

Zur Entwicklungsgeschichte der Biene.

Von

Dr. O. Bütschli in Frankfurt a. M.

(Mit Tafel XXIV—XXVII.)

Eine reiche Vermehrung hat unser Wissen von der Entwicklung der Insekten in den letzten Jahren erfahren, eine grosse Zahl eingehender Specialarbeiten sind über diesen Gegenstand erschienen und haben uns mit interessanten Einzelheiten in Menge, weniger mit allgemeinen Resultaten bekannt gemacht. Es hat sich herausgestellt, dass innerhalb der hier betrachteten Klasse eine reiche Mannigfaltigkeit, die früher nicht geahnt wurde, die Entwicklungsvorgänge belebt, eine Mannigfaltigkeit, die jedoch vielleicht nicht so ohne innere Verknüpfung dasteht, wie sie ihren ersten Entdeckern wohl erschien. Worauf uns jedoch die bis jetzt erschienenen Arbeiten hinwiesen, war, die Forschungen auf diesem Gebiet nicht ruhen zu lassen, auf jenem einmal so schön gebahnten Pfade weiter vorwärtszuschreiten. Ich würde die auf die nachstehende Arbeit verwendete Zeit nicht für verloren erachten, wenn durch dieselbe dieser Fortschritt auch nur in Einzelheiten und um sehr wenig gefördert würde.

Die Entwicklungsgeschichte der Hymenopteren im Ei wurde bis jetzt fast nicht verfolgt, es waren allein die Ichneumoniden, die sich einer grösseren Aufmerksamkeit erfreuten ¹⁾, eine Abtheilung, die ihrer eigenthümlichen Lebensweise halber, wenn auch sehr interessante Thatsachen bot, jedoch uns nicht denjenigen Entwicklungsgang darbieten konnte, der als ein regelmässiger, in jener Insektenordnung weiter verbreiteter zu betrachten gewesen wäre. Die parasitische Lebensweise, gar schon die der Eier, ist stets mit mannigfachen Eigenthümlichkeiten und Absonderlichkeiten verknüpft.

1) GANIN, Beiträge zur Erkenntniss der Entwicklungsgeschichte bei den Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, XIX. Bd., 3. Heft.

Ueber die Biene und ihre nächsten Verwandten ist, so viel mir bekannt, fast nichts in Betreff ihrer Entwicklung im Ei bis jetzt näher erforscht; das Einzige, was hierüber veröffentlicht wurde, ist eine von WEISMANN herrührende Bemerkung in den »Embryologischen Studien an Insekten« von E. MECZNIKOFF (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 46, S. 488). WEISMANN schreibt hier der Biene in Bezug auf ihre erste Entwicklung so eigenthümliche Verhältnisse zu, dass, wenn dieselben sich bestätigten, die Biene eine ganz exceptionelle Stellung unter sämmtlichen bis jetzt auf ihre Entwicklung geprüften Insekten einnehmen würde. Ohne an dieser Stelle näher auf jene WEISMANN'sche Ansicht einzugehen, will ich hier nur bemerken, dass meine Untersuchungen dieselbe in keinem Punkt zu stützen vermögen. Bevor ich auf die nähere Beschreibung und Auseinandersetzung der Entwicklungsvorgänge selbst eingehe, muss ich zu meinem Bedauern bemerken, dass meine Untersuchungen nicht bis zu der wünschenswerthen Vollständigkeit gelangt sind; der Mangel des Materials nöthigte mich dieselben abubrechen, bevor noch so manche Lücke ausgefüllt war. Trotzdem glaube ich, dass ungeachtet ihrer Lückenhaftigkeit meine Resultate einiges Beachtenswerthe einschliessen möchten.

Die Biene ist ein treffliches Material zur Beobachtung entwicklungsgeschichtlicher Processe; die Durchsichtigkeit der Eier lässt in möglichst frischem Zustand wenig zu wünschen übrig, auch ist die Betrachtung der Eier von allen Seiten leicht durch Rollung derselben zwischen Deckgläschen und Objectträger zu ermöglichen. Nur ihr rasches Verderben nach der Herausnahme aus der ihnen zusagenden Temperatur des Bienenstocks ist hinderlich, doch halten sie sich bis 3 Tage nach der Herausnahme auch bei ziemlich niedriger Temperatur leidlich; ihre weitere Entwicklung sistirt jedoch, so weit ich finden konnte, sogleich nachdem sie dem mütterlichen Stock entzogen sind.

Bei dem Versuch, die von mir erlangten Resultate in einer geordneten und möglichst natürlichen Weise zusammenzustellen, will es mir nicht recht gelingen, den gewöhnlichen Weg einzuschlagen, nämlich die ganze Entwicklungsreihe in eine Anzahl möglichst natürlicher Unterabtheilungen oder Perioden zu trennen; ich werde daher auf die Weise verfahren, dass ich die ersten Vorgänge der Entwicklung ausführlicher beschreibe und von der Zeit ab, wo sich die spätere Gestalt der Larve am Embryo allmählig herankommt, hauptsächlich die äusseren Gestaltsverhältnisse berücksichtige, späterhin dann von den einzelnen Organen, was mir in Bezug auf ihre Entwicklung aufzufinden möglich war, gesondert darlege.

Das Ei der Biene hat eine langgestreckte, fast cylindrische Gestalt

mit abgerundeten Enden. Seine beiden Pole sind etwas verschieden gebildet; der vordere, d. h. derjenige, in dem sich späterhin der Kopf der Larve ausbildet, ist breiter und schön abgerundet, er trägt auf seiner Mitte die Mikropyle; der hintere Pol hingegen ist schmaler und häufig etwas abgeplattet, so dass sich also das Ei von vorn nach hinten etwas verschmälert. In der Längenausdehnung ist es auf einer Seite schwach convex hervorgewölbt, auf der anderen Seite hingegen entsprechend concav nach innen einspringend oder bis fast gerade. Es besitzt deutlich zwei Häute, ein äusseres festes und sehr zähes Chorion, das hübsch sechsseitig gefeldert, ein Umstand, der nicht selten für die Beobachtung sehr störend ist, und eine innere sehr zarte, structurlose Dotterhaut, die nur unter günstigen Umständen am frischen, gut erhaltenen Ei, häufig jedoch und vorzüglich schön an verdorbenen Eiern zu sehen ist, wo sie sich auf ziemliche Strecken vom Chorion abhebt. Ueber die Mikropyle besitze ich keine besonderen Beobachtungen, was ich jedoch gelegentlich davon gesehen habe, spricht für die von LEUCKART gegebene Deutung dieses bei den Bienen so sehr schwierig zu verstehenden Apparats¹⁾.

