

Ueber die Entstehung des vollendeten Insekts in der Larve und Puppe.

Ein Beitrag zur Metamorphose der Insekten

von

Dr. August Weismann.

Tafel X. XI. XII.

Es ist seit geraumer Zeit bekannt, dass bei den Insekten mit vollkommener Metamorphose die Thoracalanhänge und der Kopf des vollendeten Insekts nicht erst in der Puppe entstehen, sondern bereits in der letzten Zeit des Larvenlebens vorhanden sind, wenn auch nur in unvollendetem Zustand. Swammerdam konnte bei *Culex* bereits alle Gliedmassen der zukünftigen Nymphe oder Schnake unter der Haut der Larve erkennen. Es heisst darüber in der Bibel der Natur S. 350: „In thorace regulares quaedam conspiciuntur divisiones, quae ab accrescentibus et extuberantibus ibidem Crurum atque Alarum artubus produntur. Hinc etiam in Vermiculo omnia futurae Nymphae sive Culicis membra sub cute latentia demonstrare possum“, und an andern Stellen folgen Beobachtungen über die Larven der Bienen und die Raupe des Kohlweisslings, an welchen Swammerdam ebenfalls Fühler, Rüssel, Flügel und Beine unter der Haut der ausgewachsenen Larve vorfand.

Agassiz scheinen diese Beobachtungen nicht bekannt gewesen zu sein, als er seine vortreffliche Abhandlung über die Entwicklung eines Schmetterlings, *Eudamus Tityrus*, veröffentlichte¹⁾, er hielt sich anfangs für den Entdecker dieser Verhältnisse, bis er, erst nach Vollendung seiner Arbeit bemerkte, dass lange vor ihm im Wesentlichen bereits dasselbe von Burmeister gesehen worden war. Ich lasse die Stelle aus Burmeister's Handbuch der Entomologie (Bd. I. S. 460) hier folgen, da sie zugleich den Standpunkt bezeichnet, auf welchem sich unsere Kenntniss von der Entstehungsweise der Anhänge des Imago bis auf die neueste Zeit hin erhalten hat.

„Nach der dritten Häutung, mit welcher zugleich die Larve ihre bestimmte Grösse erhalten hat, bilden sich am zweiten und dritten Glied unter der Oberhaut die ersten

¹⁾ Louis Agassiz. The classification of Insects from embryological data. Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. II. Art. 6. 1851.

Spuren der Flügel aus. Sie erscheinen als kurze, schleimige Blättchen, deren Substanz mit der des Schleimnetzes viele Aehnlichkeit hat, und zu welchem hin sich viele feine Luftröhren begeben, die sich an ihnen verbreiten. Diese Keime nehmen mit dem Wachsthum der Raupe zu, und verrathen sich sogar äusserlich dadurch, dass beide Ringe der Raupe, an welchen sich die Flügelkeime befinden, aufgetrieben und fleckig erscheinen. Wahrscheinlich geschieht ihre Vergrösserung unter Mithülfe der in dieselben strömenden Blutmasse. Gleichzeitig mit dieser Ausbildung der Flügelkeime nimmt der Nahrungskanal an Umfang zu, und in Folge dieses Grösserwerdens sammelt sich auch der Fettkörper mehr an. Auch in den Vorderfüssen der Raupe geht eine Umgestaltung vor sich, insofern die grösseren Schmetterlingsbeine ihre Ausbildung beginnen. Dadurch aber, dass eine ähnliche Umgestaltung nunmehr auch in den Fresswerkzeugen vor sich geht, verliert die Raupe Esslust und Kaufähigkeit, sie hält inne mit der Aufnahme von Nahrungsmitteln und bereitet sich zur Abstreifung der letzten Haut, zur Verpuppung, vor. Zu diesem Ende sucht sie einen passenden Ort, wo sie sich niederlegen, aufhängen, einspinnen oder anbinden kann, und verrichtet dies ihr letztes Geschäft in der Weise, wie die früheren, mit grosser Sorgfalt und Bedächtigkeit. Nachdem Lager und Hülle bereitet sind, ruhet sie einige Tage, streift dann die Haut ab, und erscheint nun als Puppe mit den sichtbaren Gliedern des Schmetterlings.“ Agassiz Beobachtungen beziehen sich ebenfalls nur auf die letzte Zeit der Larvenperiode, auch er sah gegen die Zeit der Verpuppung die Larvenhaut lose werden, und fand nach vorsichtiger Entfernung derselben unter ihr die Gliedmassen des Schmetterlings, alle in etwas unvollkommenem Zustand, aber dennoch leicht kenntlich, die Beine cylindrische Röhren ohne Gelenke, die Antennen und Maxillen ähnlich gestaltet, die Flügel als vier deutliche, angeschwellte, aber etwas abgeplattete Blasen (four distinct, swollen, but somewhat flattened vesicles). Agassiz macht besonders darauf aufmerksam, dass zu dieser Zeit die Glieder noch frei und unabhängig von einander sind und erst später aneinander gelöthet werden — eine Beobachtung, die sich aus dem Folgenden als vollkommen richtig und nicht bedeutungslos erweisen wird —, und beschreibt sodann, in welcher Weise sie allmähig die äussere Form der ausgebildeten Theile annehmen. Dass demnach die Flügel und Beine des Imago bereits in der Larve sich zu entwickeln beginnen, stand fest, über das Wie dieser Entwicklung aber war ein vollständiges Dunkel verbreitet, welches auch durch die Bemühungen des berühmten amerikanischen Forschers nicht aufgehellt wurde. Agassiz gesteht selbst zu, dass es ihm unmöglich gewesen sei, zu beobachten, wie die neue Haut und ihre Anhänge ent-

stehen²⁾ — „how the layers (der Haut) are deposited, how the appendages themselves, which are successively modified, or entirely formed anew, are developed, and what is the nature of the function, by which they are produced, I am unable to state. The results at which I have arrived do not go beyond an illustration of the comparative morphology of these parts.“

Dass die Forschungen Agassiz's nicht tiefer eingreifende Resultate zu Tage förderten, lag zum Theil wohl daran, dass derselbe von der Idee beherrscht wurde, die Neubildungen, da sie hauptsächlich Umgestaltungen der äussern Körperform seien, müssten auch von der äussern Haut der Larve ihren Ursprung nehmen. Es wird aus den mitzutheilenden Beobachtungen hervorgehen, dass die Anhänge des Imago in gar keinem Zusammenhang mit der Larvenhaut stehen, dass sie auf sehr merkwürdige Weise, ein jeder mit dem ihm zugehörigen Stück der Thoracalwand oder des Kopfes, vollkommen unabhängig von einander an gewissen Körperstellen im Innern der Larve sich entwickeln. Von einer einfachen Umwandlung der Larventheile in die entsprechenden Theile des Imago, wie man sich dies früher vorstellte, kann nicht die Rede sein, die ganze äussere Form desselben (die Körperwandungen mit ihren Anhängen) bildet sich vollständig neu und setzt sich aus einzelnen, getrennt entstehenden Stücken zusammen. Einige von diesen, (Augen, Fühler, einige Fusspaare) entwickeln sich an bestimmten Nervenstämmen, sind gewissermassen Einschaltungen im Verlauf derselben, andere (Flügel, Schwinger etc.) entstehen als Auswüchse des bindegewebigen Ueberzugs (Peritonealhaut) gewisser Tracheenstämmen, alle sind anfänglich in einer Hülle eingeschlossene, gleichmässige Zellenmassen, in denen auf höchst eigenthümliche Weise, vollkommen selbständig der betreffende Anhang in zusammengerollter oder vielfach zusammengefalteter Lage sich ausbildet. Haben die Anhänge einen gewissen Grad der Ausbildung erreicht, so sind sie zugleich so bedeutend gewachsen, dass ihre Basalstücke aneinanderstossen, seitlich sowohl, als in der Mittellinie; durch Verschmelzung derselben bildet sich dann der Thorax und der Kopf des Insektes.

Als ich vor zwei Jahren begann, mich mit dem Studium der Zweiflügler zu befassen, Studien, die ich seit jener Zeit beinah ununterbrochen fortgesetzt habe, fielen mir an den Larven von *Simulia sericea* eigenthümliche, scheibenförmige Körper auf, welche in den drei ersten Leibessegmenten bei mässiger Vergrösserung durch die durch-

²⁾ A. a. O. S. 9.

sichtige Leibeswandung hindurch leicht zu erkennen waren. Es waren ihrer zwölf, sechs auf jeder Seite, und zwar in zwei Reihen angeordnet, einer oberen und einer unteren, in der Weise, dass immer zwei Scheiben ziemlich nahe beisammen lagen, die eine näher der Mittellinie des Bauchs, die andere näher dem Rücken. Alle Scheiben lagen dicht unter der chitinogenen Zellschicht der Haut, oder wenn ich mich des von mir vorgeschlagenen Namens bedienen darf: unter der Hypodermis, und zu den meisten von ihnen liefen spärliche Tracheenverästelungen, ohne jedoch in sie einzudringen. Ausnahme hiervon machte nur die vorderste Scheibe der obern Reihe, welche dem Haupttracheenstamm ansass. Zu den beiden Scheiben des zweiten Segmentes, und ebenso zu der ventralen des dritten liess sich deutlich ein Nervenstämmchen verfolgen, welches von dem zunächstgelegenen zweiten oder dritten Bauchganglion quer durch die Körperhöhle bis zum Rand der Scheibe trat. Ob es mit derselben in organischem Zusammenhang stand, oder nur unter ihr weglief, konnte nicht entschieden werden. Diese räthselhaften Körper fanden sich in den jüngsten Larven nicht vor, bei Larven von 0,3 Cent. Länge erschienen sie als helle, rundliche oder ovale kleine Scheiben und bestanden aus einer gleichmässigen Masse sehr kleiner, körnerartiger Zellen, nicht unähnlich den Ganglien der Larve. Mit dem Wachsthum des Thiers wuchsen auch die Scheiben, und zwar in viel stärkerem Verhältniss. Zugleich spaltete sich an ihnen eine dünne Rindenschicht ab, und die vorher ebne Fläche des Inhalts begann scharfe, gewundene Furchen aufzuweisen, die allmähig an Zahl und Tiefe zunahmen, bis schliesslich die Zellenmasse in einigen Scheiben zu einer faltig zusammengelegten Membran umgewandelt war, in andern zu einem in mehr oder weniger zahlreichen Windungen spiralig aufgerollten Zellencylinder. Die Vergrösserung der Scheiben schritt zugleich so rasch vorwärts, dass dieselben von den Seiten her zusammenstiessen, die ganze Seitenwand der Segmente bedeckten, und sich sowohl in der Mittellinie des Bauchs, als in der des Rückens berührten. Ich will an dieser Stelle ihren Umwandlungen nicht ins Specielle folgen, und nur kurz angeben, dass aus der ventralen Reihe der Scheiben sich die ventrale Hälfte der drei Thoracalsegmente der Fliege bilden, sowie drei Fusspaare, aus der obern Reihe die dorsale Hälfte des Thorax mit ihren Anhängen: den Schwingern, Flügeln und einem eigenthümlichen, der Respiration der Puppe dienenden Organ, welches beim Auskriechen der Fliege abgeworfen wird.

Einmal aufmerksam geworden, fand ich auch bei Wasserlarven anderer Dipteren ähnliche Verhältnisse. Die Thoracalstücke des Imago mit ihren Anhängen bildeten sich auch hier unabhängig von der Haut innerhalb scheibenförmiger Zellenmassen, welche

ihre Lage in den Seitentheilen der drei vordersten Leibessegmente hatten. Ganz wie *Simulia* zeigten mehrere *Chironomus*-Arten in den drei vordersten Leibessegmenten drei Paar dorsale und drei Paar ventrale Bildungsscheiben, die sich wie dort zu den ventralen und den dorsalen Hälften der drei Thoracalsegmente der Mücke mit den ihnen eigenthümlichen Anhängen entwickelten. Die hintersten Scheibenpaare konnten als Metathoracalscheiben, die mittleren als Mesothoracal-, die vorderen als Prothoracalscheiben bezeichnet werden, und jede dieser Bezeichnungen bezog sich wiederum auf zwei Scheibenpaare, ein oberes oder dorsales und ein unteres oder ventrales. In den untern entwickelten sich als Anhänge die drei Beinpaare, in den obern Metathoracalscheiben die Schwinger, in den Mesothoracalscheiben die Flügel und in den Prothoracalscheiben, wie bei *Simulia*, ein nur während der Puppenzeit fungirendes Respirationsorgan.

Einen vollständigeren Einblick in die Art und Weise, wie das vollendete Insekt innerhalb der Larve und Puppe entsteht, gewann ich erst durch Ausdehnung meiner Untersuchungen auf *Musca vomitoria*, deren Larve zwar undurchsichtig ist, deren bedeutendere Grösse aber eine methodische Präparation ermöglicht.

1. Beobachtungen an der Larve und Puppe von Musca vomitoria.

Bei *Musca vomitoria* findet sich die erste Anlage der Theile des vollendeten Insektes schon sehr früh. Schon in der ganz jungen Larve werden Beine, Flügel und Schwinger, und mit ihnen die betreffenden Theile des Thorax, andererseits die zusammengesetzten Augen und die Antennen der Fliege angelegt. Alle diese Theile entstehen vollkommen selbstständig, theils einzeln, theils paarweise beisammen, entweder als Anschwellungen gewisser Nervenstämmen, oder als Wucherungen der Peritonealhaut gewisser Tracheenäste. Im frühesten Stadium haben sie alle das Aussehen von Ganglien und bestehen aus grossen, klaren Zellen, später platten sie sich scheibenförmig ab und nehmen fast alle eine birnförmige Gestalt an, mit dem zugespitzten Ende gegen die Haut gerichtet und durch ästig sich theilende Ausläufer mit ihr oder den sie bedeckenden Muskeln verbunden, mit der breit abgerundeten Basis entweder dem Nervenstamm ansitzend, oder auf diese oder jene Art an der Peritonealhülle einer Trachee angewachsen. Für die Bildung des Thorax und seiner Anhänge wurden hier

nicht sechs, sondern nur fünf Paar Bildungsscheiben angetroffen³⁾. Zwei von den drei Scheibenpaaren, in welchen sich die Beinpaare entwickeln, entspringen von Nervenstämmen, oder vielmehr werden in ihren Verlauf eingeschaltet, das dritte besitzt zwar ebenfalls einen Stiel von nervösem Aussehen, steht aber nicht in direkter Verbindung mit dem Nervensystem, sondern hängt nur mit den beiden Scheibenpaaren zusammen, welche ausser ihm noch von Tracheen ihren Ursprung nehmen, und in welchen sich die Schwinger und Flügel entwickeln. Die letztgenannten drei Scheiben sind untereinander durch blasse, nervenähnliche Stränge verbunden, ohne dass es aber bis jetzt möglich gewesen wäre, von einem derselben eine Verbindung mit dem Centralnervensystem nachzuweisen.

Ehe ich die Entstehung der einzelnen Bildungsscheiben schildere und ihre Lage näher bestimme, ist es nöthig einige Bemerkungen über die Anatomie der Larve vor auszuschicken.

