellung von ihrem topographischen Verhalten und ihrer physiologischen Bedeutung zu Hilfe zu kommen.

In der Form der Muskeln lassen sich folgende Grundtypen unterscheiden:

1) Cylindrische Muskeln mit rundem oder ovalem Querschnitt; dazu gehören die meisten Dorsoventral- und Pleuralmuskeln, sowie die Sternal- und Längsmuskeln des Thorax; die Enden der Muskeln haben zuweilen etwas ungleiche Dicke.

2) Platte Muskeln mit langovalem Querschnitt; zu diesen sind zu rechnen die Längsmuskeln des Abdomens und dessen Dorsoventralmuskeln.

3) Kegelförmige Muskeln; hier sind vor allem anzuführen die Kiemenmuskeln.

Die physiologische Aufgabe der einzelnen Muskeln konnte nur nach ihren Insertionspunkten gedeutet werden, da eine Beobachtung der Muskeltätigkeit am lebenden Objekte fast ganz ausgeschlossen ist.

In den Figuren der Tafeln XXIV und XXV sind die bei der Nymphe atypischen Muskeln durch blaue Linien gekennzeichnet. Die punktierten Ansatzflächen geben die ungefähre Dicke der Muskeln in gegenseitigem Verhältnis an.

Einzelbeschreibung der Muskeln.

A. Abdominalmuskeln.

I. Centroptilum sp. nymph.

Achtes Abdominalsegment. *VIIIa*. Keine Tracheenkieme.

(Hierzu Taf. XXIV, Fig. 2 und Taf. XXVI, Fig. 1.)

I. Dorsoventralmuskeln.

1) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *VIIIa dvm₁*.

Dieser dünne, platte, schmale Muskel verbindet die vorderste Kante des Tergits *VIIIa* mit der des Sternits im gleichen Segmente. Die Insertionspunkte liegen sehr weit seitlich, so daß der Muskel sehr kurz ist. Durch seine Contraction wird der vordere Teil des Segmentes in den Randteilen etwas abgeplattet.

2) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *VIIIa dvm₂*.

Der platte, sehr breite Muskel inseriert am Tergit und Sternit in gerader Linie hinter *dvm₁* (1.). Er ist sehr stark in einzelne parallel laufende Bündel aufgelockert, die jedoch nicht etwa als selbständige Muskeln anzusehen sind. Als mittlerer Dorsoventralmuskel ist er bezeichnet, weil seine Insertionsstellen in sagittaler Erstreckung (parallel zur Längsachse) seitlich den mittleren Teil von Tergit und Sternit einnehmen. Seine Breite beträgt fast zwei Drittel der Segmentlänge. Die Funktion des Muskels ist für den mittleren (und hinteren) Teil des Segmentes die gleiche wie die von *dvm₁* (1.) für den vorderen.

3) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *VIIIa idvm*.

Derselbe verbindet den Vorderrand des Tergits *VIIIa* mit dem Vorderrand des Sternits *IXa*. Seine vordere, dorsale Ansatzstelle liegt hart außen neben dem dorsalen Ansatz von *dvm₁* (1.); der Muskel verläuft innen vom mittleren Dorsoventralmuskel (2.) nach hinten an die Vorderkante des Sternits *IXa*. Sein Querschnitt ist etwas größer als der von *dvm₁* (1.). Er funktioniert als Dreher des Segmentes *IXa*; bei gleichzeitiger Tätigkeit des linken und rechten Muskels wird das Segment *IXa* nach unten (ventralwärts) geschlagen.

Sämtliche Dorsoventralmuskeln, auch in den folgenden Segmenten, liegen außen von der großen lateralen Längstrachee.

II. Längsmuskeln.

Die Längsmuskeln sind für das vorliegende Thema von untergeordneter Bedeutung, da sie höchstens indirekt zur Kiemenbewegung beitragen können, keinesfalls aber als Bestandteile der Kiemenmuskulatur zu bezeichnen sind. Sie sind unabhängig von den Tracheenkiemen ausgebildet und dienen fast ausschließlich der Schwimmbewegung (Auf- und Abschlagen des Abdomens). Daher wurden sie (bei *Centroptilum*) nicht näher untersucht, weil sie ja für die Morphologie der Kiemenmuskeln nicht in Frage kommen. Um jedoch überhaupt ein Bild von der Längsmuskulatur der Ephemeren zu geben, ist unten bei *Ephemerella* eine Beschreibung derselben angefügt. Im Thorax von *Centroptilum* wurde sie ebenfalls berücksichtigt. Die Längsmuskeln enthalten einfach und mehrfach intersegmentale Gruppen, welche bei den verschiedenen Gattungen — wegen der gleichen Funktion — große Übereinstimmung zeigen.

Siebentes Abdominalsegment VIIa. Tracheenkieme vorhanden.

(Hierzu Taf. XXIV, Fig. 2 und Taf. XXVI, Fig. 1.)

I. Kiemenmuskeln.

4) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, äußerer Kiemenmuskel VIIa km_1 .

Dieser dünne Muskel liegt außen von allen andern Muskeln desselben Segmentes. Sein dorsaler, sehr spitzer Ansatz befindet sich am hinteren, d. h. unteren Basalrand der Tracheenkieme, gerade unter dem Eintritt der Trachee in diese; dicker werdend geht der Muskel nach unten und vorn mit leichter Neigung nach außen. Sein ventraler Ansatz befindet sich auf dem vorderen Drittel des Sternits in seinem seitlichsten Bezirk. Der Muskel wirkt als direkter Kiemensenker, indem er den hinteren (unteren) Basalrand der Tracheenkieme in das Segment hineinzieht.

5) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, innerer Kiemenmuskel VIIa km_2 .

Die Form dieses Muskels ist die gleiche wie von km_1 (4.); er ist etwas stärker. Sein oberer Ansatz liegt hart innen von dem Ansatz des vorgenannten Muskels, innen von der Kiementrachee an dem hinteren (unteren) Basalrand der Tracheenkieme. Er zieht dicker werdend innen von km_1 (4.) zum Sternit und inseriert auf dessen seitlicher Fläche innen neben km_1 (4.) im vorderen Drittel des Segmentes. Er ist ebenso wie der vorausgehende Muskel (4.) ein direkter Senker der Tracheenkieme.

II. Dorsoventralmuskeln.

6) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *VIIa dvm₁*.

Dieser Muskel entspricht dem vorderen Dorsoventralmuskel im achten Segmente, doch ist er stärker ausgebildet; er verbindet den Vorderrand des Tergits *VIIa* mit dem Vorderrand des Sternits *VIIa*. Er ist platt und ziemlich breit; er inseriert an dem einwärts gebogenen Vorderteil des Segmentes. Seine Tätigkeit plattet das Segment in dorsoventraler Richtung ab.

7) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *VIIa dvm₂*.

Der platte Muskel inseriert dorsal wie ventral geradlinig hinter *dvm₁* (6.); seine langgestreckter schmaler Querschnitt nimmt seitlich das mittlere Drittel der Segmentlänge ein. Seine Hinterkante läuft ein kleines Stück vor dem zur Längsachse des Abdomens quergestellten Teil der Kiementrachee nach unten. Die Funktion des Muskels gleicht der des ersten Dorsoventralmuskels (6.), doch ist sie natürlich kräftiger; inwieweit der Muskel für die Bewegung der Tracheenkieme in Frage kommt, siehe unten.

8) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *VIIa idvm*.

Die vordere, dorsale Insertion des mäßig starken Muskels befindet sich am seitlichen Vorderrand des Tergits *VIIa* außen neben dem dorsalen Ansatz von *dvm₁* (6.); er geht innen vom *dvm₂* (7.) an den Vorderrand des Sternits *VIIIa*, wo er unmittelbar vor dem ventralen Ansatz des vorderen Dorsoventralmuskels (*VIIIa dvm₂* [1.]) inseriert; er besitzt die gleiche Stärke wie der vordere Dorsoventralmuskel (*VIIa dvm₁* [6.]). Seine Funktion stimmt überein mit der des intersegmentalen Dorsoventralmuskels (3.) in *VIIIa*, doch ist sie wichtiger als diese, da der bewegte Teil des Abdomens von Segment zu Segment größer wird; aus diesem Grunde ist der Muskel hier stärker ausgebildet als in dem Segment *VIIIa*.

Die Aufwärtsbewegung der Kiemen erfolgt bei *Centroptilum* wenigstens teilweise durch Elasticität der Gelenkbildung. Direkte Kiemenheber sind nicht vorhanden. Daß eine Partie der Längsmuskeln vielleicht als indirekte Kiemensenker in Tätigkeit treten kann, wird unten bei *Ephemerella* näher erörtert werden. Die Dorsoventralmuskeln, insbesondere der mittlere, kommen wohl als indirekte Heber der Kiemen in Betracht, indem durch den mittleren Dorsoventralmuskel der seitliche Hinterrand des Tergits und damit der vordere Basalrand

der Tracheenkieme etwas nach unten gezogen wird, so daß die Kieme emporschlägt. Das (ventralwärts) unter der Kiemenbasis gelegene Chitin wird beim Niederschlagen der Kieme zusammengedrückt in flache Falten, welche beim Nachlassen der Muskeltätigkeit die Kieme durch ihre Elasticität heben. Außerdem spielt beim Emporschlagen der Kieme auch wohl die beim Niederschlagen entstehende Biegung der Kiementrachee eine, wenn auch kleine, Rolle. Das Vorhandensein einer antagonistischen Elasticitätswirkung geht daraus hervor, daß bei abgetöteten Tieren in den weitaus allermeisten Fällen die Kiemen (nach Erschlaffung der Muskeln) empor gerichtet sind.

Sechstes bis erstes Abdominalsegment. *VIA—Ia*. An allen sechs Segmenten sind Tracheenkiemen vorhanden.

Die Kiemen- und Dorsoventralmuskeln bieten gegenüber den im Segment *VIIa* beschriebenen nach Form und Funktion nichts Neues, nur sind die Muskeln, da die Segmente seitlich in dorsoventraler Richtung nach vorn hin etwas höher werden, ein wenig länger; auch ihr Querschnitt ist etwas größer als in *VIIa*.

Der schwächste Muskel ist in allen Segmenten der äußere Kiemenmuskel; dann folgt der innere; der Querschnitt der beiden ist rund-oval; dorsal laufen sie spitz zu; besondere Chitinbildungen an den Ansatzstellen sind nicht vorhanden.

Weit stärker sind die platten Dorsoventralmuskeln, die auf den Flächen von Tergit und Sternit inserieren. Die Querschnitte beider segmentaler Muskeln werden einander fast gleich; der intersegmentale Dorsoventralmuskel bleibt mäßig stark, doch zeigt er stets eine gute Ausbildung.

Der Vollständigkeit halber seien die Kiemen- und Dorsoventralmuskeln der sechs ersten Hinterleibssegmente aufgezählt, auch um dadurch äußerlich ein Bild zu geben von der großen Übereinstimmung und Gleichheit der Muskulatur in den einzelnen Segmenten.

Sechstes Abdominalsegment *VIA*.

9) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, äußerer Kiemenmuskel *VIA km₁*.

10) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, innerer Kiemenmuskel *VIA km₂*.

11) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *VIA dvm₁*.

12) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *VIa dvm₂*.

13) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *VIa idvm*.

Fünftes Abdominalsegment *Va*.

14) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, äußerer Kiemenmuskel *Va km₁*.

15) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, innerer Kiemenmuskel *Va km₂*.

16) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *Va dvm₁*.

17) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *Va dvm₂*.

18) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *Va idvm*.

Viertes Abdominalsegment *IVa*.

19) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, äußerer Kiemenmuskel *IVa km₁*.

20) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, innerer Kiemenmuskel *IVa km₂*.

21) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *IVa dvm₁*.

22) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *IVa dvm₂*.

23) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *IVa idvm*.

Drittes Abdominalsegment *IIIa*.

24) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, äußerer Kiemenmuskel *IIIa km₁*.

25) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, innerer Kiemenmuskel *IIIa km₂*.

26) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *IIIa dvm₁*.

27) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *IIIa dvm₂*.

28) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *IIIa idvm*.

Zweites Abdominalsegment *Ila* (siehe Taf. XXV, Fig. 1).

29) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, äußerer Kiemenmuskel *Ila km₁*.

30) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, innerer Kiemenmuskel *Ila km₂*.

31) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *Ila dvm₁*.

32) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *Ila dvm₂*.

33) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *Ila idvm*.

Erstes Abdominalsegment *Ia* (siehe Taf. XXV, Fig. 1).

34) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, äußerer Kiemenmuskel *Ia km₁*.

35) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, innerer Kiemenmuskel *Ia km₂*.

36) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *Ia dvm₁*.

37) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *Ia dvm₂*.

38) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *idvm*.

II. Ephemerella sp. nymph.

Achtes Abdominalsegment *VIIIa*. Keine Tracheenkieme.

(Hierzu Taf. XXIV, Fig. 1, Taf. XXVI, Fig. 4 und Textfig. 7.)

I. Dorsoventralmuskeln.

1) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *VIIIa dvm₁*.

Der im Querschnitt nur schwache Muskel verbindet die vorderste Kante des Tergits *VIIIa* mit der vordersten Kante des Sternits im gleichen Segmente. Beide Ansätze befinden sich hart am Übergange des vorderen Segmentrandes in die Intersegmentalhaut; besondere Chitinbildungen sind an den Ansatzstellen nicht vorhanden. Durch die Contraction dieses Muskels wird das Segment vorn seitlich abgeflacht.

2) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *VIIIa dvm₂*.

Dieser Muskel zeigt, während er in der Richtung der segmentalen

Längsachse sehr breit ist, einen schmalen, langovalen Querschnitt, der auf einem Sagittalschnitt das mittlere Drittel des Segmentes ausfüllt. Die Ansatzstellen am Tergit *VIIIa* bzw. Sternit *VIIIa*, welche in gerader Richtung hinter den Insertionen des vorderen Dorsoventralmuskels (1) liegen, sind ohne Besonderheiten. Der Muskel besitzt ein lockeres Gefüge aus einzelnen, dünnen, parallelfaserigen Bündeln, die aber nicht zu selbständigen Muskeln differenziert sind. Seine Funktion ist wie die von *dvm*₁ (1), jedoch entsprechend seiner Ausbildung bedeutend kräftiger.

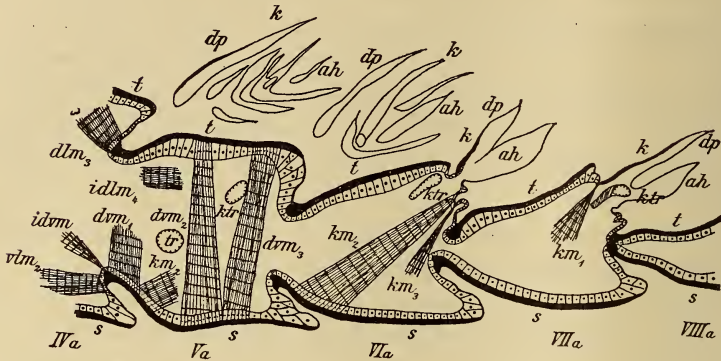
3) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *idvm*.

Der ziemlich kräftige Muskel geht von dem Randwulst des Tergits *VIIIa* zu dem Randwulst des Sternits *IXa*. Der dorsale, vordere Ansatz befindet sich hart außen neben dem dorsalen Ansatz des *dvm*₁ (1); der Muskel verläuft innen von *dvm*₂ (2) schräg nach unten; sein ventraler Ansatz ist unmittelbar vor dem unteren Ansatz des auch im neunten Segment vorhandenen vorderen Dorsoventralmuskels. Bei gleichzeitiger Tätigkeit des linken und rechten Muskels wird das Sternit *IXa* in das Segment *VIIIa* hineingezogen, der hintere Teil des Abdomens also nach unten geschlagen; bei der Funktion nur des einen Muskels wird das Segment *IXa* ein wenig um seine Längsachse gedreht. Von Bedeutung ist der Muskel für die kräftigen Schwimmbewegungen der Larve zusammen mit den Längsmuskeln.

II. Längsmuskeln.

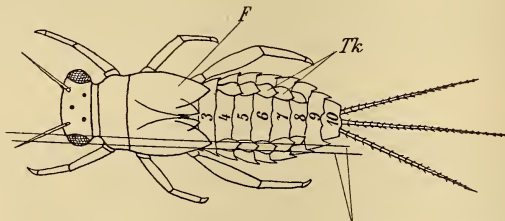
Sowohl in der ventralen wie dorsalen Längsmuskulatur sind einfach und mehrfach intersegmentale Muskeln vorhanden. Da, obwohl ja die Längsmuskulatur für das engere Ziel der vorliegenden Arbeit von keinem Gewicht ist, doch eine Darstellung dieser Muskelkategorie aus der Familie der Ephemeriden von allgemeinerem Interesse sein dürfte, habe ich dieselbe wenigstens bei dieser Form näher berücksichtigt. Ich erachte es aber für zweckmäßig, da die mehrfach intersegmentalen Muskeln zum Teil vom Thorax aus durch viele Segmente hindurch tief in das Abdomen hineingehen, die Längsmuskeln nicht bei den einzelnen Segmenten zu beschreiben, sondern die gesamte Längsmuskulatur am Schlusse dieses Abschnittes (Einzelbeschreibung der Muskeln) im Zusammenhange zu behandeln. Diese Anordnung wird auch dadurch begründet, daß die Funktion der Längsmuskulatur, die Schwimmbewegung der Larve und Nymphe, eine durchaus einheitliche ist.

Siebentes Abdominalsegment *VIIa*. Tracheenkieme vorhanden.
(Hierzu Taf. XXIV, Fig. 1, Taf. XXVI, Fig. 4 und Textfig. 15.)



Textfig. 15.

Teil eines Sagittalschnittes durch das Abdomen von *Ephemerella* sp. nymph., linke Seite. Da der Schnitt — parallel zur Längsachse — wegen der Form des Abdomens — siehe Textfig. 16 — die einzelnen Segmente verhältnismäßig in ungleichem Abstände von der Medianebene getroffen hat, zeigen die einzelnen Segmente verschiedene Muskeln. Vergr. 60. *t*, Tergit; *s*, Sternit; *k*, Tracheenkieme; *dp*, Deckplatte; *ah*, Anhänge derselben; *km*, Kiementrachee; *tr*, Trachee; *km*₁, *km*₂, *km*₃, vorderer, mittlerer, hinterer Kiementrachee (E 4, 12, 13, 19); *dm*₁, *dm*₂, *dm*₃, vorderer, mittlerer, hinterer Dorsoventralmuskel (E 21, 22, 23); *idm*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel (E 31); *d**lm*₃, äußerer einfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel (E 103); *id**lm*₄, mehrfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel (E 119); *vlm*₂, äußerer segmentaler ventraler Längsmuskel (E 135).



Richtung der Sagittalschnitte.

Textfig. 16.

Ansicht einer Nympe von *Ephemerella* von oben, um die Schnittrichtung zu zeigen. Vergr. etwa 6.
F, Flügelaussackungen; *Tk*, Tracheenkiemen; 3—10, drittes bis zehntes Abdominalsegment.

I. Kiemenmuskeln.

4) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, vorderer, äußerer Kiemenmuskel *VIIa km*₁.

Vom Inneren des Segmentes aus gerechnet liegt dieser nicht gerade schwache Muskel am weitesten nach außen von allen andern. Sein oberer, sehr spitzer Ansatz befindet sich an dem vorderen Basalrande der Tracheenkieme außen von der Kiementrachee, etwas höher als deren Eintrittsstelle in die Kieme. Allmählich breiter werdend geht

der Muskel schräg nach unten und vorn mit schwacher Neigung nach außen. Sein ventraler Ansatz findet sich im zweiten Drittel des Segmentes außen vom mittleren Dorsoventralmuskel (siehe unten) auf dem seitlichsten Teile des Sternits *VIIa*. Der Muskel zieht den vorderen Basalrand der Tracheenkieme nach unten und hebt die Kieme dadurch empor.

5) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, mittlerer Kiemenmuskel *VIIa km₂*.

Der ziemlich kräftige Muskel inseriert spitz zulaufend an dem hinteren Basalrand der Tracheenkieme, geht schräg nach unten und vorn unter der »Quertrachee« (= Kiementrachee) hindurch, kreuzt sich in seinem unteren Ende mit dem steiler verlaufenden Kiemenmuskel *km₁* (4) und endigt mit ziemlich großem Ansatz auf dem vorderen, schräg nach oben sich aufbiegenden Drittel des Sternits. Als mittlerer Kiemenmuskel ist er bezeichnet nach Lage seines oberen Ansatzes; dieser liegt innen von der Kiementrachee zwischen den Insertionen der beiden übrigen Kiemenmuskeln, der ventrale Ansatz innen von Kiemenmuskel *km₁* (4), außen von den Dorsoventralmuskeln. Der Muskel ist ein direkter Senker der Kieme, indem er den hinteren Basalrand der Tracheenkieme in das Segment hineinzieht, so daß dadurch das distale Ende der Kieme nach unten bewegt wird; als Drehungsachse kann dabei wahrscheinlich die Quertrachee angesehen werden.

6) *Musculus branchiosternalis tertius*, segmentaler, hinterer Kiemenmuskel *VIIa km₃*.

Der obere Ansatz dieses mäßig starken Muskels liegt — sehr spitz — hinter und etwas unter dem des vorgenannten Muskels *km₂* (5), nicht unmittelbar an der Tracheenkieme selbst, sondern an der nach innen — in das Segment hinein — scharf ausgezogenen mittleren Grenze der beiden hinteren (= unteren) Gelenkfalten der Tracheenkieme (s. oben). Der Muskel steht bedeutend steiler als *km₂* (5) und ist viel schwächer, wird nach unten zu nicht sehr breit und endigt auf der seitlichen Fläche des Sternits *VIIa* im Beginn des letzten Drittels desselben, außerhalb der Dorsoventralmuskeln, in gerader Linie hinter dem ventralen Ansatz von *km₂* (5). Seine Contraction unterstützt die Wirkung des mittleren Kiemenmuskels (5).

Besondere Chitinbildungen sind an den Ansatzstellen der Kiemenmuskeln nicht vorhanden.

II. Dorsoventralmuskeln.

7) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *VIIa dvm₁*.

Dieser Muskel entspricht durchaus dem Dorsoventralmuskel dvm_1 (1) im Segment *VIIIa*, nur ist er hier etwas kräftiger entwickelt. Er liegt innen von sämtlichen Kiemenmuskeln. Der wie alle abdominalen Dorsoventralmuskeln platte Muskel geht von der vordersten Kante des Tergits *VIIa* zum Sternit *VIIa*; er inseriert an dessen vorderem Randwulst ein wenig schräg vor dem Ansatz des Kiemenmuskels km_2 (5). Er plattet das Segment in seinem seitlich-vorderen Teile ab.

8) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *VIIa dvm₂*.

Derselbe ist breit und platt und verbindet im mittleren Drittel des Segmentes das Tergit mit dem Sternit. Die hintere Kante seines dorsalen Ansatzes liegt vor der Quertrachee, welche Kieme und Längstrachee verbindet. Sein Verlauf ist sehr steil, fast senkrecht zur ventralen Fläche, nur mit einer kleinen Neigung nach hinten. Der Muskel ist schmaler als der dvm_2 (2) im Segment *VIIIa*, seine Funktion entspricht der des letzteren. Sein ventraler Ansatz liegt hart innen von den unteren Ansätzen der Kiemenmuskeln.

9) *Musculus dorsoventralis tertius*, segmentaler, hinterer Dorsoventralmuskel *VIIa dvm₃*.

Der Muskel ist mittelkräftig, in gleicher Sagittalebene mit dem vorstehenden Muskel dvm_2 (8). Sein Ansatz am Tergit liegt hinter der Quertrachee, geradlinig hinter dem des Muskels dvm_2 (8); er verläuft hart hinter der genannten Trachee steil nach unten, sich dabei dem mittleren Dorsoventralmuskel (8) nähernd; sein ventraler Ansatz liegt unmittelbar hinter dem von dvm_2 (8). Sehr nahe außen von dvm_3 (9) verläuft der hintere Kiemenmuskel (6). Die Funktion des in Rede stehenden Muskels unterstützt die der übrigen Dorsoventralmuskeln, doch hat seine Contraction durch Herabziehen der dorsalen Hinterkante des Segmentes indirekt Einfluß auf die Bewegung der Tracheenkieme, in der Art, daß dadurch die Wirkung des ersten Kiemenmuskels km_1 (4) indirekt unterstützt und die Kieme gehoben wird.

10) *Musculus dorsoventralis quartus intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *VIIa idvm*.

Dieser ziemlich kräftige Muskel verbindet die Vorderkante des Tergits *VIIa* mit der Vorderkante des Sternits *VIIIa*. Sein Ansatz am Tergit befindet sich hart außen neben dem des vorderen Dorsoventralmuskels (7); der Muskel verläuft schräg nach hinten unter der Quertrachee durch innen von den Dorsoventralmuskeln dvm_2 und dvm_3 (8, 9) zum Vorderrand des Sternits *VIIIa*. Hier inseriert er am Randwulst vor dem ventralen Ansatz von dvm_1 (1) des achten Segmentes.

Seine Funktion ist die gleiche wie die des *idvm* (3) im Segment *VIIIa*: er biegt das Abdomen nach unten bzw. bei einseitiger Tätigkeit dreht er das achte und damit die folgenden Segmente um ihre Längsachse.

Auch an den Ansatzstellen der Dorsoventralmuskeln finden sich keine besonderen Chitinbildungen. Die Muskeln inserieren einfach auf der Fläche des Tergits bzw. Sternits; eine geringe Ausnahme macht nur der intersegmentale Dorsoventralmuskel, welcher an der Randverdickung der Segmente ansetzt.

Sechstes bis drittes Abdominalsegment. *VIa—IIIa*. Alle vier Segmente besitzen Tracheenkiemen.

I. Kiemen- und Dorsoventralmuskeln.

Weder Kiemen- noch Dorsoventralmuskeln bieten gegenüber den Muskeln des siebenten Segmentes etwas Neues, wie nicht an Zahl, so auch nicht an Anordnung, wenn man von der etwas wechselnden Dicke als nebensächlich absieht. Daher ist in diesen vier Segmenten eine Beschreibung der einzelnen Muskeln überflüssig, und ich gebe nur der Vollständigkeit halber eine einfache Aufzählung.

Über die Ausbildung der Muskeln kann allgemein folgendes gelten: Von den Kiemenmuskeln ist der dritte der schwächste, dann kommt der erste; der mittlere ist der stärkste. Die Dorsoventralmuskeln sind fast gleich stark entwickelt, der vordere ist manchmal etwas schwächer. Der intersegmentale Dorsoventralmuskel ist bei seiner Wichtigkeit für die intersegmentale Festigung des Abdomens stets gut ausgebildet.

Zu allen Segmenten Taf. XXIV, Fig. 1.

Sechstes Abdominalsegment *VIa*.

(Textfig. 5 und 15.)

11) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, vorderer, äußerer Kiemenmuskel *VIa km₁*.

12) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, mittlerer Kiemenmuskel *VIa km₂*.

13) *Musculus branchiosternalis tertius*, segmentaler, vorderer Kiemenmuskel *VIa km₃*.

14) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *VIa dvm₁*.

15) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *VIa dvm₂*.

16) *Musculus dorsoventralis tertius*, segmentaler, hinterer Dorsoventralmuskel *VIa dvm₃*.

17) *Musculus dorsoventralis quartus intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *VIa idvm*.

Fünftes Abdominalsegment *Va*.

(Textfig. 15.)

18) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, vorderer, äußerer Kiemenmuskel *Va km₁*.

19) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, mittlerer Kiemenmuskel *Va km₂*.

20) *Musculus branchiosternalis tertius*, segmentaler, hinterer Kiemenmuskel *Va km₃*.

21) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *Va dvm₁*.

22) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *Va dvm₂*.

23) *Musculus dorsoventralis tertius*, segmentaler, hinterer Dorsoventralmuskel *Va dvm₃*.

24) *Musculus dorsoventralis quartus intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *Va idvm*.

Viertes Abdominalsegment *IVa*.

25) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, vorderer, äußerer Kiemenmuskel *IVa km₁*.

26) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, mittlerer Kiemenmuskel *IVa km₂*.

27) *Musculus branchiosternalis tertius*, segmentaler, hinterer Kiemenmuskel *IVa km₃*.

28) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *IVa dvm₁*.

29) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *IVa dvm₂*.

30) *Musculus dorsoventralis tertius*, segmentaler, hinterer Dorsoventralmuskel *IVa dvm₃*.

31) *Musculus dorsoventralis quartus intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *IVa idvm*.

Drittes Abdominalsegment *IIIa*.

32) *Musculus branchiosternalis primus*, segmentaler, vorderer, äußerer Kiemenmuskel *IIIa km₁*.

33) *Musculus branchiosternalis secundus*, segmentaler, mittlerer Kiemenmuskel *IIIa km₂*.

34) *Musculus branchiosternalis tertius*, segmentaler, hinterer Kiemenmuskel *IIIa km₃*.

35) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *IIIa dvm₁*.

36) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *IIIa dvm₂*.

37) *Musculus dorsoventralis tertius*, segmentaler, hinterer Dorsoventralmuskel *IIIa dvm₃*.

38) *Musculus dorsoventralis quartus intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *IIIa idvm*.

Zweites Abdominalsegment *IIa*. Keine Tracheenkieme.

(Hierzu Taf. XXIV, Fig. 1 und Taf. XXVI, Fig. 5.)

Mit dem Fehlen der Tracheenkieme ist in diesem Segmente wieder eine Vereinfachung der Muskulatur eingetreten, welche jedoch nicht so weit geht wie im achten Abdominalsegment. Von den drei Kiemenmuskeln der beschriebenen Segmente ist keine Spur mehr nachzuweisen; sie fehlen vollständig. Ob sie jemals vorhanden waren oder mit andern Worten, ob das zweite Abdominalsegment ehemals Tracheenkiemen besessen hat, wird weiter unten erörtert werden.

Dorsoventralmuskeln.

39) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *IIa dvm₁*.

Über diesen Muskel ist nichts Besonderes zu sagen; nur sein ventraler Ansatz erscheint wohl ein wenig mehr nach hinten gerückt im Vergleich zu dem entsprechenden Muskel der andern Abdominalsegmente.

40) *Musculus dorsoventralis secundus*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *IIa dvm₂*.

Dieser Muskel ist hier etwas schmaler als in den übrigen Segmenten, sonst zeigt er keine Abweichungen.

41) *Musculus dorsoventralis tertius*, segmentaler, hinterer Dorsoventralmuskel *IIa dvm₃*.

Dieser Muskel ist hier in gleicher Stärke ausgebildet, wie der voraufgehende (40). Von diesem ist er nicht so scharf gesondert als in den Segmenten, welche Tracheenkiemen tragen. Das ist darauf zurückzuführen, daß die beiden Muskeln wegen Fehlens der Tracheenkieme nicht mehr durch die Kiementrachee getrennt werden. Der dorsale

Ansatz ist von dem hinteren Teile des Tergits *IIa* weiter nach vorn gerückt; nach unten konvergiert der Muskel stark mit dem *dvm*₂ (40), so daß die ventralen Ansätze der beiden Muskeln nicht mehr oder kaum zu trennen sind und mit ihrer schmalen Kante ineinander fließen. Der fast gemeinsam erscheinende ventrale Ansatz befindet sich im mittleren Drittel des Segmentes auf der seitlichen Fläche des Sternits *IIa*.

42) *Musculus dorsoventralis quartus intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *IIa idvm*.

Der Muskel ist ausgebildet wie in den übrigen Segmenten.

Erstes Abdominalsegment *Ia*. Eine Tracheenkieme fehlt.

(Taf. XXIV, Fig. 1).

Dorsoventralmuskeln. (Kiemenmuskeln fehlen.)

43) *Musculus dorsoventralis primus*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *Ia dvm*₁.

Wie in den andern Segmenten; nur ist der Querschnitt des Muskels schwächer. Überhaupt sind wegen der Verkürzung und Zusammendrängung des Segmentes *Ia* infolge seines Anschlusses an den Thorax die Muskeln kürzer und gedrängter als im übrigen Abdomen.

44) *Musculi dorsoventralis secundi ramus primus et secundus*, segmentaler, zweiteiliger, mittlerer Dorsoventralmuskel *Ia dvm*_{2a} und *b*.

Dieser Muskel spaltet sich — bei verschiedenen Individuen deutlich oder undeutlich — nach oben in zwei Äste. Der ventrale Ansatz des platten breiten Muskels ist in das vordere Drittel des Segmentes verschoben. Mit starker Neigung nach hinten verläuft der Muskel zum Tergit *Ia*. Hier inseriert er entweder in einem Ansatz, oder es sind zwei hintereinander liegende, allerdings nur wenig getrennte Insertionsstellen vorhanden. Die Spaltung des Muskels wird nicht durch eine Trachee verursacht.

45) *Musculus dorsoventralis tertius intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *Ia idvm*.

Der kräftige Muskel inseriert und verläuft wie in den andern Segmenten des Abdomens.

Variation der Kiemenmuskeln.