Die Elemente des Dotters, der anfanglich die Eihüllen völlig ausfüllt, sind folgende: Dicht aneinander liegende grosse, sehr helle Blasen oder vielmehr Tropfen bilden seine Hauptmasse; ich habe ihre Grösse nicht gemessen, schätze sie jedoch bis auf 0,05 Mm. und mehr Durchmesser; es finden sich jedoch grössere und kleinere in buntem Gewirre, alle verkittet durch eine schwach grünliche, zähe und durch Zusatz von Essigsäure gerinnende Masse, wogegen die grossen Tropfen, wohl unzweifelhaft Fett, durch dies Reagenz nicht alterirt werden. In der grünlichen Zwischenmasse finden sich eine Menge stärker grün gefärbter Körner zerstreut; sie haben eine rundliche, jedoch häufig auch stumpfeckige Gestalt. Gewöhnlich ist die Oberfläche des Dotters von einer sehr feinkörnigen Masse (sie ist auf Taf. XXIV, Fig. 4 angedeutet) theilweise oder gänzlich überzogen, eine Masse, die ich schon als den ersten Schritt der Entwicklung bezeichnend betrachte. Die Elemente des Dotters erhalten sich in der beschriebenen Weise ziemlich unverändert, so lange überhaupt noch Dotter sichtbar ist.

Ein Keimbläschen sah ich bei den aus den Zellen genommenen Eiern nicht mehr, habe jedoch auch nicht besonders danach gesucht.

Als erstes Zeichen der beginnenden Entwicklung muss ich eben das Auftreten jener feinkörnigen Masse auf der Oberfläche des Dotters betrachten, einer Masse, die ich als identisch mit dem bei den übrigen

1) LEUCKART, Bienenzeitung, 1853, S. 204.

Insekten auftretenden Keimhautblastem betrachten muss, obgleich es sich bei der Biene stets im Vergleich zu der Grösse des Eies in sehr unbeträchtlicher Menge vorfindet. Häufig nur hie und da auf dem Dotter in grösserer Menge angehäuft, traf ich nur einmal ein Ei, bei dem es auf der concaven Eiseite eine Dicke von 0,040 Mm. erreichte, eine Dicke, die es wohl nie beträchtlich übersteigen wird, da die der ersten Blastodermzellen kaum mehr beträgt.

Gleichzeitig mit diesem Vorgang zieht sich der Dotter an beiden Polen auf kurze Entfernung von den Eihäuten zurück (siehe Taf. XXIV, Fig. 4).

Es ist mir nie gelungen, das erste Auftreten der Kerne der künftigen Blastodermzellen in dem beschriebenen Keimhautblastem zu beobachten, ich fand stets schon ein ziemlich ausgebildetes Blastoderm, das nur am hintern Eipol, meist auf der concaven Eiseite, noch unvollständig war. Den vorderen Eipol sah ich gewöhnlich in Bezug auf die Grösse der Zellen voraus. Fig. 2 (Taf. XXIV) zeigt ein schon ziemlich hoch entwickeltes Blastoderm und hier zeigt sich deutlich, dass nicht nur die Höhe der Zellen vom vordern nach dem hintern Pol allmähig und sehr beträchtlich abnimmt, sondern, dass umgekehrt der Querdurchmesser am hinteren Pol ein viel bedeutender ist als vorn, so dass hier die Zellen eine quadratische oder rechteckige Gestalt annehmen, die längere Seite der Oberfläche des Dotters entlang gelegt. Bei einem Ei, dessen Blastoderm am vorderen Pol die Dicke von 0,044 Mm. erreichte, betrug dieselbe seitlich nur 0,040 Mm. und am hinteren Pol gar nur 0,0056 Mm. Bei einem Blastoderm, das sich wohl sonder Zweifel erst vor kurzer Zeit gebildet hatte, betrug die Dicke am vorderen Eipol höchstens 0,042 Mm., die Zellen am vorderen Eipol hatten einen Querdurchmesser von 0,042—0,045 Mm., am hintern Eipol hingegen erreichten sie einen Querdurchmesser von 0,048—0,027 Mm.; die stark rötlich schimmernden Kerne, auf diesem Stadium noch ohne Kernkörperchen, hatten einen ungefähren Durchmesser von 0,006 Mm.

Ungefähr auf demselben Stadium, wie das so eben erwähnte Ei, stand auch eines, bei welchem das Blastoderm auf der concaven Eiseite gegen den hintern Eipol zu noch gar nicht eigentlich geschlossen war; die Zellen waren daselbst durch breite Zwischenräume noch getrennt und hie und da von sehr beträchtlicher Grösse. Trotzdem, dass dieses Blastoderm noch sehr jung war, besaßen die Zellen schon eine deutliche Membran. Fig. 5 (Taf. XXIV) zeigt zwei dieser frei liegenden Zellen, von welchen die mit *a* bezeichnete sich durch drei deutliche Kerne auszeichnet; die durchschnittliche Grösse dieser Kerne betrug 0,008 Mm., die grösste Länge der Zelle 0,046 Mm. und die Breite