Die Larve von *Musca vomitoria* hat bekanntlich eine walzige Gestalt und spitzt sich von hinten nach vorn allmähig zu. Sie besitzt keinen hornigen Kopf, sondern das erste der zwölf Segmente, zugleich das kleinste von allen, fungirt als solcher und hat auch morphologisch die Bedeutung eines, allerdings sehr unvollständigen Kopfes. Auf seiner Bauchfläche befindet sich die Mundöffnung, die in einen äusserst muskulösen, grossen Schlundkopf führt. Derselbe enthält in seinem Innern den Kauapparat der Larve und reicht bis an das hintere Ende des zweiten Segmentes. Auf ihn folgt der dünne Oesophagus, an welchem in rechtem Winkel der grosse, beutelförmige Saugmagen ansitzt und der, im vierten Segment angekommen, durch den Schlundring tritt, um hinter demselben zum Proventriculus anzuschwellen. Der Schlundring ist bei *Musca* eine sehr enge Oeffnung zwischen dem obern Schlundganglion und dem mit sämtlichen Bauchganglien zu einer einzigen, konischen Masse verschmolzenen unteren Schlundganglion. Dieser nach hinten sich zuspitzende, den Bauchstrang vorstellende Zapfen (Fig. 2 u. 3, **bg**) deutet seine virtuelle Zusammensetzung aus einzelnen Ganglien nicht einmal durch seitliche Einkerbungen an. Um so schärfer sind die beiden fast völlig sphärischen Hälften des obern Schlundganglion markirt. In einer jungen Larve von 0,35 Cent.

³⁾ Anm. Eine obere Prothoracalscheibe liess sich bis jetzt nicht auffinden; dennoch aber ist es mir kaum zweifelhaft, dass eine solche auch hier vorhanden ist und nur durch ihre Kleinheit oder versteckte Lage bisher übersehen wurde. Leider kann ich aus Mangel an Untersuchungsmaterial diesen Punkt augenblicklich nicht entscheiden und muss es daher vorläufig zweifelhaft lassen, ob fünf oder sechs Thoracalscheiben bei *Musca* vorkommen.

Länge sitzen sie, im rechten Winkel nach oben gebogen dem Bauchstrang auf (Fig. 2, 3 und 4, *hm*). Jede Hemisphäre misst im Durchmesser 0,21 Mm., die Länge des ganzen centralen Nervenapparates beträgt 0,62 Mm. Derselbe erstreckt sich durch das vierte und fünfte Segment; unmittelbar hinter den Hemisphären liegt der kugliche Vormagen, vor denselben bleibt zwischen ihnen und dem Schlundkopf ein ziemlich weiter Raum, durch den der Oesophagus läuft. In diesen Raum kommt später die Anlage des vordersten Fusspaars, sowie die der Fühler und Augen der Fliege zu liegen.

Von der vorderen Fläche der Hemisphären entspringt kein Nerv, von der hinteren etwas nach aussen gelegen ein einziger Strang, der für die Larve bedeutungslos ist, an dem sich aber die Augen der Fliege entwickeln (Fig. 3 und 4, *sn*). Von dem untern Rand des Schlundringes, also von der Stelle, welche dem untern Schlundganglion entspricht, nimmt ein Paar Nervenstämmchen seinen Ursprung, welches für die hier zu besprechenden Verhältnisse keine Wichtigkeit hat, grade nach vorn verläuft und wahrscheinlich die beiden auf dem Rücken des Kopfsegmentes gelegenen Tasterpaare versorgt. Dicht hinter diesem und etwas nach aussen von ihm entspringt ein Nervenpaar, welches in derselben Richtung nach vorn verläuft und zu den Muskeln des Schlundkopfs und der beiden ersten Segmente geht. An ihm entwickeln sich die Scheiben für das erste Fusspaar. Die übrigen Nervenstämme, neun auf jeder Seite, entspringen an den seitlichen Rändern des zapfenförmigen Bauchstranges und verlaufen quer oder schräg nach dem vierten bis zwölften Segment. An dem vordersten von ihnen entwickeln sich die Scheiben für das zweite Fusspaar.

Das Tracheensystem der Larve ist zwar sehr ausgebildet, aber dennoch in seiner Architectur ein sehr einfaches. Wie bei den meisten, wenn nicht bei allen Muscidenlarven entspringen zwei Stämme von bedeutender Mächtigkeit ziemlich dicht nebeneinander aus zwei auf dem Rücken des letzten Segmentes gelegenen Stigmen und durchziehen in gestrecktem Verlauf den ganzen Körper, indem sie zugleich etwas auseinanderweichen und mehr an die Seite der Leibeshöhle zu liegen kommen. In jedem Segment schicken sie, abgesehen von Aesten zu den Eingeweiden einen Ast nach aussen, einen andern nach innen ab und verdünnen sich während ihres Verlaufs sehr bedeutend. Nach der ersten Häutung entsteht, wie wir durch die Beobachtungen Leuckart's⁴⁾ erfahren haben, ein zweites Stigmenpaar und zwar auf dem Rücken

⁴⁾ Ueber die Larvenzustände der Musciden. Arch. für Naturgeschichte 1862.
Abhandl. d. Senckenb. naturf. Ges. Bd. IV.

des zweiten Segmentes. Zwei Queräste verbinden die Stämme, der eine im elften Segment, der andere in der vorderen Hälfte des dritten Segmentes gelegen, also über den Raum zwischen Schlundkopf und Nervencentren hinziehend.

Ich gehe zur Entstehung und Entwicklungsgeschichte der einzelnen Scheiben über.

Die unteren Prothoracalscheiben.

Das vordere Fusspaar bildet sich, wie oben angedeutet wurde, an dem Nervenpaare, welches als das zweite von der unteren Fläche des verschmolzenen Bauchstranges entspringt und grade nach vornen läuft. Kurz nach seinem Ursprung theilt es sich in zwei Aeste, deren äusserer, dünnerer zu den Muskeln der zwei vordern Segmente geht, deren innerer zum Schlundkopf. An Letzterem entwickeln sich die untern Prothoracalscheiben und zwar aus einer gemeinsamen, ganglienähnlichen Anschwellung, zu welcher die Nerven beider Körperhälften zusammentreten. Ich habe diese schon in einer Larve von nur 0,3 Cent. Länge vorgefunden, doch besitze ich darüber keine näheren Notizen. Bei etwas weiter vorgeschrittener Entwicklung gelingt die Präparation leichter. In einer Larve von 0,65 Cent. Länge convergiren die betreffenden Nerven beider Seiten nach vorn und stossen in einiger Entfernung von dem Punkt, wo sie einen Ast nach aussen abschickten, in eine Anschwellung zusammen, welche fast die Gestalt eines Maltheserkreuzes hat. Sie besteht aus zwei Hälften, deren jede von rhomboidischer Gestalt schräg nach vorn und gegen die Medianlinie läuft, um sich dort mit der andern Hälfte zu vereinigen (Fig. 5). Uebrigens existirt noch keine Scheidewand oder auch nur eine Trennungslinie zwischen den beiden Hälften, sie bilden eine einzige platte Anschwellung, welche nach vorn in drei Stränge ausläuft, einen unpaaren medianen (*ms*), und zwei paarige, laterale (*ls*, *ls'*). Ersterer läuft grade aus nach vorn, und scheint sich am Schlundkopf zu verästeln, er hat bei oberflächlicher Betrachtung ganz die Structur der zuführenden Nervenstämmchen, feine structurlose Hülle, streifigen, blassen Inhalt, zwischen beiden spärliche, ovale, 0,010–0,012 Mm. lange Kerne. Axencylinder aber habe ich niemals in ihm wahrnehmen können und bin desshalb geneigt, ihn nur für ein fixirendes Band zu halten. Die lateralen Stränge sind dicker, in jeden von ihnen tritt von hinten her ein dünner Tracheenast (*tr*), der an seiner Eintrittsstelle seine Peritonealhülle verliert, sich nach aussen umbiegt und ohne sich zu verästeln, im Innern des Stranges nach vornen läuft. Erst eine geraume Strecke vor seinem Austritt aus der Anschwellung theilt sich der Strang dichotomisch mehrmals und verliert sich zwischen den Muskeln. Er ist unzweifelhaft nervöser Natur, wie weiter unten

nachgewiesen werden soll. Das Ganglion⁵⁾ selbst ist aus ziemlich grossen (Durchmesser = 0,013 Mm.), klaren Zellen mit 0,006 Mm. grossen ebenfalls klaren und mit einem Nucleolus versehenen Kern zusammengesetzt und von der structurlosen Hülle, dem Neurilem umgeben. Seine Entstehung verdankt es offenbar einer Wucherung der Kerne des Neurilem's, die sich sodann zu Zellen ausbilden. Nicht selten bemerkt man zwei Kerne in einer Zelle, und die Zellen beschränken sich nicht nur auf das Ganglion, sondern erfüllen auch das Stück der lateralen Stränge bis zur Eintrittsstelle des Tracheenastes, einzelne finden sich auch noch darüber hinaus. Dies deutet schon darauf hin, in welcher Richtung das weitere Wachsthum der Anschwellung erfolgt, und in der That findet man in einer um Weniges ältern Larve (Länge von 0,7 Cent.) das ganze Stück der lateralen Stränge bis zum Eintritt des Tracheenastes vollständig in Zellenmasse verwandelt und dem Ganglion einverleibt. Die Trachee tritt demnach jetzt in die Anschwellung selbst hinein, tangirt dieselbe aber nur und läuft nach kurzer Biegung wieder zurück. Im Wesentlichen sind die Verhältnisse dieselben geblieben, nur ist der Durchmesser einer jeden Hälfte des Ganglion von 0,051 auf 0,063 Mm. angewachsen. Später tritt aber auch eine bedeutende Formveränderung ein, die beiden Hälften grenzen sich voneinander durch eine mediane Scheidewand ab, während zugleich eine bedeutende Vergrösserung einer jeden von ihnen nach hinten stattfindet, so dass die Eintrittsstelle der Tracheen ganz nach vornen geschoben wird. In einer Larve von 1,3 Cent. Länge haben beide Scheiben zusammengenommen die Gestalt eines Kartenherzens (Fig. 6, up), dessen Spitze nach vorn gerichtet ist und in die soeben beschriebenen drei Stränge sich spaltet, den mittleren unpaaren, möglicherweise nur ein fixirendes Band (ms), und die lateralen, austretenden Nerven (ls, ls'). Einzelnen von birnförmiger Gestalt stossen beide Scheiben in der Mittellinie mit grader Linie zusammen und laufen nach vorn in die lateralen Spitzen aus. Der mediane Strang geht nicht direkt aus ihnen hervor, sondern gehört der medianen Scheidewand zwischen ihnen an und sitzt mit seiner Basis schwimmhautartig zwischen den beiden, ein wenig auseinander weichenden Spitzen. Die Eintrittsstelle des zuführenden Nerven (n, n') — des Stiels der Scheiben — liegt hinten auf der äussern Seite, nicht genau am Rand, sondern etwas auf der obern Fläche der Scheiben. Was die primären Bestandtheile dieser selbst betrifft, so bestehen sie

⁵⁾ An ein Ganglion im physiologischen Sinn ist natürlich hier nicht zu denken, die äussere Aehnlichkeit dieser Zellenanhäufungen mit den Ganglien des Insektes ist aber in der That frappant und so mag der Gebrauch der kurzen Bezeichnung Entschuldigung finden.

immer noch aus den frühern Zellen, deren Masse indessen nicht mehr eine ebene, gleichmässige Fläche darbietet, sondern sehr auffallende Veränderungen zeigt. Eine Rindenschicht hat sich der structurlosen Hülle beigesellt, und lässt eine scharfbegrenzte Furche zwischen sich und der übrigen Zellenmasse, welche dadurch auf einen unregelmässig ovalen, fast bohnenförmigen Raum begrenzt wird. Innerhalb dieses Raumes zeigt sich die Fläche der Scheibe von tiefen und scharfen Furchen durchzogen, welche in Spiralwindungen um ein bald mehr ovales, bald kreisförmiges, etwas hinter der Mitte der Scheibe gelegenes Centrum ziehen. Die Dicke der Scheiben beträgt jetzt schon etwa ein Viertel ihrer Breite, und man gewahrt sehr deutlich, dass die Spiralfurchen nicht alle in einer Ebne liegen, dass auf der obern Fläche der Scheibe dieselben in andrer Weise verlaufen, als auf der untern. Die Furchen sind zum Theil Zeichen beginnender Faltung; zugleich mit ihrer Entstehung überzieht sich die ganze Oberfläche der Zellenmasse mit einer feinen, structurlosen Membran. Etwas später tritt dann immer deutlicher die Differenzirung einerseits in einen dicken, unregelmässig begrenzten, spiralgig aufgerollten Strang, andrerseits in eine flächenhaft ausbreitbare, aber vielfach faltig zusammengelegte Membran hervor. Es lässt sich nicht verkennen, dass die Spitze des Zellencylinders sich aus dem von den Spiralwindungen umkreisten Centralstück gebildet hat. Membran und Zellenwulst stehen miteinander in Verbindung, die Grenze zwischen beiden ist indessen noch nicht deutlich markirt. In diesem Stadium beträgt die Breite einer Scheibe 0,59 Mm., ihre Dicke hat bedeutend zugenommen, wie an der tiefen, trichterförmigen Grube inmitten der spiralgig aufgerollten Zellenwulste (Fig. 7) leicht abzumessen ist. Noch mehr tritt dies nach Ablauf des ersten Puppentages hervor. Die Scheiben sind zu kolbigen Blasen geworden, deren dünne, helle Membran durch einen mit klarer Flüssigkeit gefüllten Raum vom Inhalt getrennt ist (Fig. 8). Der Inhalt selbst ist seinem grössten Theil nach zum Bein umgewandelt, welches zwar noch rudimentär, aber doch in allen seinen Theilen deutlich erkennbar ist. Im Innern desselben nimmt man einen hellen Axenraum wahr, den die Zellenmasse als Rindenschicht umgibt; tiefe Querfurchen markiren die Grenzen der einzelnen Glieder. Sehr deutlich sind die fünf Tarsen ($t'-t^5$), deren letzte von halbkuglicher Gestalt eine Breite von 0,46 Mm. besitzt. Die vier folgenden Glieder sind im Verhältniss zu der bedeutenden Breite ausnehmend kurz und liegen dicht aufeinander gepackt. Die Tibia (tb) hat eine fast quadratische Gestalt, auf sie folgt das Femur (f); Trochanter und Coxa (c) scheinen gegeneinander noch nicht so scharf getrennt zu sein, wenigstens lassen sich die Grenzlinien in der zusammengekrümmten Lage des Beins nicht mit Sicher-

heit unterscheiden, sehr wohl aber grenzen sie sich gegen die flächenhaft ausgebreitete Membran ab, auf welcher sie aufsitzen. Diese ist nichts anderes als das zugehörige Thoracalstück; es bildet sich nämlich nicht nur das Bein bis zu seiner Articulation innerhalb der Blase, sondern der Rest der Zellenmasse, der oberen, der Körperhöhle zugewandten Fläche der Blase anliegend, verwandelt sich in ein ziemlich dickes, nur wenig gefaltetes Blatt: die Anlage der halben Bauchhälfte des Prothorax. Mit scharfem, nach vornen gerichteten Rand läuft es schräg von hinten nach vorn und zugleich medianwärts über diese Fläche hin, so dass es also den ganzen hintern und medianen Theil derselben bedeckt. Sein der Mittellinie zugewandter Rand ist gerade und stösst dicht mit seinem Partner zusammen, getrennt von ihm nur durch die sehr dünne Scheidewand zwischen beiden Blasen. Die Gestalt der Blase im Ganzen hat sich ebenfalls verändert, sie ist nicht mehr die Birnform der früheren Zeit, nach hinten und aussen hat sich eine stumpfe, ein wenig nach innen herumgekrümmte Spitze ausgebildet. In dieser Spitze liegt das fünfte Tarsalglied und von da in kurzem, nach aussen gekrümmten Bogen folgen die vier übrigen und die Tibia; über dem durch eine scharfe, grade Querfurche markirten Kniegelenk biegt sich dann der wulstige Zellenschlauch nach innen und rückwärts, und geht unter mehrfacher Faltung in die Basalmembran über, die Anlage der dem Anhang zugehörigen Thoracalstücke.