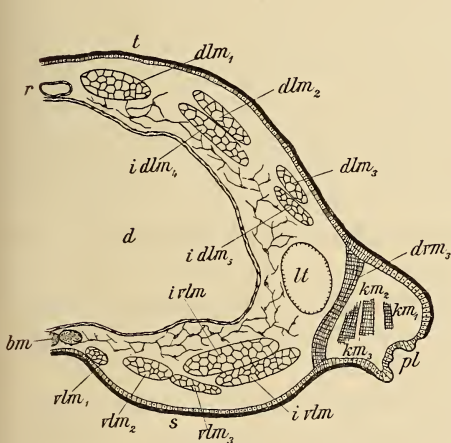
Als eine auffallende Erscheinung ist hervorzuheben, daß in einem einzelnen Falle das Fehlen des vorderen, äußeren Kiemenmuskels bei der Nymphe von *Ephemerella* konstatiert wurde, und zwar im siebenten Abdominalsegment. Während in den übrigen kiementragenden Seg-

menten (*IIIa—VIa*) die drei beschriebenen Kiemenmuskeln recht gut ausgebildet erschienen, waren im siebenten Abdominalsegment jederseits nur zwei, deutlich voneinander gesonderte Muskeln zu finden, die ihrem oberen Ansatz nach als Senker der Kiemen anzusehen sind. Jedenfalls inseriert der vordere Kiemenmuskel, falls er doch vorhanden ist und nur wegen seines engen Anschlusses an die andern Muskeln nicht als selbständiger Muskel unterschieden werden kann, was aber ausgeschlossen sein dürfte, nicht am vorderen Basalrande der Kieme wie in den übrigen Segmenten.

III. *Ephemerella ignita* imag. ♂.

(Textfig. 17 und 18.)

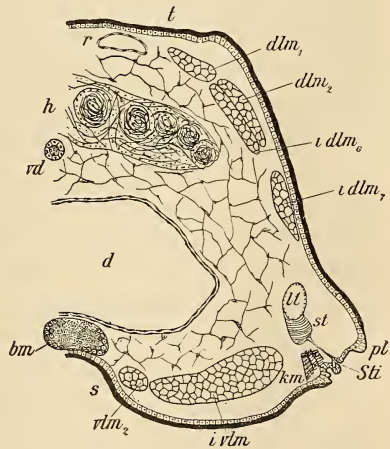
Die Abdominalmuskulatur wurde auch bei der Imago untersucht, und zwar im einzelnen bei *Ephemerella ignita*. Insbesondere waren es zwei Fragen, welche zu dieser Untersuchung hindrängten:



Textfig. 17.

Rechte Hälfte eines Querschnitts durch den hinteren Teil des 5. Abdominalsegmentes von *Ephemerella ignita* ♂ imag. Vergr. 100.

t, Tergit; *pl*, Pleura; *s*, Sternit; *Sti*, Stigma; *st*, Anfangstrachee desselben; *ll*, Längstrachee; *d*, Darm; *r*, Rückengefäß; *h*, Hoden; *vd*, Vas deferens; *bm*, Bauchmark; *dvm*₃, hinterer Dorsoventralmuskel (E 23); *km*, Kiemenmuskeln; *km*₁, vorderer (E 18), *km*₂, mittlerer (E 19), *km*₃, hinterer (E 20) Kiemenmuskel; *dlm*₁, innerer einfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel (E 98, 92); *dlm*₂, mittlerer (E 99, 93), *dlm*₃, äußerer (E 100) einfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel; *idlm*_{4, 5, 6, 7}, mehrfach intersegmentaler dorsaler Längsmuskel (E 119, 120, 121, 122); *vlm*₁, innerer (E 131), *vlm*₂, mittlerer (E 132, 126), *vlm*₃, äußerer (E 133) einfach intersegmentaler ventraler Längsmuskel; *ivlm*, vielfach intersegmentaler ventraler Längsmuskel (E 145), der am Hinterrande eines jeden Segmentes sich spaltet (Textfig. 17. Der untere Teil geht an den Vorderrand von *VIa*).



Textfig. 18.

Rechte Hälfte eines Querschnitts durch den vorderen Teil des 7. Abdominalsegmentes von *Ephemerella ignita* ♂ imag. Vergr. 100.

1) Sind die Kiemenmuskeln auch bei der Imago vorhanden, trotzdem die Tracheenkiemen abgeworfen sind?

2) Stehen diese Muskeln, falls sie vorhanden sind, zu irgendwelchen Organen des Abdomens, insbesondere zu den Stigmen in direkten Beziehungen?

Ferner wurde die Beschreibung der Längsmuskulatur wesentlich gefördert durch Vergleichung der Nymphe mit der Imago, da bei letzterer die Verhältnisse oft klarer hervortreten. Unterschiede zwischen den nymphalen und imaginalen Muskeln sind bei Ephemeren als hemimetabolen Tieren nicht vorhanden, doch bedurfte das Verhalten der Kiemenmuskeln, die doch spezifischen Larvenorganen angehören, der Aufklärung. Es ergab sich folgendes Resultat:

Die erste der obigen Fragen muß bejaht, die zweite verneint werden. Die »Kiemenmuskeln« sind auch bei der Imago noch vorhanden. In ihrem anatomischen wie histologischen Zustande ist keine Veränderung gegenüber der Nymphe nachzuweisen. Die Muskeln verlaufen in gleicher Anordnung wie bei der Nymphe von der Ansatzstelle der Tracheenkieme schräg nach vorn und unten; sie gehen unter der Anfangstrachee des Stigmas hindurch und inserieren wie bei der Nymphe, und zwar, wie sich hier, wo Sternum, Pleura und Tergit klar gesondert sind, deutlich ergibt, am äußersten Seitenrande des Sternites vor dem zugehörigen Stigma.

Zu den Stigmen (oder einem sonstigen Organe) stehen die »Kiemenmuskeln« in keiner direkten Beziehung, wie aus ihrer Insertion am Sternite klar hervorgeht, höchstens könnten sie vielleicht als indirekte Atemmuskeln funktionieren, allerdings kaum durch Contrahieren des Segmentes wie die Dorsoventralmuskeln, eher als indirekte Stigmen-schließer durch schwaches Zusammendrücken der dünnhäutigen Pleuren.

Das hier von den Kiemenmuskeln der *Ephemerella ignita* Gesagte gilt auch von den andern Ephemeren.

Die abdominale Dorsoventralmuskulatur erhält als Atemmuskulatur bei der Imago gegenüber ihrer Funktion bei der Nymphe erhöhte Bedeutung. Die Stigmen liegen vor dem mittleren Dorsoventralmuskeln in etwas wechselnder Entfernung von dem vorderen. Die Funktion der Muskeln besteht darin, durch Verengern des Abdomens ein Zusammenpressen der lateralen Längstrachee, welche unmittelbar innen an ihnen vorbeizieht, zu erzielen und dadurch eine Luftbewegung in derselben; auch dürfte vielleicht durch starke Contraction ein Verschluß der Stigmen bewirkt werden.

IV. Nymphen von *Baëtis*, *Oligoneuria*, *Ecdyurus*, *Habrophlebia*.

Schon bei oberflächlicher Vergleichung von *Centroptilum* und *Ephemerella* springt der Unterschied der abdominalen Muskulatur ins

Auge. Es gibt nun zwischen diesen beiden Formen vermittelnde Typen der Muskulatur, die kurz erläutert werden sollen.

Denselben Typus wie *Centroptilum* zeigen die beiden Gattungen *Baëtis* und *Oligoneuria*: zwei direkte Kiemenmuskeln (Senker), zwei segmentale Dorsoventralmuskeln.

Etwas abweichend davon verhält sich *Ecdyurus*. Diese Gattung besitzt auch zwei direkte Kiemenmuskeln (Senker), aber es ist ein dritter segmentaler Dorsoventralmuskel vorhanden. Dieser dünne, schmale Muskel (Taf. XXVI, Fig. 2) inseriert am Sternit unmittelbar hinter dem unteren Ansatz des mittleren, segmentalen Dorsoventralmuskels, so daß die beiden Ansatzstellen fast ineinander fließen; dorsalwärts entfernt sich der hintere Dorsoventralmuskel ein wenig von dem mittleren, um hinter der Kiementrachee, diese straff berührend, an das Tergit zu gehen. Sein dorsaler Ansatz ist nur wenig hinter dem des mittleren Dorsoventralmuskels; dieser verläuft vor der Kiementrachee (wie bei *Ephemerella*). Der dritte segmentale Dorsoventralmuskel ist auch hier ein indirekter Kiemenheber: er zieht den seitlichen Hinterrand des Tergits nach unten; dadurch wird der vordere Basalrand der Tracheenkieme etwas nach unten gedrückt und die Kieme emporgehoben; entsprechend der schwachen Ausbildung des Muskels ist jedenfalls seine Wirkung nicht sehr bedeutend.

Wie im letztgenannten Falle, so sind auch bei *Habrophlebia* (Taf. XXIV, Fig. 3, Taf. XXVI, Fig. 3) neben zwei direkten Kiemenmuskeln (Senkern) drei segmentale Dorsoventralmuskeln vorhanden, ein vorderer, mittlerer, hinterer; letzterer ist bei weitem kräftiger ausgebildet als bei *Ecdyurus*, fast in derselben Weise wie bei *Ephemerella*; seine beiden Ansatzstellen sind jedoch etwas weiter von den Insertionsstellen des mittleren Dorsoventralmuskels entfernt als bei jenen beiden Gattungen. Im übrigen gleichen die Verhältnisse durchaus denen von *Ecdyurus*.

Wir haben also bei den Ephemeriden vier Typen der abdominalen Dorsoventral- und Kiemenmuskulatur, welche in der untenstehenden Tabelle zusammengestellt sind. In den kiemenfreien Segmenten verhält sich bei allen Gattungen die Muskulatur wie bei *Centroptilum* und *Ephemerella*; Kiemenmuskeln sind nicht vorhanden, falls in den Kiemensegmenten ein dritter segmentaler Dorsoventralmuskel auftritt, kommt es zur Vereinfachung der Dorsoventralmuskeln, so daß im achten, stets kiemenlosen Abdominalsegment nie mehr als zwei Dorsoventralmuskeln anzutreffen sind.

Gruppe	Gattung	Kiemenmuskeln		Dorsoventralmuskeln		
		Senker	Heber	vorderer	mittlerer	hinterer
I	<i>Centroptilum</i>	2	fehlt	mäßig stark	sehr breit	fehlt
	<i>Baëtis</i>	2	fehlt	»	»	fehlt
	<i>Oligoneuria</i>	2	fehlt	»	»	fehlt
II	<i>Ecdyurus</i>	2	fehlt	»	»	schwach ausgebildet
III	<i>Habrophlebia</i>	2	fehlt	»	»	mäßig stark entwick.
IV	<i>Ephemerella</i>	2	1	»	»	kräftig ausgebildet

B. Thoracalmuskeln.

Die Thoraxmuskulatur der Nymphe weist keine anatomischen Unterschiede auf von der imaginalen; jedoch finden sich, wie schon hervorgehoben wurde, bei der Imago nur typische Muskeln. Die Untersuchung der Thoraxmuskulatur bei der Nymphe ist erschwert durch die im Skelet eingetretene Verwischung der Grenzen der einzelnen Teile und durch die weite, unbestimmt abgesetzte Flügelaussackung am Meta- und Mesothorax. Daher wurden die Thoraxmuskeln im einzelnen bei der Imago untersucht und, falls es wünschenswert erschien, mit den Thoraxmuskeln der Nymphe identifiziert.

Bei den einzelnen Gattungen zeigten sich keine allzugroßen Unterschiede; eine eingehende Untersuchung wurde daher auf *Centroptilum* und *Ephemerella* beschränkt, welche Gattungen die am weitesten auseinander liegenden Typen der Abdominalmuskulatur aufweisen.

I. *Centroptilum luteolum*.

(Hierzu Taf. XXV, Fig. 1 und Textfig. 19, 20, 21, 22.)

A. Der Metathorax III.

I. Dorsoventralmuskeln.

39) *Musculus dorsoventralis primus metathoracis*, segmentaler vorderer Dorsoventralmuskel III *dvm*₁. Bei der Nymphe atypisch.

Der sehr kräftige Muskel (*D2*) ist der vorderste im Metathorax. Er entspringt schräg innen vor der Coxa hinter der Mesapophyse auf der vordersten Fläche des Metasternum, verläuft steil nach oben hinter dem tief herabreichenden Phragma an den vordersten Teil des Metanotum, wo er außen neben den unteren Lagen der dorsalen Längsmuskulatur inseriert; seine Funktion dient der indirekten Flügelbewegung und Atmung dadurch, daß er das Metanotum dem Metasternum nähert und so einerseits das Volumen des Segmentes verringert, andererseits den Flügel nach oben schlagen läßt.

40) *Musculus dorsoventralis secundus metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler, vorderster Beinmuskel *III dvm₂*.

Der ziemlich dünne Muskel (*D4*) beginnt an dem vordersten Teile des proximalen Randes der Coxa (Vorderwinkel) etwas schräg hinter *III dvm₁* (39), steigt hinter diesem Muskel nach oben, tritt aber in seinem oberen Verlaufe außen neben *dvm₁* (39). Dorsal inseriert er an der »Wurzel« des Phragmas in der vordersten aufgewölbten Ecke des Metanotum etwas tiefer als der voraufgehende Muskel (39). Der Muskel zieht den vorderen Teil der Hüftbasis nach oben, so daß dadurch das Bein von hinten nach unten geführt wird.

41) *Musculus dorsoventralis tertius metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *III dvm₃*.

Der schwache Muskel (*D4-5*) beginnt ventral am hinteren Innenrand der Coxa, geht schräg nach vorn an den vorderen Teil des Metanotum; hier setzt er vor dem Flügelgelenk auf gleicher Höhe mit *dvm₂* (40), aber hinter diesem an. Da er den hinteren Innenrand der Coxa emporzieht, wird dadurch die Hüfte an ihrem distalen Ende und somit das Bein nach hinten gehoben.

42) *Musculus dorsoventralis quartus metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *III dvm₄*.

Der mäßig starke Muskel (*D3*) geht von dem proximalen vorderen Innenrand des Trochanter durch die Coxa an den vorderen Teil des Metanotum; er verläuft zwischen *dvm₂* (40) und *dvm₃* (41); sein dorsaler Ansatz liegt gleich hinter dem von *dvm₂* (40) am Metanotum. Der Muskel bewegt den vorderen Proximalrand des Trochanter in die Coxa hinein und wird dadurch zum Senker des Beines.

43) *Musculus dorsoventralis quintus metathoracis*, segmentaler, mittlerer Dorsoventralmuskel *III dvm₅*.

Dieser dünne Muskel (*D6*) inseriert ventral an der obersten Spitze der kegelförmigen Metapophyse, tritt allmählich zwischen *dvm₃* (41) und *dvm₄* (42) und steigt schräg vorwärts nach oben, konvergiert dabei so stark mit *dvm₄* (42), daß er auf Schnitten kaum von dessen Hinterrand zu unterscheiden ist und setzt zusammen mit dem letztgenannten Muskel am Metanotum an, vor der dorsalen Insertion von *dvm₃* (41).

Die Bedeutung des sehr dünnen Muskels kann nicht sehr groß sein; sie besteht darin, daß er den vorderen Teil des Metanotum dem Sternum nähern hilft; somit ist er als Heber des Hinterflügels in Anspruch zu nehmen.

44) *Musculus dorsoventralis sextus metathoracis intersegmentalis*, intersegmentaler, hinterer Dorsoventralmuskel *III idvm*.

Der ziemlich dünne Muskel (*D5*) entspringt hart hinter *dvm*₅ (43) an der Spitze der Metapophyse und geht etwas schräg nach hinten an den vorderen Seitenrand des ersten abdominalen Tergits. Die Aufgabe des Muskels ist nicht recht klar; jedenfalls spielt er eine Rolle für die Verbindung des Abdomens mit dem Thorax, auch vermag er vielleicht das erste Abdominalsegment ein wenig um seine Längsachse zu drehen, da eine Verwachsung desselben mit dem Thorax nur stellenweise vorhanden ist.

2. Pleuralmuskeln.

45) *Musculus lateralis primus metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *III pm*₁.

Der Muskel ist nicht sehr kräftig (*D4*); er inseriert ventral gleich außen neben *dvm*₂ (40) an dem vorderen Proximalrande der Coxa, verläuft außen neben dem genannten Muskel nach oben an den unteren, vorderen Teil der episternalen Region; hier setzt er nahe am Vorderrande, hinter dem Stigma des Mesothorax an. Er bewegt die Hüfte fast wie *dvm*₂ (40) und muß daher als Senker des Beines angesehen werden.

46) *Musculus lateralis secundus metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *III pm*₂.

Der sehr dünne Muskel (*D6*) geht von der Coxa zum Episternum. Er setzt am Außenrande der Coxa an, geht außen neben *dvm*₄ (42) nach oben an den obersten Rand des episternalen Bezirks unter den vorderen Teil des Flügelansatzes. Der Muskel führt den Außenrand der Coxa schräg aufwärts nach innen und hebt so das Bein nach außen; zugleich ist er als Flügelmuskel von Bedeutung, da er den oberen Rand des Episternum einwärts zieht (Senker des Flügels).

47) *Musculus lateralis tertius metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Beinmuskel *III pm*₃.

Vom hinteren, proximalen Innenrande der Coxa verläuft der dünne Muskel (*D6*) an den hinteren, epimeralen Rand des Flügelgelenkbezirks. Sein Ansatz an der Coxa liegt unmittelbar hinter dem von *dvm*₃ (41); außen neben diesem Muskel geht der *pm*₃ nach oben. Er bewegt das Bein ähnlich wie *dvm*₃ (41) als Senker; zugleich zieht er den oberen Rand des Epimerum schräg einwärts und wirkt so als Senker des Flügels.

48) *Musculus lateralis quartus metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *III pm*₄.

Der nicht schwache Muskel (*D4*) entspringt am vorderen Proximalrand des Trochanter etwas vor und außen von *dvm*₄ (42), steigt neben diesem etwas schräg nach vorn empor, genau hinter *pm*₁ (45) und

insetiert ein wenig höher als letzterer hinter diesem an dem unteren Teil der episternalen Region der pleuralen Wand. Der Muskel unterstützt die Funktion des Dorsoventralmuskels *dvm*₄ (42) als Senker des Beines.

49) *Musculus lateralis quintus metathoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flugmuskel *III pm*₅.

Dieser dünne Muskel (*D* 6) insetiert dorsal an dem untersten Rande des im Gelenkbezirk des Flügels, innen vom Flügel eine kleine endoskeletale Einstülpung bildenden Metanotum, verläuft außen von allen beschriebenen Muskeln schräg nach vorn an den Vorderrand des Episternum; hier setzt er vor dem oberen Ansatz von *pm*₁ (45) gleich hinter dem Mesothoraxstigma an. Seine Funktion besteht darin, den unteren Rand des Metanotum schräg nach unten zu ziehen, so daß der Flügel etwas schräg rückwärts gehoben wird.

3. Sternalmuskeln.

50) *Musculus sternalis primus metathoracis*, segmentaler Beinmuskel *III sm*₁.

Dieser ziemlich dünne Muskel (*D* 5) geht von der Metapophyse an die Coxa; er setzt unterhalb der Spitze außen an der Apophyse an und insetiert zwischen *dvm*₂ (40) und *pm*₃ (47) am proximalen Innenrand der Coxa. Er wirkt als Senker des Beines.

51) *Musculus sternalis secundus metathoracis*, segmentaler Beinmuskel *III sm*₂.

Der Muskel setzt an der Außenseite der Metapophyse etwas höher als der vorgenannte an, geht hinter *pm*₄ (48) vorbei an den proximalen Außenrand der Coxa; hier insetiert er zwischen *pm*₁ und *pm*₂ (45 u. 46). Der schwache Muskel (*D* 5) wirkt antagonistisch zu dem vorausgehenden Beinmuskel (50) als Heber des Beines zusammen mit *pm*₂ (46).

52) *Musculus sternalis tertius metathoracis*, segmentaler Beinmuskel *III sm*₃.

Von der unteren Außenseite des Metapophysenkegels geht dieser sehr dünne Muskel (*D* 6—7) hinter den andern beiden sternalen Beinmuskeln an den proximalen Innenrand des Trochanter, wo er hart hinter dem Dorsoventralmuskel *dvm*₄ (42) insetiert. Zusammen mit diesem zieht er den Innenrand des Trochanter nach oben und wirkt so als Senker des Beines.

53) *Musculus sternalis transversus metathoracis*, ventraler, segmentaler Quermuskel *III sm*₄.

Der mäßig starke Muskel (*D* 4) verbindet den mediangelegenen Basalteil der linken und rechten Metapophyse miteinander; er insetiert

am tiefsten von allen an der Metapophyse ansetzenden Muskeln und verläuft senkrecht zur Medianlinie unterhalb der Längsmuskeln von einer Seite zur andern. Durch seine Contraction wird das Sternum nach unten gewölbt.

4. Längsmuskeln.

54) *Musculus metanoti*, intersegmentaler, dorsaler Längsmuskel des Metathorax *III dlm*. Bei der Nymphe atypisch.

Der Muskel ist sehr stark ausgebildet (*D 1*). Er setzt vorn mit großem ovalem Ansatz auf der als hinteres Blatt des Phragmas nach unten gebogenen Fläche des Metanotum innen von allen andern Muskeln an und geht, etwas dünner werdend, an den Vorderrand des ersten abdominalen Tergits, an dem die Insertionsstelle sich seitlich weit hinabzieht. Die Wirksamkeit des Muskels dient einerseits der Verbindung des Abdomens mit dem Thorax, anderseits funktioniert er vor allem als indirekter Senker des Hinterflügels, da durch seine Contraction das Metanotum emporgewölbt wird, sein unterer Rand und damit der dorsal gelegene Teil der Flügelwurzel sich hebt, so daß die Spitze des Flügels sich nach unten bewegt.

55) *Musculus metasterni*, intersegmentaler, ventraler Längsmuskel des Metathorax *III vlm*.

Der mäßig starke Muskel (*D 3*) verbindet die hintere Basis der Metapophyse mit dem seitlichen Vorderrande des ersten abdominalen Sternites. Seine Tätigkeit ist bedeutsam für die Verbindung des Abdomens mit dem Thorax und für die abwärts schlagende Bewegung des ganzen Abdomens (Schwimmbewegung der Nymphe).

Außer diesen einfachen intersegmentalen Muskeln kommen noch mehrfach intersegmentale vor (Taf. XXV, Fig. 1 *idlm*), die aber für den Metathorax selbst von geringer Bedeutung sind; wenigstens dorsal stimmen sie mit denen von *Ephemerella* überein; man vergleiche dort.

B. Der Mesothorax II.

1. Dorsoventralmuskeln.

56) *Musculus dorsoventralis primus mesothoracis*, segmentaler, vorderer Dorsoventralmuskel *II dvm₁*. Bei der Nymphe atypisch.

Der vordere Dorsoventralmuskel ist einer der stärksten Muskeln des Thorax überhaupt (*D 1*); er verbindet den vordersten Teil des Mesosternum mit dem vorderen Mesonotum. Der ventrale Ansatz liegt nahe hinter der Proapophyse schräg innen vor der Coxa außerhalb der Längsmuskulatur; der Muskel steigt steil aufwärts und endigt dorsal

dort am Mesosternum, wo dieses sich nach vorn abzuwölben beginnt auf der mittleren Höhe der dorsalen Längsmuskulatur außerhalb dieser. Der Muskel nähert das Mesonotum vorn dem Mesosternum infolge seiner Stärke jedenfalls bedeutend, so daß er als indirekter Heber der Vorderflügel eine wichtige Rolle spielt; die durch ihn bewirkte Compression des Thorax kommt wohl auch für die (Luft-) Atmung in Betracht.

57) *Musculus dorsoventralis secundus mesothoracis*, segmentaler, vorderster, dorsoventraler Beinmuskel *II dvm₂*. Bei der Nymphe atypisch.

Ein starker Muskel (*D 2*). Der ventrale Ansatz befindet sich am vorderen Basalrande der Coxa hinter dem des *dvm₁* (56); aufsteigend nimmt der Muskel an Umfang bedeutend zu; er verläuft gleich hinter *dvm₁* (56) steil nach oben und inseriert auf der Fläche des vorderen Mesonotum unmittelbar hinter dem vorgenannten Muskel (56) auf gleicher Höhe mit diesem. Die Funktion des Muskels besteht darin, daß er den Vorderrand der Coxa hebt, also das Bein von hinten nach unten senkt; zugleich wird er das vordere Mesonotum herabziehen helfen und so als indirekter Flügelmuskel wirken.

58) *Musculus dorsoventralis tertius mesothoracis*, segmentaler, mittlerer, dorsoventraler Beinmuskel *II dvm₃*. Bei der Nymphe atypisch.

Vom hinteren Basalrande der Coxa geht der ziemlich starke Muskel (*D 3—2*) etwas schräg nach vorn empor und tritt so unmittelbar hinter den vorderen dorsoventralen Beinmuskel (57). Dorsal setzt er ein wenig niedriger als dieser hinter demselben an der seitlich-dorsalen Wölbung des Mesonotum zu Beginn von dessen zweitem Drittel an; der Muskel wird von unten nach oben bedeutend dicker. Als Beinmuskel wirkt er dem *dvm₂* (56) antagonistisch als Heber des Beines entgegen; seine Funktion als indirekter Flügelmuskel unterstützt die genannten Dorsoventralmuskeln.

59) *Musculus dorsoventralis quartus mesothoracis*, segmentaler, hinterer, dorsoventraler Beinmuskel *II dvm₄*.

Der dünne Muskel inseriert sehr spitz (*D 5*) am hinteren Basalrande der Coxa unmittelbar außen neben dem *dvm₃* (58) mit langer, dünner Chitinsehne, verläuft hart hinter *dvm₃* (58) nach oben, rückt allmählich weiter nach hinten und endigt an dem mittleren Teile des seitlichen Mesonotum tiefer als die beschriebenen Dorsoventralmuskeln über dem Gelenkbezirk des Vorderflügels außen neben den unteren Lagen des dorsalen Längsmuskels (78). Der Muskel unterstützt den Beinmuskel *dvm₃* (58) als Heber des Beines; zugleich ist wohl seine Insertion am

Mesonotum unmittelbar über dem Flügelansatz bedeutsam für das Heben des Vorderflügels.

60) *Musculus dorsoventralis quintus mesothoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *II dvm*₅.

Der ziemlich schwache Muskel (*D* 4) beginnt ventral am hinteren proximalen Innenrand des Trochanter, verläuft zwischen *dvm*₂ (57) und *dvm*₃ (58) nach oben und endigt ein wenig tiefer als *dvm*₄ (59) vor diesem an der Unterkante des Mesonotum. Der Muskel wirkt indirekt als Flügelheber — wenn auch als schwacher — durch Herabziehen des Mesonotum. Zugleich bewegt er den Trochanter.

61) *Musculus dorsoventralis sextus mesothoracis*, segmentaler, dorsoventraler Flugmuskel *II dvm*₆.

Der ventrale Ansatz dieses dünnen Muskels (*D* 6) liegt auf der Spitze des Mesapophysenkegels; der Muskel steigt anfangs innen neben dem *dvm*₅ (60) aufwärts, dreht sich dann so um diesen nach hinten herum, daß sein oberer Ansatz schräg außen hinter dem erwähnten Muskel zu finden ist. Dorsal inseriert der Muskel am unteren Rande des mittleren Mesonotum, wo dieses median vom Flügelansatz eine Einfaltung in das Innere des Mesothorax sendet. Der Muskel bewegt den Unterrand des Mesonotum schräg nach innen und wirkt dadurch als Flügelheber.

2. Pleuralmuskeln.

62) *Musculus lateralis primus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *II pm*₁.

Dieser ziemlich schwache Muskel (*D* 5) beginnt außen neben dem *dvm*₂ (57) an dem Vorderrande der Coxa, geht aufsteigend etwas schräg nach vorn und endigt ungefähr neben dem vordersten Dorsoventralmuskel (56) etwas höher als das Prothoraxstigma am vorderen Rande des Episternum. Da der Muskel den Vorderrand der Coxa emporzieht, unterstützt er durch seine Funktion den dorsoventralen Beinmuskel *dvm*₂ (57).

63) *Musculus lateralis secundus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Beinmuskel *II pm*₂.

Ein sehr dünner Muskel (*D* 6). Sein unterer Ansatz befindet sich am äußeren Hinterrande der Coxa; er verläuft außen neben dem *dvm*₅ (60) nach oben und inseriert an der Vorderkante des Epimerum auf deren halber Höhe. Der Muskel wirkt einerseits durch Emporziehen des hinteren Außenrandes der Coxa als Heber des Beines, anderseits durch Abwärtsbewegen des Epimerum als Senker des Vorderflügels.

64) *Musculus lateralis tertius mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *II pm*₃.

Der untere Insertionspunkt dieses schwachen Muskels (*D 5*) liegt hart außen neben dem dorsoventralen Beinmuskel *dvm*₅ (60) am proximalen Hinterrand des Trochanter; der Muskel verläuft schräg nach vorn und setzt etwas tiefer als der Beinmuskel *pm*₁ (62) außen neben dem dorsoventralen Beinmuskel *dvm*₂ (57) auf der Fläche des Episternum an. Wie der *dvm*₅ (60) bewegt dieser Muskel durch Emporziehen des Hinterrandes des Trochanter das Bein aufwärts (Heber des Beines).

65) *Musculus lateralis quartus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *II pm*₄.

Innen neben dem unteren Ansatz des dorsoventralen Beinmuskels *dvm*₅ (60) inseriert der nicht sehr starke Muskel (*D 4*) am hinteren Innenrand des Trochanter, verläuft steil nach oben hinter *pm*₃ (64) vorbei an die oberste Vorderkante des Episternum unmittelbar unter die Vordergrenze des Flügelansatzes. Der Muskel ist anzusprechen als Senker des Beines, da er den Innenrand des Trochanter nach oben zieht, und zugleich als Senker des Vorderflügels, da er den obersten Teil des Episternum nach unten bewegt.

66) *Musculus lateralis quintus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Flugmuskel *II pm*₅.

Der ziemlich schwache Muskel (*D 6*) beginnt ventral zusammen mit dem dorsoventralen Flugmuskel *dvm*₆ (61) an der Spitze der Mesapophyse, verläuft ein wenig schräg nach rückwärts vor der Vorderseite des Flugmuskels 67 (s. unten), so nahe, daß er auf Frontalschnitten von letztgenanntem Muskel nur durch die feineren Faserbündel zu unterscheiden ist. Sein oberer Ansatz liegt vorn an der Basis des vom Epimerum nach innen ragenden Zapfens. Der Muskel bewegt das Epimerum nach unten und wirkt so als Senker des Flügels.

67) *Musculus lateralis sextus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Flugmuskel *II pm*₆. Bei der Nymphe atypisch.

Dieser Muskel ist bei weitem der stärkste von allen Pleuralmuskeln (*D 1*). Ventral inseriert er schräg hinter dem Kegel der Mesapophyse auf der hinteren Fläche des Mesosternum mit großem, breitem Ansatz; er geht hinter allen beschriebenen Muskeln steil nach oben und endigt an der Hinterseite des bei *pm*₅ (66) genannten Zapfens des Epimerum. Durch Abwärtsbewegen des Epimerum wird der Muskel zum wirksamen Flügelsenker.

68) *Musculus lateralis septimus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flankenmuskel *II pm*₇.

Der sehr dünne Muskel (*D* 6) verbindet die Vorderkante des Episternum mit der Vorderkante des Mesonotum; sein unterer Ansatz liegt unmittelbar vor dem oberen Ansatz des Beinmuskels *pm*₁ (62) an der Kante des Episternum; der Muskel verläuft schräg nach vorn über dem weit zurückgeschobenen Prothoraxstigma an das Mesonotum. Die Funktion des Muskels ist nicht recht klar; wahrscheinlich wirkt er als Atemmuskel, da er über den obersten Teil der prothoracalen Stigmenhaut hinweggeht.

69) *Musculus lateralis octavus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flugmuskel *II pm*₈.

Der Muskel verläuft fast in der Ebene der Frontalschnitte; er ist nur schwach ausgebildet (*D* 5—6). Sein dorsaler, hinterer Ansatz befindet sich am mittleren Unterrande des Mesonotum, sein vorderer, episternaler Ansatz liegt vorn an dem lateralen Teile der Flügelbasis. Durch die Contraction dieses Muskels wird der Flügel nach hinten bewegt.

70) *Musculus lateralis nonus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flugmuskel *II pm*₉.

Der dünne Muskel setzt etwas höher als der *pm*₇ (68) an der Vorderkante des Episternum an, geht schräg empor nach rückwärts und inseriert an dem vorderen Teile des innen vom Flügel in den Mesothorax hineinragenden Unterrandes des Mesonotum vor dem Flugmuskel *pm*₈ (69). Der Muskel zieht den unteren Teil des Mesonotum schräg nach unten; dadurch wird der Flügel aufwärts geführt bei gleichzeitiger geringer Rückwärtsbewegung.

71) *Musculus lateralis decimus mesothoracis*, segmentaler, episternaler Flugmuskel *II pm*₁₀.