0,034 Mm. Die Zelle *b* hatte einen Kern von 0,012 Mm. Durchmesser, seine bedeutende Grösse deutete wohl auf baldige Theilung. Zwischen den durch bedeutende Zwischenräume getrennten, mit deutlicher Membran versehenen Zellen fanden sich jedoch auch Kerne, die nur von einem Protoplasmahofe umgeben waren, ohne jede Spur einer Membran. Diese Kerne, die sich in nichts von denen der mit Membranen versehenen Zellen unterscheiden liessen, sammt dem sie umgebenden feinkörnigen Protoplasmahof, sind zweifellos die ersten Anlagen späterer Keimhautzellen. Nach dem Vorderende dieses Eies hin drängten sich die Zellen mehr und mehr schliesslich dicht zusammen und ungefähr in der Mitte der concaven Eiseite fanden sich eine sehr-grosse Menge mit zwei Kernen versehener Zellen; es finden also Theilungsvorgänge statt, durch welche schliesslich die in ihrem Querdurchmesser viel kleineren Zellen des stumpfen Eipols entstehen. Dass derartige Theilungsvorgänge im Blastoderm häufig sind, dafür bürgt auch die Fig. 3*b* (Taf. XXIV), die einem etwas entwickelteren Blastoderm entnommen ist. Das Wachstum des Blastoderms in die Dicke findet auch hier vermittels der Ausscheidung eines sogenannten inneren Keimhautblastems statt; es ist dies eine äusserst feinkörnige gelbe Masse, die sich dicht unter der schon gebildeten Keimhaut einstellt und gegen sie mit scharfen Linien abschneidet, gegen den Dotter hin ist ihre Grenze mehr oder weniger unregelmässig. Sie erreicht an den Seiten des Eies, bei einem daselbst bis 0,016 Mm. dicken Blastoderm eine Dicke von 0,014 — 0,016 Mm. Ich sah dieses innere Keimhautblastem nie die Innenseite der Keimhaut gänzlich überziehen, gewöhnlich verdünnte es sich gegen beide Pole hin und fehlte häufig am vordern Pol ganz. Auf der Fig. 2 (Taf. XXIV) ist dieses innere Keimhautblastem angedeutet (*ikb*). Es gelang mir jedoch nicht, seine Betheiligung an dem Wachstum der Keimhaut auf eine so exacte Weise aufzufinden, als dies WEISMANN hauptsächlich bei *Chironomus* gelang, es hinderte daran das völlige Aufhören der Entwicklung der Eier während der Untersuchung, was dieselbe von dem Auffinden passender Stadien abhängig machte. Jedoch bemerkte ich auch hier den von WEISMANN¹⁾ und MECZNIKOFF beschriebenen Vorgang des Eindringens der Körnchen des Blastems in die Keimhautzellen. (Es wird zwar von den genannten Forschern das Eindringen der Dotterkörnchen in die Zellen beschrieben, da jedoch hier das Blastema allein feinkörnig ist, so kann hier die dunklere Färbung der centralen Abschnitte der Zellen nur von dem Eindringen dieser Blastemkörnchen herrühren. Bei *Simulia* scheint der Vorgang

1) WEISMANN, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. 13, S. 464.

sehr ähnlich zu sein ¹⁾. Der erwähnte Vorgang manifestiert sich dadurch, dass eine deutliche, centrale dunkle Zone wenigstens auf den Seiten des Blastoderms bemerklich wird (Taf. XXIV, Fig. 2 b l), nach dem hintern Eipol zu verschmälert sie sich entsprechend der Abnahme der Zellenhöhe, ebenso verliert sie nach dem vordern Eipol an Deutlichkeit. Ihre äussere Grenze bilden die innern Ränder der Kerne, die so regelmässig gelagert sind, dass eine dem Eirand parallel laufende Linie das Blastoderm auf den Seiten des Eies deutlich durchzieht. Bei einem auf der convexen Eiseite durchschnittlich 0,016 Mm. dicken Blastoderm betrug die Dicke dieser dunklen Zone ungefähr 0,008 Mm. Meine Beobachtungen über die Zeit, in der das innere Keimhautblastem vollständig schwindet, sind nicht übereinstimmend; bei einer am vorderen Pol erst 0,022 Mm. dicken Keimhaut fand ich weder ein inneres Keimhautblastem noch die dunkle Zone mehr; dagegen bei einer Keimhaut, die am vorderen Pol die Dicke von 0,036 Mm. erreichte, zwar kein Blastema mehr, jedoch die dunkle Zone, die auf der convexen Eiseite eine Dicke von 0,012 Mm. erreichte. Beiläufig bemerkt ist die Dicke von 0,036 Mm., die bedeutendste, die mir jemals ein Blastoderm zeigte. Die Fig. 4 (Taf. XXIV) zeigt eine Anzahl Zellen eines schon seiner grössten Dicke nahen Blastoderms, dieselben hatten eine durchschnittliche Länge von 0,020 Mm., ihre Kerne besaßen eine Höhe von 0,040 Mm., es sind daher wohl auch die Kerne mittlerweile etwas gewachsen; sehr deutlich ist jetzt das Kernkörperchen.

Wenn das Blastoderm am vordern Pol und den Seiten durchschnittlich eine Dicke von 0,028 — 0,036 Mm. erreicht hat, das innere Keimhautblastem und die dunkle Zone geschwunden sind, hat es seine höchste Ausbildung erreicht; es füllt dann wahrscheinlich der Dotter sammt Blastoderm die Eihäute wieder vollständig aus, jedoch bin ich darüber nicht ganz sicher.

Nie ist es mir gelungen, bei der Biene etwas den Polzellen, die bei andern Insekten eine so wichtige Rolle spielen, Aehnliches aufzufinden.

Es beginnt nun die Verdünnung d. h. besser gesagt das Auseinanderweichen des Blastoderms auf der concaven Eiseite oder der späteren Rückenseite. Der Dotter tritt auf dieser Seite wieder an die Oberfläche, indem das Blastoderm zu beiden Seiten der Mittellinie mehr und mehr auseinanderweicht und auf diese Weise eine Art Keimstreif gebildet wird. Dieser Vorgang kann nur auf die Weise stattfinden, dass sich die Zellen des Blastoderms nach der Mittellinie der Bauchseite mehr und mehr zusammendrängen, ähnlich wie dies CLAPARÈDE ²⁾ von

1) MECZNIKOFF, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 46, S. 394.

2) CLAPARÈDE, Evolution des arraignées.

dem Blastoderm der Spinnen und ZADDACH¹⁾ von dem der Phryganiden beschreibt; hierfür sprechen auch die Grössenverhältnisse der Zellen einigermassen; die Breite derselben beträgt bei Fig. 6 (Taf. XXIV) ungefähr 0,007—0,040 Mm., bei dem ausgebildeten jedoch noch vollständig geschlossenen Blastoderm dagegen durchschnittlich 0,009—0,011 Mm., nach einer meiner Aufzeichnungen sogar bis 0,014 Mm. Dagegen fand ich die Dicke des zusammengezogenen Blastoderms bei Fig. 6 (Taf. XXIV) an der dicksten Stelle nur 0,028 Mm., sie kann also kaum um etwas zugenommen haben. Das ganze Blastoderm ist um diese Zeit noch einzellig. Am spitzen Pol wird der Dotter mehr entblösst als am stumpfen, dies zeigt deutlich Fig. 6 (Taf. XXIV). An den Rändern dieses mehr provisorischen Keimstreifs stehen die Zellen weiter auseinander, auch sind sie hier entschieden grösser, indem sie Raum sich ungehindert auszubreiten haben. Ich glaube mich deutlich zu erinnern auf dem entblössten Theil des Dotters einzelne Kerne mit sie umgebendem Protoplasma gesehen zu haben, so dass also wahrscheinlich einzelne schwer wahrnehmbare Zellen die grösstentheils entblösste Rückenfläche des Dotters bedecken, Zellen, die bei der Bildung des Amnions wahrscheinlich eine wichtige Rolle zu spielen berufen sind.