Der nervöse Stiel der untern Prothoracalscheiben ist durch das Auswachsen derselben nach hinten und aussen wieder näher an die Mittellinie gerückt, sein Ansatzpunkt liegt in der Mitte des hinteren Randes, und zwar, wie auch früher schon, auf der dorsalen, also der Körperhöhle zugewandten Fläche. Der von der Spitze der Blasen gegen die Peripherie laufende mediane Strang scheint um diese Zeit abgestossen zu werden; bei der Präparation löst er sich regelmässig von den Fussblasen los.

Die untern Mesothoracalscheiben.

Das zweite Fusspaar entsteht auf ganz ähnliche Weise wie das erste und hält vollkommen gleichen Schritt in seiner Entwicklung mit jenem. Es entwickelt sich an dem Nervenpaar, welches an der Ventralfläche des verschmolzenen Bauchstrangs entspringt und seitlich zu den Muskeln des vierten Segmentes geht. Kurz nach seinem Ursprung theilt sich dieser Nerv und schickt ein Stämmchen weiter nach vorn ab, wahrscheinlich zu den Muskeln des dritten Segmentes. In Larven, von etwa 0,5 Cent. Körperlänge fand sich hier bereits eine kleine, dreieckige, ganglienähnliche Anschwellung: die Anlage einer Fusscheibe (Fig. 4, ums). Der vordere der

aus der Anschwellung hervorgehenden Nerven theilt sich sofort wieder und entwickelt in jedem seiner beiden Aeste eine schmale Tracheenintima (Fig. 9, *tr*), welche beide im Stamm mit kurzer Biegung schlingenförmig ineinander übergehen. Alle drei Ausläufer des Ganglion besitzen Nervenstructur und verästeln sich nach Nervenart in den Muskeln der Körperwand, das Ganglion selbst (Fig. 9, *ums*) besteht aus den bereits beschriebenen grossen klaren Kernzellen, durchtretende Nervenfasern lassen sich hier so wenig, als in den Fusscheiben des Prothorax erkennen. Die ganglienähnliche Anschwellung wächst dann ungemein rasch und gestaltet sich zu einer platten, den Durchmesser des nervösen Stiels um das Vielfache übertreffenden Scheibe von birnförmiger Gestalt (Fig. 11 und 12, *ums*). Die Spitze der Scheibe ist gegen die Peripherie des Körpers, die Basis gegen die Nervencentren gerichtet; die Scheibe liegt in der Queraxe des Körpers und flottirt frei in der Leibeshöhle, fixirt nur an ihren beiden Enden durch die zu- und abführenden Nerven. Der Stiel inserirt sich hier nicht seitlich, sondern grade in der Mitte der Basis, und nimmt mit dem Wachsthum der Scheibe an Volum bedeutend zu, wie es scheint durch massenhafte Kernvermehrung in seinem Innern, so dass er bald die übrigen Nervenstämme an Dicke bei weitem übertrifft. Anders verhält es sich mit dem peripherischen Ende des Nerven, dies wächst in weit langsamerem Verhältniss als die Scheibe, tritt desshalb immer mehr gegen sie zurück und erscheint schliesslich nur als ein unbedeutendes Anhängsel derselben. Die oben erwähnte Tracheenschlinge in ihm wächst gar nicht und wird mit dem Wachsthum der Scheibe ganz aus derselben hinausgedrängt.

Nach Ablauf des ersten Puppentages ist die Scheibe zur dünnhäutigen Blase geworden, in der deutlich erkennbar ein Bein mit fünf Tarsalgliedern, einem Tibial- und Femoralstück und mit noch undeutlich abgetheiltem Trochanter und Coxa liegt. In Fig. 13 ist die Blase, an ihrem Nervenstiel hängend, von der obern, der Körperhöhle zugewandten Seite dargestellt. Man erkennt hier sehr wohl das membranöse Basalstück (*th*), die Anlage des Sternum und Episternum der linken Ventralhälfte des Mesothorax. Auch hier hat die Blase ihre birnförmige Gestalt verloren, ist nach hinten in eine stumpfe Spitze ausgewachsen und liegt jetzt mit ihrer Längsaxe nicht mehr in der Quer- sondern in der Längsaxe des Körpers; ihr Stiel bildet nicht mehr die Fortsetzung ihres Längendurchmessers, sondern steht rechtwinklig auf diesem. Die Lage des Glieds innerhalb der Blase ist ganz analog der des ersten Fusspaars; die Spitze des Fusses liegt im hintern Winkel, und von da zieht sich das Bein am äussern Rand nach vorn, um am vordern Winkel nach hinten und innen umzubiegen. Die Anlage des betreffenden

Thoracalstückes steht auch hier mit dem Stiel der Scheibe in Verbindung und liegt dem graden, medianen Rand in seiner ganzen Länge an.

Die unteren Metathoracalscheiben.

Das dritte Fusspaar entwickelt sich wie das zweite aus getrennten Scheiben, welche aber hier nicht im Verlauf eines Nervenstammes sich bilden, sondern von der Peritonealhaut eines Tracheenastes ausgehen. Seine Anlage wurde zwar ebenfalls schon in früher Periode von mir beobachtet, ich ziehe indessen vor, die Entwicklungsweise von Bildungsscheiben aus einer Tracheenhaut bei Gelegenheit der sogleich zu besprechenden Flügelscheiben zu schildern, wo sie sich aufs genaueste verfolgen lässt. In der ausgewachsenen Larve verhalten sich die dritten Fusscheiben genau so, wie die zweiten, mit dem einzigen Unterschied, dass ihr Stiel, der sich auch hier in der Mitte der Basis der Scheibe inserirt, mit den Nervencentren in keiner direkten Verbindung steht. Zwar hat er das Aussehen eines Nervenstammes (Fig. 14, st), ist hell, fast durchsichtig, und enthält keine Tracheen, allein es gelang weder Axencylinder in ihm zu erkennen, noch eine Verbindung mit den Nervencentren nachzuweisen. Direkt existirt eine solche gewiss nicht, da der Stiel nachweisbar von der etwas über und hinter ihm gelegenen obern Metathoracalscheibe (der Anlage der Schwinger) entspringt, oder vielmehr von der Theilungsstelle des Tracheenstämmchens, an welchem die Schwingerscheibe fest sitzt. Die weitere Entwicklung der Scheibe erfolgt hier ganz in derselben Weise wie beim zweiten Beinpaar. Fig. 14, umt stellt die dritte Fusscheibe der linken Seite dar. Die zweizinkige Spitze der Blase ist abgerissen, man erkennt noch die Tracheenschlinge, welche in dem einen der beiden Stränge verlief.

Die oberen Mesothoracalscheiben.

Die Flügel und das ihnen zugehörige Stück der Thoraxwand stellen in ihrer frühesten Anlage eine Verdickung der Peritonealhülle eines Tracheenastes vor, und zwar entstehen sie an einem Seitenzweig, der etwa in der Gegend der Hemisphären vom Stamm entspringt, und schräg nach aussen und unten zu den Muskeln läuft. In einer Larve von 0,7 Cent. Länge findet sich an diesem, nicht weit von seinem Ursprung an der Stelle, wo er einen schmäleren Zweig absendet, die Peritonealhaut plötzlich zu einer kolbenförmigen Verdickung angeschwollen, welche den Seitenzweig begleitend ganz allmählig gegen die Peripherie hin abschwilt und zur normalen Dicke und Beschaffenheit zurückkehrt. Die Anschwellung hat die Form einer Retorte, deren Hals nach aussen gerichtet

ist; soweit die Tracheenintima durch sie hindurchläuft, vertritt sie die Stelle der Peritonealhaut. Letztere geht kontinuierlich in sie über, grenzt sich aber dennoch sehr scharf vom Anfang der Anschwellung ab: während kurz vor derselben grosse, ovale Kerne wie gewöhnlich in weiten Abständen von einander in der blassen Tracheenhülle liegen, besteht die Anschwellung selbst aus massenhaft zusammengedrängten, bedeutend kleineren Kernen, um welche sich klare und schwer wahrnehmbare Zellen gebildet haben. Die retortenförmige Anschwellung wächst hauptsächlich nach rückwärts d. h. gegen den Tracheenstamm hin, in einer Larve von 0,7 Cent. Länge (Fig. 10, oms) ist sie demselben bereits sehr nahe gerückt und in ihrer ganzen Länge einseitig mit dem Seitenzweig verwachsen. Ihre Gestalt hat sich zugleich verändert, nähert sich dem birnförmigen und hat sich gegen die Peripherie hin mehr begrenzt, indem der Uebergang der Anschwellung in die normale Tracheenhaut rascher, nicht mehr so allmähig wie früher geschieht. Die Anschwellung ist platt, scheibenförmig und hat sich von 0,071 auf 0,13 Mm. Durchmesser vergrössert. Sie besteht jetzt aus structurloser, feiner Hülle, der Fortsetzung der structurlosen Membran des Tracheenüberzugs und einem ganz ebenen und gleichmässigen Inhalt von grossen, sehr deutlich erkennbaren, klaren Zellen, welche in mehrfacher Lage dicht aneinander gepresst sich unregelmässig polygonal abgeplattet haben. Ihr Durchmesser beträgt 0,013–0,017 Mm, der ihres Kerns 0,008–0,010 Mm, die Zellen haben etwa dieselbe Grösse, wie die Kerne der benachbarten Peritonealhüllen und unterscheiden sich in Nichts von den Zellen der Fusscheiben. Das Verhältniss der Scheibe zu den Tracheen ist aus der Abbildung deutlich zu ersehen; an dem primären Ast ist der Rand, an dem sekundären quer von ihm abgehenden die Fläche der Scheibe mit der Peritonealhaut verwachsen; nur an den Verwachsungsstellen hat letztere ihre normale Structur verloren, die sie dicht daneben unverändert beibehält. An dieser Stelle (Fig. 10, a) hat man den Bildungsprocess der Zellen aus den Kernen der Peritonealhülle räumlich nebeneinander vor Augen. In einiger Entfernung von der Scheibe liegen noch grosse Kerne in weiten Abständen voneinander, näher gegen dieselbe drängen sie sich dichter und werden zugleich kleiner, umgeben sich mit einer schmalen hellen Protoplasmaschicht, und entwickeln sich zu Zellen der Scheibe. Es ist wohl zu bemerken, dass diese Scala von Umwandlungen sich nur auf die eine Seite der Trachee bezieht; die andre bleibt vollkommen normal, und grade so ist es mit den beiden andern Aesten. Dieser Umstand macht es möglich, dass die Scheibe bei stärkerem Auswachsen nicht von den Tracheen durchsetzt wird, sondern denselben nur seitlich angewachsen ist, ein Ver-

halten, welches für die Entwicklung des Scheibeninhaltes zu selbstständigen Theilen — den Flügeln der Fliege — unerlässlich ist. Ich mache noch aufmerksam auf die in Fig. 10 angegebenen doppelten Intimaröhren der Tracheen, von denen nur die innere (tr') mit Luft, die äussere (tr) noch mit farbloser Flüssigkeit gefüllt ist und weit von ersterer absteht. Die Larve, von der das Präparat her stammt, befand sich dicht vor ihrer zweiten Häutung. Bei der Häutung werden, wie Leuckart bereits nachgewiesen hat⁶⁾, die Intimaröhren des gesamten Tracheensystems mit ausgestossen, und schon geraume Zeit vorher bereitet sich die Bildung neuer weiterer Intimaröhren auf der Aussenfläche der alten vor. In der Abbildung besitzen dieselben bereits deutlich Spiraletouren; erst mit der Entfernung der alten Intimaröhren tritt Luft in die neuen. Ob der blasse, vom Theilungswinkel der Trachee ausgehende Strang Anlage eines Tracheenstämmchens ist, muss ich dahingestellt sein lassen, doch ist es mir sehr wahrscheinlich. Dass überhaupt während der Larvenperiode noch neue Aeste gebildet werden, unterliegt keinem Zweifel. Ich habe öfters derartige blasser Stränge gefunden, über deren Bedeutung eine sehr zarte und noch nicht lufthaltige Intima Auskunft erteilte. Auch auf spätern Entwicklungsstufen finden sich wieder solche blasse, nach Tracheenart sich verästelnde Stränge in Verbindung mit den von der Scheibe auslaufenden Tracheen, und erst in der letzten Zeit der Larvenperiode enthalten alle Verästelungen lufthaltige Intimaröhren.

Von nun an wächst die Scheibe, ohne dass ihre Ansatzfläche sich noch weiter vergrösserte, ohne dass die Tracheenhülle weiteren Antheil an ihrem Wachsthum hätte, also vollkommen selbstständig; sie überwuchert die Tracheen nach allen Seiten, ist überall von freien scharfgeschnittenen Rändern begrenzt und hängt nur in der Mitte ihrer äussern Fläche eine kleine Strecke weit mit den Tracheen zusammen; sie nimmt eine breit birnförmige Gestalt an (Fig. 14, oms) und misst in der ausgewachsenen Larve 1,03 in der Länge, 0,71 Mm. in der Breite. Zu dieser Zeit macht sich auch bereits eine Trennung in eine dünne Rinde und einen theils von queren, theils von circulären Furchen durchzogenen Inhalt bemerklich: die Zellenmasse hat sich zu einer vielfach in Falten gelegten, von ganz feiner structurloser Haut überkleideten Membran umgewandelt. In dieser Periode konnte ich mit Sicherheit einen hellen, nervenähnlichen Strang unterscheiden, der von der Fläche der Flügelscheibe entspringend nach der hinter ihr liegenden dritten Fusscheibe lief, um sich an ihr zu inseriren.

⁶⁾ Entwicklungsgeschichte der Pupiparen nach Beobachtungen an *Melophagus ovinus*. Halle 1858. S. 59.
Abhandl. d. Senckenb. naturf. Ges. Bd. IV.