Der untere (vordere) Ansatz dieses Muskels (*D* 4—5) liegt auf der Fläche des Episternum über den oberen Insertionen der Beinmuskeln *pm*₁ (62) und *pm*₃ (64); er verläuft schräg aufwärts etwas steiler als der Flugmuskel *pm*₉ (70) außen von diesem mit leichter Neigung nach innen und endigt oben an dem vordersten, episternalen Teil der Flügelbasis. Durch ihn wird der vordere Teil der lateralen Flügelbasis schräg nach unten gezogen und dadurch der Flügel nach unten und gleichzeitig etwas nach vorn bewegt.

72) *Musculus lateralis stigmaticus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler Stigmenmuskel *II pm*₁₁. Bei der Nymphe atypisch.

Dieser dünne (*D* 7), sehr kurze Muskel inseriert sternal hinter der

Coxa schräg außen vom Flugmuskel pm_6 (67) am seitlich aufgebogenen Teile des Mesosternum und endigt unmittelbar unter dem Stigma des Mesothorax an einem winzigen, in der Stigmenhaut liegenden Chitinplättchen. Er funktioniert als Stigmenöffner. Spezifische Stigmen-schließer sind nicht vorhanden. Der Verschluss des Stigmas muß also indirekt erfolgen durch Zusammenpressen des Thorax in dorsoventraler Richtung; da das Stigma sehr weit nach hinten gerückt ist, sind daran wohl beteiligt die vorderen Dorsoventralmuskeln des Metathorax wie die hinteren Beinmuskeln und Flugmuskeln des Mesothorax.

3. Sternalmuskeln.

73) *Musculus sternalis primus mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm₁*.

Von dem oberen Teile der Mesapophyse läuft der dünne Muskel (*D 5—6*) an den vorderen Basalrand der Coxa, wo er zwischen den Beinmuskeln dvm_2 (57) und pm_1 (62) inseriert. Da der Muskel den Vorder- rand der Coxa schräg aufwärts nach innen zieht, wird durch ihn das Bein schräg aufwärts nach vorn bewegt bzw. von hinten nach vorn geführt.

74) *Musculus sternalis secundus mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm₂*.

Der dünne Muskel (*D 5*) inseriert am vordersten Innenrand der Coxa innen von dvm_2 (57) und geht an den vorderen Basalteil der Mesapophyse. Die Tätigkeit dieses Muskels bewegt das Bein von außen nach unten.

75) *Musculus sternalis tertius mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm₃*.

Zwischen den beiden genannten Sternalmuskeln entspringt dieser ebenfalls schwache Muskel (*D 5*) an der Mesapophyse und geht an den Innenrand der Coxa, wo er innen vom dorsoventralen Beinmuskel dvm_3 (58) ansetzt. Der Muskel bewegt das Bein von außen nach unten zusammen mit sm_2 (74).

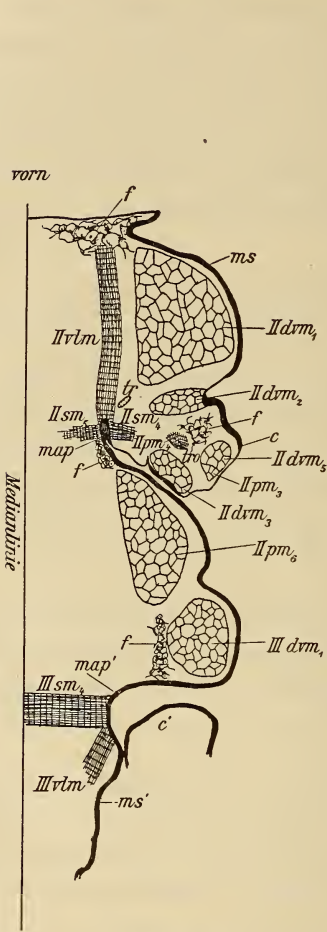
76) *Musculus sternalis quartus mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm₄*.

Der sehr schwache Muskel (*D 7*) setzt zwischen den Beinmuskeln dvm_5 (60) und pm_4 (65) am hinteren Innenrande des Trochanter an und verläuft zur Mesapophyse, wo er zusammen mit sm_3 (75) inseriert. Er unterstützt und ergänzt die Wirkung der Beinmuskeln dvm_3 (60) und pm_4 (65).

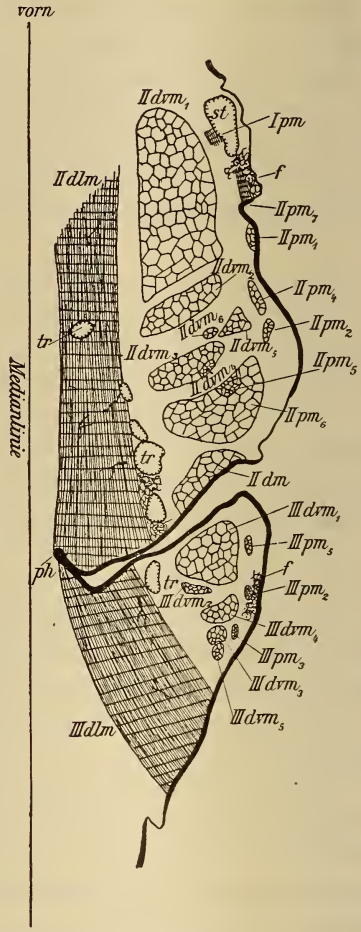
77) *Musculus sternalis transversus mesothoracis*, segmentaler, ventraler Quermuskel *II sm₅*.

Der mäßig stark ausgebildete Muskel (*D 3—4*) verbindet die Basis

der beiden Mesapophysen miteinander; er setzt jederseits tiefer als die Längsmuskulatur an den Apophysen an und verläuft unmittelbar



Textfig. 19.



Textfig. 20.

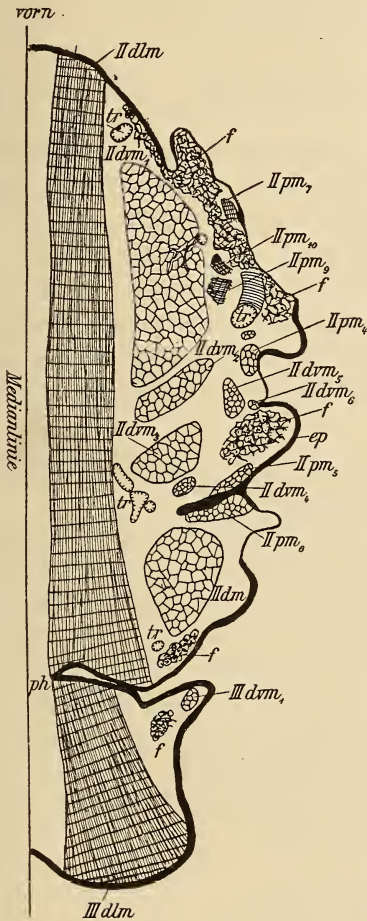
Zwei Frontalschnitte durch die rechte Hälfte von Meso- und Metathorax von *Centroptilum luteolum*. Die Serie beginnt ventral. Forts. s. Textfig. 21 u. 22. Vergr. 75. *ms*, Mesosternum; *ms'*, Metasternum; *c*, Coxa; *tro*, Trochanter; *map*, Mesapophyse; *map'*, Metapophyse; *ph*, Phragma; *h*, Verbindungshaut zwischen dem medianen, äußeren Teile dieses Phragmas und dem Mesonotum; *ep*, Epimerum; *st*, Anfangstrachee des Prothoraxstigmas; *tr*, Trachee; *mn*, Mesonotum; *f*, Fettkörper; *ipm*, Stigmenmuskel des Prothorax. — Dorsoventralmuskeln: *IIIdvm*₁ (C 56); *IIIdvm*₂ (C 57); *IIIdvm*₃ (C 58); *IIIdvm*₄ (C 59); *IIIdvm*₅ (C 60); *IIIdvm*₆ (C 61); *IIIIdvm*₁ (C 39); *IIIIdvm*₂ (C 40); *IIIIdvm*₃ (C 41); *IIIIdvm*₄ (C 42); *IIIIdvm*₅ (C 43). — Pleuralmuskeln: *IIpm*₁ (C 62); *IIpm*₂ (C 63); *IIpm*₃ (C 64); *IIpm*₄ (C 65); *IIpm*₅ (C 66); *IIpm*₆ (C 67); *IIpm*₇ (C 68); *IIpm*₉ (C 70); *IIpm*₁₀ (C 71); *IIIpm*₂ (C 46); *IIIpm*₃ (C 47); *IIIpm*₅ (C 49). — Sternalmuskeln: *IIsm*₄ (C 76); *IIsm*₅ (C 77); *IIIsm*₄ (C 53). — Längsmuskeln: *IIvln* (C 79); *IIIvln* (C 55); *IIIdm* (C 78); *IIIIdm* (C 54).

über dem Bauchmark. Durch diesen Muskel wird das Mesosternum nach unten vorgewölbt.

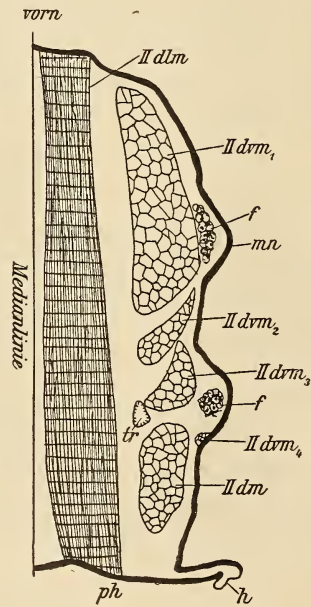
4. Längsmuskeln.

78) *Musculus mesonoti*, intersegmentaler, dorsaler Längsmuskel *II dlm*. Bei der Nymphe atypisch.

Der dorsale Längsmuskel des Mesothorax ist der stärkste Muskel der Ephemeriden überhaupt. Er beginnt an dem vorderen, nach unten gewölbten Teile des Mesonotum, geht innen an allen andern Thoracalmuskeln vorbei und endet am Phragma zwischen Meso- und Metathorax.



Textfig. 21.



Textfig. 22.

Zwei Frontalschnitte durch die rechte Hälfte von Meso- und Metathorax von *Centropitulum luteolum*. Fortsetzung zu Textfig. 19 u. 20. Buchstabenbezeichnung siehe dort. Vergr. 75.

Der vordere Ansatz nimmt jederseits die ganze nach vorn abfallende Fläche des Mesonotum ein, der hintere bedeckt fast vollständig den inneren und oberen Teil des erwähnten Phragmas, nur die äußeren Partien frei lassend.

Der Muskel wirkt als indirekter Senker des Vorderflügels; durch

seine Contraction wird das Mesonotum nach oben gewölbt, sein mittlerer Unterrand also emporgezogen und dadurch ein kräftiges Niederschlagen des Flügels erzielt. Der Muskel ist von Bedeutung für die Bestimmung der Grenze zwischen Meso- und Metathorax, da er als intersegmentaler Muskel (wie alle Längsmuskeln) vorn am Mesothorax, hinten am Metathorax inseriert.

79) *Musculus mesosterni*, intersegmentaler, ventraler Längsmuskel *II vlm*.

Der nicht sehr starke Muskel (*D* 3—4) beginnt vorn an der hinteren Seite des medianen Teiles der weit rückwärts geschobenen Proapophyse und geht innen an den andern Muskeln vorbei an die Vorderseite der Mesapophyse. Durch diesen Muskel kann das mit dem Prosternum fest verbundene Mesosternum nach unten gewölbt werden, zu welchem Ziele, läßt sich mit Sicherheit nicht beurteilen; vielleicht ist seine Tätigkeit für die Beinbewegung bedeutsam, oder sie macht das Mesosternum gegen den nach oben gehenden Zug der Dorsoventralmuskeln widerstandsfähiger.

80) *Musculus dorsalis mesothoraxis*, intersegmentaler Dorsalmuskel *II dm*. Bei der Nymphe atypisch.

Der stark ausgebildete Muskel (*D* 2) geht von dem stumpfen Winkel, welchen an der Hinterseite des Mesothorax der innere Teil des Phragmas mit dem äußeren Teile bildet, außen neben dem dorsalen Längsmuskel (78) etwas schräg nach vorn an den höchsten Teil der mittleren Seitenwand des Mesonotum. Der Muskel zieht die mittlere Wölbung des Mesonotum nach unten und etwas nach hinten, so daß er als Heber des Vorderflügels angesehen werden muß. Zugleich vermittelt er die feste Verbindung des Mesothorax mit dem Metathorax, da gerade der untere Teil des Phragmas nur durch eine dünne Haut mit dem Mesothorax verbunden ist.

II. *Ephemerella ignita*.

(Hierzu Taf. XXV, Fig. 2 und die Textfig. 23—29.)

A. Der Metathorax *III*.

1. Dorsoventralmuskeln.

46) *Musculus dorsoventralis primus metathoracis*, segmentaler, vorderster Dorsoventralmuskel *III dvm*₁. Bei der Nymphe atypisch.

Der gut ausgebildete Muskel (*D* 2) inseriert ventral auf der vorderen Fläche des Metasternum schräg vor der Coxa, geht hart hinter

dem Phragma empor und setzt vorn in der vorgewölbten Ecke des Metanotum an. Der Muskel nähert den vorderen Teil des Metanotum dem Metasternum und wirkt so als indirekter Flügelheber.

47) *Musculus dorsoventralis secundus metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *III dvm₂*.

Von dem vorderen Außenrand der Coxa geht der dünne Muskel (*D 4—3*) an den vordersten, als hinteres Blatt des Phragmas tief herabgebogenen Teil des Metanotum; hier inseriert er außen neben den untersten Schichten der dorsalen Längsmuskulatur an dem unteren Rande des Phragmas. Der Muskel bewegt das Bein von hinten nach unten durch Emporziehen des Vorderrandes der Coxa.

48) *Musculus dorsoventralis tertius metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *III dvm₃*.

Der Muskel setzt etwas hinter dem dorsoventralen Beinmuskel 47 am Außenrande der Coxa an, verläuft (*D 3*) direkt hinter dem *dvm₁* (46) und endigt gleich hinter diesem am vorderen Teile des Metanotum. Seine Funktion ist ähnlich der des vorgenannten Beinmuskels *dvm₂* (47).

49) *Musculus dorsoventralis quartus metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *III dvm₄*.

Der untere Ansatz des dünnen Muskels (*D 4—5*) befindet sich am äußeren Hinterrande der Coxa, der Muskel zieht außen von Beinmuskel *dvm₃* (48) schräg nach oben; sein dorsaler Ansatz liegt unmittelbar hinter dem des vordersten Dorsoventralmuskels *dvm₁* (46) am Metanotum. Der Muskel hebt den Hinterrand der Coxa, also auch das Bein von unten nach oben und hinten.

50) *Musculus dorsoventralis quintus metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *III dvm₅*.

An dem Hinterrande der Coxa inseriert der ziemlich starke Muskel (*D 3*) gleich hinter *dvm₄* (49) und geht steil aufwärts an die hintere Fläche des Metanotum. Die Wirkung des Muskels ist die gleiche wie die des *dvm₄* (49) (Heber des Beines); vielleicht kommt der Muskel auch (wie alle andern Dorsoventralmuskeln) durch Herabziehen des Metanotum als indirekter Flügelheber in Betracht, doch kann wegen der großen Verschmelzungen im Skelet des Metathorax in dieser Richtung seine Wirksamkeit nicht sehr bedeutend sein.

51) *Musculus dorsoventralis sextus metathoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *III dvm₆*.

Unterer Ansatz des nicht schwachen Muskels (*D 3*) am vorderen Innenrand des Trochanter; der Muskel geht innen neben Beinmuskel *dvm₃* (48) und hinter *dvm₁* (46) empor und inseriert höher als *dvm₃* (48)

vorn am Metanotum. Der Muskel ist als Senker des Beines anzusehen, da er den Vorderrand des Trochanter emporhebt; als indirekter Flügelheber ist er jedenfalls von geringer Bedeutung.

52) *Musculus dorsoventralis septimus metathoracis*, segmentaler Dorsoventralmuskel *III dvm₇*.

Derselbe entspringt am obersten Teile des Metapophysenzapfens als vorderster einer dreiteiligen Muskelgruppe (s. 53 und 57). Der dünne Muskel (*D 5*) geht schräg nach vorn bis nahe hinter den Beinmuskel *dvm₃* (48) und inseriert außen neben diesem am Metanotum auf der Höhe der unteren Schichten des dorsalen Längsmuskels. Der Muskel dürfte als indirekter Heber des Hinterflügels fungieren.

53) *Musculus dorsoventralis octavus metathoracis intersegmentalis*, intersegmentaler Dorsoventralmuskel *III idvm*.

Der schwache Muskel (*D 5*) gehört zu der oben bei *dvm₇* (52) erwähnten Gruppe. Er geht von der Spitze der Metapophyse zum seitlichen Vorderteile des ersten Abdominaltergits. Er ist ein Dreher des Abdomens; zugleich dient er der Verbindung des Thorax mit dem Abdomen.

2. Pleuralmuskeln.

54) *Musculus lateralis primus metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *III pm₁*.

Von dem Außenrand der Coxa geht der mäßig starke Muskel (*D 4—3*) außen neben dem Beinmuskel *dvm₃* (48) an die untere Fläche des episternalen Bezirkes. Wir haben ihn anzusehen als einen Heber des Beines, da er den äußeren Basalrand der Coxa nach oben zieht.

55) *Musculus lateralis secundus metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Beinmuskel *III pm₂*.

Hart zusammen mit dem dorsoventralen Beinmuskel *dvm₅* (50) beginnt dieser gut ausgebildete Muskel (*D 3*) am Hinterrande der Coxa, geht außen neben dem genannten Muskel nach oben an den epimeralen Bezirk und inseriert hier nahe unter dem hinteren Teile des Flügelansatzes. Der Muskel wirkt zugleich für Bein- und Flügelbewegung; er hebt den Hinterrand der Coxa und damit das Bein und erzielt durch Niederziehen des Epimerum ein Senken des Hinterflügels.

56) *Musculus lateralis tertius metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *III pm₃*.

Dieser nicht kräftige Muskel (*D 4*) inseriert neben dem Beinmuskel *dvm₆* (51) am vorderen Innenrand des Trochanter, geht etwas schräg nach außen zwischen den Beinmuskeln *dvm₃* (48) und *pm₁* (54) durch

und endigt vor dem oberen Ansatz von pm_1 (54) am episternalen Bezirk. Die Tätigkeit dieses Muskels unterstützt den Beinmuskel dvm_6 (51) als Senker des Beines.

57) *Musculus lateralis quartus metathoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Flugmuskel *III pm*₄.

Der schwache Muskel (*D 5*) ist der dritte der oben bei dvm_7 (52) genannten Gruppe. Von der Spitze der Metapophyse steigt er empor an den epimeralen Bezirk; hier liegt sein Ansatz etwas höher als der des Beinmuskels pm_2 (55) dicht unter dem hinteren Teile des Flügelgelenkes. Er ist durch Herabziehen des Epimerum ein Senker des Hinterflügels.

58) *Musculus lateralis quintus metathoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flugmuskel *III pm*₅.

Der Muskel (*D 5*) geht vom Episternum an den in das Innere gehenden Unterrand des Metanotum. Er zieht diesen nach unten und zugleich etwas nach vorn, so daß der Flügel sich hebt mit geringer Bewegung nach rückwärts.

59) *Musculus lateralis sextus metathoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flugmuskel *III pm*₆.

Auch dieser Muskel (*D 5*) verbindet das Episternum mit der dem Metanotum angehörenden Flügelbasis, doch liegt sein episternaler Ansatz bedeutend höher als bei vorgenanntem Muskel (58). Er zieht den Unterrand des Metanotum stärker nach vorn als pm_5 (58), so daß der Flügel schräg rückwärts bewegt wird.

60. *Musculus lateralis septimus metathoracis*, segmentaler (tergalpleuraler) Flugmuskel *III pm*₇.

Die Insertionspunkte dieses winzigen Muskels (*D 6*) konnten nicht ganz genau bestimmt werden. Er setzt am Unterrande des Metanotum über dem hinteren Teile des Flügelgelenkes an und geht an die pleuralwärts gelegene Seite des Flügelansatzes. Er dürfte als Antagonist des pm_6 (59) zu betrachten sein (?).

3. Sternalmuskeln.

61) *Musculus sternalis primus metathoracis*, segmentaler Beinmuskel *III sm*₁.

Der dünne Muskel (*D 4*) verbindet die Metapophyse mit dem Innenrand der Coxa, so daß er das Bein von außen nach unten senkt.

62) *Musculus sternalis secundus metathoracis*, segmentaler Beinmuskel *III sm*₂.

Von dem Außenrand der Coxa geht der mäßig starke Muskel (*D 3—4*)

an die Metapophyse; er wirkt zusammen mit den Beinmuskeln dvm_2 (47) und dvm_3 (48) als Heber des Beines.

63) Musculus sternalis tertius metathoracis, segmentaler Beinmuskel $III sm_3$.

Der dünne Muskel ($D 5$) inseriert an der Metapophyse und geht an den Innenrand des Trochanter. Dadurch, daß er diesen nach oben zieht, wirkt er als Senker des Beines.

64) Musculus sternalis transversus metathoracis, segmentaler, ventraler Quermuskel $III sm_4$.

Ein nicht sehr starker Muskel ($D 4$); verläuft unter der ventralen Längsmuskulatur von dem einen Apophysenzapfen zum andern senkrecht zur ventralen Medianlinie. Er wölbt das Metasternum nach unten.

4. Längsmuskeln.

Da die Längsmuskeln von *Ephemerella* im einzelnen beschrieben werden sollen, verweise ich hier auf die unten folgende zusammenhängende Darstellung.

B. Der Mesothorax II.

1. Dorsoventralmuskeln.

65) Musculus dorsoventralis primus mesothoracis, segmentaler, vorderster Dorsoventralmuskel $II dvm_1$. Bei der Nymphe atypisch.

Der sehr starke Muskel ($D 1$) verbindet den vordersten Teil des Mesosternum mit dem vorderen Teile des Mesonotum. Er wirkt als kräftiger, indirekter Heber des Flügels, indem er den vorderen Teil des Mesonotum nach unten zieht.

66) Musculus dorsoventralis secundus mesothoracis, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel $II dvm_2$. Bei der Nymphe teilweise atypisch.

Der untere Ansatz dieses kräftigen Muskels ($D 2$) liegt am äußeren Vorderrande der Coxa; der Muskel geht dicht hinter dem vordersten Dorsoventralmuskel dvm_1 (65) an die vordere Fläche des Mesonotum; sein dorsaler Ansatz ist schwer von dem des letztgenannten Muskels zu unterscheiden. Durch Emporziehen des Vorderrandes der Coxa senkt der Muskel das Bein von hinten nach unten bzw. hebt dasselbe von unten nach vorn. Außerdem kommt er als indirekter Heber des Vorderflügels in Betracht.

Bei der Nymphe zeigt dieser Muskel ein eigentümliches Verhalten, indem er hier aus typischen und atypischen Faserbündeln gemischt ist;

die vordere, nach dem Kopfe zu gelegene Hälfte seines Querschnittes weist typischen, die hintere atypischen Bau auf.

67) *Musculus dorsoventralis tertius mesothoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *II dvm*₃. Bei der Nymphe teilweise atypisch.

Dieser Muskel ist mittelkräftig (*D* 3); er geht von dem hinteren Innenrande der Coxa dicker werdend hinter dem vorgenannten Muskel *dvm*₂ (66) dorsalwärts und inseriert neben den höchsten Lagen des dorsalen Längsmuskels (114) am Mesonotum hinter *dvm*₂ (66). Er wirkt als Antagonist des Beinmuskels *dvm*₂ (66) durch Heben des Beines nach hinten. Wie der vorgenannte Muskel (66) ist auch dieser bei der Nymphe aus typischen und atypischen Bestandteilen gemischt; ein atypischer Kern wird von typischen Faserbündeln umschlossen; außerdem zeigt er in seinem lateral nach außen gelegenen Teil einige atypische Bündel.

68) *Musculus dorsoventralis quartus mesothoracis*, segmentaler, dorsoventraler Beinmuskel *II dvm*₄.

Von dem Innenrande des Trochanter zieht dieser ziemlich schwache Muskel (*D* 4) an den mittleren, unteren Teil des Mesonotum. Der Muskel wirkt als Bein-Flügelmuskel (Heber des Vorderflügels).

69) *Musculus dorsoventralis quintus mesothoracis*, segmentaler, dorsoventraler Flugmuskel *II dvm*₅.

Der dünne Muskel (*D* 4) entspringt an der Spitze der Mesapophyse und geht an den unteren, innen vom Flügel in das Innere hinunterragenden Rand des Mesonotum. Durch Abwärtsbewegen dieses Randes wirkt der Muskel als Heber des Flügels.

2. Pleuralmuskeln.

70) *Musculus lateralis primus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *II pm*₁.

Der untere Ansatz desselben liegt außen von Beinmuskel *dvm*₂ (66) am vorderen Außenrande der Coxa, der obere hinter dem Prothoraxstigma am Vorderrande des Episternum. Der ziemlich kräftige Muskel (*D* 3) hebt den Vorderrand der Coxa und wird dadurch zum Senker des Beines.

71) *Musculus lateralis secundus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Beinmuskel *II pm*₂.

Der schwache Muskel (*D* 4) inseriert am äußeren Hinterrande der Coxa und geht an den mittleren Vorderrand des Epimerum. Er ist einerseits Heber des Beines, anderseits Senker des Flügels.

72) *Musculus lateralis tertius mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *II pm*₃.

Ventral inseriert der dünne Muskel (*D 4*) neben dem unten folgenden *pm*₄ (73) am Trochanter; er verläuft gerade hinter *pm*₁ (70) an die untere Fläche des Episternum, wo er auf gleicher Höhe mit letztgenanntem Muskel ansetzt. Er bewegt den Innenrand des Trochanter aufwärts.

73) *Musculus lateralis quartus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, episternaler Beinmuskel *II pm*₄.

Dieser Muskel (*D 4*) setzt zwischen *dvm*₄ (68) und *pm*₃ (72) am Trochanter an und inseriert oben an dem obersten Teile des Episternum unter der vordersten Strecke des Flügelgelenkes. Als Beinmuskel hebt er den Innenrand des Trochanter, als Flugmuskel zieht er das Episternum abwärts und ist daher als Senker des Flügels anzusehen.

74) *Musculus lateralis quintus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Flugmuskel *II pm*₅.

Von der Spitze der Mesapophyse geht dieser dünne Muskel (*D 4*) an den endoskeletalen Zapfen des Epimerum. Er ist also ein Senker des Vorderflügels.

75) *Musculus lateralis sextus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler, epimeraler Flugmuskel *II pm*₆. Bei der Nymphe atypisch.

Der stärkste pleurale Flügelmuskel (*D 1*). Er beginnt ventral schräg hinter der Mesapophyse und inseriert pleural am endoskeletalen Zapfen des Epimerum, und zwar an dessen Hinterseite. Der Muskel senkt durch Herabziehen des Epimerum den Vorderflügel.

76) *Musculus lateralis septimus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flankenmuskel *II pm*₇.

Der Muskel (*D 5*) beginnt vor dem oberen Ansatz des Beinmuskels *pm*₁ (70) am Vorderrande des Episternum und geht schräg nach vorn an den Unterrand des weit über dem Prothoraxstigma vorragenden Mesonotum. Die Funktion des Muskels ist nicht klar ersichtlich; wahrscheinlich spielt er für die Atmung eine Rolle, da seine Insertionen an den Grenzen der prothoracalen Stigmenhaut liegen.

77) *Musculus lateralis octavus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler Flugmuskel *II pm*₈.

Der untere, hintere Ansatz des sehr dünnen Muskels (*D 6*) liegt am Unterrande des Mesonotum, wo dieses nach unten in das Segment eine Falte schickt; der Muskel geht schräg aufwärts nach vorn an die

episternale Seite der Flügelbasis. Er zieht die äußere Seite der Flügelwurzel und damit den Flügel nach hinten.

78) *Musculus lateralis nonus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flugmuskel *II pm₉*.

Der ziemlich schwache Muskel (*D 4*) inseriert unmittelbar über *pm₇* (76) am Vorderrande des Episternum, geht schräg aufwärts an den nach innen ragenden Rand des Mesonotum; hier setzt er vor dem *dvm₅* (69) an. Der Muskel zieht den mittleren Unterrand des Mesonotum schräg nach unten, so daß der Flügel sich schräg rückwärts hebt.

79) *Musculus lateralis decimus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, episternaler Flugmuskel *II pm₁₀*.

Von dem obersten Hinterrande des Episternum geht dieser dünne Muskel (*D 4*) an die dem Notum zugehörige Seite der Flügelbasis. Er unterstützt die Funktion des vorgenannten Muskels.

80) *Musculus lateralis undecimus mesothoracis*, segmentaler, tergalpleuraler, epimeraler Flugmuskel *II pm₁₁*.

Der pleurale Ansatz dieses Muskels (*D 5*) liegt am endoskeletalen Zapfen des Epimerum, der Muskel geht schräg aufwärts nach hinten an das Mesonotum. Er zieht das Epimerum nach oben und wirkt so entgegen den Muskeln *pm₅* (74) und *pm₆* (76).

81) *Musculus lateralis stigmaticus primus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler Stigmenmuskel *II pm₁₂*. Bei der Nymphe atypisch.

Schräg außen von *pm₆* (75) beginnt der kurze Muskel (*D 6*) am Mesosternum und geht an die Stigmenhaut, wo er vor dem Stigma an einem winzigen Chitinplättchen inseriert. Er ist ein Stigmenöffner.

82) *Musculus lateralis stigmaticus secundus mesothoracis*, segmentaler, sternalpleuraler Stigmenmuskel *II pm₁₃*. Bei der Nymphe atypisch.

Gleich hinter dem vorgenannten Muskel geht dieser winzige Muskel (*D 7*) an die untere Hinterseite des Stigmas, wo er an einem sehr kleinen Chitinstück endigt. Auch dieser Muskel funktioniert als Öffner des Stigmas.

Muskeln, welche als besondere Stigmenschließer ausgebildet wären, sind nicht vorhanden. Das Schließen des Mesothoraxstigmas muß durch indirekte Muskelwirkung erfolgen.

3. Sternalmuskeln.

83) *Musculus sternalis primus mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm₁*.

Der dünne Muskel (*D 4*) verbindet den vorderen Außenrand der Coxa mit der Mesapophyse. Er unterstützt und modificiert die Wirkung der Beinmuskeln *dm*₂ (66) und *pm*₁ (70).

84) *Musculus sternalis secundus mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm*₂.

Vom Innenrand der Coxa an die Mesapophyse, hier mit *sm*₁ (83) konvergierend; seine Funktion ist fast entgegengesetzt der des vorhergehenden Muskels.

85) *Musculus sternalis tertius mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm*₃.

Dieser Muskel geht (*D 4*) vom Innenrande der Coxa an die Mesapophyse. Er ist ein Senker des Beines in der Richtung von außen nach unten.

86) *Musculus sternalis quartus mesothoracis*, segmentaler Beinmuskel *II sm*₄.

Ein schwacher Muskel (*D 5*); er verbindet den Innenrand des Trochanter mit der Mesapophyse. Durch seine Tätigkeit wird das Bein medianwärts bewegt.

87) *Musculus sternalis transversus mesothoracis*, segmentaler, ventraler Quermuskel *II sm*₅.

Der ziemlich starke Muskel (*D 3*) verbindet die beiden Zapfen der (paarigen) Mesapophyse; er verläuft unter den Längsmuskeln, gleich über dem Bauchmark. Seine Contraction krümmt das Mesosternum nach unten.

4. Längsmuskeln.

Die eigentliche Längsmuskulatur siehe unten im Zusammenhange; hier sei nur genannt:

88) *Musculus dorsalis mesothoracis*, intersegmentaler Dorsalmuskel *II dm*. Bei der Nymphe atypisch.

Von der Mitte des Mesonotum geht der starke Muskel (*D 2-1*) an den unteren, äußerlichen Teil des Phragmas zwischen Meso- und Metathorax. Da er die Wölbung des Mesonotum nach unten zieht, ist er als indirekter Flugmuskel ein Heber des Vorderflügels.

C. Die Längsmuskulatur von *Ephemerella ignita*.

Der Beschreibung der Längsmuskulatur sind, wie schon hervorgehoben wurde, zugrunde gelegt die Verhältnisse, wie sie sich bei *Ephemerella ignita* vorfinden.

Die Längsmuskeln zeigen im allgemeinen eine platte, bandartige

Form, indem sie mit ihrer breiten Seite sich dem Segmentumfange anschmiegen; eine Ausnahme davon bilden die Längsmuskeln des Thorax, welche einen mehr oder weniger rundlichen oder ovalen Querschnitt besitzen. Der Faserverlauf ist meist parallel, doch divergieren die Fasern in denjenigen Muskeln, welche nicht am Rande, sondern auf der Fläche der Segmente inserieren, indem die Muskeln auf diese Flächen ausstrahlen. Fast alle Längsmuskeln zeigen auch bei der Nymphe einen typischen Bau; Ausnahmen sind vorhanden, wenn die Muskeln zu dem Flugvermögen in Beziehungen stehen. Die mehrfach intersegmentalen Muskeln liegen allgemein näher dem Darm, die einfach intersegmentalen näher dem Körperumfange.