Wenn das Ei auf dieser Entwicklungsstufe angelangt ist, so beginnen wichtige Veränderungen am vorderen Theil des provisorischen Keimstreifs, Veränderungen, die schliesslich zur Bildung des in der Geschichte der Erforschung der Insektenentwicklung so vielfach verkannten und missdeuteten sog. Amnion führen, einer Embryohülle, die im Gegensatz zu den Erfahrungen anderer Forscher, hauptsächlich MECZNICKOFF's, hier nicht den geringsten Antheil an der Bildung des eigentlichen Embryo nimmt, sondern als selbständige Hülle persistirt bis zum Ausschlüpfen der jungen Larve.

Ich muss hier nachholen, dass von Beginn des Auseinanderweichens der Keimhaut an der gesammte Einhalt sich mehr und mehr zusammenzieht; diese Zusammenziehung setzt sich noch eine geraume Zeit fort, wie dies ein Blick auf die folgenden Figuren lehrt, jedoch zeigt sich dabei auch, dass diese Zusammenziehung nicht immer gleichen Schritthalt mit den begleitenden Entwicklungserscheinungen. Die Fig. 8 (Taf. XXIV) zeigt uns die erste Veränderung, welche die Bildung des Amnion und des eigentlichen Keimstreifs einleitet; die Zellschicht erhebt sich ungefähr an der Umbiegungsstelle der convexen Eiseite nach dem vordern Eipol in Gestalt eines Hügels von mehr oder weniger unregelmässiger Form,

1) G. ZADDACH, Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau der Gliedertiere. 4. Heft. Entwicklung des Phryganideneies.

eines Hügels, der nach der Rückenfläche des Eies in zwei Firsten verläuft, zwischen welchen sich demnach eine Furche befindet. Die Breite der von der Keimhaut entblösten Fläche des Dotters ist noch so ziemlich dieselbe geblieben als in der Fig. 6 (Taf. XXIV), dagegen scheint mir um diese Zeit im Innern des Keimstreifs eine wesentliche Veränderung vor sich zu gehen, derselbe beginnt nämlich sich aus einer einzelligen Schicht in eine mehrzellige zu verwandeln. Die Fig. 7 (Taf. XXIV) stellt mehrere Zellen dar, die einem ungefähr auf diesem Stadium befindlichen Keimstreifen entnommen sind; im Allgemeinen zeichnen sich die Zellen zu dieser Zeit dadurch aus, dass sie gleichsam zahnartig in einander greifen, daher gewöhnlich auf einer Seite breit, auf der andern dagegen zugespitzt und häufig sogar in einem beträchtlichen Fortsatz ausgezogen sind. Daneben finden sich jedoch auch spindelförmige, mit zwei und mehr Ausläufern versehene Zellen. Eigenthümlich ist die recht reichlich vertretene Form Fig. 7d (Taf. XXIV), die T-förmig gestalteten Zellen liegen höchst wahrscheinlich so, dass der Querbalken sich an der Aussenseite des Keimstreifs befindet; es wäre nicht unmöglich, dass diese Zellenform zum Wachsthum des Amnion späterhin in Beziehung stünde. Während sich früher bei Vorhandensein zweier Kerne in einer Zelle, dieselben in der Querrichtung der Zellen neben einander legten, liegen sie jetzt in der Längsrichtung der Zelle hinter einander (siehe Fig. 7 a, b u. c (Taf. XXIV), bei letzterer Zelle sogar unzweifelhaft drei Kerne). Es finden demnach Theilungen der Zellen in der Querrichtung statt, der provisorische Keimstreif beginnt mehrere Zellenlagen zu erhalten.

Das nächste Stadium, das ich fand, wird durch die Fig. 9 (a, b u. c) (Taf. XXIV) in drei verschiedenen Lagen dargestellt. Der auf Fig. 8 erst sehr wenig erhobene Hügel am vordern Theil des Eies hat sich, indem sich gleichzeitig der Dotter vorn beträchtlich zurückgezogen, sehr erhoben und der von seinem höchsten Punkt nach hinten dem Rücken des Dotters zu abfallende Theil hat sich sehr beträchtlich verdünnt. Diese Verdünnung beruht wohl hauptsächlich darauf, dass sich dieser Theil der Emporstülpung oder Falte sehr bedeutend nach hinten auf der Rückenfläche des Dotters ausgedehnt hat (siehe die Fig. 9c, Taf. XXIV). Dieser Theil der Emporstülpung, setzt sich von dem übrigen, in seiner früheren Dicke beharrenden Theil, durch eine, nach der Bauchfläche zu vorspringende, Falte ab (siehe diese Falte en face Fig. 9a, im Profil Fig. 9 b, a f Taf. XXIV).

In der Profilansicht lässt diese Falte sich ein beträchtliches Stück an den Seiten des Dotters hinab verfolgen. Der von dieser Falte nach dem Rücken zu gelegene Theil der Dotterumhüllung ist die Anlage des Amnion.

Die Fig. 9c (Taf. XXIV), die Rückenansicht, zeigt noch sehr deutlich

die in Fig. 8 (Taf. XXIV) auch schon angedeutete Furche, die von dem höchsten Punkt dieses Amnion allmählig sich verschmälernd und seichter werdend nach hinten herabläuft, um ungefähr am Ende des vordern Drittels des Eies gänzlich zu verschwinden. Zu dieser Zeit hat das noch unvollkommene Amnion noch eine Zusammensetzung aus dicht an einander stehenden, im Profil viereckigen bis rundlichen Zellen; die Figuren 9 b und 9 c bringen seine Zusammensetzung zur Anschauung. Am Hinterende des Eies hat sich mittlerweile auch eine kleine Veränderung vollzogen, das sich sehr merklich verschmälernde Hinterende des provisorischen Keimstreifs hat sich vom Dotter an seiner Umbiegungsstelle von der convexen Eiseite zum hintern Pol etwas abgehoben. Die Figuren 9 a und 9 b (Taf. XXIV) werden hiervon ein deutlicheres Bild geben, als sich dies durch Beschreibung erzielen lässt.