In der jungen Puppe schreitet dann die Entwicklung in der Weise fort, dass sich die membranartige Zellenmasse der Scheibe in zwei Lagen spaltet. Zugleich differenzirt sie sich in den Anhang und das Basalstück, aus jener bilden sich die Flügel, aus dieser je eine Rückenhälfte des Mesothorax.

Die oberen Metathoracalscheiben.

Das die Schwinger tragende Thoracalstück entwickelt sich an einem Tracheenast, welcher im fünften Körpersegment vom Hauptstamm abgeht und nach aussen läuft. An diesem Ast bildet sich eine Scheibe von breit birnförmiger Gestalt, sehr ähnlich der Flügelscheibe, aber bedeutend kleiner (Fig. 14, omt). Sie sitzt der Trachee an der Stelle an, wo diese sich gabelförmig theilt, und an derselben Stelle — es lässt sich kaum entscheiden, ob von der Fläche der Scheibe oder nur von der Trachee — entspringt der oben beschriebene nervenähnlich aussehende Stiel der dritten Fusscheibe. Bröckelt man mit den Nadeln die Schwingerscheibe Stückchen für Stückchen ab, so bleibt schliesslich der Stiel an der Trachee unversehrt hängen. Eine Verbindung der Schwingerscheibe mit dem Nervensystem scheint im Larvenzustand nicht vorhanden zu sein; mir ist es bis jetzt nicht geglückt, einen Nerven zu ihr hin zu verfolgen und da auch niemals der Rest eines etwa abgerissenen Stranges an ihr beobachtet werden konnte, so muss ich annehmen, dass sie sich vollkommen unabhängig vom Nervensystem entwickelt. Wenn die Beinscheiben bereits starke Spiralwindungen aufweisen, zieht über die Schwingerscheiben nur eine Furche quer hin (Fig. 14, omt); später findet sich auch in ihr ein cylindrischer Zellenwulst, wie eine Spiralfeder vom einen zum andern Ende gewunden. Es bilden sich die Schwinger und der halbe Rücken des Metathorax.

Die Entstehung des Kopfes.

Schon in der ganz jungen Larve findet sich die erste Anlage der zusammengesetzten Augen und der Antennen der Fliege. Der vorderen Fläche der Hirnhemisphäre liegt ein ziemlich dicker Lappen (Fig. 2 und 3, a) auf von fast dreieckiger Gestalt, dessen breite Basis gegen die Mittellinie gerichtet mit dem entsprechenden Anhang der andern Hemisphäre zusammenstösst, ohne jedoch mit ihm zu verschmelzen, dessen Spitze nach aussen und unten gerichtet ist und in einen Nervenstamm übergeht, oder vielmehr aus demselben hervorgeht, welcher der Oberfläche der Hemisphären dicht anliegend aussen an der untern Seite derselben entspringt. Dieser Hirnanhang, wie ich ihn der Kürze

halber nennen will, streckt sich rasch in die Länge und lässt schon in einer Larve von 0,5 Cent. Länge zwei ziemlich scharf voneinander sich absetzende Theile erkennen, einen platten, napf- oder mützenartigen Basaltheil (Fig. 4, aus), und einen gestreckt von diesem aus nach vorn laufenden dicken cylindrischen Strang (fls). Beide Theile bestehen aus den Zellen, wie sie für die übrigen Bildungsscheiben bereits beschrieben wurden. Der cylindrische Zipfel spannt sich zwischen Hirn und hinterer Wand des Schlundkopfs in dem freien, nur vom Oesophagus durchzogenen Raum aus; in natürlicher Lage verläuft er vollkommen grade, die spiralig gewundene Lage in Fig. 4 hat er nur in Folge der Lostrennung von seinem Ansatzpunkt angenommen. Aus ihm bilden sich die Antennen, aus dem Basaltheil die Augen der Fliege. In einer Larve von 1,4 Cent. Länge bedeckt letzterer die ganze vordere und halbe untere Fläche der Hemisphären, als eine dicke, wulstige, mützenartig aufgelagerte Masse (Fig. 11 und 12, aus), die sich später bis zu einem halbkugligen Aufsatz verdickt. In der Puppe wird dieser völlig kuglig, beide Bulbi stossen in der Mittellinie des Rückens zusammen (wie später auch die Augen der Fliege) und sind nach aussen von einem breiten und ziemlich dicken Lappen bedeckt, der sehr bald auf der Oberfläche eine regelmässige Gruppierung der ihn zusammensetzenden Zellen erkennen lässt. Er wandelt sich zur facettirten Hornhaut des Auges um, eine jede der oberflächlich gelegenen Zellen wird zur Facette und zugleich macht sich in dem Bulbus, dem nervösen Theil des Auges, eine Anordnung der Zellen zu regelmässig radiär gegen die Oberfläche ausstrahlenden Strängen bemerkbar: die Anlage der Nervenstäbe des Auges.

Die Antennen bilden sich ganz analog den Füßen. In der ausgewachsenen Larve hat sich der hintere Theil der von dem Hirnanhang nach dem Schlundkopf ausgespannten Zellenstränge verbreitert und zu einer Scheibe umgewandelt, in ihrer Gestalt ähnlich den Fusscheiben, dieselben Spiralwindungen aufweisend, wie jene (Fig. 11 und 12, fls). Antennenscheiben und Augenscheiben bleiben fortwährend miteinander verbunden, und unmittelbar hinter der Basis der ersteren bildet sich eine membranartige Commissur zwischen den beiden Hirnanhängen (Fig. 12). Die Zipfel der Fühlerscheiben enthalten kein Tracheenröhrchen, verschmälern sich auch nur sehr wenig in ihrem weiteren Verlauf und geben keine Aeste ab. Am Schlundkopf angekommen vereinigen sie sich durch einen Querast und umschliessen somit wie ein Rahmen einen länglich viereckigen Raum, innerhalb dessen sich das vordre Ende des Rückengefässes in sehr eigenthümlicher Weise ausspannt. Ich möchte vermuthen, dass dieser vorderste Theil

des Hirnanhanges zur Bildung des Rüssels in Beziehung steht, bin aber augenblicklich nicht im Stande, ausreichende Beobachtungen über diesen Punkt mitzutheilen.

Ich gehe über zur Besprechung der Lage, welche die in ihrer Entwicklung beobachteten Bildungsscheiben zueinander und zu den Organen des Larvenkörpers einnehmen. Hirn und Bauchstrang liegen im vierten und fünften Segment; an der Seite, vor und unter ihnen finden sich die Scheiben. Die Lage der mit den Nervencentren unmittelbar verbundenen Scheiben lässt sich leicht bestimmen, da man sie ohne Schwierigkeit in ihrer natürlichen Verbindung mit denselben aus der Larve herausschneiden kann. Betrachtet man ein solches Präparat vom Rücken her (Fig. 12), so sieht man den müthenförmigen Theil des Hirnanhangs — die Anlagen der Augen — den Hemisphären unmittelbar aufliegen (**ans**); nach vorn schliessen sich ihm die Antennenscheiben an (**ils**). Beide liegen in der Ebne der Dorsalfläche der Nervencentren. In dem Ausschnitt zwischen ihnen sieht die vordere Hälfte des ersten Fuss Scheibenpaares hervor, welches tiefer, nämlich in der Ebne der Ventralfläche der Nervencentren gelegen ist (**up**). Derselben Ebne gehören die mittleren Fuss Scheiben an, welche sich aber bereits etwas mehr dem Rücken nähern (**ums**). Die an Tracheen hervorgesprossenen drei Scheibenpaare (Fig. 14) sind in ihrer natürlichen Lage schwer sichtbar zu machen; sie liegen alle näher dem Rücken, als die zwei vorderen Fuss Scheiben, auch die am meisten dem Bauch genäherte von ihnen: die dritte Fuss Scheibe; ihre Spitzen sind schräg abwärts und nach vorn gerichtet, sie liegen an der innern Seite der Tracheen, die Flügelscheibe (**oms**) grade neben den Hemisphären; unmittelbar dahinter, und dem Bauch näher das dritte Paar Fuss Scheiben (**unt**), wiederum etwas hinter und um eine Scheibenlänge über diesen die Schwingerscheiben (**omt**). Die Lage der Scheiben, wenn sie sich auch nicht so wohl überblicken lässt, als bei durchsichtigen Insektenlarven, ist doch offenbar im Wesentlichen ganz dieselbe, wie bei Chironomus und Simulia: die Thoracalscheiben sind in zwei Reihen angeordnet, eine dorsale und ventrale; letzterer gehören die Fuss Scheiben, ersterer die Flügel- und Schwingerscheiben an. So lässt es sich leicht begreifen, wie die Scheiben bei andauerndem Wachsthum sich in der Mittellinie des Bauchs und des Rückens begegnen und einen geschlossenen Ring um die Nervencentren bilden können. Es geschieht dies indessen noch nicht gleich am ersten Tag der Verpuppung, sondern erst später, und von einer Bildung des Thorax und gar

des Kopfes des Imago schon in der Larve, wie sie Agassiz⁷⁾ bei *Eudamus* fand, Swammerdam⁸⁾ bei *Culex*, und wie sie auch bei *Simulia* und *Chironomus* vorkommt, ist hier keine Rede. Die Verpuppung erfolgt bei *Musca* in viel früherer Zeit, als bei jenen Insekten, und es hängt dies offenbar mit der Eigenthümlichkeit dieses Genus zusammen, sogenannte Tonnenpuppen zu bilden, d. h. die Larvenhaut als Hülle beizubehalten. In dem Innern dieser Hülle geht sodann die Verwandlung in die eigentliche Puppe vor sich, indem der Körper des Imago gebildet wird und zugleich ein besonderer Ueberzug für denselben: die eigentliche Puppenhaut, die aber hier nicht erhärtet und hornig wird, wie bei Mücken und Schmetterlingen, sondern weiss und weich bleibt. Agassiz, der seine Untersuchungen ebenfalls auf *Musca* ausdehnte, hat dies bereits richtig erkannt, wenn er sagt, es werde auch hier eine „wirkliche Puppe“ gebildet, und die Puppenbildung unterscheide sich nur dadurch von der anderer Insekten, dass die Larvenhaut nicht abgestreift werde. Bekanntlich verhält sich dies nicht nur bei den Musciden so; bei den Stratiomyden z. B. ist es noch viel auffallender zu sehen, wie die Bildung der Puppe ganz unabhängig von der Larvenhaut im Innern derselben vor sich geht, da die Puppe nur sehr klein ist im Verhältniss zu der enormen, lang gestreckten Larvenhülle.

Wenn die Larve von *Musca vomitoria* zur Verpuppung reif ist, stülpt sie ihr erstes Segment, das Kopfsegment vollständig nach innen um, contrahirt den ganzen Körper, und nimmt auf diese Weise Tonnenform an; die Larvenhaut, anfänglich noch schmutzig weiss und lederartig, wird gelb, dann braun, zuletzt fast schwarz und erhält eine spröde, hornige Beschaffenheit, so dass die im Innern liegenden Theile vor Druck von aussen vollkommen geschützt sind. Daraus begreift es sich, dass zur Zeit der Verpuppung eine eigentliche Puppe, wie sie sich bei den meisten Insekten in diesem Stadium findet, noch nicht vorgebildet zu sein braucht. Bei allen denjenigen Insekten, welche die Larvenhaut abstreifen, sind im Stadium der Verpuppung die Theile der Chrysalide bereits soweit ausgebildet, dass sie nur noch an ihrer Oberfläche zu verhornen brauchen, damit das metamorphosirte Thier vor äussern Einflüssen geschützt sei. Oeffnet man eine Larve von *Musca* in diesem Stadium, so findet man weder Thorax noch Kopf des Imago auch nur angedeutet, geschweige denn vollkommen geschlossene Segmente wie dort; das Nervensystem der Larve liegt jetzt wie auch früher frei zwischen den kolossalen Massen

⁷⁾ A. a. O.

⁸⁾ A. a. O.

des Fettkörpers. Das Einzige, was auf die bevorstehende Umwandlung hinweist, sind die Bildungsscheiben, welche indessen noch klein und schwer wahrnehmbar sind und vollkommen isolirt an ihren Stielen hängen, ohne noch durch ihre Structur ihre spätere Entwicklung zu Anhängen und Thoracalstücken bereits ahnen zu lassen. Diese Scheiben, die Nervencentren und wahrscheinlich auch das Rückengefäß sind die einzigen Theile der Larve, welche bei der Verwandlung nicht zerstört werden und welche in die Bildung des Imago eingehen. Das ganze Muskel- und Tracheensystem zerfällt, und auch der Darmtractus wird vollständig neu gebildet. Zwei Tage nach der Verpuppung sind die Muskeln des Schlundkopfes bereits vollständig in fettigen Zerfall übergegangen; beim Herausziehen der sich bildenden Puppe aus der Larvenhaut bleibt der ganze Schlundkopf, sammt dem Oesophagus bis zu seinem Durchtritt durch den Schlundring an der Larvenhaut hängen. Es bildet sich zugleich ein neues Tracheensystem und die alten Hauptstämme, welche durch Entartung ihrer ernährenden Hülle von den ihnen ansitzenden Bildungsscheiben sich lösen, vertrocknen, werden luftleer und finden sich später ausserhalb des Puppenkörpers der innern Fläche der verhornten Larvenhaut anliegend.

Wenn die Bildungsscheiben sich von den Tracheenstämmen lösen, sind sie bereits so stark gewachsen, dass sie in der Mittellinie des Bauchs und des Rückens zusammenstossen und mit ihren Basaltheilen verschmelzen. Die Thoracalscheibenpaare bilden dann einen geschlossenen Ring um den Nervenstrang; sie sind in ihrer Entwicklung bereits weiter vorgerückt, als in Fig. 8 und 13, wo sie noch frei in der Leibeshöhle flottirten. Die drei Paar Fuss-scheiben stossen mit ihren gradlinigen, der Medianlinie zugewandten Basalrändern in der Mittellinie des Bauchs aneinander und setzen die ventralen Hälften der drei Thoracalsegmente zusammen, und in derselben Weise bilden Flügel- und Schwingerscheiben die dorsalen Hälften dieser Segmente.