Die Funktion der Längsmuskeln besteht ganz allgemein in einer Verkürzung des Körpers, besonders des Abdomens; wichtig vor allem sind die Muskeln für die Schwimmbewegungen der Nymphe, indem eine abwechselnde Tätigkeit der dorsalen und ventralen Muskeln ein Auf- und Abschlagen des Abdomens bewirkt. Ferner dient die Längsmuskulatur der intersegmentalen Verbindung der einzelnen Segmente, da ja die meisten Segmente nur durch dünne Häute miteinander in Zusammenhang stehen. Im Thorax werden die dorsalen Längsmuskeln bedeutsam für die Bewegung der Flügel, während im Abdomen die dorsalen Muskeln auch für die Bewegung der Kiemen in Frage kommen.

A. Dorsale Längsmuskeln.

(Taf. XXIV, Fig. 1.)

I. Einfach intersegmentale Längsmuskeln.

Einfach intersegmentale Längsmuskeln kommen dorsal in jedem Segmente vor. In den hinteren Abdominalsegmenten besitzen sie eine große Regelmäßigkeit der Anordnung, in den vorderen treten neue Muskeln hinzu. Im ganzen Abdomen der Nymphe und bei der Imago überhaupt zeigen alle Muskeln typische Querstreifung; atypisch sind bei der Nymphe die einfach intersegmentalen Muskeln von Meso- und Metathorax. Die mehrfach intersegmentale Muskulatur verläuft im allgemeinen fast parallel zur Medianlinie, während die einfach intersegmentalen Muskeln sich mit dieser mehr oder weniger kreuzen. Unter letzteren kann man im Abdomen eine regelmäßig wiederkehrende Anordnung unterscheiden; medianwärts liegen zwei Muskeln und ganz lateral einer; dazwischen erstreckt sich die mehrfach intersegmentale Muskulatur.

Achtes Abdominalsegment *VIIIa*

(Textfig. 7.)

89) *Musculus dorsalis primus*, tergaler, innerer Längsmuskel *VIIIa dlm₁*.

Dieser Muskel geht vom medianen Vorderrande des achten Abdominalsegmentes an den Vorderrand des neunten Tergits.

90) *Musculus dorsalis secundus*, tergaler, mittlerer Längsmuskel *VIIIa dlm₂*.

Dieser Muskel verläuft fast parallel zu dem vorhergehenden, lateral von diesem vom dorsalen Vorderrande des achten Abdominalsegmentes an den Vorderrand des neunten.

91) *Musculus dorsalis tertius*, tergaler, äußerer Längsmuskel *VIIIa dlm₃*.

Ein sehr kurzer Muskel; von dem hinteren Teile der seitlichsten Fläche des achten Abdominaltergits geht er an den tergalen Vorderrand des neunten Abdominalsegmentes.

Die drei Muskeln ziehen das neunte abdominale Tergit in das achte Segment hinein und bewirken dadurch eine Verkürzung des Abdomens bzw. eine Hebung des Hinterleibsendes.

Siebentes Abdominalsegment *VIIa*

(Textfig. 18.)

92) *Musculus dorsalis primus*, tergaler, innerer Längsmuskel *VIIa dlm₁*.

Der Muskel geht vom Vorderrande des siebenten Abdominaltergits an den Vorderrand des achten, wie in *VIIIa*.

93) *Musculus dorsalis secundus*, tergaler, mittlerer Längsmuskel *VIIa dlm₂*.

Dieser Muskel entspricht in seiner ganzen Anordnung dem mittleren dorsalen Längsmuskel 90 in *VIIIa*.

94) *Musculus dorsalis tertius*, tergaler, äußerer Längsmuskel *VIIa dlm₃*.

Im siebenten Segmente ist dieser Muskel etwas länger als im achten, da er weiter vorn auf der seitlichen Fläche des Tergits im siebenten Segmente inseriert; im übrigen gleicht der Muskel dem *dlm₃* im achten Abdominalsegmente.

Die Funktion der genannten Muskeln ist die gleiche wie im achten Segmente des Abdomens. Außerdem sind sie wohl als indirekte Senker der Tracheenkiemen von Bedeutung; dies gilt namentlich von dem

äußeren Längsmuskel dlm_3 , welcher unmittelbar innen von der Tracheenkieme verläuft. Indem die Muskeln, insbesondere also der letztgenannte, den dorsalen Vorderrand des achten Segmentes in das siebente hineinziehen, wird zugleich der hintere, untere Basalrand der Tracheenkiemen des siebenten Segmentes nach vorn geschoben und dadurch die Kieme gesenkt.

Sechstes bis erstes Abdominalsegment *VIa—Ia*.

Im sechsten bis ersten Abdominalsegmente stimmt die einfach intersegmentale Dorsalmuskulatur völlig mit der im siebenten Segment überein; daher ist ihre Beschreibung im einzelnen überflüssig; ich beschränke mich auf ihre Aufzählung.

Sechstes Abdominalsegment *VIa*.

95) Musculus dorsalis primus, tergaler, innerer Längsmuskel *VIa dlm₁*.

96) Musculus dorsalis secundus, tergaler, mittlerer Längsmuskel *VIa dlm₂*.

97) Musculus dorsalis tertius, tergaler, äußerer Längsmuskel *VIa dlm₃*.

Fünftes Abdominalsegment *Va*.

(Textfig. 17.)

98) Musculus dorsalis primus, tergaler, innerer Längsmuskel *Va dlm₁*.

99) Musculus dorsalis secundus, tergaler, mittlerer Längsmuskel *Va dlm₂*.

100) Musculus dorsalis tertius, tergaler, äußerer Längsmuskel *Va dlm₃*.

Viertes Abdominalsegment *IVa*.

101) Musculus dorsalis primus, tergaler, innerer Längsmuskel *IVa dlm₁*.

102) Musculus dorsalis secundus, tergaler, mittlerer Längsmuskel *IVa dlm₂*.

103) Musculus dorsalis tertius, tergaler, äußerer Längsmuskel *IVa dlm₃*.

Drittes Abdominalsegment *IIIa*.

104) Musculus dorsalis primus, tergaler, innerer Längsmuskel *IIIa dlm₁*.

105) *Musculus dorsalis secundus*, tergaler, mittlerer Längsmuskel *IIIa dlm₂*.

106) *Musculus dorsalis tertius*, tergaler, äußerer Längsmuskel *IIIa dlm₃*.

Zweites Abdominalsegment *IIa*.

107) *Musculus dorsalis primus*, tergaler, innerer Längsmuskel *IIa dlm₁*.

108) *Musculus dorsalis secundus*, tergaler, mittlerer Längsmuskel *IIa dlm₂*.

109) *Musculus dorsalis tertius*, tergaler, äußerer Längsmuskel *IIa dlm₃*.

Erstes Abdominalsegment *Ia*.

110) *Musculus dorsalis primus*, tergaler, innerer Längsmuskel *Ia dlm₁*.

111) *Musculus dorsalis secundus*, tergaler, mittlerer Längsmuskel *Ia dlm₂*.

112) *Musculus dorsalis tertius*, tergaler, äußerer Längsmuskel *Ia dlm₃*.

Metathorax *III*.

(Textfig. 28.)

113) *Musculus metanoti*, dorsaler Längsmuskel des Metathorax *III dlm*. Bei der Nymphe atypisch.

Ein sehr kräftiger Muskel; er inseriert vorn am Metanotum und am hinteren Blatte des Phragmas mit großer Ansatzfläche und geht an das phragmaähnlich erweiterte Vorderende des ersten abdominalen Tergits. Seine Funktion bezieht sich auf das Flugvermögen; er wölbt das Metanotum nach oben und wird dadurch zum indirekten, aber sehr wirksamen Senker des Hinterflügels.

Mesothorax *II*.

(Textfig. 23, 24, 28, 29.)

114) *Musculus mesonoti*, tergaler Längsmuskel des Mesothorax *II dlm*. Bei der Nymphe atypisch.

Der stärkste Muskel der Ephemeren überhaupt. Sein vorderer Ansatz liegt auf der vorderen Fläche des Mesonotum, wo dieses sich zum Prothorax herabsenkt; parallelfaserig zieht er sich hin zum Phragma am Vorderrand des Metathorax, dessen vorderes Blatt, soweit es im Inneren des Thorax liegt und noch darüber hinaus, ganz von seinem hinteren Ansatz eingenommen wird.

Der Muskel ist von größter Bedeutung für das Flugvermögen. Seine Tätigkeit wölbt das Mesonotum nach oben, so daß ein kräftiges Niederschlagen des Vorderflügels erzielt wird.

II. Mehrfach intersegmentale Muskeln.

Wie unter den einfach intersegmentalen Muskeln herrscht auch unter den mehrfach intersegmentalen im Abdomen eine große Regelmäßigkeit. Sie kommen vor in den Abdominalsegmenten *Ia* bis *VIIa*, sowie im Metathorax. Ihr Lageverhältnis zu den übrigen Längsmuskeln wurde schon erörtert. Bei ihrer Beschreibung erscheint es zweckmäßig, nicht wie bisher in anal-oraler Richtung vorzugehen, sondern umgekehrt, da sie vorn in den Segmenten beginnen und nach hinten sich nach und nach in einzelne Äste auflösen. Sie besitzen sämtlich bei Nymphe und Imago typische Struktur.

Metathorax *III*.

115) *Musculus dorsalis metathoracis intersegmentalis*, mehrfach intersegmentaler, tergaler Längsmuskel des Metathorax *III idlm*.

Unter dem einfach intersegmentalen Längsmuskel des Metathorax beginnt dieser im Querschnitt rundliche Muskel am Vorderrande des Metanotum, geht zwischen dem genannten Muskel und dem Darm nach hinten, überschlägt das erste Abdominalsegment, sendet einen Ast an den Vorderrand des zweiten Abdominaltergits, an welchem derselbe zwischen den Längsmuskeln *Ia dlm₂* (111) und *IIa dlm₂* (108) inseriert, und endigt selbst am dorsalen Vorderrande des dritten Abdominalsegmentes. Der Muskel dient der Verbindung von Thorax und Abdomen, vor allem auch der Schwimmbewegung als Heber des Abdomens.

Erstes Abdominalsegment *Ia*.

116) *Musculus dorsalis intersegmentalis abdominis primus*, doppelt intersegmentaler, tergaler Längsmuskel *idlm₁*.

Dieser Muskel inseriert vorn am seitlichen Rande des ersten Abdominaltergits, schickt einen Ast an den Vorderrand des zweiten Abdominaltergits und endigt am Vorderrande des dritten.

Zweites Abdominalsegment *IIa*.

117) *Musculus dorsalis intersegmentalis abdominis secundus*, doppelt intersegmentaler, tergaler Längsmuskel *idlm₂*.

Wie im ersten Abdominalsegment; der Muskel verbindet den Vorderrand des zweiten abdominalen Tergits mit dem Vorderrande des dritten (erster Ast) und des vierten (zweiter Ast).

Drittes Abdominalsegment *IIIa*.

118) Musculus dorsalis intersegmentalis abdominis tertius, doppelt intersegmentaler, tergaler Längsmuskel *idlm*₃.

Dieser Muskel entspricht durchaus dem vorgenannten im zweiten Segmente des Abdomens. Er geht vom dorsalen Vorderrande des dritten Segmentes an den Vorderrand des vierten bzw. des fünften.

Viertes Abdominalsegment *IVa*.

119) Musculus dorsalis intersegmentalis abdominis quartus, doppelt intersegmentaler, tergaler Längsmuskel *idlm*₄.

Zum Unterschiede von den entsprechenden Muskeln in den vorgenannten Segmenten inseriert dieser Muskel nicht mehr am Vorderende, sondern auf der vorderen Fläche des vierten abdominalen Tergits; seine hinteren Insertionen liegen am tergalen Vorderrande von *Va* und *VIa*.

Fünftes Abdominalsegment *Va*.

120) Musculus dorsalis intersegmentalis abdominis quintus, doppelt intersegmentaler, tergaler Längsmuskel *idlm*₅.

Der Muskel verhält sich wie *idlm*₄ im vorhergehenden Segment. Er verbindet die vordere Fläche des fünften Tergits mit dem Vorderrand des sechsten und siebenten.

Sechstes Abdominalsegment *VIa*.

121) Musculus dorsalis intersegmentalis abdominis sextus, doppelt intersegmentaler, tergaler Längsmuskel *idlm*₆.

Entsprechend dem *idlm*₅ im voraufgehenden Segmente geht dieser Muskel in gleicher Anordnung vom sechsten zum siebenten bzw. achten Abdominalsegment.

Siebentes Abdominalsegment *VIIa*.

122) Musculus dorsalis intersegmentalis abdominis septimus, doppelt intersegmentaler, tergaler Längsmuskel *idlm*₇.

Wie in den übrigen Segmenten geht dieser Muskel von der vorderen Fläche des siebenten Abdominaltergits an den tergalen Vorderrand der Segmente *VIIIa* und *IXa*.

In den folgenden Segmenten ist keine mehrfach intersegmentale Muskulatur mehr vorhanden.

Die Funktion der mehrfach intersegmentalen Muskeln unterstützt

die der einfach intersegmentalen; jene wirken besonders als Heber und Verkürzer des Abdomens.

B. Ventrale Längsmuskeln.

I. Einfach intersegmentale Längsmuskeln.

Allgemein läßt sich über die einfach intersegmentalen Muskeln folgendes sagen:

Sie zeigen in allen Segmenten mit Ausnahme des Thorax und der ersten beiden Abdominalsegmente große Regelmäßigkeit und Übereinstimmung; in allen Fällen besitzen sie die Ausbildung typischer Muskeln. Ihr vorderer Ansatz liegt näher der Medianlinie als der hintere, so daß die entsprechenden Muskeln der beiden Körperhälften nach hinten mehr oder weniger divergieren; sie verlaufen daher schräg zu der mehrfach intersegmentalen Muskulatur, wodurch eine erhöhte Leistungsfähigkeit bedingt wird. Es sind zwei Hauptgruppen zu unterscheiden: die eine liegt näher der Medianlinie innen von den mehrfach intersegmentalen Muskeln, die andre mehr lateral außen von letzteren unmittelbar innen von den Dorsoventralmuskeln; beide liegen unter der mehrfach intersegmentalen Muskulatur.

Achtes Abdominalsegment *VIIIa*.

123) *Musculus ventralis primus*, sternaler, innerer Längsmuskel *VIIIa vlm₁* (= *vlm₂* der Figuren und Tabellen).

Der Muskel inseriert nahe der Medianlinie am Vorderrande des achten Abdominalsternits, verläuft etwas schräg nach außen an den sternalen Vorderrand des folgenden Segmentes, wo er innen vom mehrfach intersegmentalen Muskel ansetzt.

124) *Musculus ventralis secundus*, sternaler, äußerer Längsmuskel *VIIIa vlm₂* (= *vlm₃* der Figuren und Tabellen).

Dieser Muskel inseriert unter dem mehrfach intersegmentalen Muskel auf dem hinteren Drittel des Sternits im achten Segmente, geht schräg nach außen unter dem mehrfach intersegmentalen Muskel durch und endigt nach kurzem Verlaufe am seitlichen Vorderrande des neunten Abdominalsternites.

Siebentes Abdominalsegment *VIIa*.

125) *Musculus ventralis primus*, sternaler, innerer Längsmuskel *VIIa vlm₁*.

Der vordere Ansatz dieses kurzen Muskels liegt fast median auf dem hinteren Drittel des siebenten Abdominalsternits; ferner inseriert der Muskel am Vorderrande des achten Segmentes.

126) *Musculus ventralis secundus*, sternaler, mittlerer Längsmuskel *VIIa vlm₂*.

Der Muskel beginnt am Vorderrande des siebenten Segmentes, geht außen von vorgenanntem Muskel *vlm₁* (125) nach hinten und endigt (innen von der mehrfach intersegmentalen Muskulatur) am sternalen Vorderrande des achten Segmentes.

127) *Musculus ventralis tertius*, sternaler, äußerer Längsmuskel *VII vlm₃*.

Außen von dem vorhergehenden Muskel inseriert dieser unter dem mehrfach intersegmentalen Muskel auf der Fläche des siebenten Abdominalsternites ungefähr parallel neben dem vorderen Ansatz von *vlm₁* (125). Er geht schräg nach außen unter dem mehrfach intersegmentalen Muskel durch und endigt am seitlichen Vorderrande des achten abdominalen Sternites.

Sechstes bis viertes Abdominalsegment *VIa—IVa*.

Im sechsten bis vierten Abdominalsegmente zeigt die ventrale Längsmuskulatur eine so große Übereinstimmung mit den Muskeln des siebenten Segmentes, daß eine einfache Aufzählung genügt; nur einige wenige Besonderheiten sind zu verzeichnen.

Sechstes Abdominalsegment *VIa*.

128) *Musculus ventralis primus*, sternaler, innerer Längsmuskel *VIa vlm₁*.

129) *Musculus ventralis secundus*, sternaler, mittlerer Längsmuskel *VIa vlm₂*.

130) *Musculus ventralis tertius*, sternaler, äußerer Längsmuskel *VIa vlm₃*.

Der vordere Ansatz dieses Muskels ist weiter nach vorn verlegt als im siebenten Abdominalsegmente, so daß hier der Muskel länger ist als dort.

Fünftes Abdominalsegment *Va*.

131) *Musculus ventralis primus*, sternaler, innerer Längsmuskel *Va vlm₁*.

Wie im sechsten Abdominalsegmente, doch ist der Muskel bedeutend länger als dort, weil sein vorderer Ansatz nach vorn gerückt ist.

132) *Musculus ventralis secundus*, sternaler, mittlerer Längsmuskel *Va vlm₂*.

133) *Musculus ventralis tertius*, sternaler, äußerer Längsmuskel *Va vlm₃*.

Der Muskel inseriert vorn zu Beginn der zweiten Segmenthälfte; sein Ansatz ist daher noch weiter vorgeschoben als im sechsten Segmente; zugleich ist er vorn etwas mehr nach innen gerückt.

Viertes Abdominalsegment *IVa*.

134) *Musculus ventralis primus*, sternaler, innerer Längsmuskel *IVa vlm₁*. Wie in *Va*.

135) *Musculus ventralis secundus*, sternaler, mittlerer Längsmuskel *IVa vlm₂*.

136) *Musculus ventralis tertius*, sternaler, äußerer Längsmuskel *IVa vlm₃*. Wie in *Va*.

Drittes Abdominalsegment *IIIa*.

137) *Musculus ventralis primus*, sternaler, innerer Längsmuskel *IIIa vlm₁*. Wie in *IVa*.

138) *Musculus ventralis secundus*, sternaler, mittlerer Längsmuskel *IIIa vlm₂*. Wie in *IVa*.

139) *Musculus ventralis tertius*, sternaler, erster äußerer Längsmuskel *IIIa vlm₃*.

Der Verlauf dieses Muskels ist im allgemeinen wie in den schon beschriebenen Segmenten, doch ist sein vorderer Ansatz noch mehr nach innen und etwas nach vorn geschoben, so daß er die mehrfach intersegmentale Muskulatur unter größerem Winkel kreuzt als in den andern Segmenten.

140) *Musculus ventralis quartus*, sternaler, zweiter äußerer Längsmuskel *IIIa vlm₄*.

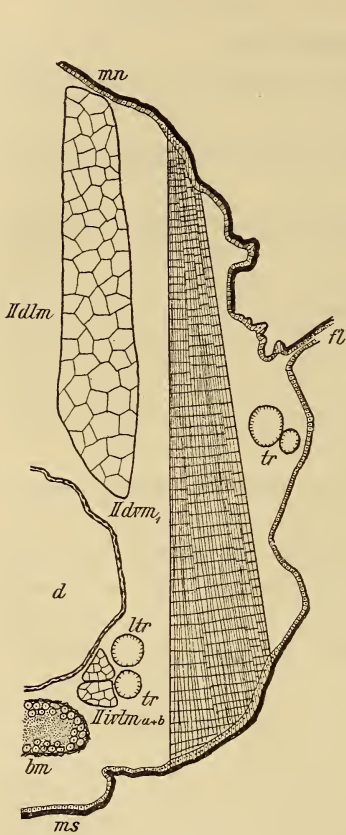
Dieser Muskel ist in den übrigen Segmenten nicht vorhanden. Vorn inseriert er als am weitesten lateralwärts gelegener Muskel am Vorderrande des Sternites im dritten Abdominalsegmente, geht dann neben dem vorgenannten Muskel *vlm₃* (139) schräg nach hinten und setzt gleich außen neben diesem am seitlichen Vorderrande des vierten abdominalen Sternites an. Nach hinten konvergiert er etwas mit dem *vlm₃* (139).

Zweites Abdominalsegment *IIa*.

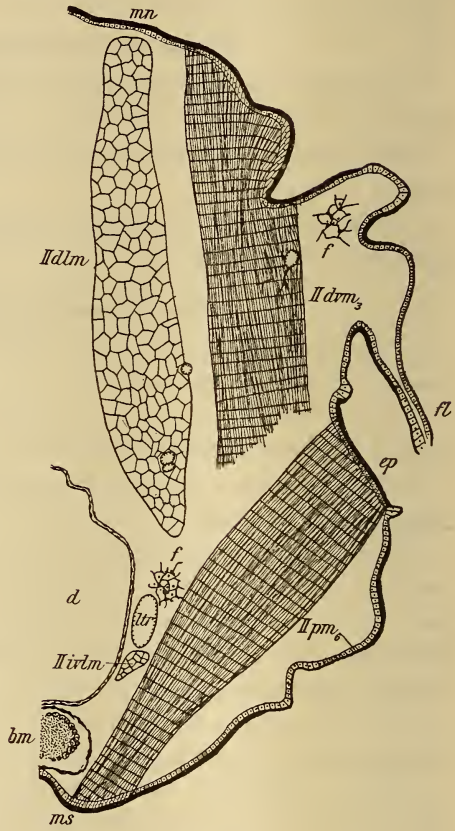
141) *Musculus ventralis primus*, sternaler medianseitiger Längsmuskel *IIa vlm₁* (= *vlm₂* der Figuren und Tabellen).

Dieser Muskel entspringt nahe der Medianlinie vorn auf dem Sternite, geht schräg auswärts nach hinten unter den mehrfach intersegmentalen Muskeln durch und inseriert am Vorderrande des dritten abdominalen Sternites.

142) *Musculus ventralis secundus*, sternaler, äußerer Längsmuskel *Ila vlm₂* (= *vlm₃* der Figuren und Tabellen).



Textfig. 23.



Textfig. 24.

Zwei Querschnitte durch die rechte Hälfte des Meso- bzw. Metathorax von *Ephemerella ignita* imag. ♂. Hierzu auch Textfig. 25. Vergr. 60. Die Serie beginnt vorn im Mesothorax. *mn*, Mesonotum; *ms*, Mesosternum; *ms'*, Metasternum; *ep*, Epimerum; *ph*, Phragma zwischen Meso- und Metathorax; *h*, Verbindungshaut zwischen *ph* und dem Mesonotum; *fl*, Flügel des Meso- bzw. Metathorax; *c*, Coxa; *tro*, Trochanter; *map*, Mesapophyse; *map'*, Metapophyse; *tr*, Trachee; *ltr*, laterale Längstrachee; *st*, Stigmenanfangstrachee; *StiII*, Stigma des Mesothorax; *d*, Darm; *f*, Fettkörper; *bm*, Bauchmark; *r*, Rückengefäß; *bk*, Blutkörperchen. — Dorsoventralmuskeln: *IIdvm₁* (E 65), *IIdvm₂* (E 66), *IIdvm₃* (E 67), *IIdvm₄* (E 68), *IIdvm₅* (E 69); *IIIdvm₁* (E 46), *IIIdvm₂* (E 47), *IIIdvm₃* (E 48), *IIIdvm₄* (E 49), *IIIdvm₅* (E 51), *IIIdvm₇₊₈* (E 52, 53). — Pleuralmuskeln: *Ipm₁*, Pleuralmuskeln des Prothorax; *Im*, Muskeln des Prothorax; *IIpm₂* (E 71), *IIpm₃* (E 72), *IIpm₄* (E 73), *IIpm₅* (E 74), *IIpm₆* (E 75), *IIpm₇* (E 76); *IIIpm₁* (E 54), *IIIpm₃* (E 56), *IIIpm₄* (E 57), *IIIpm₅* (E 58), *IIIpm₆* (E 59). — Sternalmuskeln: *Iism₃* (E 84), *Iism₄* (E 85), *Iism₅* (E 86), *IIism₁* (E 61), *IIism₂* (E 62), *IIism₄* (E 64). — Längsmuskeln: *Iiivlm* (E 145), *IIiivlm₁* (E 143), *Iaivlm₂* (E 148), *IIdlm* (E 114), *IIIdlm* (E 113), *IIIIdlm* (E 115). — Muskeln der Coxa bzw. des Trochanter: *cm*, *trm*.

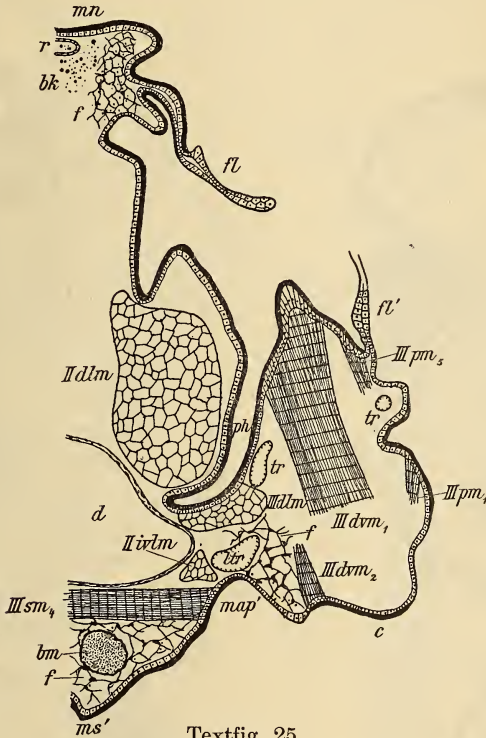
Etwa von der Mitte des Sternites geht dieser Muskel schräg rückwärts an den sternalen Seitenteil des folgenden Segmentes (*IIIa*).

Erstes Abdominalsegment Ia.

Im ersten Abdominalsegmente sind einfach intersegmentale Längsmuskeln ventral nicht vorhanden.

Metathorax III.

143) Musculus metasterni primus, ventraler, innerer Längsmuskel des Metathorax III *vlm*₁.



Textfig. 25.

Querschnitt durch die rechte Hälfte des Meso- bzw. Metathorax von *Ephemera ignita* imag. ♂. Vergr. 60. Buchstabenbezeichnung siehe Textfig. 23 und 24.

Von dem medianwärts gelegenen Teile der Metapophysenbasis geht der kurze Muskel an den Vorderrand des ersten abdominalen Sternites.

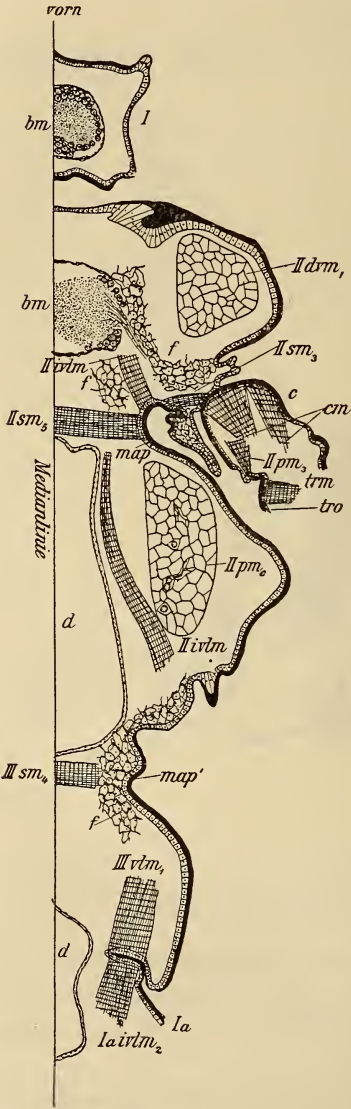
144) Musculus metasterni secundus, ventraler, äußerer Längsmuskel III *vlm*₂.

Der ebenfalls nur kurze Muskel inseriert an der Basis der Metapophyse und geht unter allen andern Längsmuskeln hindurch an den ventralen Vorderrand des ersten Abdominalsegmentes.

Der Mesothorax besitzt ventral keine einfach intersegmentale Längsmuskulatur.

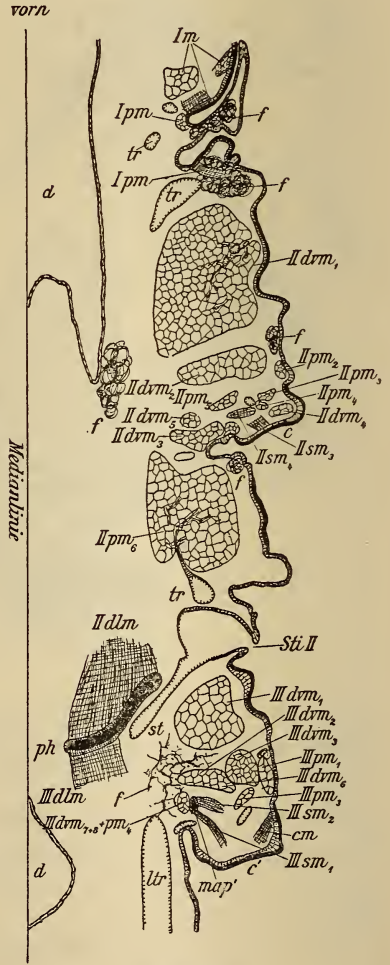
II. Mehrfach intersegmentale Längsmuskeln.

Über die Lage der mehrfach intersegmentalen Längsmuskulatur ist zu sagen, daß sie über allen bis jetzt aufgezählten Längsmuskeln



Textfig. 26.

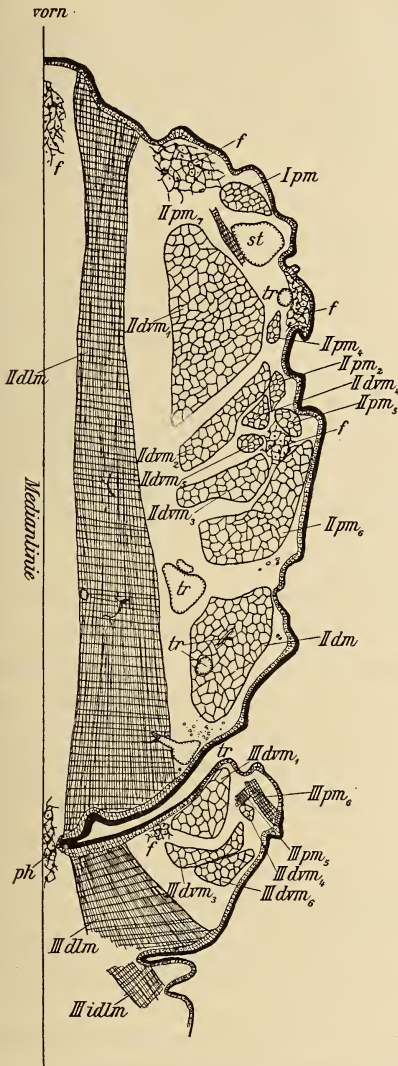
Zwei Frontalschnitte durch die rechte Hälfte des Thorax von *Ephemerella ignita* imag. ♂. Hierzu auch Textfig. 28 u. 29. Vergr. 60. Die Serie beginnt ventral. Buchstabenbezeichnung siehe Textfig. 23 und 24.



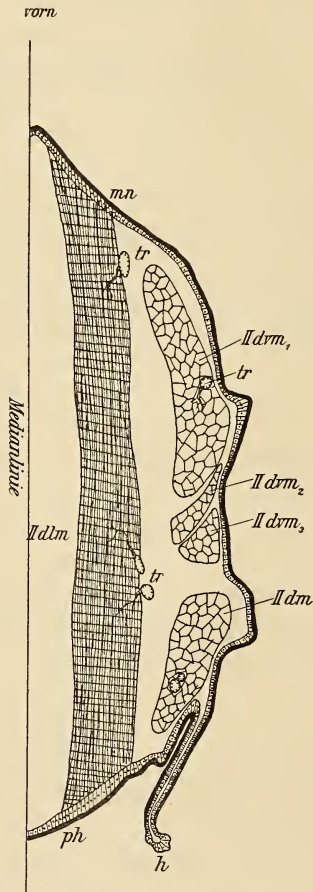
Textfig. 27.

verläuft und letztere unter spitzem Winkel kreuzt, da sie fast parallel

zur Medianebene sich hinzieht. Ihr Vorkommen ist — wenn man die Zugehörigkeit der Muskeln auch hier nach dem vorderen Ansatz be-



Textfig. 28.



Textfig. 29.

Zwei Frontalschnitte durch die rechte Hälfte des Thorax von *Ephemerella ignita* imag. ♂. Fortsetzung zu Textfig. 26 und 27. Buchstabenbezeichnung siehe Textfig. 23 und 24. Vergr. 60.

stimmt — beschränkt auf den Thorax und das erste Abdominalsegment.

Mesothorax II.

145) *Musculus ventralis mesothoracis intersegmentalis*, vielfach intersegmentaler, ventraler Längsmuskel *II ivlm*.