Es liegt mir jetzt ob, einen auf der Bauchseite des Keimstreifs stattfindenden Vorgang zu beschreiben, der jedenfalls in naher Beziehung steht zu der Zellenvermehrung des Keimstreifs. Es ist dies das Hervortreten zweier symmetrisch liegender, scharf gezeichneter Linien (Fig. 9 a u. 9 b, f, Taf. XXIV) auf der Bauchseite. Dieselben stehen in ihrer hinteren Hälfte fast um die ganze Eibreite aus einander, im vordern Drittel nähern sie sich sehr beträchtlich um höchst wahrscheinlich, wie dies die Fig. 9 a (Taf. XXIV) andeutet, unter Umschreibung eines elliptischen bis herzförmigen Raumes sich zu vereinigen. Was die eigentliche Bedeutung dieser Linien oder vielmehr schwacher Falten betrifft, so ist es mir an dem oben beschriebenen Ei nicht gelungen, darüber ins Klare zu kommen, spätere Stadien jedoch lehren darüber, was ich hier vorgreifend berichte. Das Auftreten dieser Falten bezeichnet die sich allmählig vollziehende Bildung zweier Schichten des Keimstreifs; der zwischen beiden Falten gelegene Theil des Keimstreifs ist einschichtig, wogegen die Falte selbst die innere Grenze der Zusammensetzung aus zwei Schichten bezeichnet. Die Beschreibung der späteren Stadien wird diese Ansicht näher erläutern und mit den nöthigen Stützen versehen. Hier nur noch einige Worte über ähnliche, wenn nicht identische Vorgänge in der Entwicklungsgeschichte anderer Insekten. Wenn sich Aehnliches auf finden lässt, so ist dies entschieden das von WEISMANN bei *Chironomus* und *Musca* aufgefundene sogen. Faltenblatt, dessen Entstehung jener Forscher, so wie ich die jener oben beschriebenen Falten, einer Zellenvermehrung zuschreibt. In Betreff der Verhältnisse bei *Chironomus* will ich mich hier nicht weiter aussprechen, da die späteren Untersuchungen MECZNIKOFF's über *Simulia* und *Chironomus* das WEISMANN'sche Faltenblatt in generelle Beziehung bringen mit dem Amnion und dem sog. Deckblatt MECZNIKOFF's (beiläufig gesagt ist ein Analogon letzteren Blattes bei der

Biene nicht aufzufinden). Es bleiben also die Vorgänge bei *Musca* zur Betrachtung übrig und ich muss gestehen, dass mir das WEISMANN'sche Faltenblatt, wie es auf seiner Fig. 65, Taf. XI gezeichnet ist, sehr ähnlich dem von der Biene oben beschriebenen Faltenblatt (wenn ich es so nennen darf) erscheint. Beide machen sich dem Beobachter auf ähnliche Weise bemerkbar, haben dasselbe Wachsthum nach der Medianlinie des Bauches zu, um hier schliesslich von beiden Seiten zusammenzustossen und so bei der Ansicht von der Fläche wieder gänzlich zu verschwinden. Auch von der in den WEISMANN'schen Figuren 65 u. 66 angegebenen Querrfurche, ungefähr an der hinteren Grenze des vorderen Drittels des Keimstreifs habe ich manchmal Spuren zu sehen geglaubt, jedoch waren dieselben sehr schwach und wahrscheinlich von höchst kurzer Dauer.

Ich möchte hier einen Gedanken nicht völlig verschweigen, der sich mir bei der Beobachtung dieser Vorgänge unwillkürlich aufdrängte, es ist dies die Aehnlichkeit, die die genannte Faltenbildung, welche doch unzweifelhaft auf einer Zellenvermehrung beruht, mit der Bildung der sog. Primitivstreifen der Hirudineen- und der Oligochaetenembryonen hat; obwohl ich recht wohl weiss, dass eine Vergleichung beider Bildungen wohl noch auf grosse Hindernisse stossen wird, so möchte doch bei künftigen Untersuchungen hierauf die Aufmerksamkeit einigermaßen zu richten sein.

Weiter fortschreitend in der Beschreibung des Entwicklungsganges zeigt uns die Fig. 10 a u. b (Taf. XXIV) das nächstjüngste Stadium. Auffallend ist es sogleich bei Vergleichung derselben mit der Fig. 9, dass der Dotter hier so weit in den vordern Pol hinein reicht und ich möchte dies, wenn ich die folgenden Figuren 44 u. 42 (Taf. XXV) mit in die Vergleichung ziehe, eher einer Abnormität in Fig. 9 (Taf. XXIV) zuschreiben, als annehmen, dass sich der in Fig. 9 (Taf. XXIV) so beträchtlich zurückgezogene Dotter späterhin wieder so bedeutend ausdehnt; hierfür sprechen auch einige Beobachtungen ähnlicher Stadien wie Fig. 9 (Taf. XXIV), bei welchen sich der Dotter ungefähr so weit als wie in Fig. 10 (Taf. XXIV) zurückgezogen hatte. An letzterer Figur bemerken wir hauptsächlich folgendes Neue: das Amnion ist nach hinten so weit heruntergewachsen, dass es die früher mehr oder weniger entblösste Rückenfläche des Dotters gänzlich umhüllt, es reicht nach hinten so weit herab, dass es die hintere Endspitze des nun als Keimstreif mit Recht zu bezeichnenden Zellenbandes überdeckt (siehe Fig. 10 b), seitlich stellt es mit den Rändern des Keimstreifs in continuirlicher Verbindung, so dass nun der Dotter an keiner Stelle mehr frei unter den Eihäuten liegt, die Zellen des Amnion haben sich gegenüber der Fig. 9 beträchtlich

verlängert, sind auseinandergerückt und ziemlich spindelförmig geworden, so dass ich das Wachstum des Amnion weniger auf eine Zellenvermehrung, als auf ein Auseinanderrücken seiner ursprünglich dicht gedrängten Zellen zurückführen möchte. Jedenfalls werden die früherhin beschriebenen, hie und da auf der freien Rückenfläche des Dotters befindlichen Zellen beim Darüberwachsen des Amnion mit in dasselbe aufgenommen.