Um diese Zeit hat es ganz den Anschein, als sei der Rückentheil des Prothorax mit dem des Mesothorax aus der obern Mesothoracalscheibe (Flügelscheibe) entstanden. Eine Grenzlinie zwischen beiden Segmenten lässt sich auf dem Rücken nicht erkennen, später aber, wenn die Formen aus dem Weichen, Faltigen sich zu schärferer Begrenzung herausgebildet haben, ist der Prothoracaltheil des Rückens durch deutliche Naht begrenzt, und ich zweifle nicht, dass er seine Entstehung einer besondern, bisher von mir übersehenen Scheibe verdankt. Es wird dies dadurch noch wahrscheinlicher, weil vorn auf seiner Fläche jederseits ein zapfenförmiges Gebilde, das Rudiment eines Anhanges sitzt, welches nicht nur morphologisch, sondern auch in seiner physiologischen Bedeu-

tung den aus der obern Prothoracalscheibe bei *Simulia* und *Chironomus* hervorgegangenen Tracheenkiemen entspricht. Diese Zapfen sind die Stigmen der Puppe, sie enthalten eine voluminöse Tracheenintima und stellen den Stamm des Tracheensystems vor. Von dem Kopf ist in dieser Periode noch nichts zu sehen, das vordre Ende der Puppe wird durch die beiden hörnerartig vorstehenden Stigmenzapfen gebildet, und nur auf der Bauchseite gewahrt man an der Wurzel der Beine in der Medianlinie zwei S förmig gekrümmte Platten: die Anlage des Rüssels, über dessen Entstehung ich das Nähere bei späterer Gelegenheit beizubringen gedenke. Die Anlage der Augen und Antennen liegt in der Tiefe und ist mit den Hemisphären, an welchen sie ansitzt, von den Wänden des neugebildeten Thorax umhüllt. Erst später wächst der Kopf aus der Höhle des Thorax hervor und wird durch gewisse, in der ersten Hälfte der Puppenperiode eintretende Umwandlungen der Nervencentren allmählig nach vorn geschoben. Der vorher zu einer einzigen Masse verschmolzene Bauchstrang trennt sich nämlich in ein unteres Schlundganglion und in einen Thoracalknoten, beide rücken auseinander und mit ihnen die ihnen verbundenen Theile: Kopf und Thorax.

Die Thoracalanhänge haben jetzt die Lage, wie sie sich in allen Puppen im Wesentlichen wiederholt. In der Mittellinie stossen die Basalglieder der Beine, Coxa und Trochanter zusammen und liegen vollkommen quer; an sie schliesst sich das Femur an, in rechtem Winkel gebogen, von hinten nach vorn gerichtet, während die Tibia in voller Beugung in umgekehrter Richtung verläuft. Dicht neben dem Femur liegen die fünf Tarsalglieder, bei dem ersten Beinpaar als Fortsetzung der Tibia grade nach hinten laufend, bei dem zweiten und dritten etwas nach innen gebogen. Das erste Beinpaar deckt das Femur des zweiten und das Trochantofemoral-Gelenk des dritten, die Tibia des zweiten deckt das Femur des dritten Paares; das vorderste Paar liegt am oberflächlichsten, dann folgt das zweite und zuletzt das dritte Beinpaar. Ihre Lage entspricht demnach vollkommen der Lage der Bildungsscheiben in der Larve. Nach aussen von den Beinen folgen die Flügel, zum grössten Theil noch an der Ventralfläche gelegen. Sie haben bereits eine der ausgebildeten ähnliche Gestalt, sind aber noch viel kleiner und entsprechen der Beschreibung, welche Agassiz von den Flügeln des *Eudamus* in der jungen Puppe gibt; sie bestehen aus zwei Lamellen, zwischen welchen ein mit Flüssigkeit gefüllter Hohlraum liegt, können also wohl „viscous vesicles“ genannt werden. Die Flüssigkeit in ihrem Innern ist nichts Anderes als Blut, wie ich aus der Beobachtung an *Chironomus* schliesse, dessen rothes Blut ohne Schwierigkeit zwischen den Blättern der Flügel wahrzunehmen ist. Die Anhänge sind sämmtlich von

einer dünnen, structurlosen Hülle der Puppenhaut überzogen, ebenso wie der ganze Thorax; jetzt sind sie noch frei und lassen sich der eine von dem andern mit der Nadel abbiegen, später aber löthen sich die Hüllen aneinander, so dass dann die Anhänge nur als ein einziges Blatt aufhebbar sind.

Es bleibt noch übrig, einige allgemeinere Fragen zu besprechen; vor allem ist es die nach der physiologischen Bedeutung der Stiele und der Endausläufer der Bildungsscheiben in der Larve, deren Entscheidung von Wichtigkeit scheint. Es fragt sich, ob die Stiele, welche in der frühesten Larvenperiode unzweifelhaft Nerven waren, ihren histologischen Charakter und ihre Funktion auch später noch beibehalten. Dass der Strang, an dem sich die Augen entwickeln, nervöser Natur ist und bleibt, bedarf kaum eines besondern Beweises, indessen habe ich in der ausgewachsenen Larve unmittelbar vor dem Verpuppen zahlreiche Axencylinder in ihm erkennen können. Dasselbe gelang in der gleichen Periode mit den Stielen der beiden ersten Fusscheiben; an diesen Stielen war innerhalb einer dünnen, structurlosen Hülle eine Menge sehr feiner Axencylinder zu unterscheiden, die nicht alle parallel liefen, sondern sich gruppenweise in spitzen Winkeln schnitten, und zwischen welchen sehr zahlreich blasse und schwer wahrnehmbare Kerne eingestreut waren (Fig. 25). Wie die Axencylinder sich innerhalb der Scheibe verhalten, liess sich nicht erkennen. Ich möchte es für wahrscheinlich halten, dass später, wenn die histologische Differenzirung der Beine in Haut, Muskeln und Nerven eintritt, die neugebildeten Nerven im Innern des Beins in Verbindung treten mit den Nervenfasern des Stiels. Ausser der Anwesenheit von Axencylindern in demselben zu einer Zeit, wo an eine Leitung der Nervenerregung durch die Scheibe hindurch nach der Peripherie jedenfalls nicht mehr gedacht werden kann, scheint mir hauptsächlich die Insertionsstelle des Stiels für diese Ansicht zu sprechen, welche sich an beiden Fusscheiben grade an der Stelle befindet, wo das Glied dem Thoracalstück ansitzt, wo also später der Nerv in dasselbe eintritt. Was aber die Frage selbst anlangt, ob eine Leitung vom Stiel her durch die Scheibe hindurch nach der Peripherie hin stattfindet, so glaube ich dieselbe bejahen zu müssen. Ein Theil der Ausläufer ist sicher nervöser Natur; sowohl an der ersten, als an der zweiten Fusscheibe liessen sich im Innern der Endausläufer einzelne Axencylinder erkennen, und einer der Ausläufer der zweiten Scheibe bildete mit dem Nerven, der vor dem Eintritt in die Scheibe vom Stiel abgeht, eine Anastomose. Steht demnach fest, dass Anfang und Ende des Stranges, in welchem die Scheibe eingeschaltet ist, nervöser Natur sind, so muss auch eine Verbindung beider durch das Innern der Scheibe ange-

nommen werden, wenn auch der Nachweis durchtretender Axencylinder nicht geliefert werden kann. Letzteres steht dieser Annahme um so weniger im Wege, als der Verlauf der Nerven auch im Innern wirklicher Ganglien bei den Insekten noch nicht gesehen worden ist. Wenn auch die Zellen der Scheiben mit den Axencylindern gewiss nicht in organischem Zusammenhang stehen, so laufen letztere doch zwischen ihnen hindurch und ich glaube nicht zu irren, wenn ich annehme, dass die Leitung durch die Scheibe so lange stattfindet, als ihr Inhalt noch nicht zu einem selbstständigen Organ differenzirt ist, so lange also die Zellenmasse ein Continuum zwischen ein- und austretenden Nerven bildet. Diese Differenzirung beginnt nun bei *Musca* erst dann, wenn die Larve sich bereits zur Verpuppung zusammengezogen hat, wenn ihre Muskeln anfangen zu degeneriren und abzusterben, wenn also die sie versorgenden Nerven ihrer Funktion enthoben werden.

II. Die Entwicklung der Tracheenkiemen in der Larve von *Simulia sericea*.

In der Einleitung wurde bereits angedeutet, dass in der oberen Prothoracalscheibe bei *Simulia* wie auch bei *Chironomus* ein besonderes Respirationsorgan der Puppe seinen Ursprung nehme. Die Lage der Scheibe dicht unter der Haut lässt ihre Entwicklung auch ohne die bei der Kleinheit des Thieres etwas unsichere Präparation sehr hübsch verfolgen, und ich gebe hier eine kurze Darstellung dieser Entwicklung, als einfaches Beispiel des Modus, nach dem sich derartige complicirtere Anhänge aus den Scheiben herausbilden.

Wie alle Mücken, so streift auch die Larve von *Simulia* bei der Verpuppung ihre Haut ab. Die Puppe besitzt die gewöhnliche Gestalt und lässt die Theile des Imago bereits von vornherein sehr deutlich durch ihre anfänglich helle, dann immer dunkler werdende Hülle erkennen. Vorn, dicht hinter dem Kopf ragt auf dem Rücken des ersten Thoracalsegmentes jederseits statt des Stigma, wie wir es bei *Musca vomitoria* fanden, ein ruthenförmiger Apparat aus der Puppenhaut hervor, bestimmt die Luft aus dem Wasser aufzunehmen und in das Tracheensystem der Puppe einzuleiten. Was man von aussen sieht, ist ein kurzes, dickes Rohr, welches an der bezeichneten Stelle die Puppenhaut durchbohrt und sich sofort in zwei Aeste theilt, deren jeder eine nochmalige Theilung eingeht. Die auf diese Weise entstandnen vier, etwa gleichdicken Röhren verlaufen in leichter Biegung, ähnlich den hängenden Zweigen einer Trauer-

weide, sind lang, verzüngen sich allmählig und enden mit feiner Zuspitzung (Fig. 19). Diese Tracheenkiemen, wie man sie nach Analogie der Tracheenkiemenblättchen der Ephemeridenlarven bezeichnen kann, sind vollständig schwarz gefärbt, die Zweige sind biegsam und flottiren im Wasser. Die Larve von *Simulia sericea* lebt nur in fließendem Wasser, ihr ganzer Ernährungsapparat, beiläufig gesagt sehr eigenthümlicher Natur, ist auf ein Vorbeiströmen des Wassers eingerichtet, und die Larve verhungert in stehendem Wasser, wenn man es auch noch so oft erneuert. Vor ihrer Verpuppung bereitet sie sich ein rohes, dreieckiges Gehäuse aus einem Gespinnste, welches zum grössten Theil aus dem zähen, im Wasser erhärtenden Sekret der Speicheldrüsen herrührt, fremde Körper nur zufällig einschliesst. Dieses Gehäuse ist an der Unterseite von flachen Steinen befestigt und zwar so, dass seine geschlossene, wie ein Eisbrecher zugespitzte Spitze gegen den Strom, seine dreieckige Oeffnung stromabwärts sieht. Die Puppe liegt innerhalb des Gehäuses mit dem Kopf thalabwärts gerichtet und ihre ruthenförmigen Tracheenkiemen flottiren in dem raschfließenden Bachwasser, kommen also fortwährend mit neuen Wasserschichten in Berührung. Es scheint als ob alle Dipterenpuppen, welche in der Tiefe der Gewässer ihre Entwicklung abwarten und nicht, wie *Culex*, umherschwimmen und ihre Athemröhre direkt mit der Luft in Berührung bringen können, derartige Respirationsorgane besitzen. Bei *Chironomus* findet sich ein solches, welches dem von *Simulia* in seinem Bau, wenn auch nicht in seinem Aussehen durchaus ähnlich ist. Die einzelnen, der Respiration dienenden Röhren sind hier nur zahlreicher, bei weitem feiner und gänzlich farblos, sie verästeln sich wiederholt baumartig und der ganze Apparat bekommt so die Gestalt zweier Federbüsche, die dem Prothoracalsegment der Puppe ansitzen. Offenbar bieten die zahlreichen, feinen Aeste hier eine ungleich grössere Oberfläche als die acht Zweige bei *Simulia*, und es mag dies wohl in Zusammenhang zu bringen sein mit dem Umstand, dass die *Chironomus*-Puppe (wenigstens diejenigen Species, auf welche sich meine Beobachtungen beziehen) in stehendem Wasser sich entwickeln, also nur sehr langsam von neuen Wasserschichten umgeben werden.

Die früheste Entstehung der obern Prothoracalscheiben von *Simulia*, aus welchen sich eben jener respiratorische Apparat der Puppe entwickelt, übergehe ich; bei der Darstellung der Entwicklung der Flügelscheiben von *Musca* wurde bereits geschildert, in welcher Weise die an Tracheenstämmen befestigten Scheiben aus der Peritonealhaut derselben hervorgehen. In Larven von 0,3 Cent. Länge findet man bereits die Bildungsscheiben in der Grösse wie sie in Fig. 1 angegeben sind, das Verhältniss der oberen Pro-

thoracalscheibe, die ich der Kürze halber als Kiemenscheibe bezeichnen werde, zu dem Tracheenstamm, welchem sie ansitzt, ist bereits deutlich zu erkennen. Die Scheibe hat eine ovale, fast halbkreisförmige Gestalt, sie ist mit dem Tracheenstamm nur in einem kleinen Theil ihrer Fläche verwachsen und zwar sitzt sie demselben grade an der Stelle an, wo er nach Umwandlung seiner bisherigen longitudinalen Richtung in eine transversale sich gabelförmig in vier Aeste theilt; genau genommen nur in zwei, welche sich aber sofort wieder theilen. Die zwei vorderen dieser Aeste versorgen Kopf und erstes Bauchganglion, die zwei hintern das zweite Bauchganglion und Haut und Muskeln in der Gegend der mittleren Fusscheibe. Die Kiemenscheibe sitzt dem Stamm unmittelbar vor seiner Theilung an, ist aber auch noch mit der Peritonealhülle der vier Aeste eine kleine Strecke weit verwachsen und liegt an der innern, der Körperhöhle zugewandten Fläche der Tracheen. Dies scheint wenigstens die Regel zu sein, einigemal indessen sah ich beide, oder auch nur einen der nach vorn laufenden Zweige an die innere Fläche der Scheibe treten, so dass dann die Scheibe an ihrer Anheftungsstelle quer von dem einen Zweig durchsetzt wurde und auf der Theilungsstelle ritt. In dieser Periode, wie auch später, so lange noch keine histologische Differenzirung eingetreten ist, besteht die Scheibe aus kleinen, 0,005 bis 0,0068 Mm. grossen Zellen, deren Protoplasma den Kern eng umgibt, und welche massenweise beisammen liegend selbst bei starker Vergrösserung noch den Eindruck einer fein granulirten Masse machen. Die Oberfläche der Scheibe ist von feiner, structurloser Membran überzogen. Bei vorschreitendem Wachsthum der Scheibe gesellt sich dieser eine dünne Lage der Zellen bei, so dass eine etwas dickere und festere Hülle gebildet wird, welche sich stellenweise von der übrigen Zellenmasse abhebt. Zugleich treten auf der Oberfläche der letzteren bogenförmige Furchen auf, welche wenige rundliche Windungen walziger Zellenmassen begrenzen (Fig. 15). Mit der Vergrösserung der Oberfläche werden die Windungen immer ausgesprochener spiralig, sie vermehren sich, die Furchen vertiefen sich und schnüren selbstständige cylindrische Zellenstränge ab, welche in den äussern Spiralen eine bedeutendere Dicke besitzen, als in den innern. Die vollkommen soliden, aus kleinen Zellen zusammengesetzten cylindrischen Stränge scheiden an ihrer Oberfläche eine anfänglich sehr zarte, kaum erkennbare, farblose Cuticula aus, und etwas später bildet sich in ihrer Achse ein Hohlraum, gegen welchen sich die Zellenlage ebenfalls durch eine Cuticula begrenzt. Während diese aber auch später fein und hell bleibt, verdickt sich jene sehr bedeutend, und man bemerkt in ihr eine regelmässige, senkrecht auf der Fläche stehende Streifung, ähnlich derjenigen, wie sie am Cuticularsaum des Darm-

epithels bei den Wirbelthieren beobachtet wird, aber deutlicher und schärfer markirt, wahrscheinlich den Porenkanälen der Zellenmembran entsprechend. Zugleich ordnen sich die Zellen selbst regelmässig an und umgeben in einfacher Lage den Axenraum.