Der längste Muskel der Ephermeriden überhaupt; er beginnt am seitlichen Vorderrande des Mesosternum, wo dieses mit der Basis der Proapophyse verschmilzt, und zieht sich durch das ganze Abdomen hindurch, an alle Segmente mit Ausnahme des Metathorax und des zweiten Abdominalsegmentes einen Zweig abgebend. Zunächst sendet er einen Ast an die Vorderseite der Mesapophyse, geht dann innen an der Metapophyse vorbei in das Abdomen. Hier zweigt von ihm zunächst ein Bündel ab, welches am ersten Abdominalsternit seitlich neben dem vorderen Ansatz des ventralen Längsmuskels 148 (s. unten) inseriert; er verläuft dann über allen beschriebenen Längsmuskeln weiter, übergeht das zweite Abdominalsegment und sendet von jetzt ab einen Ast an den Vorderrand eines jeden Abdominalsternites vom dritten bis zum achten; der Insertionspunkt dieser Äste liegt zwischen den hinteren Ansätzen des mittleren und äußeren ventralen Längsmuskels. Der Muskel selbst endigt am Vorderrande des neunten Abdominalsternites.

Metathorax III.

146) *Musculus ventralis metathoracis intersegmentalis*, mehrfach intersegmentaler, ventraler Längsmuskel *III ivlm*.

Der vordere Ansatz dieses langen Muskels liegt an der Innenseite der Metapophyse; der Muskel geht fast parallel zur Medianlinie nach hinten; am Vorderrande des ersten Abdominalsegmentes gibt er einen Ast ab, welcher am lateralen Teile des Sternites inseriert; das zweite Abdominalsegment überschlägt er und endigt am Vorderrande des dritten Abdominalsternites.

Erstes Abdominalsegment Ia.

147) *Musculus ventralis primus intersegmentalis abdominis*, doppelt intersegmentaler, sternaler, medianseitiger Längsmuskel *Ia ivlm₁*.

Vom medianen Vorderrande des ersten Abdominalsternites verläuft dieser Muskel an das Sternit des dritten Abdominalsegmentes und inseriert hier am Vorderrande.

148) *Musculus ventralis secundus intersegmentalis abdominis*, doppelt intersegmentaler, sternaler, äußerer Längsmuskel *Ia ivlm₂*.

Dieser Muskel entspringt gleich außen neben dem vorgenannten (147)

am ventralen Vorderrande des ersten Abdominalsegmentes; er verläuft etwas schräg nach hinten und auswärts und endigt an der lateralen Vorderkante des dritten Abdominalsternites.

Die ventralen Längsmuskeln wirken als Antagonisten der dorsalen; sie verkürzen das Abdomen bzw. biegen dasselbe nach unten, wie es beim Schwimmen für die Nymphe erforderlich ist. Einfach intersegmentale und mehrfach intersegmentale Muskeln haben darin eine einheitliche Funktion.

V. Zusammenfassende Betrachtung der Muskulatur.

Wenden wir uns nun zu einer allgemeinen, zusammenfassenden Betrachtung der Muskulatur.

Bei *Centroptilum* besitzt jedes der sieben kiementragenden Abdominalsegmente jederseits zwei Kiemenmuskeln; im ersten bis achten Abdominalsegment sind jederseits drei Dorsoventralmuskeln vorhanden, darunter je ein intersegmentaler. Im Metathorax zählt man (jederseits) sechs Dorsoventralmuskeln, von denen einer intersegmental verläuft, fünf Pleuralmuskeln und vier nur dem Sternum angehörige Muskeln; im Mesothorax treten auf sechs Dorsoventralmuskeln (alle segmental), elf Pleuralmuskeln und fünf Sternalmuskeln. Zusammen sind also vorhanden im Abdomen (soweit es beschrieben wurde) jederseits 14 Kiemenmuskeln und 24 Dorsoventralmuskeln; im Meta- und Mesothorax 16 Pleuralmuskeln, 12 Dorsoventralmuskeln und 9 Sternalmuskeln.

Die Gattung *Ephemerella* hat in jedem kiementragenden Segmente auf jeder Seite drei Kiemenmuskeln, im ersten bis siebenten Abdominalsegmente je vier Dorsoventralmuskeln, im achten deren drei, in jedem der genannten Segmente darunter einen intersegmentalen. Der Metathorax zeigt acht Dorsoventralmuskeln, darunter einen intersegmentalen, sieben Pleuralmuskeln und vier sternale Muskeln. Im Mesothorax finden sich fünf Dorsoventralmuskeln, 13 Pleuralmuskeln und fünf Sternalmuskeln. Im ganzen sind also jederseits (mit Ausnahme zweier thoracaler Quermuskeln, welche unpaarig sind) im Abdomen 15 Kiemenmuskeln, 31 Dorsoventralmuskeln, im Thorax (III und II) 13 Dorsoventralmuskeln, 20 Pleuralmuskeln und 9 sternale Muskeln ausgebildet.

Ephemerella hat also eine größere Anzahl einzelner Dorsoventral- und Pleuralmuskeln entwickelt als *Centroptilum*; ebenso besitzt sie mehr Kiemenmuskeln.

In beiden Gattungen steht die Dorsoventralmuskulatur in Beziehung zu den Beinen und Flügeln; die einzelnen Muskeln gehören (physiologisch) entweder zu einem der beiden Bewegungsorgane allein oder zu beiden gleichzeitig.

Die sternale Muskulatur weist in beiden Gattungen die größte Übereinstimmung auf, die ja bei der funktionell gleichen Aufgabe leicht zu verstehen ist.

Eine weitgehende Übereinstimmung findet sich auch in der Längsmuskulatur, was ebenso mit der bei allen Gattungen einheitlichen Aufgabe dieser Muskeln — hauptsächlich Schwimmbewegungen und intersegmentale Festigung im Abdomen, dazu Flugbewegungen im Thorax — zusammenfällt. *Ephemerella* besitzt — in jeder Körperhälfte — dorsal 26 einfach intersegmentale Längsmuskeln, ventral deren im ganzen 22; dazu kommen an mehrfach intersegmentalen Muskeln dorsal zusammen acht, ventral außerdem noch vier (abzüglich des Prothorax und der Abdominalsegmente *IXa* und *Xa*). Die mehrfach intersegmentalen Muskeln verlaufen im allgemeinen innen, d. h. in der Richtung nach dem Darm zu, von den einfach intersegmentalen; diese bilden einen flachen Belag der Segmentwände; sie haben sich im Abdomen in zwei Gruppen gesondert, eine median und eine lateral gelegene, zwischen denen die mehrfach intersegmentale Muskulatur verläuft. Durch den nicht parallelen Verlauf der einzelnen Muskelgruppen wird größere intersegmentale Festigkeit erreicht, da so verschieden gerichteten beugenden Kräften eine ebenso bzw. antagonistisch gerichtete Muskeltätigkeit gegenüber steht, oder um die Verhältnisse auf die aktive Beweglichkeit des Tieres auszudehnen, das Tier zweifellos den Körper infolge dieser Muskelanordnung kräftiger nach verschiedenen Seiten beugen kann als bei parallelen Längsmuskeln.

In der Literatur finden sich über die Muskulatur der Ephemeriden bzw. über einzelne Muskeln nur sehr wenige Angaben, welche zudem noch ungenau sind.

Die älteste anatomische Darstellung einer Ephemeride findet sich bei SWAMMERDAM (1675). Auf der dritten Tafel gibt er die anatomische Abbildung einer Larve, deren Name nicht näher bestimmt ist. An Muskeln sind dargestellt und beschrieben im Meso- und Metathorax der große dorsale Längsmuskel (*E* 113, 114), die beiden ventralen Quermuskeln (*E* 64 und 87) und in jedem der beiden Thoraxsegmente je ein einheitlich erscheinendes Bündel Dorsoventralmuskeln, das jedesmal der gesamten Dorsoventral- und Pleuralmuskulatur entspricht. Bei den ventralen Längsmuskeln sind zwei Schichten dargestellt, eine

innere gerade (= mehrfach intersegmentale Muskeln) und eine äußere schräg verlaufende. Irrtümlich ist die Auffassung, daß der »vordere Dorsoventralmuskel« (das vordere Muskelbündel) die Beine, der »hintere« (das Bündel des Metathorax) die Flügel bewege (siehe l. c. Tafelerklärung S. 408—412.)

AUBERT (1853, S. 395) findet die Anordnung der Thoraxmuskulatur der Ephemeriden ähnlich wie bei Hymenopteren. Er erwähnt einen »Rückenmuskel« (= dorsaler Längsmuskel *E* 113, 114, *C* 54, 78), den er als Senker der Flügel bezeichnet, und einen »Seitenmuskel«, welcher als Heber der Flügel funktioniert; letzterer ist die gesamte Masse der Dorsoventral- und Pleuralmuskeln, welche allerdings bei nicht äußerst sorgfältiger makroskopischer Präparation ein sehr einheitliches Aussehen zeigt.

Bei LUBBOCK (1866, S. 482) sind zum ersten Male die Muskeln der Tracheenkiemen erwähnt. Mit RATHKE hält er diese Muskeln für sehr einfach: in jedem Segmente ein einziges Paar von Muskeln, das ventrodorsal angeheftet ist. (Der Verweis LUBBOCKS auf RATHKE [1860] ist insoweit unrichtig, als sich dort nichts über die Muskulatur findet.) Offenbar hat der Autor die eigentlichen Kiemenmuskeln übersehen und statt deren die abdominalen Dorsoventralmuskeln ins Auge gefaßt.

In seiner Arbeit über *Prosopistoma variegatum* hat VAYSSIÈRE (1878) die größten Muskeln dieser Form erwähnt, die wegen der ganz abweichenden Verhältnisse bei dieser Gattung hier nicht von Interesse sind. Derselbe Verfasser erwähnt (1882, S. 37) bei der Gattung *Leptophlebia* die Muskulatur der Tracheenkiemen. Es heißt dort: »L'insecte fait mouvoir ces organes (i. e. Tracheenkiemen) au moyen de muscles qui vont s'insérer à la partie antérieure interne de l'anneau qui les porte, les uns sur la plaque supérieure ou tergite, les autres sur les plaques ventrales (sternite et épisternite)«. Leider stand mir von der Gattung *Leptophlebia* kein Material zur Verfügung; da aber doch eine weitgehende Übereinstimmung der Kiemenmuskulatur überall vorhanden ist, so darf man annehmen, daß die ventral inserierenden Kiemenmuskeln VAYSSIÈRES den direkten Kiemenmuskeln und den Dorsoventralmuskeln des Abdomens entsprechen, während die tergal inserierenden als ein Teil der dorsalen Längsmuskeln anzusehen sind, und zwar als der dorsale, äußere, einfach intersegmentale Längsmuskel der Abdominalsegmente (*d_lm₃* *E* 91—112).

BRAUER (1885, S. 310) schreibt den Ephemeriden indirekte Flügelmuskeln zu.

Bei FRITZE (1888, Fig. 12) findet sich die Abbildung eines Quer-

schnittes durch den Mesothorax von *Baëtis fluminum* ♂. Der Schnitt zeigt ohne Bezeichnung den dorsalen Längsmuskel (*C* 78, *E* 114) und den sternalpleuralen, epimeralen Flugmuskel *pm*₆ (*C* 67, *E* 75).

Voss (1905, S. 703) schließt für die Ephemeriden aus deren systematischer Stellung zu den Libellen, der Form und der Bewegung der stets ungefalteten, fallschirmartig gebrauchten Flügel auf eine »senkrecht wirkende, auch bei Libellen nachgewiesene, sog. direkt wirkende Flankenmuskulatur (vgl. *pm*_{1, 2, 3} und *pm*₆ bei *Gryllus*) als hauptsächliche Flugmuskulatur«. Genaue anatomische Untersuchungen fehlten bis dahin. Demgegenüber ist zu betonen, daß der dorsale Längsmuskel des Thorax, insbesondere der des Mesothorax (*C* 54, 78; *E* 113, 114) den stärksten Muskel der Ephemeriden überhaupt darstellt. Daher ist die Stellung der Ephemeriden in dem von Voss gegebenen Stammbaume (l. c. S. 732 und S. 736) entsprechend zu ändern. Die Ephemeriden rücken dadurch weiter ab von den Libellen, obwohl ja auch bei ihnen die Flankenmuskulatur für den Flug sehr in Frage kommt.

Es soll jetzt versucht werden, durch Vergleich der einzelnen Muskeln in den verschiedenen Segmenten desselben Tieres wie bei verschiedenen Formen eine morphologische Deutung der Muskulatur, insbesondere der Kiemenmuskulatur zu gewinnen.

Die Kiemenmuskeln und abdominalen Dorsoventralmuskeln von *Centroptilum*, *Ephemerella* und zum Teil von *Ecdyurus* sind in der Tabelle I zusammengestellt; die einander homologen Muskeln stehen in wagerechten Reihen nebeneinander.

Centroptilum besitzt in gleicher Ausbildung im ersten bis siebenten Abdominalsegmente jederseits zwei Kiemenmuskeln (*km*_{1, 2}), welche beide als direkte Senker der Tracheenkieme funktionieren. Der untere Ansatz liegt hart außen neben dem ventralen Ansatz der Dorsoventralmuskeln, der obere an dem hinteren, unteren Basalrande der Tracheenkieme, so daß diese zwischen dem oberen Ende der Kiemenmuskeln und dem tergalen Ansatz der Dorsoventralmuskeln angeheftet ist. Bemerkenswert ist, daß die Kiemenmuskeln in denjenigen Segmenten, welche keine Tracheenkieme tragen, vollständig fehlen, also vom achten Abdominalsegment an. Bei der Imago inserieren die Kiemenmuskeln ventral unmittelbar vor den Abdominalstigmen, indem sie unter der Anfangstrachee der Stigmen hindurchgehen; ob und wie sie hier vielleicht als Atemmuskeln funktionieren, soll unten erörtert werden.

Die Dorsoventralmuskeln sind im Gegensatz zu den Kiemenmuskeln in den Segmenten *Ia* bis *VIIIa* des Abdomens gleichförmig

ausgebildet. In jedem dieser Segmente sind zwei segmentale und ein intersegmentaler Muskel dieser Kategorie (paarig) vorhanden. Bei den segmentalen ist zu unterscheiden zwischen einem vorderen (dvm_1) und einem mittleren (dvm_2); jener ist nicht besonders stark ausgebildet, dieser ist ein breiter, platter Muskel; beide haben bei der Imago die Funktion von Atemmuskeln; der mittlere wirkt bei der Nymphe vor allem auch noch als indirekter Heber der Kieme. Hervorzuheben ist der lose Bau namentlich des mittleren Dorsoventralsmuskels.

Der intersegmentale Dorsoventralsmuskel ($idvm$) ist in den genannten Segmenten gleichmäßig ausgebildet. Seine Funktion ist allgemein die eines Drehers des Abdomens und eines Schwimm-Muskels, indem seine Tätigkeit gleichzeitig in allen Segmenten das Abdomen nach unten schlagen läßt.

Ganz besonders sei hier betont, daß im achten Abdominal-segmente nur Dorsoventral- und Längsmuskulatur vorhanden ist, in den davor liegenden Segmenten außerdem nur noch Kiemenmuskulatur.

Die Gattung *Ephemerella* hat als einzige der von mir untersuchten Formen drei direkte Kiemenmuskeln. Nach dem oberen Ansatz derselben sind zu unterscheiden ein vorderer (km_{e1}) als direkter Heber der Tracheenkieme, ein mittlerer (km_{e2}) und ein hinterer (km_{e3}) als direkte Senker derselben. Diese Muskeln sind in allen kiementragenden Segmenten — aber nur dort — gleichmäßig ausgebildet, wenn man von der etwas verschiedenen Dicke in den einzelnen Segmenten absieht. Der obere Ansatz des äußeren Kiemenmuskels (km_{e1}) liegt vor, der des mittleren (km_{e2}) und hinteren (km_{e3}) hinter der Tracheenkieme, alle drei außerhalb der Dorsoventralsmuskeln, mit welchen die Kiemenmuskeln nach unten convergieren. Bei der Imago gehen letztere unter der Anfangstrachee der Abdominalstigmata hindurch. Die Kiemenmuskeln sind vorhanden entsprechend dem Vorkommen der Tracheenkiemen nur im dritten bis siebenten Abdominal-segmente, in den andern Segmenten (*Ia*, *Iia*, *VIIIa—Xa*) fehlen sie vollständig.

Wie die Kiemenmuskulatur, so ist auch die Dorsoventralsmuskulatur, welche als Atemmuskulatur (bei der Imago) oder als Heber der Tracheenkiemen (bei der Nymphe, indirekt) wirkt, bei *Ephemerella* reicher differenziert als bei *Centroptilum*. Zunächst treffen wir im ersten bis achten Abdominal-segmente je einen vorderen (dvm_1) und einen mittleren (dvm_2) Dorsoventralsmuskel, außerdem aber noch im ersten bis siebenten Abdominal-segmente einen hinteren Muskel (dvm_3), der allerdings nicht überall ganz gleich ausgebildet erscheint. Der kräftigste

dieser drei segmentalen Muskeln ist der mittlere (dvm_2), der wie bei *Centroptilum* breit und platt ist. Der vordere (dvm_1) befindet sich wie bei den übrigen Ephemeriden ganz vorn am Segmentrande; der mittlere (dvm_2), innen von den Kiemenmuskeln, vor der zur Tracheenkieme vom Längsstamm kommenden Quertrachee, der hintere (dvm_3) aber hinter dieser, so daß die beiden letzteren in ihrem oberen Teile durch die genannte Trachee getrennt werden. Ventral convergiert der hintere (dvm_3) mit dem mittleren (dvm_2). Der obere Ansatz des dvm_3 liegt innen von dem der Kiemenmuskeln am Hinterrande des Tergits, so daß er zur Bewegung der Kiemen in nahe Beziehungen tritt. Im zweiten Abdominalsegmente, das keine Tracheenkieme besitzt, fehlt naturgemäß die erwähnte Quertrachee. Daher werden auch der mittlere (dvm_2) und hintere (dvm_3) Dorsoventralmuskel hier nicht mehr durch eine Trachee getrennt; der tergalen Ansatz des hinteren (dvm_3) ist mehr nach vorn gerückt; ventral convergiert der Muskel stark mit dem dvm_2 . Im ersten Abdominalsegmente, das ja ebenfalls ohne Kiemen ist, rückt der dvm_3 noch näher an den mittleren (dvm_2) heran, so daß man hier besser von einem sich dorsalwärts gabelnden Muskel spricht (dvm_{2a} und b). Ferner sind sehr zu beachten die Verhältnisse im achten Abdominalsegmente; hier fehlt der hintere Dorsoventralmuskel vollständig; es sind nur vorhanden ein vorderer (dvm_1) und ein locker gebauter, sehr breiter mittlerer (dvm_2). In allen Segmenten kommt außerdem ein gleichmäßig ausgebildeter, einfach intersegmentaler Dorsoventralmuskel vor ($idvm$).

In den Segmenten *Ia* bis *VIIIa* wiederholt sich dorsal in ganz gleichförmiger Weise der einfach intersegmentale, innere, dorsale Längsmuskel (dvm_1). (Hierzu die Tabelle II). Dasselbe gilt von dem mittleren (dvm_2) und äußeren (dvm_3), beides einfach intersegmentale Muskeln. Alle drei sind Verkürzer des Abdomens und vielleicht indirekte Kiemen-senker. Zu den genannten Muskeln kommen die mehrfach intersegmentalen ($idvm_{1-7}$), welche dorsal ebenfalls eine große Regelmäßigkeit aufweisen. Der einzige mehrfach intersegmentale dorsale Längsmuskel ist vorhanden in den Abdominalsegmenten *Ia* bis *VIIIa*, stets in fast gleicher Ausbildung. Etwas weniger gleichmäßig differenziert ist die ventrale Längsmuskulatur. In den meisten Segmenten sind drei einfach intersegmentale Muskeln vorhanden, ein innerer (vdm_1), ein mittlerer (vdm_2) und ein äußerer (vdm_3). Beschränkt auf die Segmente *IIIa* bis *VIIa* ist der vdm_1 ; der vdm_2 ist zu treffen in den Segmenten *IIa*—*VIIIa*, ebenso der äußere (vdm_3). Im dritten Abdominalsegmente kommt noch ein vierter einfach intersegmentaler Muskel (vdm_4) hinzu.

Mehrfach intersegmentale Muskeln kommen ventral nur vor im ersten Segmente des Abdomens (*ivlm*_{1, 2}). Bemerkenswert ist, daß allgemein die vorderen Ansätze in den vorderen Abdominalsegmenten näher dem Vorderrande des Sternites liegen als in den letzten Segmenten, und daß die mehrfach intersegmentalen Muskeln nur vorn im Abdomen auftreten.

Bei *Centroptilum* stellen sich die Verhältnisse des Meta- und Mesothorax zueinander, wie folgt (vgl. hierzu die Tabelle III). Bei gleicher Anzahl der Dorsoventralmuskeln in den beiden Segmenten (je 6) zeigt es sich, daß die Pleuralmuskulatur im Mesothorax viel weiter in einzelne Muskeln differenziert ist als im Metathorax; dort sind elf, hier nur fünf Pleuralmuskeln vorhanden. Wenn auch die Zahl der Dorsoventralmuskeln in beiden Segmenten gleich ist, so besitzt doch nicht jeder Muskel des Metathorax einen homologen Muskel im Mesothorax. Den dorsoventralen Beinmuskeln des Metathorax (*dvm*₁₋₄) entsprechen im Mesothorax die gleichen Muskeln; in letzterem Segmente kommt noch ein weiterer dorsoventraler Beinmuskel hinzu (*II dvm*₄). Betreffs der einzelnen Homologien verweise ich auf die beigegebenen Tabellen. Als besonderer Muskel des Metathorax tritt ein intersegmentaler Dorsoventralmuskel auf. Der Unterschied in der Ausbildung der Pleuralmuskulatur der beiden in Rede stehenden Thoraxsegmente beruht auf der stärkeren Differenzierung der auf den Flug bezüglichen Flankenmuskeln im Mesothorax, dessen Flügel ja die Hinterflügel an Größe und somit an Bedeutung weit übertreffen; diese Tatsache ist leicht zu ersehen aus der Tabelle III und der schematischen Darstellung der Thoraxmuskeln in Fig. 1 der Taf. XXV.

Im Metathorax sind vorhanden vier sternalpleurale Beinmuskeln (*pm*₁₋₄), ebenso im Mesothorax (*pm*₁₋₄); aber diese Muskeln entsprechen einander nur zum Teil, indem einer der vier Muskeln (*III pm*₃; *II pm*₄) in den beiden Segmenten nicht übereinstimmend auftritt. Im Metathorax ist nur ein tergalpleuraler Flugmuskel (*pm*₅) vorhanden, der im Mesothorax ebenfalls vorkommt (*II pm*₉). Außerdem treten im Mesothorax noch fünf pleurale Muskeln auf, welche im Dienste der Flügelbewegung stehen, sowie ein Stigmenmuskel (*II pm*₁₁).

Die Sternalmuskeln stimmen in Meta- und Mesothorax völlig überein, abgesehen davon, daß der Mesothorax einen sternalen Beinmuskel mehr besitzt.

Der wichtigste Längsmuskel im Thorax ist der in Meta- und Mesothorax gleich ausgebildete dorsale einfach intersegmentale Längsmuskel (*dln C* 54, 78), der für den Flug als indirekter Senker der Flügel die größte Bedeutung hat. Ihm entgegen wirkt der einfach intersegmentale

Dorsalmuskel im Mesothorax (C 80). Derselbe ist ursprünglich als ein Teil der Längsmuskulatur anzusehen, der auf der Fläche des Mesonotum beginnend an dem Vorderrande des Metathorax inserierte (man vergleiche dazu den dIm_3 der Abdominalsegmente). Durch Verschieben seines vorderen Ansatzes nach hinten und seiner hinteren Insertion nach unten bekam der Muskel einen so steilen Verlauf, daß man ihn füglich nicht geradezu Längsmuskel nennen mag. Die Verschiebung der Insertionspunkte ist zurückzuführen auf stärkere Inanspruchnahme des Muskels als Heber des Vorderflügels, da offenbar ein steiler Verlauf für diese Aufgabe vorteilhaft erscheint.

Bei *Ephemerella* zeigt der Metathorax ebenfalls weniger Muskeln als der Mesothorax; dort sind 15, hier 18 einzelne Muskeln vorhanden (s. Tabelle IV). Diese Differenz ist zurückzuführen auf die größere Anzahl Pleuralmuskeln im Mesothorax. Die fünf Dorsoventralmuskeln des Mesothorax haben homologe Muskeln im Metathorax; es sind segmentale Dorsoventralmuskeln und dorsoventrale Beinmuskeln. Außerdem sind im Metathorax besonders vorhanden zwei dorsoventrale Beinmuskeln und ein intersegmentaler Dorsoventralmuskel.

Sternalpleurale Beinmuskeln gibt es im Meta- und Mesothorax je vier; drei davon entsprechen einander, je einer hat eine besondere Ausbildung erfahren. Vier pleuralen Muskeln des Metathorax, welche für die Flugbewegung in Anspruch genommen werden, stehen im Mesothorax sieben derartige Muskeln gegenüber. Drei von den metathoracalen Muskeln wiederholen sich im Mesothorax, einer ist im Metathorax allein zu finden (*III pm₇*). Der Mesothorax zeichnet sich aus durch den Besitz eines Stigmas und infolgedessen durch das Vorkommen zweier sternalpleuraler Stigmenmuskeln.

Fast vollständig gleiche Ausbildung zeigt in Meta- und Mesothorax die Sternalmuskulatur, nur ist im Mesothorax ein sternaler Beinmuskel mehr vorhanden.

Die Längsmuskulatur ist in den beiden behandelten Thoraxsegmenten verschieden ausgebildet. Dorsal finden sich im Metathorax zwei Längsmuskeln, ein einfach und ein mehrfach intersegmentaler (*E 113, 115*); jener wiederholt sich in stärkster Entwicklung im Mesothorax (*E 114*); mehrfach intersegmentale Muskeln sind im Mesothorax nicht vorhanden. Die beiden einfach intersegmentalen Muskeln sind wirksame, indirekte Senker der Flügel. Für den Mesothorax ist als Antagonist zu nennen der einfach intersegmentale Dorsalmuskel als Heber des Vorderflügels. Im übrigen verweise ich auf den gleichen Muskel bei *Centroptilum* (C 80). Ventral finden sich in beiden Seg-

menten mehrfach intersegmentale Muskeln (*E* 146, 145), doch können sie nicht miteinander homologisiert werden. Im Metathorax sind zwei einfach intersegmentale Muskeln (*E* 143, 144) vorhanden, im Mesothorax fehlen solche. Den von mir im Mesothorax beschriebenen vielfach intersegmentalen ventralen Längsmuskel (*E* 145) könnte man wohl nach seinem vorderen Ansatz an der Proapophyse zum Prothorax rechnen. Da aber die Proapophyse vollständig auf die Grenze von Pro- und Mesothorax geschoben ist, der Muskel mithin sich überhaupt nicht durch den Prothorax hinzieht, und auch seine ganze Funktion sich auf die dem Prothorax folgenden Segmente bezieht, so erscheint es gerechtfertigt, denselben hier aufzuführen. Außerdem ist es sehr wohl denkbar, daß der Muskel ursprünglich am Vorderrande des Mesosternum inserierte, dann aber, da er stark in Anspruch genommen werden dürfte, auf die Proapophyse hinaufrückte, weil er so durch den höher liegenden, vorderen Ansatz wirksamer wird. Der Muskel ist von größter Bedeutung für die intersegmentale Festigung des ganzen Tieres und wird dieser Aufgabe durch die einzig dastehende Insertionsweise seiner Äste an fast jedem Segmente vollauf gerecht.

In der Muskulatur von *Centroptilum* und *Ephemerella* sind zunächst im Abdomen zwar keine principiellen Unterschiede, aber ziemlich weitgehende graduelle vorhanden. Hier wie dort treten dieselben Muskelkategorien in gleicher Anordnung, aber in verschieden weitgehender Differenzierung auf. Die abdominalen Muskeln von *Centroptilum* lassen sich mit entsprechenden Muskeln von *Ephemerella* homologisieren, wie das in Tabelle I für die Kiemen- und Dorsoventralmuskeln durchgeführt ist. Es ist darauf zu achten, daß der erste (km_{c1}) und zweite (km_{c2}) Kiemenmuskel von *Centroptilum* gleichzusetzen sind dem zweiten (km_{e2}) bzw. dritten (km_{e3}) Kiemenmuskel von *Ephemerella*. Die Gleichsetzung der Dorsoventralmuskeln ergibt sich auch ohne Schwierigkeit; natürlich fehlt dem dvm_3 *Ephemerellas* ein Homologon bei *Centroptilum*; bei der letzteren Form ist eine Differenzierung des mittleren Dorsoventralmuskels (dvm_2) in einen mittleren (dvm_2) und einen hinteren (dvm_3) noch nicht erfolgt, ebenso noch nicht im achten Abdominalsegment von *Ephemerella*, wo auch nur zwei segmentale Dorsoventralmuskeln vorhanden sind. Es ist daher der mittlere Dorsoventralmuskel des achten Abdominalsegmentes von *Ephemerella* (*VIIIa* dvm_2) gleichwertig dem mittleren Dorsoventralmuskel (dvm_2) von *Centroptilum*, sowie anderseits dem mittleren (dvm_2) und hinteren (dvm_3) Dorsoventralmuskel der übrigen Abdominalsegmente (*Ia—VIIa*) von *Ephemerella*, so daß der mittlere Dorsoventralmuskel (dvm_2) von

Centroptilum in seiner Gesamtheit gleichwertig ist dem zweiten (dvm_2) und dritten (dvm_3) Dorsoventralmuskel von *Ephemerella*. Auf die Kiemenmuskel komme ich unten zurück.

Die Längsmuskulatur stimmt bei *Centroptilum* und *Ephemerella* im allgemeinen überein; allerdings sind die mehrfach intersegmentalen Muskeln, so weit dies bei nicht sehr eingehender Untersuchung festgestellt wurde, bei *Centroptilum* nicht in der Weise ausgebildet wie bei der andern Gattung; auch ist der Bau der Muskeln aus einzelnen Bündeln noch lockerer als bei *Ephemerella*; aber die einfach intersegmentalen Muskeln unterscheiden sich in ihrer Anordnung nicht wesentlich von denen bei *Ephemerella*.

Zwischen *Centroptilum* und *Ephemerella* gibt es, was die Abdominalmuskulatur anbetrifft, vermittelnde Übergänge in den Gattungen *Ecdyurus* und *Habrophlebia*. Diese beiden Formen besitzen in jedem kientragenden Segmente, wie oben schon geschildert wurde, drei segmentale Dorsoventralmuskeln, aber nur zwei direkte Kiemenmuskeln. Der vordere Dorsoventralmuskel dieser Formen ist homolog dem dvm_1 von *Centroptilum* und *Ephemerella*; ferner der mittlere von *Ecdyurus* und *Habrophlebia* dem dvm_2 von *Centroptilum* und *Ephemerella*; endlich ist der hintere Dorsoventralmuskel (dvm_3) in den Gattungen *Ecdyurus*, *Habrophlebia* und *Ephemerella* gleichwertig; er ist am kräftigsten ausgebildet bei *Ephemerella*, am schwächsten bei *Ecdyurus*; *Habrophlebia* steht in der Mitte. Die beiden Kiemenmuskeln von *Ecdyurus* und *Habrophlebia* sind Senker der Kiemen; sie sind gleichzusetzen den Kiemenmuskeln bei *Centroptilum* bzw. dem zweiten und dritten Kiemenmuskel bei *Ephemerella*. Daß sie ebenfalls in kienfreien Segmenten in keiner Weise anzutreffen sind, wurde schon erwähnt. Alles in allem genommen ist also die Abdominalmuskulatur von *Ephemerella* weiter in der Differenzierung vorgeschritten als bei *Centroptilum*.

Vergleichen wir nun den Thorax der beiden Gattungen (Tabelle V).

Im Metathorax spingt sofort ein Unterschied in die Augen: *Ephemerella* hat mehr einzelne Dorsoventralmuskeln und Pleuralmuskeln als *Centroptilum*. Sämtliche Dorsoventralmuskeln von *Centroptilum* wiederholen sich bei *Ephemerella*; hier kommt noch ein weiterer dorsoventraler Beinmuskel hinzu. *Centroptilum* hat fünf, *Ephemerella* sieben Pleuralmuskeln. Betreffs der einzelnen Homologien verweise ich auf die genannte Tabelle. *Centroptilum* zeigt einen sternalpleuralen Beinmuskel mehr, *Ephemerella* dagegen drei pleurale Flugmuskeln.

Im Mesothorax zählt man allerdings bei *Centroptilum* einen Dorso-

ventralmuskel mehr (*C* 59); *Ephemerella* hat einen dorsoventralen Beinmuskel weniger, aber letztere Gattung zeigt eine größere Anzahl Pleuralmuskeln, so daß auch im Mesothorax die Zahl der einzelnen Muskeln bei *Ephemerella* wenigstens um eins größer ist als bei *Centroptilum*. Die Dorsoventralmuskeln von *Ephemerella* haben sämtlich homologe Muskeln bei *Centroptilum*; der dorsoventrale Beinmuskel *dvm*₄ (*C* 59) von *Centroptilum* findet einen entsprechenden Muskel nur im Metathorax von *Ephemerella* (*dvm*₅, *E* 50). Mit Ausnahme eines episternalen Flugmuskels (*pm*₁₀, *C* 71) wiederholen sich die Pleuralmuskeln von *Centroptilum* bei *Ephemerella*; letztere Form besitzt dagegen zwei pleurale Flugmuskeln (*E* 78, 80) und einen Stigmenmuskel (*E* 81), welche bei *Centroptilum* nicht vorhanden sind.