Während sich das Vorderende des Keimstreifs mit der schon in Fig. 9 (Taf. XXIV) so deutlichen Amnionfalte (*a*/*f*) beträchtlich nach hinten zurückgezogen hat, so dass der vordere Pol des Dotters frei unter dem Amnion hervorragt, hat sich im Gegensatz hierzu sein Hinterende beträchtlich verlängert, so dass es jetzt den hintern Pol ganz umfasst; gleichzeitig hat es sich der Dotteroberfläche wieder dicht angelegt. Im Zusammenhang mit der Zurückziehung des Keimstreifs am vordern Pol steht wohl eine dort sich findende Verdickung, über deren eigentliche Beschaffenheit ich mir jedoch nicht recht klar geworden bin; sie scheint von der Fläche betrachtet rundlich (Fig. 10 *a*, V, Taf. XXIV), im Profil springt sie mehr oder weniger nach innen vor, jedoch glaube ich, dass die in Fig. 10 *b* (Taf. XXIV) gezeichnete halbkugelige Anschwellung nicht ganz so in Wirklichkeit besteht, sondern dass die seitliche Verbreitung der Verdickung eine Täuschung hervorgerufen hat. — Die Falten auf der Bauchseite haben sich in der ganzen vordern Hälfte des Keimstreifs bis zur gegenseitigen Verwachsung genähert, der Anblick der Bauchseite (Fig. 10 *a*, Taf. XXIV) zeigt daher in der vordern Hälfte des Keimstreifs eine mediane Linie, die nach hinten sich in zwei theilt, welche letztere sich bis an den hintern Pol verfolgen lassen und hier wohl verschmelzen.

Das Verhalten der früher ganz getrennten Falten am Vorderende zu lösen, gelang mir nicht, es lässt sich hier nichts Deutliches von ihnen mehr auffinden. — Nur der zwischen beiden Falten auf der Bauchseite eingeschlossene Theil des Keimstreifs ist einschichtig, der übrige Theil hingegen deutlich doppelschichtig (s. Fig. 10 *b*, Taf. XXIV) und es lässt sich die eine Schicht des von den Falten (*f*) eingeschlossenen Theils deutlichst unter die äussere Schicht des übrigen Theils des Keimstreifs als dessen innere Schicht verfolgen (s. Taf. XXIV, Fig. 10 *b*, *i* *S* innere und *a* *S* äussere Schicht). Auch am Hinterende, so weit dasselbe von den Falten überzogen ist, ist der Keimstreif deutlich zweischichtig. Beide Zellschichten sind durch eine scharfe Linie getrennt, die äussere erscheint heller, die innere von gelblicherer Färbung. Beträchtliche Dicke zeichnet den Keimstreif an seinen doppeltschichtigen Stellen aus; im Durchschnitt habe ich gefunden 0,07—0,09 Mm., davon kommt auf die innere Schicht 0,02—0,03 Mm. Der einschichtige Theil des Keimstreifs hatte

eine Dicke von ungefähr 0,030—0,038 Mm. Die äussere Schicht ist einzellig, sie besteht aus langgestreckten Zellen wie die ursprüngliche Keimbaut; die innere Schicht hingegen fand ich an dickern Stellen entschieden mehrzellig, aus abgerundeten, häufig zu dreien die Breite der Schicht einnehmenden Zellen zusammengesetzt.

Ob den hier uns zum ersten Mal entgegentretenden Schichten des Keimstreifs der Biene die Bedeutung von embryonalen Blättern, ähnlich denen der Wirbelthierembryonen, beigelegt werden darf, wodurch eine von ZADDACH in die Entwicklung der Insekten eingeführte und später von WEISMANN lebhaft bekämpfte Anschauung wieder zur Geltung gebracht würde, will ich hier nicht zu entscheiden versuchen. Die specielle Entwicklungsgeschichte dieser beiden Schichten hat sich mir nicht in gewünschter Weise aufgeklärt, doch werde ich späterhin noch Mehreres über diesen Punkt zu berichten haben.

Nach dieser Abschweifung in das Gebiet der Blättertheorie müssen wir unsere Aufmerksamkeit nochmals auf Fig. 10 (Taf. XXIV) zurücklenken, um noch zwei wichtige, an ihr bereits angedeutete Entwicklungsfortschritte zu betrachten. Am Vorderende dicht hinter der Amnionfalte hat sich nämlich der Keimstreif zu zwei Längswülsten erhoben, die nach der Mittellinie der Bauchseite zusammenlaufen (s. Fig. 10a u. 10b, Taf. XXIV). Ich kann diese Emporwulstungen als nichts anderes betrachten, als die sich anlegenden Keimwülste; die Form des Hinterendes des Keimstreifs in der Bauchansicht deutet vielleicht an, dass die Keimwülste sich in schwacher Andeutung schon bis dahin erstrecken. Neben diesen ersten Anlagen der Keimwülste findet sich nun auch schon die erste Andeutung der Segmente. Ich habe diesen sich so früh anzeigenden Vorgang lange übersehen, bis ich den feineren Bau des Keimstreifs bei starker Vergrösserung in der Flächenansicht untersuchte. Gegenüber früheren Stadien zeigte derselbe jetzt nicht mehr den regelmässig zelligen Bau, sondern Querbänder, in welchen die Zellen dichter zusammengedrängt sind, abwechselnd mit solchen, in welchen sie langgestreckt und mit ihrer Längsrichtung in die Quere gestellt sind (s. Fig. 10c, Taf. XXIV). Bei näherer Untersuchung bemerkt man, dass diese Beschaffenheit der Fläche auch mit einer sich im optischen Durchschnitt zeigenden Bildung harmonirt; derselbe zeigt nämlich (s. Fig. 10b, Taf. XXIV) abwechselnd Anschwellungen und Verdünnungen, sowohl wo er einschichtig, als da wo er zweischichtig ist und häufig zeigt sich zwischen zwei derartigen Anschwellungen in der Einziehung eine dunkle Querlinie, die eine Spaltung durch den ganzen Keimstreif hindurch anzudeuten scheint. Die oben beschriebenen Bänder mit zusammengedrängten Zellen bilden die Höhe der Segmente, die etwas grösseren, mehr langgestreckten Zellen

liegen in der Grenzregion der benachbarten Segmente. Durch Hebung und Senkung des Tubus habe ich mich auch häufig überzeugt, dass die ersteren Bänder höher liegen als die dazwischen befindlichen Theile, dass also auch auf der Aussenfläche des Keimstreifs die Segmentation durch schwache wellige Zeichnung angedeutet sein muss.