In einer Larve von 0,6 Cent. Länge sind in der Regel die Tracheenkiemen in ihrer äussern Form bereits vollkommen ausgebildet; spiralig aufgewickelt liegen die vier Zweige nebeneinander, nicht alle in einer Ebne, sondern mehrfach sich deckend. Die Scheibe hat dann eine nahezu nierenförmige Gestalt angenommen, und die dicke, oberflächliche Cuticularschicht hat begonnen sich zu färben. Am dunkelsten wird die schmale Schicht pigmentirt, welche den Zellen unmittelbar aufliegt, weniger dunkel die äussere, peripherische Lage, diese färbt sich nur grau, jene aber wird schliesslich schwarz. Die Porenkanäle treten dann auf der Fläche sehr deutlich als feine dunkle Ringe hervor, während die Zellenschicht und das Lumen im Innern der Beobachtung gänzlich entzogen werden.⁹⁾

In dieser Weise verhalten sich die vier Aeste der Kieme, eine besondere Betrachtung aber verdient der Stamm, welcher sie mit den Tracheen der Larve verbindet. Schon in der jungen Larve, nachdem kaum die Abschnürung spiraliger Zellenwülste begonnen hat, bemerkt man am hintern Rand aussen an der Scheibe einen kleinen dunkeln Ring (Fig. 15), von dem eine zarte, blasse aber scharfkonturirte Röhre gegen den Stamm der Trachee unmittelbar vor seiner Theilungsstelle hinzieht, ohne aber mit dessen Intima noch in Verbindung zu stehen. Es ist leicht zu erkennen, dass die helle Röhre gegen die Haut hin emporsteigt und anfangs glaubte ich, dass sie mit dem punktförmigen schwarzen Ring in der Haut selbst ende. Dieser Ring ist indessen nichts Anderes als der scheinbare Querschnitt einer neugebildeten Tracheenintima, welche gegen den Rand der Scheibe und zugleich nach oben gegen die Haut hingerichtet ist, dann aber plötzlich ein Knie macht und wieder nach innen zurückläuft. Aus diesen zwei Schenkeln des Knies setzt sich der Stamm der Tracheenkieme zusammen, der auch in der Puppe die winklige Knickung beibehält, so zwar, dass der eine Schenkel des Knies ausserhalb, der andere innerhalb der Puppenhülle liegt. Wenn die Entwicklung der Larve weiter vorangeschritten ist, bedecken die Windungen der Aeste den Stamm und

⁹⁾ Die spiralig aufgerollten, schwarzgefärbten Tracheenkiemen lassen sich sehr leicht mit blossem Auge an den Seiten der Larve erkennen. Sie finden sich als zwei schwarze Flecke, welche nach der zweiten Häutung der Larve auftreten, in einer älteren Arbeit von Verdat: „Beitrag zur Geschichte der Simulien“ bereits erwähnt. Siehe in „Entomolog. Archiv“ v. Thon. Jena 1830. Bd. II. S. 66.

entziehen ihn der Beobachtung, durch Präparation jedoch gelingt es, denselben zu isoliren, und man erkennt dann am innern Schenkel des Stammes eine von der des äussern ganz verschiedene Structur (Fig. 20). Jener hat im Wesentlichen den Bau eines Tracheenstammes, dieser den der vier Kiemenäste; bei jenem umgibt eine dicke, mehrfache Zellenlage eine weite, mit den gewöhnlichen Spiralwindungen gezeichnete Intima und ist nach aussen von einer feinen Cuticula überkleidet. Im Knie verläuft die Intima nicht mit allmäliger Biegung, sondern sie verbindet sich mit dem äussern Schenkel durch ein besonderes Mittelstück, welches ihm wie ein im Winkel angelöthetes Stück Dachrohr ansitzt. Auf der Biegung des Knies beginnt dann mit unregelmässiger, aber scharfer Grenzlinie die Structur sich in die der Kiemenäste umzuwandeln, die äussere Cuticularschicht verdickt sich plötzlich, nimmt schwarze Färbung und poröse Beschaffenheit an, während die innere Cuticula (Intima) ihre Dicke und ihr spiralisches Aussehen verliert und zu einem dünnen structurlosen Häutchen wird. Sehr einfach ist die Art und Weise, wie die Verbindung der Kiemen mit dem Tracheensystem der Puppe sich vorbereitet. Sie wird einfach dadurch erreicht, dass die Intima des innern Schenkels des Stammes mit der für die letzte Häutung neugebildeten Intima des Haupttracheenstammes der Larve in Continuität steht. Grade vor der Theilungsstelle in die vier Aeste geht das Verbindungsstück ab, das nämliche, welches schon in ziemlich früher Zeit als helle Röhre sichtbar war. Mit der Häutung und Entfernung der alten, lufthaltigen Intima ist die Verbindung des Tracheensystems mit den Tracheenkiemen hergestellt. Uebrigens erleidet dieses bei der Umwandlung in die Puppe eine gänzliche Umgestaltung. Aehnlich wie auch bei *Musca* wird der frühere Hauptstamm zum Ast des Verbindungsstückes und dieses erscheint als der Stamm, der demnach an der früheren Theilungsstelle des Larvenstammes sich in fünf Aeste theilt, die sich wiederum einigemal gabelig theilen und dann plötzlich in dicke Büschel ganz feiner, wellig gekräuselter Enden zerfahren. Dass die Tracheenkiemen der *Simulia* nicht bloss functionell, sondern auch morphologisch den Puppen-Stigmen von *Musca* entsprechen, wurde eben bereits angedeutet; es liegt auf der Hand, dass beide nichts Anderes sind, als die den Flügeln und Schwingern homologen Anhänge des ersten Thoracalsegmentes. Die Entstehung des entsprechenden Thoracalstücks in der Kiemenscheibe ist bei *Simulia* direkt nicht wohl zu beobachten, da nur die äussere Fläche derselben der Beobachtung zugänglich ist; dass aber ein solches gebildet wird, lässt sich aus der Lage der Scheibe und der Art, wie der Thorax sich durch Zusammentreten der sechs Scheibenpaare bildet, mit grosser Sicherheit erschliessen. In der ausgewachsenen Larve sind die innern Organe der

vordern Segmente von aussen vollständig verdeckt und wie mit einem grauen Mantel umgeben; die Thoracalscheiben, enorm vergrössert, sind seitlich, sowie in der Mittellinie des Rückens und Bauchs zusammengestossen und bilden einen geschlossenen Ring, dessen einzelne Stücke bereits miteinander zu verwachsen beginnen. Von aussen gewahrt man hauptsächlich nur die Anhänge, zuvörderst liegen spiralig zusammengerollt die schwarzen Tracheenkiemen, dann folgen ohne freien Zwischenraum die Flügel, welche isolirt sich bereits entfalten lassen und auf einem Basalstück, der Rücken Hälfte des Mesothorax aufsitzen, hinter den Flügeln die Schwinger, in ihrer faltig zusammengelegten Form schwer erkennbar. Die untere Hälfte des Thorax wird von den drei Beinscheiben geschlossen, deren Anhänge in ihrer äussern Form bereits vollständig entwickelt sind. In dieser Periode ist es schon möglich, nach Entfernung des Larvenkopfes den Thorax des Imago im Zusammenhang aus der Larve hervorzuquetschen, und in dem Larvenkopf erkennt man, in Verbindung stehend mit dem Hirnknoten den Kopf des Imago (Augen, Fühler und Mundtheile). Wenn die Larvenhaut abgeworfen wird, ist Kopf, Thorax und Hinterleib gebildet, die Basaltheile der Scheiben sind verschmolzen, und die Tracheenkiemen sitzen dicht vor der Wurzel der Flügel, zwischen ihr und dem Kopf, also auf dem Rücken des Prothorax, an dessen Bildung sie ohne Zweifel Theil genommen haben. Beim Abwerfen der Larvenhaut reisst die Hülle der Kiemenscheibe entzwei, die Spirale entrollt sich, und die Tracheenkiemen liegen bis zum Knie ihres Stammes ausserhalb der Puppenhülle.

III. Die Entwicklung der Beine in der Larve von Chironomus nigro-viridis Macq. (?)

Wenn ich zur Veranschaulichung des Modus, nach welchem die Beine sich aus den Scheiben entwickeln, ein andres Mückengenus wähle, so hat dies seinen Grund in dem zufälligen Umstand, dass sich die meisten meiner Aufzeichnungen nicht auf Simulia, sondern auf Chironomus¹⁰⁾ beziehen. Das Mitzutheilende gilt nichtsdestoweniger in derselben Weise auch für Simulia und wahrscheinlich für alle Mücken. Die Lage der

¹⁰⁾ Es kamen mehrere Chironomus-Arten zur Untersuchung, am häufigsten Ch. nigro-viridis Macq. oder doch eine ihm ganz nahe stehende Art.

sechs Thoracalscheibenpaare ist bei *Chironomus* ganz ähnlich wie bei *Simulia*. Ihre erste Bildung, die Differenzirung der Zellenmasse in einen spiralig aufgerollten soliden Zellencylinder übergehe ich, um Wiederholungen zu vermeiden. Auch hier existirt eine besondere Hülle der Scheibe, die indessen nicht mit der später entstehenden Puppenhaut zu verwechseln ist. Die Hülle der Scheibe geht bei der Verpuppung verloren, während diese — ebenfalls eine reine Cuticularbildung — erst nach der Differenzirung des Scheibeninhaltes in cylindrische Stränge auf der Oberfläche der letzteren abgelagert wird. In einer Larve von 1 Cent. Länge besitzt gewöhnlich (die Länge ist kein sicheres Criterium des Entwicklungsstadiums) die Fuss Scheibe des Prothoracalsegmentes eine Länge von 0,26 Mm. und befindet sich in dem soeben erwähnten Stadium, in welchem sich auf der Oberfläche solider Zellenwülste eine Cuticula ausscheidet. Sodann beginnt ein Hohlraum sich in der Axe des Zellenstrangs zu bilden, der sich bald bedeutend erweitert, und gegen welchen sich die Zellenrinde durch eine sehr feine, structurlose Cuticula abgrenzt. Zugleich modellt sich die äussere Form etwas um, die Spitze des Zellenstranges verdickt sich kolbig, und der Axenhohlraum endet hier mit dreieckiger Erweiterung (Fig. 21). In seinem Innern lagern sich sehr zarte, blasse Längsstränge ab: die Anlage der Chitinsehnern. Bald erleidet die äussere Gestalt weitere Veränderungen, die Gelenke werden durch quere Faltungen der Zellenrinde angedeutet und auf der kolbigen Spitze des Fusses erscheint eine quere Einziehung, die sich in zwei ungleiche Hälften theilt, aus deren einer sich die Klauen, aus der andern die Fusslappen bilden (Fig. 22). Ehe die Differenzirung aber so weit vorgeschritten ist, hebt sich die Cuticula von der Oberfläche ab, an welcher sie bisher dicht anlag, und erscheint als selbstständige, ziemlich derbe faltige Membran, die spätere Puppenhaut, während die Oberfläche der Zellenrinde selbst von einer neuen, sehr feinen, erst später als besondere Haut wahrzunehmenden Cuticularschicht begrenzt wird (Fig. 23). In der Axe des Beins verdickt sich die Sehnenanlage und stellt einen unregelmässig längsstreifigen, blassen Strang dar, umgeben von einem Hohlraum, welcher jetzt mit dem rothen Blut der Larve angefüllt ist, ein Zeichen, dass die Verwachsung der Basalstücke der Thoracalscheiben zum Thorax bereits stattgefunden hat.

So verhält es sich in einer Larve von 1,2 Cent. Länge. In welcher Weise sich die Muskeln innerhalb dieser Zellenschläuche bilden, ist bereits an einem andern Ort von mir gezeigt worden.¹¹⁾ Ich vermeide die Wiederholung um so mehr, als ich bei

¹¹⁾ Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Vertheilung in die grossen Gruppen des Thierreichs, sowie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente. *Ztschr. f. rat. Med.* Bd. XV. S. 60.

einer späteren Gelegenheit ausführlich auf die histologische Differenzirung der neuangelegten Theile des Imago zurückzukommen gedenke, und bemerke hier nur, dass bereits während des Larvenlebens die Muskeln der Extremitäten als isolirbare Gebilde angelegt werden, um in der Puppe dann ihre vollständige Ausbildung zu erreichen. In der ausgewachsenen Larve, deren Länge 1,4 bis 1,5 Cent. beträgt, sind die Extremitäten in ihrer äussern Form vollendet, die Articulationen sämmtlich vorhanden, eine dünne, farblose Cuticula bedeckt die Oberfläche der Zellenrinde und am fünften Tarsalglied finden sich Fusslappen und Klaue, eingehüllt, wie das ganze Glied, in die weit-abstehende Puppenhaut (Fig. 24).

Nach vorstehenden Beobachtungen könnte man die feststehenden Punkte etwa in folgender Weise zusammenfassen:

Der Körper des ausgebildeten Insekts entsteht unabhängig von der äussern Haut der Larve; Kopf, Thorax und Hinterleib mit ihren Anhängen sind Neubildungen. Kopf und Thorax setzen sich aus einzelnen, selbstständig entstehenden Theilen zusammen, welche bereits in der frühesten Zeit des Larvenlebens als ganglienähnliche, von selbstständiger Membran eingehüllte Zellenanhäufungen angelegt werden. Die Anlage des Auges nimmt allmähig Kugelgestalt an, die Anlagen der übrigen Theile gestalten sich zu platten Scheiben, in deren anfangs gleichförmiger Zellenmasse, je nach der Form der zu bildenden Theile, eine Differenzirung in dreifacher Weise eintreten kann. Entweder wächst die Zellenmasse zu einer gefalteten Membran aus (Flügel, Thoracalstücke), oder sie schnürt sich durch Entstehen spiraliger Furchen zu einem einzigen, unverästelten Zellenstrang ab (Antennen, Beine, Stigmenhörner von *Musca* (?)), oder es werden mehrere, untereinander zusammenhängende, sich mehr oder minder verästelnde Stränge abgeschnürt (Tracheenkiemen von *Simulia* und *Chironomus*). Die Bildungsscheiben entwickeln sich im Innern des Larvenkörpers entweder im Verlauf eines Nerven, dessen Leitungsfähigkeit sie dann für die Dauer des Larvenlebens nicht zerstören,

oder durch Wucherung der Peritonealhülle gewisser Tracheenstämme. Ein jedes der drei Thoracalsegmente wird aus zwei Scheibenpaaren zusammengesetzt. Die unteren entwickeln als Anhänge die Beinpaare, als Basalstücke die ventrale Hälfte des betreffenden Segmentes, die oberen bilden die obere Hälfte der Segmente und für den Prothorax als Anhang einfache Stigmenhörner oder auch Kiemen, für den Mesothorax die Flügel und für den Metathorax (bei den Dipteren) die Schwinger.