Die sternale Muskulatur zeigt bei beiden zur Besprechung stehenden Gattungen völlige Übereinstimmung.

Ebenso ist die Längsmuskulatur im Thorax dorsal vollständig gleich, ventral ist sie bei *Centroptilum* einfacher; nur ein (paariger) Muskel zieht hier von der Pro- zur Mesapophyse; andre ventrale Längsmuskeln sind im Mesothorax nicht vorhanden. An der Metapophyse beginnen dann die zum Abdomen gehenden Längsmuskeln.

Zwischen den Muskeln der Nymphe und der Imago besteht ein schon genannter Unterschied bei allen Ephemeriden, nämlich das Auftreten atypischer Muskeln im Thorax der Nymphe. Dies atypische Verhalten ist zurückzuführen auf Untätigkeit oder wenigstens geringe Inanspruchnahme der Muskeln, wie Voss (1905, S. 503) das für *Gryllus domesticus* betont. Die im nymphalen Zustande bei Ephemeriden atypischen Muskeln sind sämtlich solche, welche auf das Landleben der Tiere Bezug haben, also in erster Linie Flugmuskeln und dann auch Stigmenmuskeln (die in Frage kommenden Muskeln sind in den schematischen Zeichnungen durch blaue Linien gekennzeichnet). Sie wurden genau festgestellt bei *Centroptilum* und *Ephemerella*; bei beiden Gattungen sind es dieselben Muskeln; allerdings war die atypische Beschaffenheit nicht stets in gleichem Grade ausgeprägt. Von den Dorsoventral- und Pleuralmuskeln sind hier zu nennen im Mesothorax *dvm*₁ (*C* 56, *E* 65), *dvm*₂ (*C* 57, *E* 66), *dvm*₃ (*C* 58, *E* 67); *pm*₆ (*C* 67, *E* 75); im Metathorax *dvm*₁ (*C* 39, *E* 46). Ferner sind atypisch die dorsalen Längsmuskeln *C* 78, 54 und *E* 113, 114, der Dorsalmuskel des Mesothorax (*C* 80, *E* 88) und die Stigmenmuskeln des Mesothorax (und des Prothorax). Die Umwandlung des atypischen nymphalen Muskels in einen typischen imaginalen erfolgt nicht gleichzeitig im ganzen Umfange des Muskels, sondern nach und nach von einer Seite oder ein-

zelen Stellen des Muskels aus. So fand ich z. B. den dorsalen Längsmuskel des Mesothorax in seinen oberen (dorsalen) Schichten noch atypisch, während seine unteren Schichten schon mehr oder weniger typischen Bau besaßen. Des Näheren wurde der Vorgang der Umbildung nicht untersucht. Vielleicht ist auch durch die allmähliche Umbildung zu erklären, daß bei *Ephemerella* zwei dorsoventrale Beinmuskeln (*E* 66, 67) mit nur teilweise atypischem Bau gefunden wurden (bei mehreren Exemplaren in ganz übereinstimmender Weise), während die entsprechenden Muskeln von *Centroptilum* (*C* 57, 58) vollständig atypisch waren. Daß die histologische Beschaffenheit der Muskeln auf die Stärke ihrer Funktion zurückgeht, ist leicht ersichtlich. Im Metathorax gibt es unter den Beinmuskeln keine atypischen; da die Bedeutung der Hinterflügel nicht sehr groß ist und deren Bewegung wegen ihrer verhältnismäßig geringen Flächengröße weit geringere Kräfte beansprucht als im Mesothorax, so werden die metathoracalen Beinmuskeln beim Übergange zum Landleben nicht wesentlich mehr belastet, obwohl sie ja auch indirekt für die Flügelbewegung in Frage kommen. Ihre Inanspruchnahme ist also die gleiche im Wasser- wie im Luftleben, zumal die Beinbewegungen der Imago unbedeutender sind als die der Nymphe. Hand in Hand mit dieser gleichen Belastung geht gleichförmige histologische Beschaffenheit. Anders liegen die Verhältnisse im Mesothorax; die dorsoventralen Beinmuskeln erhalten durch die Bewegung der großen Vorderflügel eine wesentliche größere Aufgabe; dementsprechend sind hier bei der Nymphe atypische Muskeln vorhanden. Ohne Weiteres klar ist die Sachlage bei denjenigen atypischen Muskeln, welche nur für Flug und Atmung (Luftatmung) in Betracht kommen (die atypischen Muskeln des Metathorax und die des Mesothorax ohne die besprochenen Beinmuskeln). Die bei der Nymphe funktionslosen Muskeln haben bei der Imago die wichtigsten Funktionen übernommen (Flug und Atmung) und sind dementsprechend typisch gebaut. Zu entscheiden wäre noch die Frage, ob die genannten Muskeln sich von vornherein als atypische entwickeln, oder ob sie zunächst wie typische Muskeln sich anlegen, dann infolge mangelhafter Funktion rückgebildet werden oder in der Ausbildung stehen bleiben und erst gegen das Ende der postembryonalen Entwicklung typischen Charakter wieder erlangen. Ferner bedarf die Erscheinung der Klarlegung, daß eine ganze Anzahl Muskeln, welche sicherlich mit Flug und Luftatmung in engstem Zusammenhange stehen, schon bei der Nymphe typisch angetroffen werden. Die Entscheidung über diese beiden Punkte dürfte einen Beitrag bilden zur Stammesgeschichte der

Ephemeriden, da sie jedenfalls in Beziehungen zu bringen sind mit der ursprünglich luftatmenden Lebensweise der Ephemeriden. Auch der Umbildungsvorgang der atypischen Form in die typische wäre noch zu prüfen.

Die Muskulatur der Ephemeriden bietet gute Belege dafür, daß besonders starke oder besonders gerichtete Inanspruchnahme einer Muskelkategorie oder einzelner Muskeln weitere Differenzierungen in der Muskulatur zur Folge hat, sei es die Abspaltung einzelner Muskeln von der Gesamtkategorie oder weitere Ausbildung der schon vorhandenen Einzelmuskeln. Für den ersteren Vorgang, nämlich die Zerlegung einer ursprünglich jedenfalls einfacheren Kategorie in eine größere Anzahl einzelner Muskeln, bietet die Längsmuskulatur ein gutes Beispiel (vgl. dazu Voss 1905, S. 501, Roux 1883). Hier ist die Sonderung insbesondere der einfach intersegmentalen Muskulatur überhaupt und auch der dorsalen mehrfach intersegmentalen Muskulatur in eine Reihe selbständiger Muskeln zu verstehen »aus verschieden gerichteter mechanischer Beanspruchung«, wie solche für das Abdomen der Nymphe leicht einzusehen ist. Aus dem gleichen Grunde stärkerer Beanspruchung hat sich die mehrfach intersegmentale Muskulatur in besonderer Weise am proximalen Ende des Abdomens ausgebildet, da bei dem Auf- und Abschlagen des Hinterleibes hier die Biegungsstelle des Körpers liegt, welche offenbar erhöhte intersegmentale Festigkeit und Leistungsfähigkeit verlangt. Ferner ist die abdominale Dorsoventralmuskulatur aus gleichem Grunde in einzelnen Segmenten besonders differenziert, nämlich unter dem Einfluß der Tracheenkiemen, da die Muskeln als indirekte Beweger dieser Organe in Tätigkeit treten. In den kiemenfreien Segmenten — achttes Abdominalsegment — stimmt die Dorsoventralmuskulatur bei allen Gattungen überein. Dieses Segment liefert auch den Beweis dafür, daß die Differenzierung der Dorsoventralmuskeln nicht infolge ihrer Eigenschaft als Atemmuskeln im Luftleben, also infolge von (physiologischen) Beziehungen zu den Stigmen erfolgt ist, da gerade das achte Abdominalsegment das am besten ausgebildete, vielleicht einzige funktionierende Stigma des Abdomens aufweist, aber zugleich bei allen Formen die einfachsten Verhältnisse der (segmentalen) Dorsoventralmuskulatur (einen vorderen dünnen und einen mittleren, sehr breiten Dorsoventralmuskel). Sobald dagegen Tracheenkiemen auftreten, bleibt die Dorsoventralmuskulatur nicht unverändert, wenigstens nicht bei allen Gattungen; in manchen Fällen (*Ephemerella*, *Ecdyurus*, *Habrophlebia*) tritt ein dritter segmentaler Dorsoventral-

muskel hinzu, der durch seine Anordnung ganz besonders als indirekter Heber der Kiemen geeignet ist.

Daß auch für die weitere Ausbildung des einzelnen Muskels in topographisch-anatomischer Hinsicht das physiologische Moment von größter Bedeutung ist, zeigt sehr schön der intersegmentale Dorsalmuskel des Mesothorax (*C* 80, *E* 88). Wie schon gesagt wurde, ist derselbe von der Längsmuskulatur herzuleiten. Seine Wirksamkeit ist in erster Linie bedingt durch seinen steilen Verlauf; dieser ist hergestellt durch Verlagerung des vorderen Ansatzes nach hinten, des hinteren nach unten. Durch das Bestreben, die Leistungsfähigkeit des Muskels zu erhöhen, ist zu verstehen, daß der hintere Ansatz bei *Ephemerella* bedeutend weiter nach unten gezogen ist als bei *Centroptilum*, weil hierdurch ein noch steilerer Verlauf des Muskels erzielt wird.

Ursprünglich war die auf den Flug bezügliche Pleuralmuskulatur jedenfalls in Meta- und Mesothorax gleich; größere Ausbildung des Vorderflügels führte durch stärkere Inanspruchnahme zur reicheren Entfaltung der pleuralen Muskulatur im Mesothorax. Vielleicht kommen allerdings für die einfachere metathoracale Muskulatur Rückbildungen in Frage; doch lassen sich solche nicht erweisen.

Differenzierungen der Muskulatur können zu Neu- oder Umbildungen im Chitinskelet führen. Nur dadurch ist die eigentümliche Ausgestaltung zu erklären, welche das Phragma zwischen Meso- und Metathorax erfahren hat. Die dorsalen, kräftig entwickelten Längsmuskeln, besonders der des Mesothorax, bedurften vergrößerter Ansatzflächen; so kam eine Erweiterung des vorderen Blattes nach außen zustande; ferner bedingte die außerordentlich starke Entwicklung des mesothoracalen Längsmuskels eine Erweiterung des Mesothorax in dorsoventraler Richtung; infolgedessen wurde das vordere Blatt des Phragmas zur hinteren Verschlußplatte des Mesothorax, zugleich dem Längsmuskel eine sehr vergrößerte Ansatzfläche bietend. Auf die Erweiterung des äußeren Phragmateiles nach unten hatte der schon mehrfach erwähnte Dorsalmuskel (*C* 80, *E* 88) großen Einfluß, da nur eine Ausdehnung des Phragmas nach unten eine steilere Stellung des Muskels ermöglichte. Bei Homologisierung von Chitinskeleten oder von Teilen derselben ohne Kenntnis der Muskulatur ist daher die größte Vorsicht geboten, wie Voss (1905, S. 453) treffend betont.

Allgemein kann man sagen: Der ursprünglich einfache Zustand der Muskulatur ist durch physiologische Momente, d. h. durch Herantreten spezieller Aufgaben in einen komplizierteren übergeführt, in welchem die einzelnen Muskelkategorien sich mehr und mehr in einzelne

Muskeln auflösen, die aber den Charakter der Kategorie bewahren. Umgekehrt folgt aus einer besonderen Differenzierung der Muskeln das Vorhandensein einer besonderen physiologischen Aufgabe, oder falls eine solche jetzt nicht nachzuweisen ist, das ehemalige Vorhandensein einer solchen. Letzteres ist der Fall im ersten und zweiten Abdominalsegmente von *Ephemerella*. In diesen beiden kiemenfreien Segmenten weist die Dorsoventralmuskulatur eine Ausbildung auf, wie sie nur noch in den folgenden kiementragenden Segmenten vorkommt. Da keine Tracheenkiemen vorhanden sind und auch keine andern Organe auftreten, mit denen sie in Beziehungen stehen könnten, ist die Funktion der Dorsoventralmuskeln die gleiche wie in den andern kiemenfreien Segmenten, in diesem Falle wie im achten Abdominalsegmente, und zwar ist die Hauptaufgabe dieser Muskeln die Abplattung des Abdomens zwecks Atmung. Diese gleichmäßige Funktion führt aber zu keiner weiteren Differenzierung, wie oben gezeigt wurde. Daher ist es nur denkbar, die Ausgestaltung der Dorsoventralmuskeln im ersten und zweiten Abdominalsegmente von *Ephemerella* in Beziehung zu bringen mit Tracheenkiemen, welche im Laufe der Entwicklung verloren gegangen sind. Im ersten Segmente sind die Kiemen früher verschwunden als im zweiten, wie der schon wieder stark vereinfachte Zustand der Muskeln zeigt. Gestützt wird die Behauptung von dem Schwinden der Tracheenkiemen auch noch durch die jedenfalls gerechtfertigte Anschauung, daß ursprünglich wenigstens alle vorderen Abdominalsegmente der Ephemeriden in gleicher Weise mit Kiemen ausgestattet waren, wie ja die weitaus meisten Gattungen sieben Paar Tracheenkiemen aufweisen.

Das dauernde Fehlen einer Funktion führt zum gänzlichen Schwund von Muskeln. Das zeigt sich im Fehlen der direkten Kiemenmuskeln im ersten und zweiten Abdominalsegmente von *Ephemerella* und im Mangel an abdominaler Pleuralmuskulatur bei Ephemeriden überhaupt. Daß die Pleuralmuskulatur in den kiemenlosen Segmenten vollständig fehlt, erhellt ohne weiteres aus den anatomischen Befunden, welche neben Längsmuskeln nur Dorsoventralmuskeln aufweisen, die als solche bei der typischen Ausbildung des Abdominalskeletes der Imago unzweifelhaft zu erkennen sind. Bei den kiementragenden Segmenten könnte man auf den Gedanken kommen, die Kiemenmuskeln als Pleuralmuskeln anzusprechen, zumal vielfach ohne weiteres pleurale Natur der Tracheenkiemen angenommen wird. Auf diese Möglichkeit komme ich gleich näher zu sprechen. Der Schwund der abdominalen Pleuralmuskeln wird verständlich durch den Mangel einer Funktion, der sehr

frühzeitig aufgetreten sein muß, weil überhaupt keine Spur der fraglichen Muskeln mehr vorhanden ist. Die eigentliche Aufgabe dieser Muskeln ist die Unterstützung der Atmung, speziell der Luftatmung. Im Abdomen der Ephemeren ist diese offenbar sehr reduziert, wie aus der Ausbildung der Stigmen erhellt.

Außerdem wurden die Muskeln in dieser Eigenschaft während des langen Wasserlebens funktionslos; schließlich führten beide Umstände zur völligen Reduktion der Muskeln. Am ehesten hätte man ihre Erhaltung im achten Abdominalsegmente erwarten sollen, weil hier das bedeutendste Abdominalstigma vorhanden ist; aber gerade in diesem Segment sind die Pleuralmuskeln bei allen Formen unzweifelhaft spurlos verloren gegangen.

Zweifellos stellt die Gattung *Ephemerella* eine weiter entwickelte Form dar als die Gattung *Centroptilum*. *Ephemerella* hat sich bereits bedeutend weiter von dem einfacheren Urtypus entfernt als *Centroptilum*.

Das zeigt sich vor allem

1) in der Ausbildung einer größeren Anzahl einzelner Muskeln sowohl im Abdomen wie im Thorax als bei *Centroptilum*. Die ursprünglich einfach ausgebildet zu denkenden Muskelkategorien sind durch neue funktionelle Anpassungen bereits weiter zerspalten als bei *Centroptilum*.

2) Damit geht Hand in Hand die nicht mehr einfache Form der Tracheenkiemen bei *Ephemerella*. Als ursprünglichere Form der Tracheenkieme ist anzusehen eine einfache, blatt- oder fadenförmige Bildung, wie sie bei *Centroptilum* und u. a. auch bei *Baëtis* vorhanden ist. *Ephemerella* und *Ecdyurus* haben außer den Kiemenblättern noch Anhängsel an diesen, *Habrophlebia* besitzt verzweigte Kiemen. Dementsprechend weist die Muskulatur von *Centroptilum* und *Baëtis* die größte Übereinstimmung auf; *Ecdyurus* und *Habrophlebia* neigen schon nach *Ephemerella* hinüber.

3) Der vorgeschrittenere Zustand von *Ephemerella* geht auch aus dem Umstande hervor, daß ursprünglich mindestens sieben Paar Tracheenkiemen vorhanden waren, wovon bereits zwei Paar wieder verloren gingen.

Es ist also der ursprünglichere Zustand der Muskulatur bei *Centroptilum* (und *Baëtis*) zu suchen (zwei direkte Kiemenmuskeln, zwei segmentale Dorsoventralmuskeln); weiter differenziert sind schon *Ecdyurus* und *Habrophlebia* (zwei direkte Kiemenmuskeln, drei segmentale Dorsoventralmuskeln). Der für *Ephemerella* allein gefundene vordere direkte Kiemenmuskel (km_{e1}) ist also eine Neuerwerbung dieser

Gattung; nicht etwa ist der direkte Kiemenheber (km_{e1}) bei den übrigen Gattungen durch Rückbildung verloren gegangen, da der Besitz von nur zwei direkten Kiemenmuskeln, und zwar zwei Senkern, dem Urtypus der Ephemeridenlarve aus den genannten Gründen näher steht als das Auftreten von drei direkten Kiemenmuskeln (ein Heber, zwei Senker). Auch die einfachere Ausbildung der Dorsoventralmuskeln bei einem Teile der mit zwei Kiemenmuskeln versehenen Formen spricht für den ursprünglicheren Zustand dieser Gattungen.

Wir kommen nun zu der Frage, welcher Kategorie von Muskeln wir die Kiemenmuskeln, welche offenbar keine eigene, grundlegende Kategorie bilden, sondern nur spezifische Differenzierungen einer der bei allen Insekten gemeinsamen Kategorien, zuzurechnen haben.

In Frage kommen dabei zwei Muskelkategorien: die pleurale und dorsoventrale. Wenn es gelingt, über die Zugehörigkeit der Kiemenmuskeln Klarheit zu erhalten, so würde damit auch der morphologische Wert der Tracheenkiemen festgestellt sein. Bevor ich in eine Erörterung dieses Themas eintrete, möchte ich das, was sich in der Literatur über die Morphologie der Tracheenkiemen findet, kurz zusammenstellen, und zwar interessiert uns dabei nur die Frage, ob wir es bei den Tracheenkiemen der Ephemeriden mit Ausstülpungen der pleuralen Region oder des Tergits zu tun haben. Darüber finden sich nur spärliche Angaben, die meistens nicht einmal näher begründet sind. Viele Autoren haben offenbar den Tracheenkiemen stillschweigend pleuralen Charakter zugeschrieben, vielleicht wohl deshalb, weil die Kiemen zu dem Tracheensystem in engen Beziehungen stehen (wenigstens in physiologischer Hinsicht) und alles, was mit dem Tracheensystem zusammenhängt, als pleurale Bildung betrachtet wird. PLATEAU (1871, S. 34) schließt sich der Ansicht von SCHIÖDTE (1866, S. 172) an; letzterer hält die Tracheenkiemen für pleurale Bildungen, weil nur von der pleuralen Region aus sich respiratorische Anhänge bilden, außen die Kiemen, innen die Tracheen. Nach BURMEISTER (1832, S. 791) und GERSTÄCKER (1873, S. 70; 1874, S. 234) sind die Tracheenkiemen pleuraler Natur, da sie, wie HUXLEY (1877, S. 252) ebenfalls annimmt, an der Stelle der Stigmen stehen. PALMÉN (1877, S. 11 f.) rechnet die Kiemen anscheinend auch zur pleuralen Region, wenn er auch nachweist, daß sie nicht die Stelle der Stigmen einnehmen. GEGENBAUR (1878, S. 261 f.; 1. Aufl. 1870) nennt die Tracheenkiemen Gliedmaßen, welche eine respiratorische Bedeutung gewannen und, weil sie den Körper nicht bloß dorsal, sondern auch ventral besetzen, einen indifferenten Zustand von Fortsatzbildungen darstellen. HOFMANN (1879, p. 66) leitet die Tracheenkiemen ab

von Ausstülpungen der Tergite. Nach BRAUER (1885, S. 297) sind die Kiemen von *Chloë* (= *Cloëon*) dorsale Ausstülpungen des Hautschlauches, die schließlich eine Muskulatur erhalten und beweglich werden. CHOLODKOWSKY (1866, S. 84) sieht die Kiemen, welche er den Flügeln gleichsetzt, als dorsale Anhänge des Körpers an. Auch SIMROTH (1891, S. 395, 396) tritt der Anschauung bei, die Tracheenkiemen seien dorsale Ausstülpungen. In den genannten Arbeiten finden sich genaue Begründungen nicht. N. und E. JOLY (1876, S. 13) erklärten die Kiemen aller Wasserinsekten für identisch. Nach HEYMONS (1899, S. 552; 1896 [1], S. 37; 1896 [1a], S. 82; 1896 [2], S. 862) entwickeln sich die Kiemen von *Ephemera vulgata* aus ventralen Hypodermisverdickungen, die aus Gliedmaßenanlagen hervorgehen. »In dieser Hinsicht würden die *Ephemera*-Kiemen sich also mit den Kiemenfäden von *Sialis* vergleichen lassen. Hiernach ist es wahrscheinlich, daß auch die Tracheenkiemen anderer *Ephemera*-Larven ventrale oder laterale Anhänge, nicht aber wie die Flügel Fortsätze der dorsalen Tergite sind«. Diese Auffassung, der sich HANDLIRSCH (1906, S. 38) anschließt, wurde von VERHOEFF (1897, S. 300) angegriffen, da die Kiemen, auch wenn sie aus Extremitätenhöckern hervorgehen, doch nicht den Extremitäten homolog zu sein brauchen; die Extremitäten können verloren gegangen sein, während die Kiemen, welche am Grunde derselben standen, erhalten blieben. Bei der Entwicklung der Tracheenkiemen hat HEYMONS (1896) das Verhalten der Muskulatur nicht berücksichtigt, und nur das kann zur sicheren Entscheidung der Streitfrage führen.

Die Tracheenkiemen stellen anscheinend eine ziemlich späte Erwerbung der Ephemeridenlarven dar, denn sie entwickeln sich erst postembryonal (LUBBOCK, 1866, JOLY, 1872) als Ausstülpungen der Hypodermis. Es unterliegt nun wohl keinem Zweifel, daß die Muskeln der Tracheenkiemen eher vorhanden waren — in irgendeiner Weise, nicht in ihrer jetzigen Differenzierung — als die Kiemen, denn die Kiemenausstülpungen der Hypodermis erhielten ihre Beweglichkeit durch die Wirkung irgendwelcher bereits vorhandener Muskeln, nicht etwa umgekehrt; oder mit andern Worten, die Kiemenmuskeln stammen ab von bereits vorher vorhandenen Muskeln bzw. Muskelkategorien, und zwar entweder von dorsoventralen oder pleuralen, wie schon betont wurde. Im Laufe der individuellen Entwicklung wird jedenfalls dieser Vorgang wahrzunehmen sein. Eine große Wahrscheinlichkeit für die Herkunft der Kiemenmuskeln ergibt sich aber schon aus dem Vergleich der anatomischen Verhältnisse.

Für den äußeren Kiemenmuskel von *Ephemerella* (km_{e1}) sind zwei

bzw. drei Möglichkeiten der Herkunft vorhanden. Er kann sich auf einem Entwicklungsstadium, wie es die Gattungen *Ecdyurus* und *Habrophlebia* jetzt zeigen, von der Dorsoventralmuskulatur abgespalten haben, oder er ist von den bereits vorhandenen zwei (ursprünglicheren) Kiemenmuskeln aus differenziert worden (vgl. oben), oder endlich er ist gleichzeitig mit den beiden andern Kiemenmuskeln zur Ausbildung gelangt. Im ersten Falle hätte der in Rede stehende Kiemenmuskel (km_{e1}) dorsoventralen Charakter, und da der Muskel außen von den beiden andern Kiemenmuskeln (km_{e2} , km_{e3}) liegt, würde dieser Umstand sehr für den dorsoventralen Charakter auch dieser beiden letztgenannten Kiemenmuskeln sprechen. Ist das zweite eingetreten (Abspaltung von den beiden Senkern der Kieme), so geht die Frage dahin, ob die beiden bei allen Ephemeriden vorhandenen Kiemenmuskeln zur dorsoventralen oder pleuralen Muskulatur zu rechnen sind. Die Wahrscheinlichkeit ist vorhanden für das Erstere. Das Gleiche gilt für die dritte Möglichkeit der Entstehung.

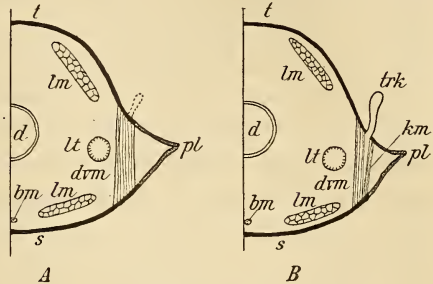
Wie schon gesagt wurde, sind Tracheenkiemen jedenfalls erst sekundär von den Ephemeriden erworben worden (vgl. unten) in verhältnismäßig später Zeit; das leuchtet um so mehr ein, als ihre physiologische Bedeutung als Atmungsorgane nicht überschätzt werden darf (s. oben). Die pleurale Muskulatur des Abdomens dagegen muß in ziemlich früher Zeit zurückgebildet sein, da von ihr überhaupt keine Spur mehr nachzuweisen ist. Auch muß es befremden, daß im günstigsten Falle nur einige sternalpleurale Muskeln in einem Teil der Segmente erhalten blieben (als Kiemenmuskeln), während tergalpleurale Muskeln vollständig schwanden. Schon aus diesem Grunde haben die Kiemenmuskeln wahrscheinlich ihren Ursprung bei den Dorsoventralmuskeln. Aus der oberen Insertion der Kiemenmuskeln bei der Imago ist auf den Charakter dieser Muskeln kein sicherer Schluß zu ziehen, da die Ansatzstelle durch Abfallen der Kieme undeutlich geworden ist; doch spricht die Stelle der oberen Anheftung der Muskeln, wenn man von einer solchen reden darf (am Rande des Tergits?), mehr für dorsoventrale als sternalpleurale Natur der Muskeln. Jedenfalls sind die Kiemenmuskeln nicht anzusehen als eigentliche Atemmuskeln (pleuralen Charakters) der Imago, welche im nymphalen Leben, so lange die Abdominalstigmen geschlossen sind, die neue, aber vorübergehende Funktion übernommen hätten, die Tracheenkiemen zu bewegen. Denn einerseits sind die Stigmen der Segmente, welche Tracheenkiemen tragen, stark reduciert und in ihrer Wirkung zweifelhaft,

so daß man mit Rückbildung der Stigmen eine solche der Muskeln hätte erwarten sollen; anderseits wäre in diesem Falle anzunehmen, daß auch in kienenlosen Segmenten, welche sicherlich funktionierende Stigmen aufweisen (*VIIIa*), gleiche oder wenigstens ähnliche Muskeln ausgebildet würden. Das ist aber nicht der Fall. Gerade das achte Abdominalsegment, in welchem sich das am besten entwickelte Abdominalstigma befindet (*Ephemerella*), besitzt keine Spur der fraglichen Muskeln. Daß diese Muskeln ohne ein Zeichen von Degeneration noch in der Imago — eigentlich funktionslos — vorhanden sind, ist dadurch zu erklären, daß sie noch bis zum Ausschlüpfen der Subimago als Kiemenmuskeln in Tätigkeit bleiben, und daß wegen des sehr kurzen imaginalen Lebens in der Imago eine Degeneration, auch wenn die Muskeln — wie wahrscheinlich ist — gänzlich funktionslos sein sollten, nicht einzusetzen und erst recht nicht rückwirkend einzusetzen vermag, so daß etwa schon beim Übergange aus dem nymphalen in das imaginale Leben eine gewisse Rückbildung eintreten würde.

Wie klar ersichtlich ist, üben die Tracheenkienen auf die Ausgestaltung der Dorsoventralmuskeln einen großen Einfluß aus oder besser gesagt, dadurch, daß die Dorsoventralmuskeln begannen, als indirekte Beweger der als Hypodermisaustrüpfungen vorhandenen Tracheenkienen zu wirken, traten in der Dorsoventralmuskulatur besondere Differenzierungen auf, welche einerseits eine weitere Ausbildung der indirekten Kiemenmuskeln bedingten (dritter segmentaler Dorsoventralmuskel), anderseits zur Ausbildung der direkten Kiemenmuskeln führten. Für den dorsoventralen Charakter der Kiemenmuskeln spricht auch das Verhalten des ersten und zweiten Abdominalsegmentes von *Ephemerella*. Die Kiemen sind hier verloren gegangen; als Rest ihrer früheren Existenz ist die Differenzierung der Dorsoventralmuskeln noch erhalten; die Kiemenmuskeln aber sind nicht etwa vorhanden als Pleuralmuskeln, sondern sie fehlen vollständig, d. h. man muß sie wahrscheinlich suchen als Bestandteile der Dorsoventralmuskeln, von denen sie nicht mehr abgetrennt werden.

Aus dem dorsoventralen Charakter der Kiemenmuskeln folgt die tergale Natur der Tracheenkienen. Welcher Segmentregion die Kiemen zuzurechnen sind, ist aus ihrem Ansatz nicht zu erkennen, zumal die Grenze der pleuralen Region am Skelet nicht wahrzunehmen ist; ihre Anheftungsart drängt jedoch in manchen Fällen unwillkürlich dazu, sie eher als dorsale Bildungen anzusehen (*Ephemerella*, *Oligoneuria*), denn als pleurale (Textfig. 16). Aber sie können, wenn man die Muskulatur nicht berücksichtigt, immerhin ebensogut

aufgefaßt werden als Ausstülpungen der Pleura an ihrer dorsalen Grenze wie als Ausstülpungen des Tergits an seinem lateralen Rande. Dagegen zeigt die Anheftung der Kiemen oberhalb (dorsal) der Pleuren, wie Querschnitte durch das imaginale Abdomen deutlich dartun, zur Genüge, daß sie nicht ventrale Bildungen sind und als solche ventralen Extremitäten homolog gesetzt werden dürfen. Zieht man bei der morphologischen Beurteilung der Tracheenkiemen nun die Muskulatur heran, so ergibt sich folgendes. Die Kiemen sind angeheftet zwischen den dorsalen Ansätzen der Kiemenmuskeln einerseits und den tergalen Ansätzen der Dorsoventralmuskeln andererseits; sie sind also Gebilde, welche ihren Ursprung nehmen zwischen den dorsalen Insertionspunkten dorsoventraler Muskeln, mit andern Worten Ausstülpungen des Tergites im Bereiche der Dorsoventralmuskulatur, welche zu



Textfig. 30.

A und B, schematische Darstellung zweier Querschnitte durch das Ephemerenabdomen, um die Bildung der Tracheenkiemen und die theoretische Abspaltung der Kiemenmuskeln von der Dorsoventralmuskulatur zu zeigen. *d*, Darm; *bm*, Bauchmark; *lt*, Längstrachee; *t*, Tergit; *s*, Sternit; *pl*, pleurale Region (schraffiert); *trk*, Tracheenkieme; *lm*, Längsmuskeln; *dvm*, Dorsoventralmuskeln; *km*, Kiemenmuskeln.

einer Spaltung dieser Muskulatur führten in eine laterale Gruppe, welche durch die Kiemenmuskeln dargestellt wird, und eine medianwärts gelegene Gruppe, die aus den eigentlichen Dorsoventralmuskeln besteht (Textfig. 30).

Die Bestätigung für diese durchaus gerechtfertigte Anschauung ist allerdings durch die Entwicklungsgeschichte zu erbringen, wobei die Bildung und Ausgestaltung der Muskulatur die ausgedehnteste Berücksichtigung finden muß.

Wir haben jetzt zu prüfen, ob irgendwelche Beziehungen nachweisbar sind zwischen der Kiemenmuskulatur und den Muskeln der Flügel, um so der morphologischen Deutung des Flügels näher zu kommen.