Die Zahl der schon vorhandenen Segmente ist jedenfalls eine beträchtliche, doch bin ich über die wirkliche Anzahl unsicher, jedenfalls sind schon mehr als drei Segmente angelegt. Ebenso bin ich nicht ganz sicher über die Zeit, in welcher sich die Segmente zuerst anlegen, auch ist der genaue Zeitpunkt dieses Vorgangs, der in einer Differenzirung innerhalb des Keimstreifs besteht, wohl nicht anzugeben. Eine meiner Beobachtungen führte mich dahin zu glauben, dass schon auf einem Stadium, wie es Fig. 9 wiedergiebt, dieser Differenzirungsprocess seinen Anfang genommen hat.

Ein eigenthümliches Stadium führt uns die Fig. 11 *a*, *b* und *c* vor. Alles deutet darauf hin, dass dieser Embryo älter ist als der in Fig. 10 gezeichnete; der Keimstreif ist an seinem Hinterende um ein bedeutendes Stück gewachsen, er greift jetzt beträchtlich um den hintern Pol herum; die beiden Falten auf der Bauchseite haben sich schon weit nach hinten hin vereinigt, sie springen nach hinten etwas hügelartig vor und verlieren sich auf den Seiten des hintern Theils des Keimstreifs. Diese eigenthümliche Beschaffenheit jener Falten verursacht, dass das Hinterende des Keimstreifs in der Bauchansicht wie vom übrigen Keimstreif abgesetzt erscheint. Mit diesem Zusammenwachsen der Falten nach hinten zu hat sich entsprechend auch die Doppelschichtigkeit des Keimstreifs ausgebreitet und die Fig. 11 *b* bietet einen neuen Beweis, dass die Ausbreitung der beiden Schichten und der Falten auf dem Keimstreif Hand in Hand geht. Gleichzeitig hat sich die Amnionfalte etwas nach hinten bewegt (s. Taf. XXV, Fig. 11 *a* und 11 *b*) und der gesamte Keimstreif hat sich sowohl vorn als auf den Seiten etwas zusammengezogen. Unter der Amnionfalte hat sich eine, in der Flächenansicht ziemlich ∞ förmige, nicht sehr tiefe Einstülpung gebildet, deren optischen Längsschnitt die Fig. 11 *c* (Taf. XXV) wiedergiebt. Wie diese Einstülpung sich aus dem vorhergehenden Stadium heraus bildet vollständig einzusehn ist mir nicht möglich, sie muss sich an der Stelle bilden, wo die in Fig. 10 *a* (Taf. XXIV) angedeuteten Keimwülste auseinanderweichen, ungefähr bei V. Auf der Fig. 11 (Taf. XXV) habe ich weder Keimwülste noch Segmente angedeutet, sie entstand zu einer Zeit, wo mir das frühe Entstehen dieser Gebilde noch nicht bekannt war. Das Vorderende des Keimstreifs zeigt dicht vor der Einsenkung einen etwas halbkugeligen Vorsprung, es ist dies ohne Zweifel die Stelle,

die das jetzt beginnende Wachstum des Vorderendes einleitet. Bei einem sehr ähnlichen Embryo sah ich diese Stelle sich in Gestalt eines Quadrates ungefähr nach dem Pol hin erstrecken. Eigenthümlich an unserm Embryo (Taf. XXV, Fig. 12) ist die starke Verdickung, welche die innere Schicht dicht vor dem Hinterende zeigt, eine Erscheinung, die ich mehrfach beobachtete.

Die nächste Veränderung, die sich am Keimstreif nun zeigt, ist das völlige Verschwinden der beiden Bauchfalten, die sich mehr und mehr nähern, schliesslich, wie ich bei einem Embryo sah, nur noch einen elliptischen Raum am Hinterende des Keimstreifs offen lassen und dann gänzlich verschwinden, worauf der Keimstreif in seiner ganzen Ausdehnung doppelschichtig erscheint (s. Taf. XXV, Fig. 12, völlige Profilage). Nur das Vorderende des Keimstreifs blieb mir in Bezug auf die beiden Schichten stets etwas unklar, wozu die sehr störende Amnionfalte wesentlich beitrug. Die Fig. 12 (Taf. XXV) stellt einen Embryo ungefähr von dem so eben geschilderten Stadium dar; die Amnionfalte hat kaum ihren Ort geändert, dagegen ist unter ihr weg der Keimstreif beträchtlich nach vorn gewachsen; dicht vor den seitlichen Enden der Amnionfalte hat sich ein Einschnitt im Keimstreif jederseits gebildet, der auch in Fig. 14 a (Taf. XXV) schon angedeutet ist. Ob bei diesem Embryo am Vorderende des Keimstreifs sich nicht eine beträchtlichere Verdickung findet, als dies die Fig. 12 (Taf. XXV) wiedergibt, ist mir sehr zweifelhaft, andere Embryonen von ähnlicher Entwicklungsstufe machen mir das Vorhandensein einer Anschwellung am Vorderende sehr wahrscheinlich. Gegenüber der Fig. 14 (Taf. XXV) hat sich die Segmentation sehr viel deutlicher hervorgebildet, dies bemerkt man hauptsächlich an der hinteren Umbiegung des Keimstreifs, wo die Segmente völlig freien Raum haben sich zu gestalten, während auf der convexen Eiseite die dichte Anlegung an die Eiwand sowohl die schärfere Ausprägung, als die genaue Beobachtung der Segmente bedeutend erschweren mag. Jedoch sieht man hier deutlich auf dem optischen Längsschnitt des Keimstreifs die den einzelnen Segmenten entsprechenden Anschwellungen der beiden Schichten. Was die Zahl der jetzt schon angelegten Segmente betrifft, so kann ich dieselbe nicht völlig genau angeben, da ihrer genauen Beobachtung so mancherlei Schwierigkeiten entgegenstehen, ihre Zahl ist jedoch eine sehr beträchtliche und das Hinterende nähert sich schon so sehr der Form, die es bei völlig ausgebildeter Segmentation mit entwickelten Anhängen besitzt, dass ich bestimmt glaube, dass die Segmente schon in ihrer definitiven Zahl von 17 angelangt sind. Die Abbildung Fig. 12 (Taf. XXV) zeigt eher noch ein Segment mehr als zu wenig.