Ehe die durch Beobachtung geschaffene Basis der Thatsachen noch erweitert und befestigt sein wird, ist es fruchtlos, weitergehende Schlüsse zu ziehen und allgemeine morphologische Betrachtungen anzustellen. Um einen vollständigen Einblick in das Wesen der Insektenmetamorphose zu erlangen, muss nicht nur die Entstehung der äussern Körperform, des Thorax und Hinterleibs und vor Allem die des Kopfes mit den Mundtheilen ins Specielle verfolgt werden, sondern zugleich auch die Bildung der innern Organe, des Respirations-, Nerven- und Circulations-Systems, der Muskeln, des Verdauungs- und Generationsapparates, es muss genau beobachtet werden, in welcher Weise und aus welchen Elementen sich die Organe des Imago aufbauen und in welcher Beziehung dieselben zu den entsprechenden Organen der Larve stehen. Eine Entwicklungsgeschichte der Insekten in diesem Sinne ist die Aufgabe, welche ich mir gestellt habe; zahlreiche Beobachtungen, während einer zweijährigen Mussezeit gesammelt, liegen mir bereits vor, und ich hoffe in nicht zu ferner Zeit die hier mitgetheilten Untersuchungen vervollständigen und einem grösseren Ganzen einordnen zu können.



Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Der vordere Theil einer jüngeren Larve von *Simulia sericea*, um die Lage der Thoracalscheiben zu zeigen. *op* obere, *up* untere Prothoracalscheibe; *oms* obere, *ums* untere Mesothoracalscheibe; *omt* obere, *umt* untere Metathoracalscheibe. *g*¹, *g*², *g*³, erstes, zweites und drittes Bauchganglion. *us* unteres, *os* oberes Schlundganglion; *au* Augen, *sp* Speicheldrüsendrang; *af* Afterfuss, *tr* Tracheenstamm. Der interessante Kau- und Fangapparat der Larve ist in der Zeichnung nur oberflächlich angedeutet. Vergr. 50.

Die Figg. 2—14 beziehen sich auf die Entwicklung von *Musca vomitoria*.

Fig. 2. Centralnervensystem einer jungen, 0,35 Cent. langen Larve von *Musca vomitoria*, Dorsalansicht. *bg* die zu einem konischen Zapfen verschmolzenen Bauchganglien, *hm*, *hm'* Hemisphären (obere Schlundganglien); *a* lappiger Anhang auf denselben, aus welchen sich Augen und Fühler entwickeln. Vergr. 80.

Fig. 3. Dasselbe in Ventralansicht. *sn*, der nervöse Stiel, an welchem der lappige Anhang *a* ansitzt.

Fig. 4. Centralnervensystem einer etwas älteren Larve, Profilansicht; der lappige Anhang bedeutend vergrößert, und in einen basalen und einen peripherischen Theil getrennt, ersterer (*aus*) Anlage der Augen, letzterer (*fls*) die der Antennen. An dem vordersten seitlich vom Bauchstrang (*bg*) abgehenden Nerven eine gangliöse Anschwellung die Anlage der untern Mesothoracalscheibe (*ums*).

Fig. 5. Untere Prothoracalscheiben aus einer Larve von 0,7 Cent. Länge. *n*, *n'* Stiel (zuführende Nerven), *ms* medianer Strang, *ls*, *ls'* lateralen Stränge, *tr* das in dieselben eintretende Tracheenstämmchen. Vergröss. 350.

Fig. 6. Untere Prothoracalscheiben einer Larve von 1,3 Cent. Länge, schwache Vergröss. (etwa $\frac{50}{1}$). Die gemeinsame Anschwellung der beiden Nerven *n*, *n'* in zwei birnförmige Scheiben ausgewachsen, in denen bereits Spiralwindungen. Die in die lateralen Stränge (*ls*, *ls'*) eintretenden Tracheenstämmchen (*tr*) sind hinter der Eintrittsstelle durch einen Querast miteinander verbunden.

Fig. 7. Die unteren Prothoracalscheiben aus einer ausgewachsenen Larve, Dorsalansicht. *au* Ansatzstelle des Nerven an die Scheibe sichtbar; trichterförmige Vertiefung in der Mitte der Scheiben.

Fig. 8. Untere Prothoracalscheiben aus einer zweitägigen Puppe; dünnwandige Blasen, die Zellenmasse in Bein und ventrale Hälfte des Prothorax differenzirt, *t*⁵ fünftes, *t*¹ erstes Tarsalglied, *tb* Tibia, *f* Femur, *c* Coxa.

Fig. 9. Aus einer Larve von 0,6 Cent. Länge. Gangliöse Anschwellung des vordersten der seitlich vom Bauchstrang abgehenden Nerven, aus welcher sich die untere Mesothoracalscheibe entwickelt (*ums*); *n* nervöser Stiel, *tr* das schlingenförmig umbiegende Tracheenröhrchen in zweien der Ausläufer.

Taf. II.

Fig. 10. Anlage der obern Mesothoracalscheibe (Flügelscheibe) aus einer Larve von 0,7 Cent. Länge. *Tr* Tracheenstamm, an einem Seitenast desselben sitzt die Scheibe an (*oms*), nach der Peripherie zu allmählig in die Peritonealhülle (*p*) der Trachee übergehend. *tr* neugebildete, mit starken Spiralwindungen versehene, aber noch nicht luftthaltige Intima, *tr'* die alte, mit Luft gefüllte Intima. Vergr. 350.

Fig. 11. Aus einer ausgewachsenen Larve. Die mit dem Centralnervensystem in Verbindung stehenden Bildungsscheiben, Ventralansicht. *hm* Hemisphären, *bg* Bauchganglienstrang, von welchem seitlich die Nerven ausstrahlen. An dem vordersten derselben die untern Mesothoracalscheiben (*ums*), in welchen bereits starke Spiralwindungen. An den nach vorn abgehenden Nerven des Bauchstrangs sitzen die in der Mittellinie verwachsenen untern Prothoracalscheiben (*up*) oder vordern Fusscheiben, nach vornen in zwei laterale und einen medianen Strang auslaufend. Der Stiel der vordern wie der mittleren Fusscheibe sendet unmittelbar vor der Anschwellung in die Scheibe einen dünneren Seitennerv ab, der zu den Muskeln der Körperwand läuft. Den Hemisphären liegen die Augenscheiben (*aus*) auf, mit deren Hülle die jetzt, ähnlich wie die Fusscheiben, mit spiraligen Furchen versehenen Fühlerscheiben zusammenhängen. Vergr. 50.

Fig. 12. Etwa dasselbe Stadium. Dorsalansicht. *hm* Hemisphären, *aus* Augenscheiben, *fls* Fühlerscheiben, die gemeinschaftliche Hülle beider in der Mittellinie verwachsen; vor der Commissur erkennt man in der Tiefe die vordern Fusscheiben (*up*), hinter den Hemisphären an den Seiten des Bauchganglienstrangs die mittleren Fusscheiben.

Fig. 13. Aus einer zweitägigen Puppe. Die mittlere Fusscheibe (untere Mesothoracalscheibe) der linken Seite in Dorsalansicht. *st* Stiel, von welchem der schwächere Nerv *n* abgeht. Innerhalb der blasig angeschwellten, zarten Hülle der Scheibe liegt zu oberst das Thoracalstück (*th*) die oberen Theile des Anhangs (Beins) zum grossen Theil bedeckend. Die 5 Tarsalglieder und die Tibia sehr deutlich. Vergr. 50.

Fig. 14. Aus einer ausgewachsenen Larve. Die drei den Tracheen anhängenden Scheiben. *Tr* Tracheenstamm, mit welchem die Flügelscheibe (*oms*) scheinbar zusammenhängt, in der That aber denselben nur bedeckt und dem Seitenast ansitzt, der durch sie hindurchschimmernd zu erkennen ist. *umt* untere Metathoracalscheibe (hintere Fusscheibe) an einem blassen Stiel (*st*), demselben Tracheenast ansitzend, von welchem auch die obere Metathoracalscheibe (Schwingerscheibe) *omt* ihren Ursprung nimmt. Vergröss. 50.

Fig. 15. Die obere Prothoracalscheibe (Kiemenscheibe) einer Larve von *Simulia sericea* von 0,52 Cent. Länge. Die Differenzirung der früher gleichmässigen Zellenmasse hat begonnen, man unterscheidet mehrere Windungen wulstiger Zellenmassen. *Tr* der Tracheenstamm, bei *a* das auf dem scheinbaren Querschnitt gesehene Lumen des sich bildenden Verbindungsstückes zwischen dem Tracheenstamm und dem Scheibeneinhalt. Vergröss. 200.

Taf. III.

Fig. 16. Die obere Prothoracalscheibe und ein Theil der obern Mesothoracalscheibe von *Simulia s.* aus einem späteren Stadium (Grösse der Larve wie in Fig. 15 = 0,5 Cent.). *h* äussere Haut der Larve, *op* obere Prothoracalscheibe dem Tracheenstamm ansitzend. Ihre Zellenmasse hat sich zu cylindrischen Schläuchen differenzirt, an welchen bereits das Lumen und die aus einfacher Zellenlage bestehende Rinde deutlich unterscheidbar ist. *oms* obere Mesothoracalscheibe, ihr Inhalt eine faltig zusammengelegte Membran (die späteren Flügel). Vergröss. 200.

Fig. 17. Die obere Prothoracalscheibe einer Larve von 0,62 Cent. Länge. Die spiralig zusammengewundenen Röhren der Tracheenkiemen haben bereits schwärzliche Färbung angenommen. Vergröss. 80.

Fig. 18. Entwicklung der Röhren der Tracheenkieme. *A.* frühestes Stadium, ein solider Zellencylinder; *B.* das Stadium etwa von Fig. 16, schmales Lumen, feine structurlose Intima, einfache Schicht im Profil quadratischer Zellen, dicke aus zwei Lagen bestehende Cuticularschicht, die innere Lage schon dunkel, die äussere von Porenkanälen durchsetzt. *C.* Ausgebildetes Organ; die dunkle Färbung der Cuticularschicht verhindert die Erkennung der darunter liegenden Zellen. Poren von der Fläche als kleine kreisrunde Punktchen. Vergr. 350.

Fig. 19. Tracheenkieme der Puppe von *Simulia sericea* in entrolltem Zustand. *v* Verbindungsstück mit dem Tracheenstamm im Körper der Puppe. Vergröss. 80.

Fig. 20. Dieses Verbindungsstück allein, stärker vergrössert ($200/1$), in Zusammenhang mit dem Tracheensystem im Innern des Körpers (aus einer ausgewachsenen Larve). *tr* Tracheenstamm der Larve dicht vor seiner Theilungstelle, *A* der innere, *B* der äussere Schenkel des Verbindungsstückes; *i* Intima, mit der neugebildeten Intima der Tracheenstämme in Continuität.

Fig. 21. Aus der Larve von *Simulia sericea*; das Ende eines Fuss Schlauchs. Der früher solide Zellen-cylinder ist hohl geworden, die Zellenrinde hat nach aussen wie nach innen gegen das Lumen hin eine feine Cuticula ausgeschieden. Im Lumen ein zarter blasser Strang, erste Anlage einer Chitinsehne. Vergröss. 200.

Fig. 22. Ein etwas weiter entwickeltes Bein aus einer Larve von *Chironomus*; die Höhle hat sich erweitert, die äussere Cuticularschicht sich verdickt.

Fig. 23. Ebenfalls von *Chironomus*; Entwicklung noch weiter fortgeschritten, Gelenke gebildet, die äussere Cuticularschicht als Puppenhaut (*ph*) vom Glied abgehoben und durch einen hellen, mit Flüssigkeit gefüllten Raum von ihm getrennt. *s* Chitinsehne, *h* Hohlraum im Innern des Beins.

Fig. 24. Aus einer ausgewachsenen Larve von *Chironomus*. Tarsalglied eines Beins. *ph* Puppenhülle, *ch* neue, aber noch sehr zarte Chitinhaut; *s* Sehne.

Fig. 25. Aus einer ausgewachsenen Larve von *Musca vomitoria*. Stiel des ersten Fuss scheibenpaars (der untern Prothoracalscheibe). *up* der Rand der Scheibe, deren Zellen wegen grosser Dicke des Objectes nur undeutlich. Im Stiel viele sich unter spitzen Winkeln kreuzende Axencylinder, zwischen ihnen Kerne. Vergröss. 350.



Fig. 1.

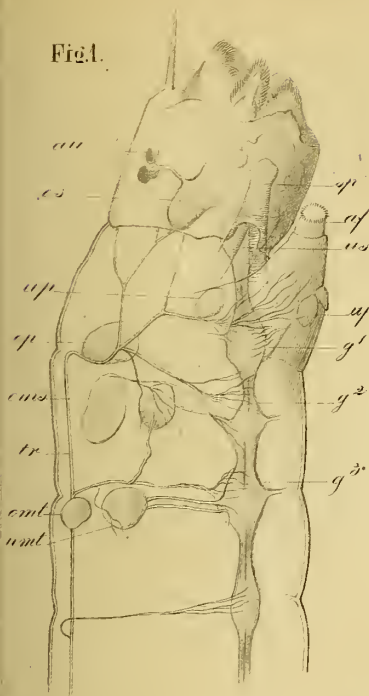


Fig. 2.

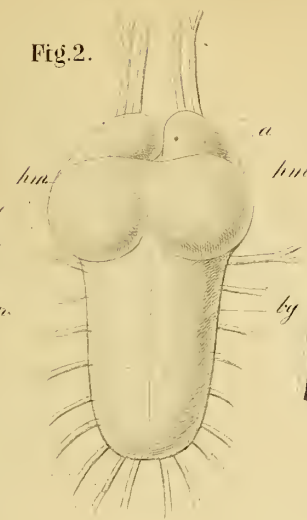


Fig. 5.

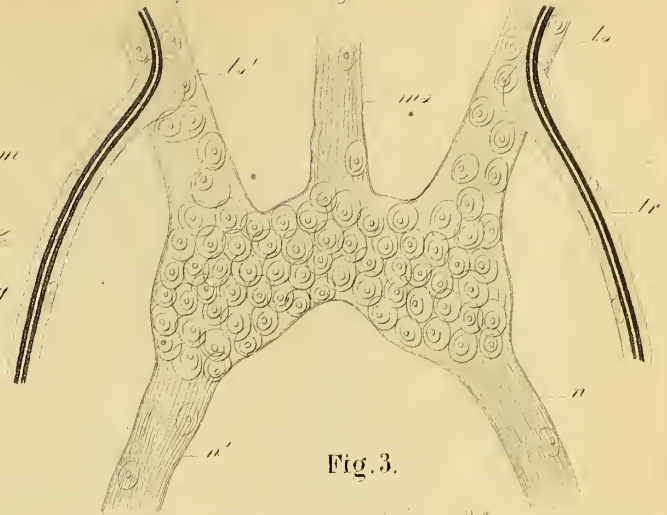


Fig. 3.

Fig. 4.