Für den Vergleich mit den Kiemenmuskeln kommen an und für sich in Betracht die sternalpleuralen und dorsoventralen Muskeln des Thorax. Im Metathorax, der zunächst zum Vergleich herangezogen werden muß, gibt es keinen sternalpleuralen Muskel, der mit Wahrscheinlichkeit oder gar Sicherheit einem der direkten Kiemenmuskeln gleich-

gesetzt werden kann. Denn zunächst ist von vornherein anzunehmen, daß bei der ganz verschiedenen Aufgabe von Thorax und Abdomen in diesen beiden Körperabschnitten die Differenzierung der Muskulatur verschiedene Wege eingeschlagen hat und ursprüngliche Übereinstimmungen längst verwischt sind, zumal bei dem großen Gegensatze, den die sehr einfache Abdominalmuskulatur mit der reich entfalteten Thoracalmuskulatur bildet. Ferner ist es bei *Ephemerella* überhaupt unmöglich, einen Vergleich der Kiemenmuskeln mit irgendwelchen Thoraxmuskeln durchzuführen, da die Kiemenmuskulatur im zweiten und ersten Abdominalsegmente aussetzt; diese beiden Segmente zu überspringen und das dritte Abdominalsegment zum Vergleich heranzuziehen, erscheint etwas sehr gewagt. Bei *Centroptilum* wären es vielleicht die sternalpleuralen Beinmuskeln *C* 46 und *C* 47, welche auf den ersten Blick zur Homologisierung reizen könnten; aber eine Sicherheit oder gar Notwendigkeit liegt dafür nicht vor; eine Gleichsetzung dieser Muskeln mit Kiemenmuskeln wird immer etwas Willkürliches sein. Dabei wäre zu bedenken, daß für die Kiemenmuskeln dorsoventraler Charakter hergeleitet wurde; die in Rede stehenden Beinmuskeln (*C* 46, 47) gehören aber sicher zur pleuralen Kategorie, wie zum Überfluß ein Vergleich mit dem Mesothorax dartut. Auch spricht die Tatsache gegen die Gleichsetzung, daß nur einer der beiden Muskeln (*C* 47) bei *Ephemerella* mit einiger Sicherheit ein Homologon findet (*E* 35); eine solche Inconstanz der Muskeln bei der mechanisch oder physiologisch so gleichmäßigen und constanten Aufgabe der Bewegung von Tracheenkieme und Flügel ist jedenfalls abzulehnen. Vor allem aber ist, wie schon angedeutet, hier zu betonen, daß dem Abdomen der Ephemeriden pleurale Muskulatur vollständig fehlt, daß die Kiemenmuskeln spezifische Bildungen der kimentragenden Segmente sind, deren dorsoventraler Charakter, soweit es durch vergleichend anatomische Betrachtungen möglich ist, mehr als wahrscheinlich gemacht wurde, daß also die pleurale Muskulatur beim Vergleich von Thorax und Abdomen streng genommen aus dem Rahmen der Betrachtung herausfällt. Unzweifelhaft ist das letztere für *Ephemerella*; mit großer Wahrscheinlichkeit gilt es auch für die übrigen Ephemeriden. Jedenfalls wären den Kiemenmuskeln gleichzusetzende »sternalpleurale« Muskeln aus der pleuralen Kategorie dem Charakter der Kiemenmuskeln entsprechend herauszunehmen und in die dorsoventrale Kategorie einzufügen. Dadurch wäre aber noch keineswegs Homologie von Flügel und Tracheenkieme einwandfrei erwiesen, wenn auch natürlich ebensowenig ausgeschlossen. Eine solche

Geichsetzung — wenn sie möglich wäre — spräche deutlich nur für die tergalen Natur des Flügels, dessen Basis dann ganz und gar im Gebiete dorsoventraler Muskeln läge. Das vom Metathorax gesagte hat für den Mesothorax die gleiche Richtigkeit; denn hier ist die Differenzierung noch weiter vorgeschritten als im Mesothorax, so daß ein Vergleich noch unsicherer wird, zumal es unzulässig ist, den Metathorax dabei zu überspringen. Die Kiemenmuskeln mit irgendwelchen dorsoventralen Thoraxmuskeln homologisieren zu wollen, erscheint zwecklos und ist auch nicht durchzuführen. Denn es sind doch die thoracalen Dorsoventralmuskeln zunächst (in ihrer Gesamtheit) abzuleiten von den Dorsoventralmuskeln des Abdomens, mit denen sie eine gewisse Übereinstimmung der Anordnung zeigen. In den beiden Thoraxsegmenten, von denen die Rede ist, haben wir zwei Gruppen von Dorsoventralmuskeln wie im Abdomen, eine vordere und eine mittlere bzw. hintere. Zu jener ist nur je ein Muskel zu rechnen (*dvm*₁ C 39, 56; E 46, 65) zu dieser alle dorsoventralen Bein- und Flugmuskeln. Die stärkere Differenzierung in der mittleren Gruppe ist zu verstehen aus der weitgehenden Inanspruchnahme als Bein- und Flügelmuskeln. Eine Gleichsetzung von einzelnen Abdominalmuskeln erscheint bei der Verschiedenheit der Funktion, welche die Differenzierung veranlaßte und beeinflusste, nicht möglich. Der vorderste Dorsoventralmuskel (C 39, 56; E 46, 65) kann gleich geachtet werden dem vorderen Dorsoventralmuskel der Abdominalsegmente; die übrigen thoracalen Dorsoventralmuskeln in ihrer Gesamtheit dem mittleren Dorsoventralmuskel des Abdomens (wahrscheinlich zusammen mit den Kiemenmuskeln). Kurz gesagt, muß also eine Homologisierung der Kiemenmuskeln mit bestimmten Thoraxmuskeln abgewiesen werden. Ganz und gar ist aber unzutreffend, daß, wie LUBBOCK meint (1873, S. 422 f.), die Flügel eine ganz ähnliche Muskulatur erhalten wie die Tracheenkiemen. Aus der morphologischen Betrachtung der Muskulatur kann also der Flügel den Tracheenkiemen nicht homolog gesetzt werden. Die Anschauung von der tergalen Natur des Flügels wird durch die Verhältnisse der Tracheenkiemen-Muskulatur auf keinen Fall beeinträchtigt.

Wie namentlich das Verhalten des Tracheensystems zeigt — Vorhandensein offener Stigmen bei der Nymphe (vgl. dazu DEWITZ [1890, S. 89], HAGEN [1881]); Anlage der Stigmen bereits im Keimstreif (JAWOROWSKI 1896, S. 64) — stammen die Ephemeriden von ursprünglich terrestrischen Formen ab, wie das schon von mehreren Autoren betont worden ist (HEYMONS 1896, MAYER 1876, JAWOROWSKI 1896 u. a.)

Infolgedessen sind die Tracheenkiemen (wenigstens als solche) jünger als die Flügel; jene sind erworben in Anpassung an die Wasseratmung; dieselbe war ursprünglich wohl reine Hautatmung, wie die späte Entwicklung der Kiemen zeigt, und auch jetzt ist die Hautatmung noch vorhanden, da die Larven längere Zeit die Kiemen entbehren können (DEWITZ 1890, S. 525). Das Bedürfnis nach Vergrößerung der Oberfläche führte zur Bildung von Hypodermisausstülpungen, welche beweglich wurden unter dem Einflusse der abdominalen Dorsoventralmuskeln, nachdem die Pleuralmuskeln schon verkümmert waren. Die Flügel dagegen entstanden als (tergale) Fallschirme (Literatur siehe in der Einleitung) bereits vor dem Übergange ins Wasserleben. Daher ist auch der große Unterschied der abdominalen und thoracalen Muskulatur zu verstehen, weil im Thorax schon eine durch die Flugfunktion bedingte Differenzierung einsetzte, als das Abdomen noch keine Tracheenkiemen besaß.

Sollte nun auch durch spätere Untersuchungen die Homologie von Tracheenkieme und Flügel nachgewiesen werden, so wird das eintreffen, was bereits HOFMANN (1879, s. oben) ausgesprochen und VOSS (1905, S. 485) wohlbegründet wiederholt hat, daß der tergale Flügel tergalen Tracheenkiemen gleich gesetzt werden muß, da man nach vorliegender Untersuchung vollauf berechtigt ist, die letzteren im Gegensatz zu der bis jetzt ziemlich allgemein verbreiteten Anschauung für tergale Bildungen anzusehen. Flügel und Tracheenkieme sind demnach Parallelbildungen, welche unabhängig voneinander, vielleicht allerdings aus derselben Quelle (nämlich indifferenten tergalen Fortsatzbildungen) zu ungleicher Zeit infolge verschiedener physiologischer Momente entstanden sind.

Daß solche tergale Fortsatzbildungen bei ältesten Insekten tatsächlich sowohl am Thorax als auch am Abdomen vorhanden waren und wie diese Fortsatzbildungen ausgesehen haben mögen, das zeigen sehr schön einige Insekten der carbonischen Formation (HANDLIRSCH 1906, S. 81 ff.). Bei einer ganzen Anzahl solcher Formen (*Stenodyctia lobata* [l. c. Taf. VIII Fig. 20], *Lithomantis carbonaria* [l. c. Taf. X Fig. 12], *Lycocercus Goldenbergi* [l. c. Taf. X, Fig. 20] u. a.), besitzt der Prothorax jederseits einen großen, plattenartigen Anhang, der wie ein nicht recht zur Entwicklung gekommener Flügel aussieht und in einem Falle (Taf. X Fig. 20) sogar Spuren einer Aderung aufweist. Besonders aber möchte ich hinweisen auf die *Stenodyctia lobata* (Taf. VIII Fig. 20); dieselbe trägt an den Hinterecken sämtlicher Abdominalsegmente »deutlich

abgesetzte, zugespitzte Anhänge« (l. c. S. 64). Diese Anhänge erinnern unwillkürlich an Tracheenkiemen, »ähnlich wie wir sie heute noch bei vielen Larvenformen finden« (l. c. S. 61). Die abdominalen Anhänge sind bedeutend schwächer entwickelt als die prothoracalen; beide kommen neben gut ausgebildeten Flügeln vor.

Die sternale Muskulatur fehlt im Abdomen vollständig; die Längsmuskulatur zeigt keine besondere Übereinstimmung mit der des Thorax. Die einfach intersegmentalen Muskeln haben im Thorax große Einheitlichkeit bewahrt; die mehrfach intersegmentalen fehlen (dorsal im Mesothorax) oder sind im einzelnen anders ausgestaltet als im Abdomen. Dorsal ist im Mesothorax eine Zerlegung der Längsmuskulatur erfolgt in den Längsmuskel (*C* 78, *E* 114) und den Dorsalmuskel (*C* 80, *E* 88); letzterem homolog ist vielleicht der äußere einfach intersegmentale dorsale Längsmuskel des Abdomens. Dorsale und ventrale Längsmuskulatur zeigt im ganzen Körper, insbesondere im Abdomen eine gewisse Übereinstimmung; in beiden Fällen sind die einfach intersegmentalen Muskeln gesondert in eine mediane und laterale Gruppe; innen von ihnen (näher dem Darm) verläuft die mehrfach intersegmentale Muskulatur; dorsal besteht diese aus einer größeren Anzahl, metamer aufeinander folgender Muskeln, ventral wird sie hauptsächlich gebildet von einem langen Muskelzuge.

Die Muskulatur der Ephemeriden zeigt bedeutende Unterschiede von den Verhältnissen solcher Formen, welche im System gewöhnlich in ihrer Nähe stehen, so von den Libellen und Orthopteren. Jene zeichnen sich aus vor allem durch die ganz vorzüglich entwickelte direkte Flügelmuskulatur (LENDENFELD 1881, S. 289). Es fehlt ihnen vollständig der bei Ephemeriden so stark ausgeprägte indirekte Senker der Flügel, der dorsale thoracale Längsmuskel. Ein weiterer Unterschied ist das Auftreten von Chitinsehnen bei Libellen in ganz hervorragender Ausbildung; im Gegensatz dazu inserieren die Muskeln der Ephemeriden direkt auf der Fläche des Chitinskeletes. An der Flügelbasis selbst setzen nur in sehr beschränktem Maße bei Ephemeriden Muskeln an, dagegen bei Libellen eine ganze Anzahl sehr kräftiger Muskeln.

Von den Orthopteren (Voss 1905, S. 366 f.) unterscheiden sich die Ephemeriden schon durch die Einfachheit der Muskulatur der letzteren. Das zu ersehen genügt ein Vergleich des Abdomens. Namentlich ist in dieser Hinsicht das Fehlen der Pleuralmuskulatur für die Ephemeriden bezeichnend. In der Längsmuskulatur zeigen die Ephemeriden allerdings stärkere Differenzierung als *Gryllus dome-*

sticus, besonders ist die mehrfach intersegmentale Muskulatur bei *Gryllus* wenig ausgebildet, aber das ist zu verstehen aus der starken Benutzung des Abdomens der Ephemeridenlarven für die Locomotion. Im Thorax ist bei *Gryllus* die Längsmuskulatur gut entwickelt.

Das anatomische Verhalten der Muskulatur drängt die Ephemeriden also weiter ab von den ihnen in der Lebensweise nahestehenden Libellen und den zu den einfachsten Insekten zu zählenden Orthopteren (*Gryllus*).

Nach den Figuren in der Abhandlung von STREIFF (1906, Taf. X Fig. 6—7) fehlt auch bei Dipteren (*Sicus*) im Abdomen die Pleuralmuskulatur. Im Texte wird darauf nicht eingegangen; übrigens ist vom topographischen Standpunkte aus die Bezeichnungsweise STREIFFS für die Muskeln bzw. deren Einteilung nicht zu empfehlen.

VI. Zusammenstellung der Ergebnisse.

Zum Schlusse seien hier die Ergebnisse der Untersuchung zusammengestellt, soweit sie neu sind oder auch eine Bestätigung von Verhältnissen darstellen, welche bereits anderweitig gefunden worden sind.

1) Das Chitin der Larve unterscheidet sich vom Chitin der Imago, wofür letzteres nicht mehr erneuert wird; es besteht somit eine Differenz zwischen jungem (werdendem) und altem (dauerndem) Chitin.

2) Die Tatsache, daß im Chitinskelete der Nymphe Verwischung der Grenzen der einzelnen Teile eintritt, ist ein Beleg für die kinematische Natur der Gliederung der Insekten.

3) Bereits die Nymphen der Ephemeriden besitzen offene Thoracalstigmata; die Ephemeriden stammen von landlebigen Formen ab.

4) Das Phragma zwischen Meso- und Metathorax wird zur Ausgestaltung des äußeren Hautskeletes herangezogen; zugleich bleibt es ein bedeutender Bestandteil des Endothorax.

5) Wie die Vergleich der Muskeln von Imago und Nymphe zeigt, verhalten sich untypische Muskeln atypisch; auf Schnitten sind die typischen und atypischen Muskeln leicht durch ihre ungleiche Färbbarkeit zu unterscheiden; jene bevorzugen Eosin, diese Hämatoxylin.

6) Die meisten Muskeln inserieren auf breiten Flächen; einige, wie Bein- und Kiemenmuskeln auch mit spitzem Ansatz; besondere Chitinbildungen sind an den Insertionsstellen im allgemeinen nicht vorhanden. Die Fasern verlaufen meist parallel.

7) Im Abdomen der Ephemeriden ist sehr frühzeitig eine Kümmerung der Pleuralmuskulatur eingetreten, welche deren vollständigen Schwund veranlaßt hat.

8) Für die Kiemenmuskeln ist vom vergleichend-anatomischen Standpunkte aus dorsoventraler Charakter anzunehmen.

9) Im Gegensatz zu der bislang fast allgemeinen Anschauung, die Tracheenkiemen seien pleurale oder gar ventrale Bildungen, ist aus der dorsoventralen Natur ihrer Muskeln und der Lage ihrer Anheftung zu entnehmen, daß sie Ausstülpungen der Tergite darstellen.

10) Homologien von Kiemen- und Thoraxmuskeln lassen sich nicht begründen.

11) Infolgedessen können auch Flügel und Tracheenkieme auf Grund der Muskulatur nicht miteinander homologisiert werden, obschon beide tergalen Natur sind. Flügel und Tracheenkieme sind unabhängig voneinander entstanden.

12) Das anatomische Verhalten der Muskulatur trennt die Ephemeriden von Libellen und Orthopteren.

Göttingen, im Februar 1907.

Literaturverzeichnis.

1675. J. SWAMMERDAM, Ephemerida, of afbeelding van's menschen leven. Amsterdam. 8 Tafeln.
1831. OKEN, Naturphilosophie. Jena. Frommann. 2. Aufl.
1832. H. BURMEISTER, Handbuch der Entomologie. Berlin. Band I.
1834. M. TH. LACORDAIRE, Introduction à l'entomologie. Bd. I. In: Nouvelles suites à Buffon, Histoire naturelle des insectes.
- 1843—45. F. J. PICTET, Histoire naturelle générale et particulière des insectes neuroptères. Famille des Éphémérides. Genève (1843); 47 planches 1845.
1848. R. LEUCKART, Über die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Tiere. Braunschweig.
1848. OWEN, Lectures on the comparative anatomy and physiology of the invertebrate animals. London. Vol I.
1853. AUBERT, Über die eigentümliche Struktur der Thoraxmuskeln der Insekten. In: Diese Zeitschrift. Jahrg. IV.
1860. H. RATHKE, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Atmungsprozeß der Insekten. In: Schriften der kgl. physikal.-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. I.
- 1863—66. J. LUBBOCK, On the development of *Chloëon dimidiatum*. II Teile. In: Transactions of the Linnean Society. London. Vol. 24 u. 25.

1863. CARUS und GERSTÄCKER, Handbuch der Zoologie. Bd. II.
1865. H. REINHARD, Zur Entwicklungsgeschichte des Tracheensystems der Hymenopteren mit besonderer Beziehung auf dessen morphologische Bedeutung. In: Berliner Entomologische Zeitschr. Jahrg. IX.
1866. J. C. SCHIÖDTE, Krebsdyrenes Sugemünd. In: Naturhistorisk Tidsskrift. Tredie Række. 4. Bind. Kjöbenhavn.
1866. A. WEISMANN, Metamorphose von *Corethra plumicornis*. In: Diese Zeitschr. Jahrg. XVI.
1869. GANIN, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte bei den Insekten. In: Diese Zeitschr. Jahrg. XVIII und XXVIII.
1870. C. GEGENBAUR, Grundriß der vergleichenden Anatomie. Leipzig, Engelmann. 1. Aufl. 1870. 2. Aufl. 1878.
1871. H. LANDOIS, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Schmetterlingsflügel in der Raupe und Puppe. In: Diese Zeitschr. Jahrgang XXI.
1871. F. PLATEAU, Qu'est-ce que l'aile d'un insecte? avec 1 planche. In: Stettiner Entomol. Zeitung. Jahrg. XXXII.
1872. JOLY, Sur un cas nouveau d'hypermétamorphose constaté chez la *Palin-genia* (Polymitarceys). In: Annales des sciences naturelles. 5. sér. Zool. Tom. XV.
1873. A. GERSTÄCKER, Zur Morphologie der *Orthoptera amphibiotica*. In: Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Mit einer Kupfertafel.
1873. J. LUBBOCK, Origin of Insects. In: Journal of Proceedings of the Linnean Society. London. Zool. vol. XI.
1873. F. PLATEAU, L'aile des insectes. In: Journal de Zoologie. Tom. 2.
1874. A. GERSTÄCKER, Über das Vorkommen von Tracheenkiemen bei ausgebildeten Insekten. In: Diese Zeitschr. Jahrg. XXIV. Mit Tafel XXIII.
1875. V. GRABER, Über die Flügel und Flügelbewegungen der Insekten. In: Mitteil. d. naturw. Vereins für Steiermark.
1875. FR. MÜLLER, Beiträge zur Kenntnis der Termiten. In: Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Jahrg. IX. (Neue Folge 2). Mit Tafel 10—13.
1876. GANIN, Materialien zur Kenntnis der postembryonalen Entwicklungsgeschichte der Insekten. (Russisch.) Warschau. Referat von HOYER in: Diese Zeitschr. Jahrg. XXVIII. (1878).
1876. N. et E. JOLY, Contributions à l'histoire naturelle et à l'anatomie des Ephémères. Revue des sciences naturelles. Montpellier. Tom. 5.
1876. P. MAYER, Über Ontogenie und Phylogenie der Insekten. In: Jen. Zeitschr. f. Naturw. Jahrg. X. Tafel 6—6 a, b, c.
1877. TH. H. HUXLEY, A Manual of the Anatomy of invertebrated animals. London.
1877. J. A. PALMÉN, Zur Morphologie des Tracheensystems. Leipzig, Engelmann. Mit 2 Tafeln.
1878. A. VAYSSIÈRE, Sur le *Prosopistoma variegatum*. Monographie zoologique et anatomique. Annales des sciences naturelles. 6. sér. Zool. Tom 9. Planches 2—5.
1879. G. E. ADOLPH, Über Insektenflügel. Dissertation. Halle.

1879. G. v. HOFMANN, Über die morphologische Deutung des Insektenflügels. In: Jahresber. d. akad. naturwiss. Vereins. Graz. Jahrg. V.
1880. A. VAYSSIÈRE, Métamorphose du *Prosopistoma*. In: Annales d. sciences naturelles. 6. sér. Zool. Tom. 11.
1880. — Étude sur l'état parfait du *Prosopistoma punctifrons*. In: Ann. d. sciences natur. 6. sér. Zool. Tom. 11. Mit 1 Tafel.
1880. O. ZIMMERMANN, Über eine eigentümliche Bildung des Rückengefäßes bei einigen Ephemeridenlarven. In: Diese Zeitschr. Jahrgang XXXIV.
1881. G. E. ADOLPH, Über Insektenflügel. In: Nova Acta Leop. Carol. Deutsch. Acad. Naturf. Bd. XLI.
1881. A. DOHRN, Die Pantopoden des Golfs von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Leipzig.
1881. H. A. HAGEN, Einwürfe gegen Dr. PALMÉNS Ansicht von der Entstehung des geschlossenen Tracheensystems. In: Zool. Anzeiger Jahrg. III.
1881. R. VON LENDENFELD, Der Flug der Libellen. Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Flugorgane der Insekten. In: Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissenschaften. Wien. Jahrg. LXXXIII. Abteil. 1. Mit 7 Tafeln.
1882. FR. BRAUER, Über das Segment médiaire LATREILLES. In: Sitzungsber. der k. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Mathem.-naturw. Klasse. Bd. 85. Mit 3 Tafeln.
1882. A. VAYSSIÈRE, Recherches sur l'organisation des larves des Éphémériens. In: Annales des sciences natur. 6. sér. Zool. Tom. 13. 11 planches.
1883. W. ROUX, Beiträge zur Morphologie der funktionellen Anpassung. In: Jen. Zeitschr. für Naturw. Bd. XVI.
1884. P. PANCRITIUS, Beiträge zur Kenntnis der Flügelentwicklung bei den Insekten. Dissertation. Königsberg.
1885. FR. BRAUER, Systematisch-zoologische Studien. In: Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. XCI. Mit 1 Tafel.
1886. N. CHOŁODKOWSKY, Zur Morphologie des Insektenflügels. In: Zool. Anzeiger. Jahrg. IX.
1886. E. HAASE, Die Vorfahren der Insekten. In: Abhandl. der Naturforsch. Gesellschaft Isis. Dresden. Bd. XI. Mit 3 Fig.
1886. J. REDTENBACHER, Vergleichende Studien über das Flügelgeäder der Insekten. 12 Tafeln. Wien (Hölder). Aus: Annalen d. k. k. Naturhist. Hofmuseum. Bd. I.
1887. N. CHOŁODKOWSKY, Die Prothoracalanhänge bei den Lepidopteren. In: Zool. Anzeiger. Jahrg. X.
1888. A. FRITZE, Über den Darmkanal der Ephemeriden. In: Berichte d. Naturf. Gesellschaft Freiburg in Br. Bd. IV. Mit 2 Tafeln.
1888. A. E. EATON, A revisional monograph of recent Ephemeridae or Mayflies. 65 plates. In: Transactions of the Linnean Society. London. 2. ser. Zool. vol. 3.
1888. GRASSI, I Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. In: Atti Accad. Lincei Mem. (4). Vol. 4. Mit 5 Tafeln.
1890. H. DEWITZ, Einige Betrachtungen betreffend das geschlossene Tracheensystem der Insektenlarven. In: Zool. Anz. Jahrg. XIII.

1890. C. SCHILLER, Die Ephemeridenlarven Sachsens. 2 Tafeln. In: Abhandl. d. Naturf. Gesellschaft Isis. Dresden. Bd. XVI.
1890. E. VERNON, Schmetterlingsflügel. In: Zool. Anz. Jahrg. XIII.
1891. H. DEWITZ, Haben die Jugendstadien der Libellen und Ephemeriden ein geschlossenes Tracheensystem oder nicht? Leopoldina. 26. Heft. Nr. 23/24.
1891. KORSCHULT und HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungs-geschichte der wirbellosen Tiere. Spezieller Teil. Jena.
1891. SIMROTH, Die Entstehung der Landtiere. Engelmann, Leipzig.
1892. O. ZACHARIAS, . . . In: Sitzungsber. der Naturw. Gesellschaft. Leipzig. Jahrg. IXX/XXI.
1896. R. HEYMONS, Grundzüge der Entwicklung und des Körperbaues von
1. Odonaten und Ephemeriden. 2 Tafeln. Berlin (Reimer in Comm.)
Aus: Abhandl. d. k. preuß. Akademie d. Wissensch. Berlin. Anhang.
1896. — Über die Lebensweise und Entwicklung von *Ephemera vulgata*. In:
1a. Sitzungsberichte der Gesellsch. Naturf. Freunde. Berlin. Vorl. Mitt.
1896. — Über die abdominalen Körperanhänge der Insekten. In: Biolog.
2. Centralblatt. Bd. XVI.
1896. — Zur Morphologie der Abdominalanhänge bei Insekten. 1 Taf. In:
3. Morphol. Jahrbuch. Bd. XXIV.
1896. A. JAWOROWSKI, Die Entwicklung des Spinnapparates bei *Trochosa sin-*
goriensis Laxm. mit Berücksichtigung der Abdominalanhänge und der
Flügel bei den Insekten. 2 Tafeln. In: Jenaische Zeitschr. f. Natur-
wissensch. Bd. XXX. (Neue Folge Bd. XXIII).
1897. — Zu meiner Extremitäten- und Kiementheorie bei den Arthropoden.
In: Zool. Anzeiger. Jahrg. XX.
1897. C. VERHOEFF, Bemerkungen über abdominale Körperanhänge bei Insekten
und Myriapoden. In: Zool. Anzeiger. Jahrg. XX.
- 1898—99. J. H. COMSTOCK und J. G. NEEDHAM, The wings of insects. In: American Naturalist. Vol. XXXII—XXXIII.
1899. R. HEYMONS, Der morphologische Bau des Insektenabdomens. In: Zool. Centralblatt. Jahrg. VI.
1900. A. LAMMEERE, La raison d'être des métamorphoses chez les insectes. Annales d. Societ. Entomol. Belg. Tom. XLIII
1901. R. TÜMPEL, Die Geradflügler Mitteleuropas. Wilckens, Eisenach.
1902. G. ENDERLEIN, Eine einseitige Hemmungsbildung bei *Telea polyphemus* vom ontogenetischen Standpunkte. In: Zool. Jahrb. Abteil. f. Morphologie. Bd. XVI.
1903. W. L. TOWER, The origin and development of the wings of Coleoptera. In: Zool. Jahrb. Abteil. für Morphol. Bd. XVII. Tafel XIV—XX.
1905. FR. VOSS, Über den Thorax von *Gryllus domesticus* mit besonderer Berücksichtigung des Flügelgelenkes und dessen Bewegung. In: Diese Zeitschr. Bd. LXXVIII. Mit 3 Tafeln.
1906. A. HANDLIRSCH, Die fossilen Insekten und die Phylogenie der recenten Formen. Engelmann, Leipzig 1906. Lieferung I—III. Mit 27 Tafeln.
1906. R. N. STREIFF, Über das »unpaare Organ« der Dipterenfamilie der Canopidae. In: Diese Zeitschr. Bd. LXXXIV. Heft 1. Mit 2 Taf.

Tabelle I. Vergleichende Übersicht über die abdominalen Dorsoventral- und Kiemenmuskeln von *Centropitulum*, *Ephemera* und *Ecdyurus*.

Bezeichnung des Muskels	<i>Centropitulum</i>								<i>Ephemera</i>				<i>Ecdyurus</i>				
	VIIIa	VIIa	VIc	Va	IVa	IIIa	IIa	Ia	VIIIa	VIIa	VIa	Va	IVa	IIIa	IIa	Ia	VIIIa VIIa
Vorderer Dorsoventralmuskeln	dom ₁ C 1	dom ₁ C 6	dom ₁ C 11	dom ₁ C 16	dom ₁ C 21	dom ₁ C 26	dom ₁ C 31	dom ₁ C 36	dom ₁ E 1	dom ₁ E 7	dom ₁ E 14	dom ₁ E 21	dom ₁ E 28	dom ₁ E 35	dom ₁ E 39	dom ₁ E 43	dom ₁ dom ₁
	dom ₂ C 2	dom ₂ C 7	dom ₂ C 12	dom ₂ C 17	dom ₂ C 22	dom ₂ C 27	dom ₂ C 32	dom ₂ C 37	dom ₂ E 2	dom ₂ E 8	dom ₂ E 15	dom ₂ E 22	dom ₂ E 29	dom ₂ E 36	dom ₂ E 40	dom ₂ E 44a	dom ₂ dom ₂
Hinterer Dorsoventralmuskeln	—	—	—	—	—	—	—	—	—	dom ₃ E 9	dom ₃ E 16	dom ₃ E 23	dom ₃ E 30	dom ₃ E 37	dom ₃ E 41	dom ₂ E 44b	dom ₃ dom ₃
	idom C 3	idom C 8	idom C 13	idom C 18	idom C 23	idom C 28	idom C 33	idom C 38	idom E 3	idom E 10	idom E 17	idom E 24	idom E 31	idom E 38	idom E 42	idom E 45	idom idom
Vorderer Kiemenmuskeln	—	—	—	—	—	—	—	—	—	km _{e1} E 4	km _{e1} E 11	km _{e1} E 18	km _{e1} E 25	km _{e1} E 32	—	—	—
	—	km _{e1} C 4	km _{e1} C 9	km _{e1} C 14	km _{e1} C 19	km _{e1} C 24	km _{e1} C 29	km _{e1} C 34	—	km _{e2} E 5	km _{e2} E 12	km _{e2} E 19	km _{e2} E 26	km _{e2} E 33	—	—	km ₁
Hinterer Kiemenmuskeln	—	km _{e2} C 5	km _{e2} C 10	km _{e2} C 15	km _{e2} C 20	km _{e2} C 25	km _{e2} C 30	km _{e2} C 35	—	km _{e3} E 6	km _{e3} E 13	km _{e3} E 20	km _{e3} E 27	km _{e3} E 34	—	—	km ₂

Die einander homolog zu setzenden Muskeln stehen in wagerechten Reihen nebeneinander. Unter den abgekürzten Bezeichnungen der Muskeln stehen die laufenden Nummern des Textes; zur Unterscheidung ist der Anfangsbuchstabe des betreffenden Gattungsnamens hinzugefügt.

Tabelle II. Vergleichende Zusammenstellung der Längsmuskeln von *Ephemerella ignita*.

1. Dorsale Längsmuskeln.

	II	III	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
Einf. intersegment. Längsmuskel	<i>dlm</i> 114	<i>dlm</i> 113								
Innerer Längsmuskel			<i>dlm</i> ₁ 110	<i>dlm</i> ₁ 107	<i>dlm</i> ₁ 104	<i>dlm</i> ₁ 101	<i>dlm</i> ₁ 98	<i>dlm</i> ₁ 95	<i>dlm</i> ₁ 92	<i>dlm</i> ₁ 89
Mittlerer Längsmuskel			<i>dlm</i> ₂ 111	<i>dlm</i> ₂ 108	<i>dlm</i> ₂ 105	<i>dlm</i> ₂ 102	<i>dlm</i> ₂ 99	<i>dlm</i> ₂ 96	<i>dlm</i> ₂ 93	<i>dlm</i> ₂ 90
Äußerer Längsmuskel			<i>dlm</i> ₃ 112	<i>dlm</i> ₃ 109	<i>dlm</i> ₃ 106	<i>dlm</i> ₃ 103	<i>dlm</i> ₃ 100	<i>dlm</i> ₃ 97	<i>dlm</i> ₃ 94	<i>dlm</i> ₃ 91
Mehrf. intersegment. Längsmuskel		<i>idlm</i> 115	(115)	(115)						
Mehrf. intersegmentaler metamerer Längsmuskel			<i>idlm</i> ₁ 116	<i>idlm</i> ₂ 117	<i>idlm</i> ₃ 118	<i>idlm</i> ₄ 119	<i>idlm</i> ₅ 120	<i>idlm</i> ₆ 121	<i>idlm</i> ₇ 122	(122)

2. Ventrale Längsmuskeln.

	II	III	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
Einf. intersegment. Längsmuskel		<i>vlm</i> ₁ 143								
Einf. intersegment. Längsmuskel		<i>vlm</i> ₂ 144								
Innerer Längsmuskel					<i>vlm</i> ₁ 137	<i>vlm</i> ₁ 134	<i>vlm</i> ₁ 131	<i>vlm</i> ₁ 128	<i>vlm</i> ₁ 125	
Mittlerer Längsmuskel				<i>vlm</i> ₂ 141	<i>vlm</i> ₂ 138	<i>vlm</i> ₂ 135	<i>vlm</i> ₂ 132	<i>vlm</i> ₂ 129	<i>vlm</i> ₂ 126	<i>vlm</i> ₂ 123
Äußerer Längsmuskel				<i>vlm</i> ₃ 142	<i>vlm</i> ₃ 139	<i>vlm</i> ₃ 136	<i>vlm</i> ₃ 133	<i>vlm</i> ₃ 130	<i>vlm</i> ₃ 127	<i>vlm</i> ₃ 124
Äußerer Längsmuskel 2					<i>vlm</i> ₄ 140					
Vielf. intersegmentaler Längsmuskel	<i>ivlm</i> 145	(145)	(145)	(145)	(145)	(145)	(145)	(145)	(145)	(145)
Mehrf. intersegmentaler Längsmuskel		<i>ivlm</i> 146	(146)	(146)						
Mehrf. intersegmentaler Längsmuskel			<i>ivlm</i> ₁ 147	(147)						
Mehrf. intersegmentaler Längsmuskel			<i>ivlm</i> ₂ 148	(148)						

Homologe Muskeln in Reihen nebeneinander, ebenso wie in den folgenden Tabellen. Bei den mehrfach intersegmentalen Muskeln geben die eingeklammerten Nummern an, durch welche Segmente der betreffende Muskel hindurchzieht.

Tabelle III. Dorsoventrale und pleurale Muskeln des Meso- und Metathorax von *Centropitulum luteolum*.

	Metathorax			Mesothorax		
	Ansatz des Muskels	oben unten	III	II	Ansatz des Muskels	oben unten
Dorsoventralmuskeln	Metanotum Metasternum		<i>dvm</i> ₁ 39	<i>dvm</i> ₁ 56	Mesonotum Mesosternum	
Dorsoventraler Beinmuskeln	Metanotum Coxa		<i>dvm</i> ₂ 40	<i>dvm</i> ₂ 57	Mesonotum Coxa	
Dorsoventraler Beinmuskeln	Metanotum Coxa		<i>dvm</i> ₃ 41	<i>dvm</i> ₃ 58	Mesonotum Coxa	
Dorsoventraler Beinmuskeln				<i>dvm</i> ₄ 59	Mesonotum Coxa	
Dorsoventraler Beinmuskeln	Metanotum Trochanter		<i>dvm</i> ₄ 42	<i>dvm</i> ₅ 60	Mesonotum Trochanter	
Dorsoventralmuskeln	Metanotum Metapophyse		<i>dvm</i> ₅ 43	<i>dvm</i> ₆ 61	Mesonotum Mesapophyse	
Intersegmentaler Dorsoventralmuskeln	Notum Ia Metapophyse		<i>idvm</i> 44			
Sternalpleuraler Beinmuskeln	Episternum Coxa		<i>pm</i> ₁ 45	<i>pm</i> ₁ 62	Episternum Coxa	
Sternalpleuraler Beinmuskeln	Epimer. Region Coxa		<i>pm</i> ₂ 46	<i>pm</i> ₂ 63	Epimerum Coxa	
Sternalpleuraler Beinmuskeln	Epimerum Coxa		<i>pm</i> ₃ 47			
Sternalpleuraler Beinmuskeln	Episternum Trochanter		<i>pm</i> ₄ 48	<i>pm</i> ₃ 64	Episternum Trochanter	
Sternalpleuraler Beinmuskeln				<i>pm</i> ₄ 65	Episternum Trochanter	
Sternalpleuraler Flugmuskeln				<i>pm</i> ₅ 66	Epimerum Mesapophyse	
Sternalpleuraler Flugmuskeln				<i>pm</i> ₆ 67	Epimerum Mesosternum	
Tergalpleuraler Flankenmuskeln				<i>pm</i> ₇ 68	Mesonotum Episternum	
Tergalpleuraler Flugmuskeln				<i>pm</i> ₈ 69	Mesonotum Epist. Flügelbasis	
Tergalpleuraler Flugmuskeln	Metanotum Episternum		<i>pm</i> ₅ 49	<i>pm</i> ₉ 70	Mesonotum Episternum	
Episternaler Flugmuskeln				<i>pm</i> ₁₀ 71	Epist. Flügelbasis Episternum	
Sternalpleuraler Stigmenmuskeln				<i>pm</i> ₁₁ 72	Stigma II Mesosternum	

Tabelle IV. Dorsoventrale und pleurale Muskeln des Meso- und Metathorax von *Ephemerella ignita*.

	Metathorax			Mesothorax	
	Ansatz des Muskels	oben unten	III	II	Ansatz des Muskels oben unten
Dorsoventralmuskel	Metanotum Metasternum		<i>dvm</i> ₁ 46	<i>dvm</i> ₁ 65	Mesonotum Mesosternum
Dorsoventraler Bein- muskel	Metanotum Coxa		<i>dvm</i> ₂ 47	<i>dvm</i> ₂ 66	Mesonotum Coxa
Dorsoventraler Bein- muskel	Metanotum Coxa		<i>dvm</i> ₃ 48		
Dorsoventraler Bein- muskel	Metanotum Coxa		<i>dvm</i> ₄ 49	<i>dvm</i> ₃ 67	Mesonotum Coxa
Dorsoventraler Bein- muskel	Metanotum Coxa		<i>dvm</i> ₅ 50		
Dorsoventraler Bein- muskel	Metanotum Trochanter		<i>dvm</i> ₆ 51	<i>dvm</i> ₄ 68	Mesonotum Trochanter
Dorsoventralmuskel	Metanotum Metapophyse		<i>dvm</i> ₇ 52	<i>dvm</i> ₅ 69	Mesonotum Mesapophyse
Intersegmentaler Dorso- ventralmuskel	Notum Ia Metapophyse		<i>idvm</i> 53		
Sternalpleuraler Bein- muskel	Episternum Coxa		<i>pm</i> ₁ 54	<i>pm</i> ₁ 70	Episternum Coxa
Sternalpleuraler Bein- muskel				<i>pm</i> ₂ 71	Epimerum Coxa
Sternalpleuraler Bein- muskel	Epimerum Coxa		<i>pm</i> ₂ 55		
Sternalpleuraler Bein- muskel	Episternum Trochanter		<i>pm</i> ₃ 56	<i>pm</i> ₃ 72	Episternum Trochanter
Sternalpleuraler Bein- muskel				<i>pm</i> ₄ 73	Episternum Trochanter
Sternalpleuraler Flug- muskel	Epimerum Metapophyse		<i>pm</i> ₄ 57	<i>pm</i> ₅ 74	Epimerum Mesapophyse
Sternalpleuraler Flug- muskel				<i>pm</i> ₆ 75	Epimerum Mesosternum
Tergalpleuraler Flankenmuskel				<i>pm</i> ₇ 76	Mesonotum Episternum
Tergalpleuraler Flug- muskel				<i>pm</i> ₈ 77	Mesonotum Epist. Flügelbasis
Tergalpleuraler Flug- muskel	Flügelbasis Episternum		<i>pm</i> ₅ 58	<i>pm</i> ₉ 78	Mesonotum Episternum
Episternaler Flugmus- kel	Flügelbasis Episternum		<i>pm</i> ₆ 59	<i>pm</i> ₁₀ 79	Flügelbasis Episternum
Tergalpleuraler Flug- muskel	Ansätze nicht sicher zu bestimmen		<i>pm</i> ₇ 60		
Tergalpleuraler Flankenmuskel				<i>pm</i> ₁₁ 80	Mesonotum Epimerum
Sternalpleuraler Stig- menmuskel				<i>pm</i> ₁₂ 81	Stigma II Mesosternum
Sternalpleuraler Stig- menmuskel				<i>pm</i> ₁₃ 82	Stigma II Mesosternum

Tabelle V. Dorsoventral- und Pleuralmuskeln des Meso- und Metathorax von *Centroptilum luteolum* und *Ephemerella ignita*.

	<i>Centroptilum</i>		<i>Ephemerella</i>		
	III	II	III	II	
Dorsoventralmuskel	<i>dvm</i> ₁ C 39	<i>dvm</i> ₁ C 56	<i>dvm</i> ₁ E 46	<i>dvm</i> ₁ E 65	
Dorsoventr. Beinmuskel	<i>dvm</i> ₂ C 40	<i>dvm</i> ₂ C 57	<i>dvm</i> ₂ E 47	<i>dvm</i> ₂ E 66	
			<i>dvm</i> ₃ E 48		Dorsoventraler Bein- muskel
Dorsoventr. Beinmuskel	<i>dvm</i> ₃ C 41	<i>dvm</i> ₃ C 58	<i>dvm</i> ₄ E 49	<i>dvm</i> ₃ E 67	
Dorsoventr. Beinmuskel		<i>dvm</i> ₄ C 59	<i>dvm</i> ₅ E 50		
Dorsoventr. Beinmuskel	<i>dvm</i> ₄ C 42	<i>dvm</i> ₅ C 60	<i>dvm</i> ₆ E 51	<i>dvm</i> ₄ E 68	
Dorsoventralmuskel	<i>dvm</i> ₅ C 43	<i>dvm</i> ₆ C 61	<i>dvm</i> ₇ E 52	<i>dvm</i> ₅ E 69	
Intersegmentaler Dorso- ventralmuskel	<i>idvm</i> C 44		<i>idvm</i> E 53		
Sternalpleuraler Bein- muskel	<i>pm</i> ₁ C 45	<i>pm</i> ₁ C 62	<i>pm</i> ₁ E 54	<i>pm</i> ₁ E 70	
Sternalpleuraler Bein- muskel	<i>pm</i> ₂ C 46	<i>pm</i> ₂ C 63		<i>pm</i> ₂ E 71	
Sternalpleuraler Bein- muskel	<i>pm</i> ₃ C 47		<i>pm</i> ₂ E 55		
Sternalpleuraler Bein- muskel	<i>pm</i> ₄ C 48	<i>pm</i> ₃ C 64	<i>pm</i> ₃ E 56	<i>pm</i> ₃ E 72	
Sternalpleuraler Bein- muskel		<i>pm</i> ₄ C 65		<i>pm</i> ₄ E 73	
Sternalpleuraler Flug- muskel		<i>pm</i> ₅ C 66	<i>pm</i> ₄ E 57	<i>pm</i> ₅ E 74	
Sternalpleuraler Flug- muskel		<i>pm</i> ₆ C 67		<i>pm</i> ₆ E 75	
Tergalpleuraler Flanken- muskel		<i>pm</i> ₇ C 68		<i>pm</i> ₇ E 76	
Tergalpleuraler Flug- muskel		<i>pm</i> ₈ C 69		<i>pm</i> ₈ E 77	
Tergalpleuraler Flug- muskel	<i>pm</i> ₅ C 49	<i>pm</i> ₉ C 70	<i>pm</i> ₅ E 58	<i>pm</i> ₉ E 78	
Episternaler Flugmuskel		<i>pm</i> ₁₀ C 71			
			<i>pm</i> ₆ E 59	<i>pm</i> ₁₀ E 79	Episternaler Flug- muskel
			<i>pm</i> ₇ E 60		Tergalpleuraler (?) Flugmuskel
				<i>pm</i> ₁₁ E 80	Tergalpleuraler Flankenmuskel
				<i>pm</i> ₁₂ E 81	Sternalpleuraler Stigmenmuskel
Sternalpleuraler Stigmen- muskel		<i>pm</i> ₁₁ C 72		<i>pm</i> ₁₃ E 82	

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIV.

Fig. 1. Schematische Darstellung der Abdominalmuskeln von *Ephemerella ignita*.

Fig. 2. Dorsoventral- und Kiemenmuskeln des siebenten und achten Abdominalsegmentes von *Centroptilum luteolum*.

Fig. 3. Dorsoventral- und Kiemenmuskeln des siebenten Abdominalsegmentes von *Habrophlebia fusca*.

Die bei der Nymphe atypischen Muskeln sind mit blauer, die typischen mit roter Farbe angegeben. Die punktierten Ansatzflächen geben die ungefähre Dicke der Muskeln im gegenseitigen Verhältnis an. Für die Bezeichnung der Muskeln vergleiche man die Tabellen I und II sowie den Text.

Tafel XXV.

Schematische Darstellung der Muskulatur des Meso- und Metathorax.

Fig. 1. *Centroptilum luteolum*.

Fig. 2. *Ephemerella ignita*.

Bei der Nymphe atypische Muskeln blau, typische rot. Für die Bezeichnung siehe Tabellen III, IV und V sowie den Text.

Tafel XXVI.

Fig. 1. Dorsoventral- und Kiemenmuskeln von *Centroptilum luteolum*, siebentes und achttes Abdominalsegment. Vergr. 40.

Fig. 2. Kiemen- und Dorsoventralmuskeln eines Abdominalsegmentes von *Ecdyurus* sp. Vergr. etwa 30.

Fig. 3. Kiemenmuskeln und abdominale Dorsoventralmuskeln von *Habrophlebia fusca*. Vergr. 40.

Fig. 4. Muskulatur des siebenten und achten Abdominalsegmentes von *Ephemerella ignita*. Vergr. 50.

Fig. 5. Dorsoventralmuskulatur des zweiten Abdominalsegmentes von *Ephemerella ignita*. Vergr. 60.

Die Dorsoventral- und Kiemenmuskeln sind in allen Figuren durch einen Sagittalschnitt freigelegt. Zugleich ist das Integument durchsichtig gedacht. In Fig. 2 und 4 sind die Tracheenkiemen abgeschnitten. Die Bezeichnung der Muskeln ergibt sich aus dem Text und den Tabellen I und II.

Für alle Figuren geltende Bezeichnungen:

bk, Basis der Tracheenkieme; *c*, *c'*, Coxa des Meso- bzw. Metathorax; *ep*, Epimerum des Mesothorax; *flb*; *flb'*, Flügelbasis im Meso- bzw. Metathorax; *k*, Tracheenkieme; *kt*, Kiementrachee; *lt*, laterale Längstrachee; *map*, Mesapophyse; *map'*, Metapophyse; *mn*, Mesonotum; *mn'*, Metanotum; *ms*, Mesosternum; *ms'*, Metasternum; *ph*, Phragma zwischen Meso- und Metathorax; *prop*, Proapophyse; *s*, Sternit; *t*, Tergit; *tro*, *tro'*, Trochanter des Meso- bzw. Metathorax.

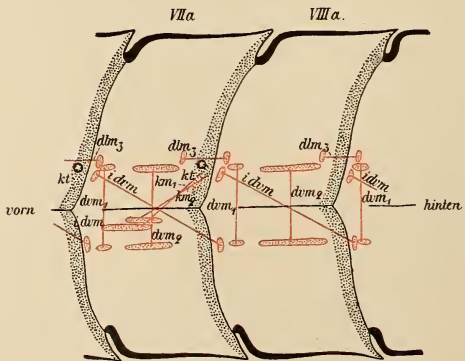
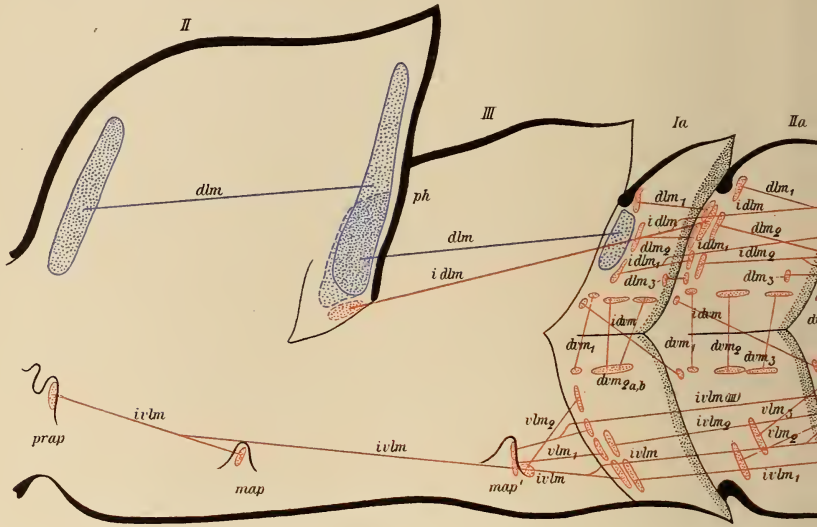
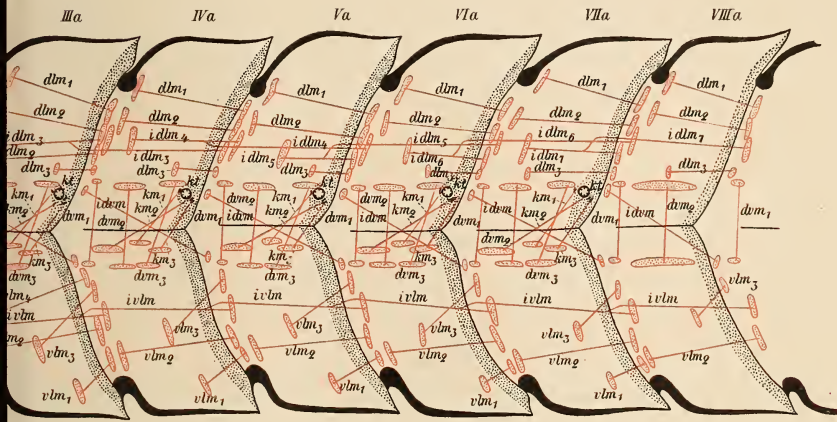


Fig. 2.



g. 1.

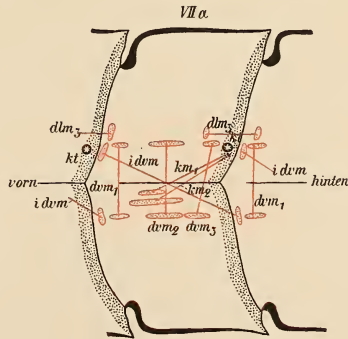


Fig. 3.

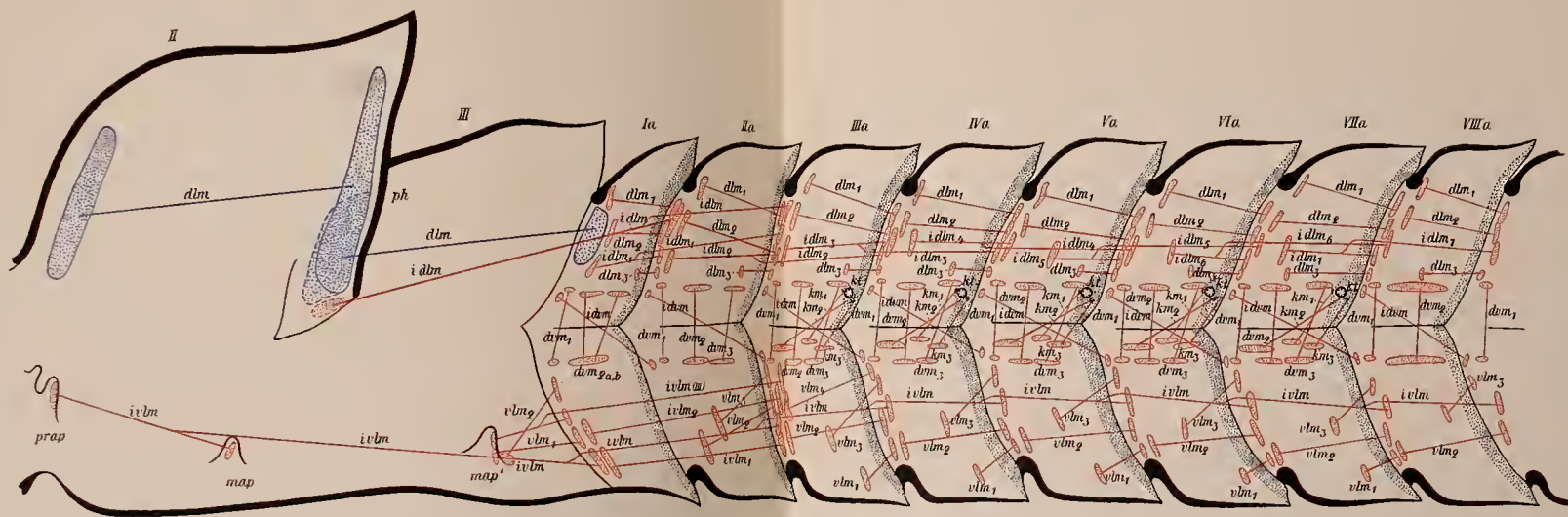


Fig. 1.

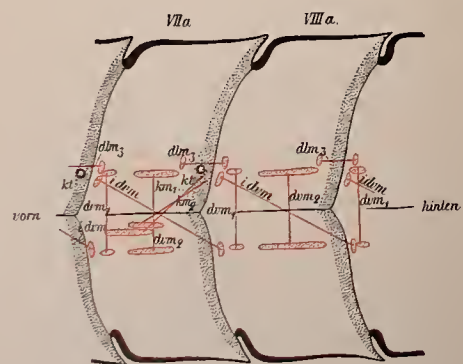


Fig. 2.

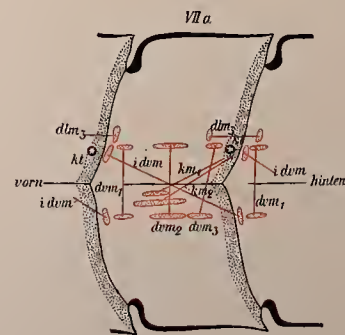


Fig. 3.

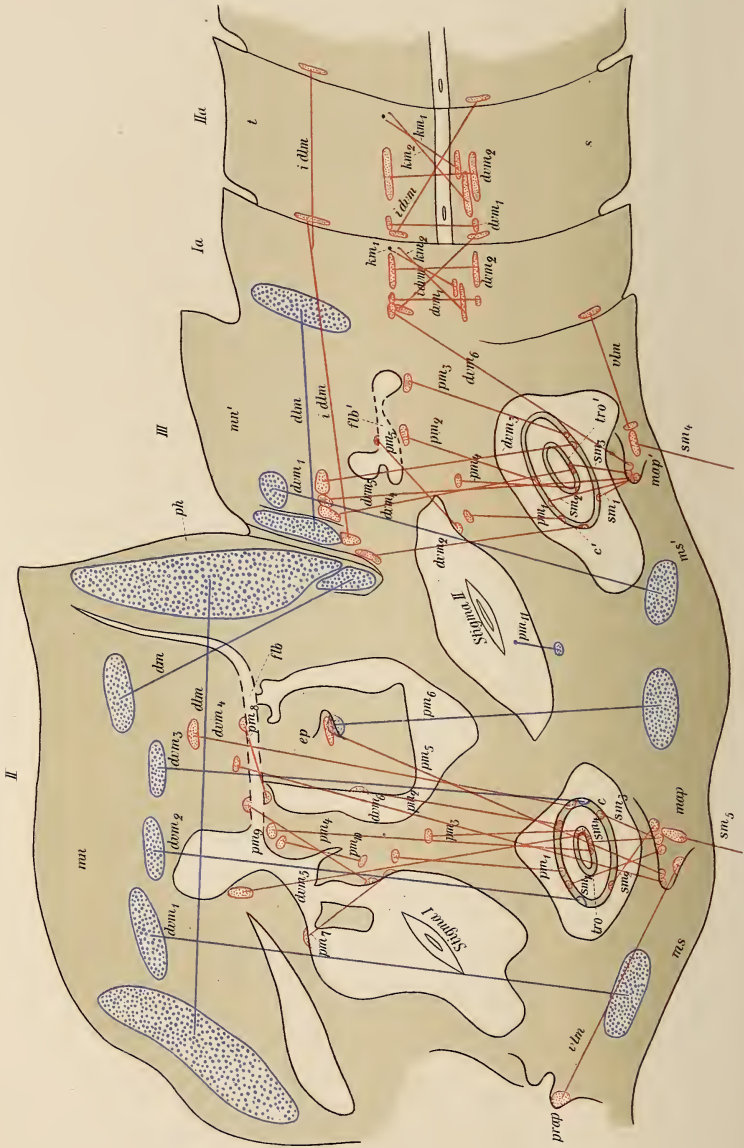


Fig. 1



Fig. 2.

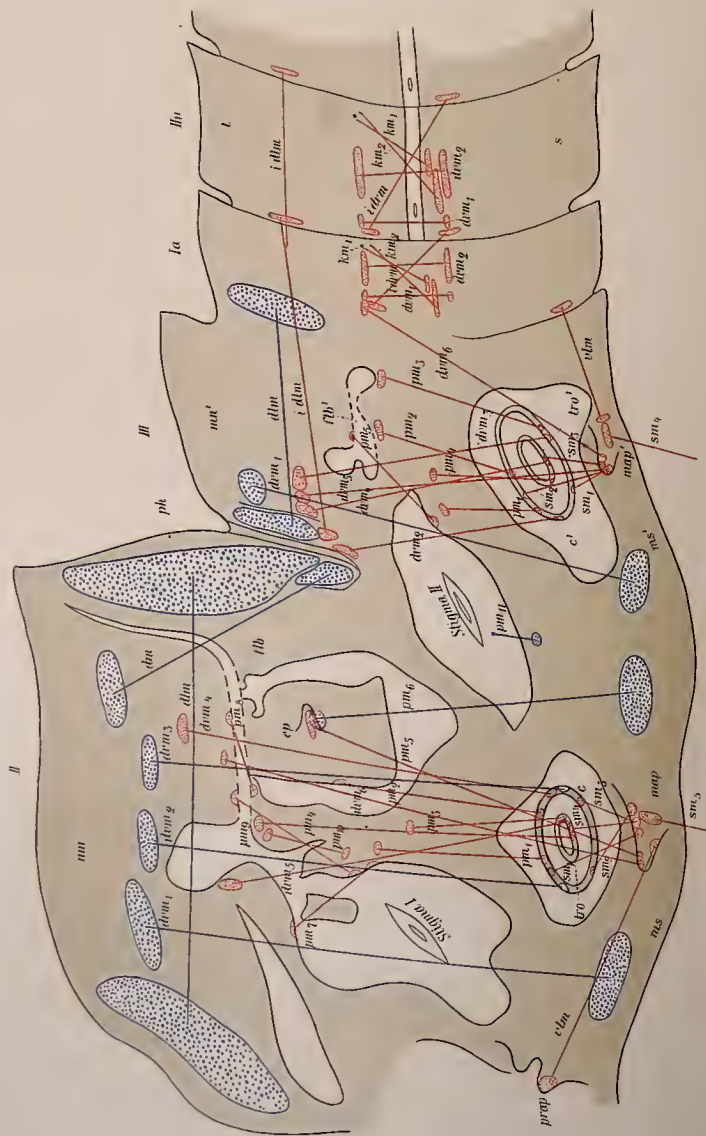


Fig. 1.

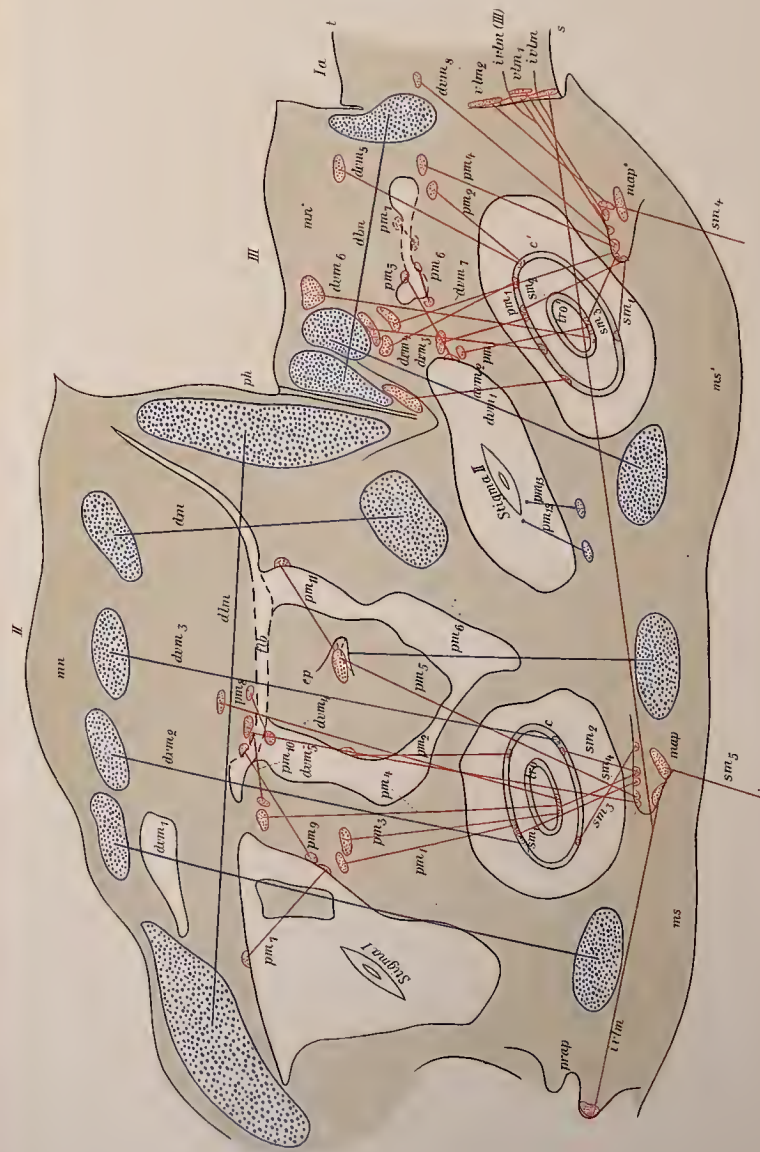


Fig. 2.

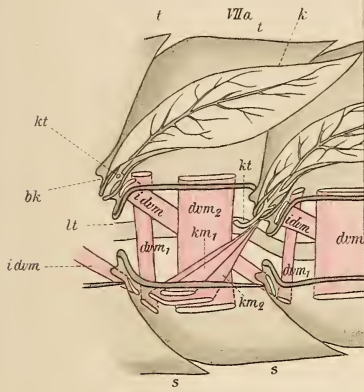


Fig. 1

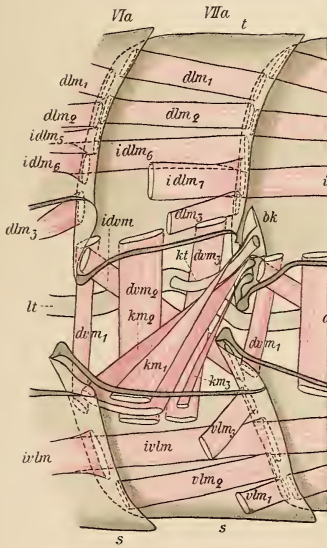


Fig. 4.

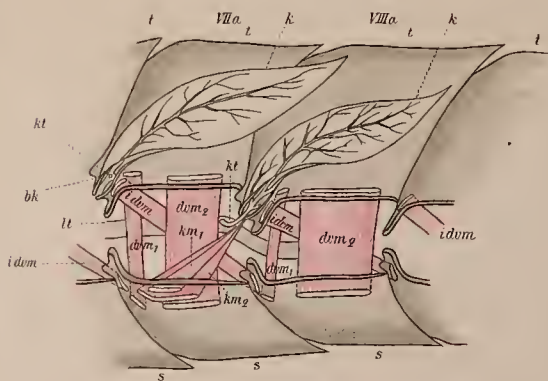


Fig. 1.

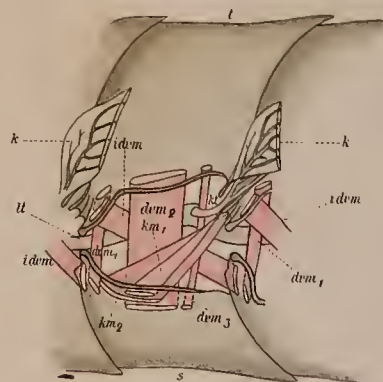


Fig. 2.

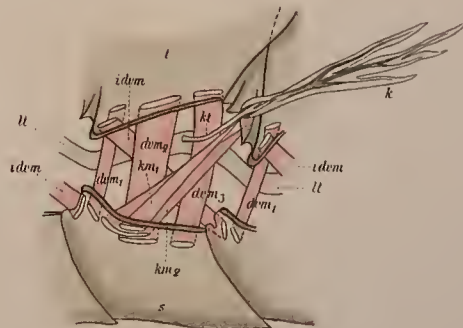


Fig. 3.

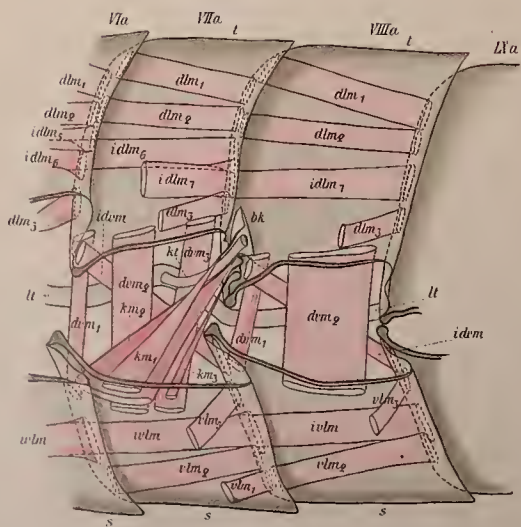


Fig. 4.

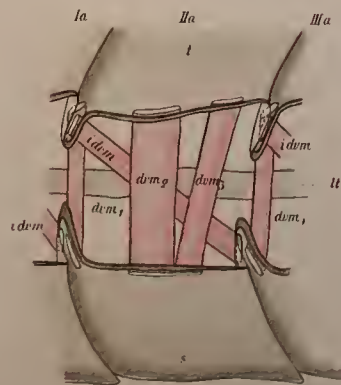


Fig. 5.