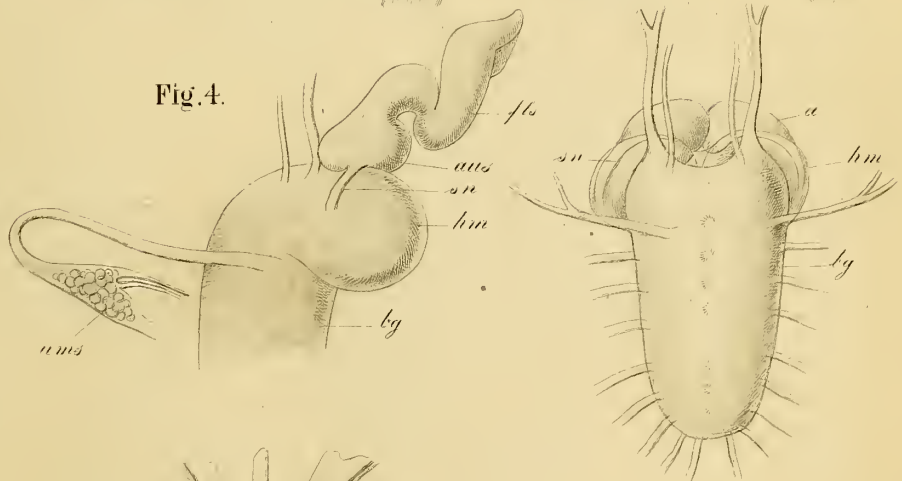


Fig. 6.

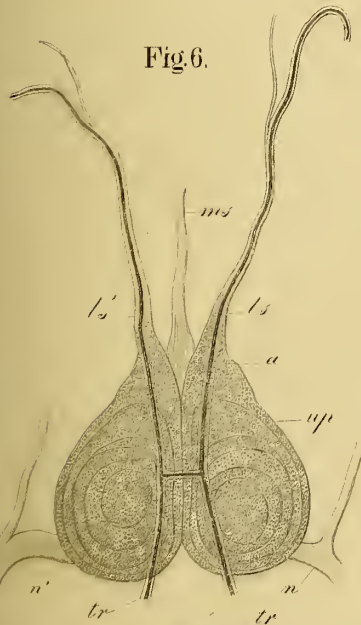


Fig. 7.

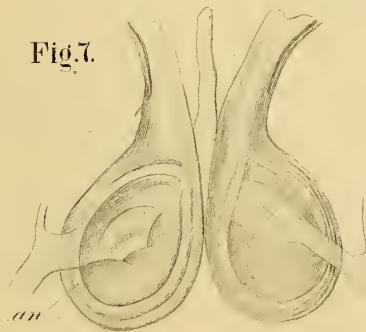


Fig. 8.

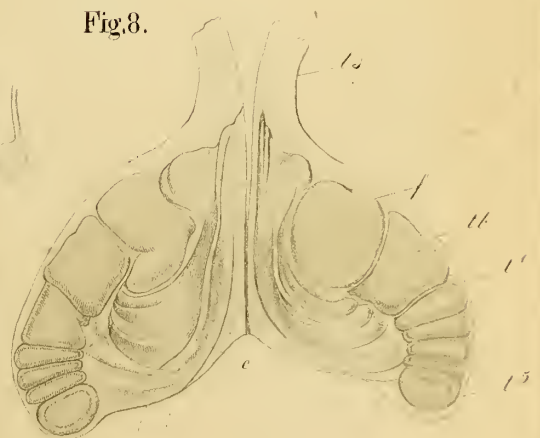
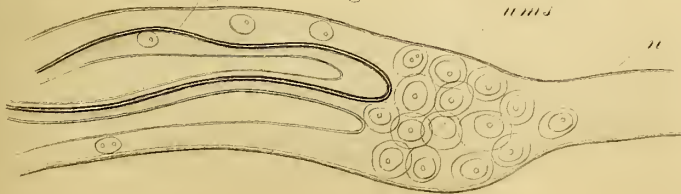


Fig. 9.



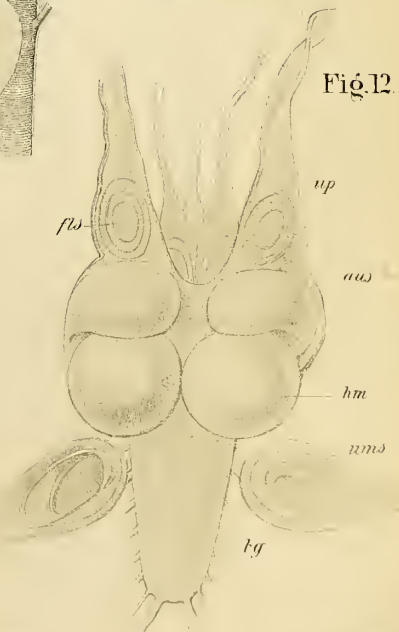
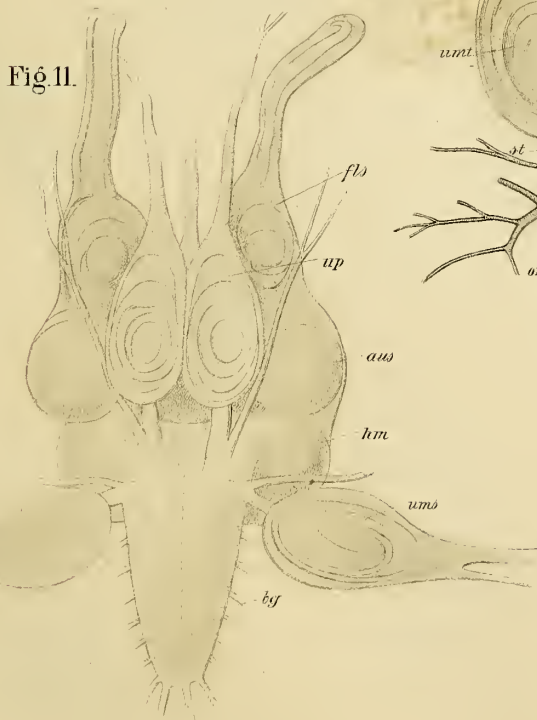
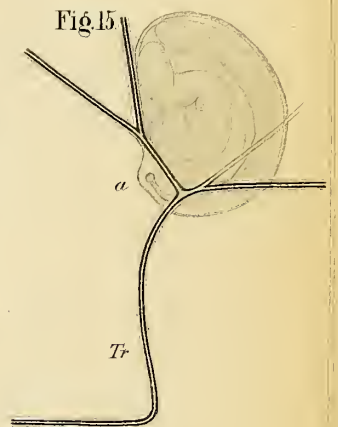
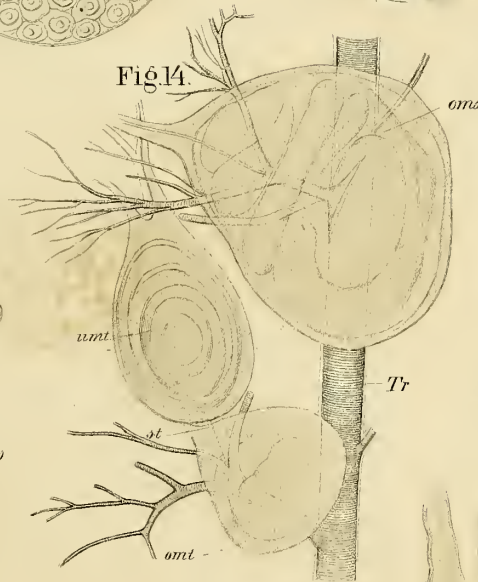
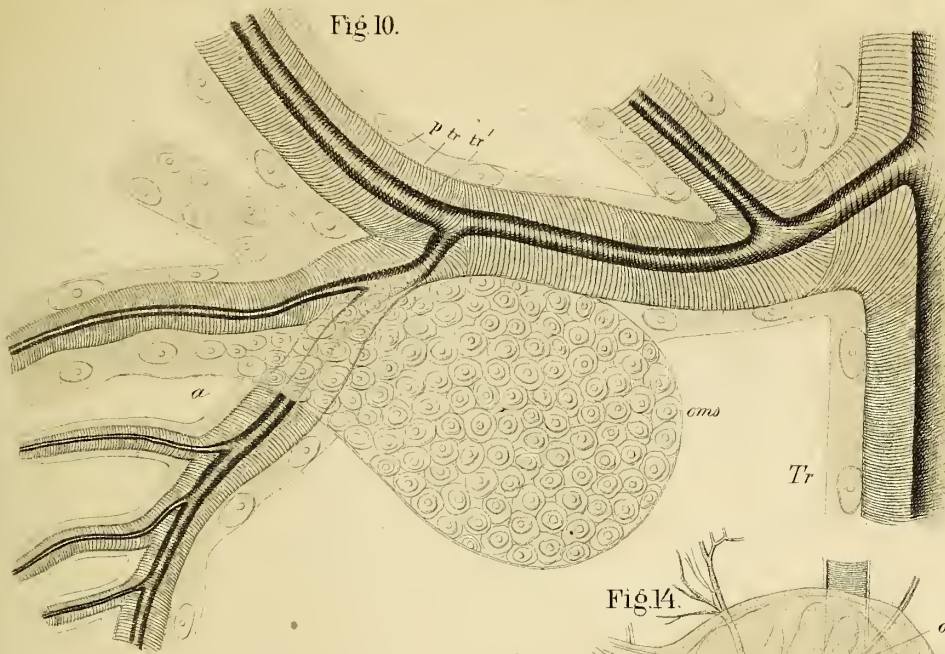


Fig. 16.

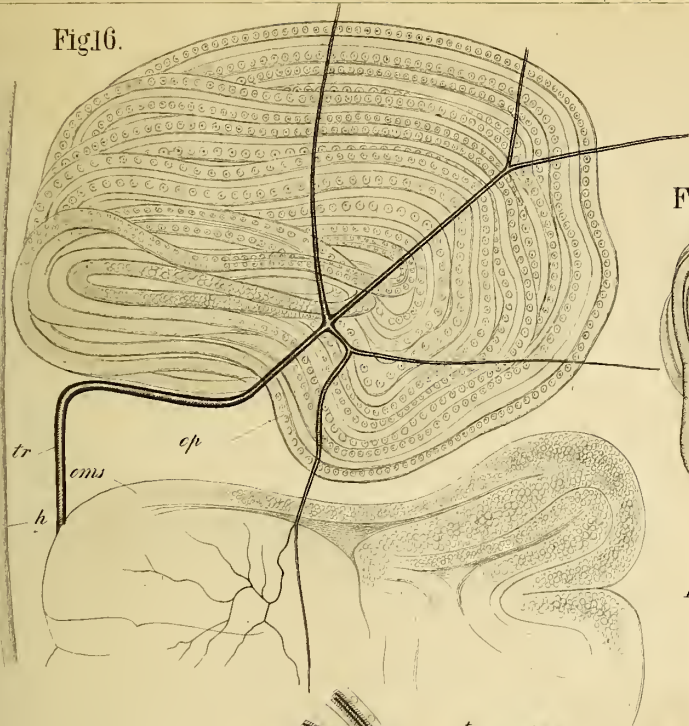


Fig. 19.

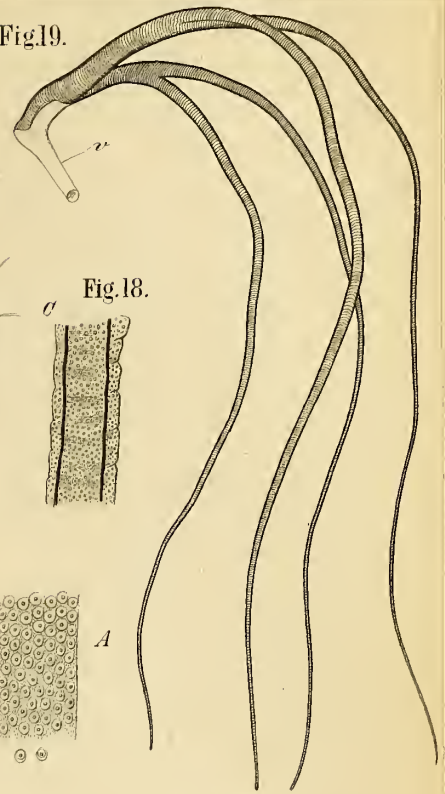


Fig. 17.

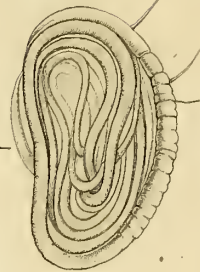
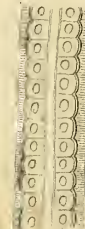


Fig. 18.



B



A



Fig. 20.

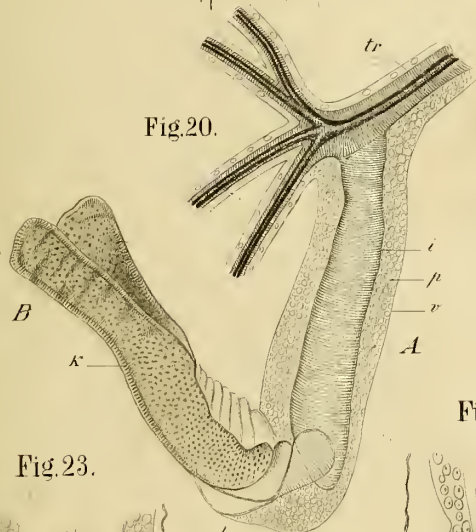


Fig. 21.



Fig. 22.



Fig. 23.

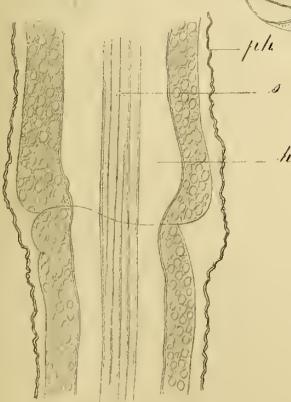


Fig. 24.

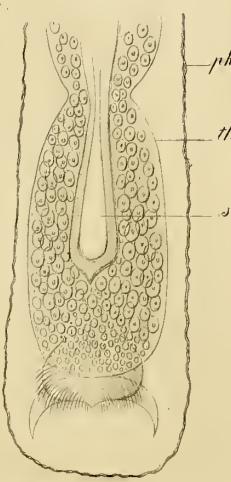
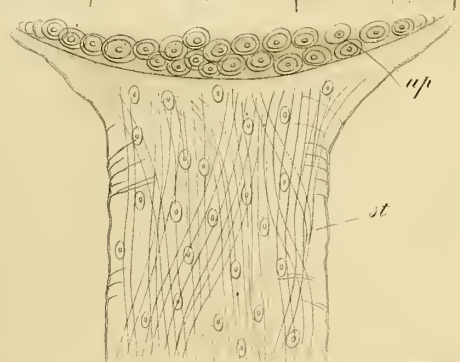


Fig. 25.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1862-1863

Band/Volume: [4_1862-1863](#)

Autor(en)/Author(s): Weismann August

Artikel/Article: [Ueber die Entstehung des vollendeten Insekts in der Larve und Puppe. Ein Beitrag zur Metamorphose der Insekten 227-260](#)