In Bezug auf die Zusammensetzung des Keimstreifs aus zwei Schichten will ich noch wenige Worte zufügen. Mit völliger Sicherheit und Deutlichkeit kommt man zur Anschauung der innern, gelblich gefärbten Schicht, wenn man den Embryo einem ziemlich beträchtlichen Druck des Deckgläschens unterwirft; man sieht dann die innere Schicht sowohl gegen den Dotter als auch gegen die äussere Schicht hin deutlich mit scharfen Linien abgesetzt. Nach den Rändern des Keimstreifs zu verschmälert sich die innere Schicht etwas beträchtlicher als die äussere, sie erscheint, wenn man einen der Ränder im optischen Durchschnitt betrachtet als eine zarte gelbliche Zone. Deutlich ausgebildet sind bei einem Embryo vom Stadium der Fig. 12 (Taf. XXV) die Keimwülste und sie verdanken ihre Entstehung, wie ich mich an einem Embryo durch Messung versicherte, vorzüglich der sehr beträchtlichen Verdickung der äusseren Schichte, obgleich diese auf der hier in Betracht kommenden Entwicklungsstufe noch durch und durch einzellig ist. Bei einem Embryo, der zwischen den Fig. 11 und 12 (Taf. XXV) ungefähr die Mitte hielt, hatte in der Furche zwischen den beiden Keimwülsten an der Umbiegungsstelle der Bauchseite nach dem hintern Pol die äussere Schicht nur eine Dicke von 0,006 Mm., auf der Höhe der Keimwülste hingegen betrug die Dicke 0,026 Mm.; hingegen blieb die Dicke der inneren Schicht sich ziemlich gleich an beiden Stellen.

Die jetzt beginnenden hauptsächlichsten Veränderungen in der Gestalt des Embryos bestehen darin, dass der Keimstreif den vordern Pol mehr und mehr umwächst; die Grenze dieses Wachsthum's zeigen die Figuren 14 und 15 (Taf. XXV). Damit verschwindet der Einschnitt, der in Fig. 12 (Taf. XXV) sich in den seitlichen Rändern des Keimstreifs bemerklich machte völlig, an seine Stelle tritt eine fast recht- oder stumpfwinklge Umbiegung. Gleichzeitig hiemit wächst das Amnion auf der Bauchseite mehr und mehr nach hinten, die Amnionfalte rückt demnach auf dem Keimstreif gleichfalls allmählig nach hinten. Es findet sich demnach hier die passendste Gelegenheit über das Amnion der Biene und sein Wachsthum überhaupt einige Worte zu sagen. Das Amnion ist bei der Biene eine reine Embryonalhülle, ein Gebilde, das gar nichts zu thun hat mit dem Aufbau der Leibeswandung, oder irgend welches Organs der Larve. In seinem ausgebildeten Zustand stellt es eine, die Eihüllen in ihrer Gestalt nachahmende, völlig geschlossene Blase dar, in welcher der Embryo von einer wasserhellen Flüssigkeit umgeben eingeschlossen ist; im Gegensatz zu dem Amnion der Wirbelthiere, mit dem sich die Embryonalhülle der Insekten nur im physiologischen Sinne vergleichen lässt, steht letztere in keinerlei Zusammenhang mit dem Embryo. Diese Hülle persistirt während der gesamten

Entwicklung des Embryo und wird schliesslich wie die Eihülle durch die lebhaften Bewegungen der jungen Larve zerrissen. Die Zerreiſung des Amnion durch die Bewegungen des Embryo, hauptsächlich seines freieren Schwanzendes habe ich mehrfach unter dem Mikroskop geſehen; ob es der mit keinerlei ſcharfen Beiß- oder Bohrinſtrumenten verſehenen jungen Bienenlarve nur durch energiſche Leibesbewegungen auch gelingt die eigentlichen Eihäute zu zerreiſſen ſcheint mir zweifelhaft. MECZNIKOFF und BRAND ſprechen beide davon, daſſ das Amnion an der Schließung des Rückens theilgeſetzt ſei, hier findet Nichts derart ſtatt; ein weiterer Unterſchied liegt darin, daſſ ſich hier keine Spur eines Gebildes zeigt, daſſ dem MECZNIKOFF'schen Deckblatt entſpreche, einer zarten Membran, dem innern Blatt der Amnionfalten, die ſich in der Kopf- und Schwanzgegend des Embryo erheben und welches im ausgebildeten Zuſtand, als eine zweite Hülle unter dem Amnion die Bauchſeite des Keimſtreifs überzieht in deſſen Ränder übergehend. Es findet ſich bei der Biene nichts dergleichen, waſ ſehr natürlich erſcheint, wenn man den Wachſthumproceſſ des Amnions betrachtet, daſſ nicht durch Verlängerung oder Auswaſſen einer Falte entſteht, ſondern daſſ, waſ ich als Amnionfalte bezeichnet habe, iſt nur die etwaſ vorſpringende Zuſammenhangſtelle deſ Amnion mit der Bauchſeite deſ Keimſtreifs. Daſ Wachſthum deſ Amnion geſchieht auf die Weiſe, daſſ ſich dieſe Falte mehr und mehr nach dem hintern Ende deſ Keimſtreifs verſchiebt, eſ gleicht alſo ſein Wachſthum über die Bauchſeite deſ Dotters hin mehr einem allmähigen Abheben von dem Keimſtreif. Wenn die Amnionfalte ungefähr biſ in die Mitte deſ Keimſtreifs herabgerückt iſt, erhebt ſich auch am hintern Ende deſſelben die Uebergangſtelle deſ Amnion als eine ſchwache Falte; die ſich ſehr abſchwächenden ſeitlichen Theile der beiden Falten verlaufen in einander (ſ. Taf. XXV, Fig. 15). Schließlich wird daſ Amnion gänzlich vom Keimſtreif abgehoben und erſcheint nun als die bekannte allſeitig geſchloſſene Hülle. Während ſich, wie ſo eben beſchrieben, daſ Amnion allmähig ſeiner endlichen Geſtalt nähert, hebt eſ ſich vom Kopfe deſ Keimſtreifs mehr und mehr ab (vergl. die Figuren 12, 13, 15 etc., Taf. XXV) und ſeine hiſtologiſche Beſchaffenheit nähert ſich allmähig der definitiven; die früher dicht gedrängten, rundlichen Zellen deſſelben rücken nämlich mehr und mehr auſeinander und werden ſpindelförmig, welche Geſtalt ſie während der ganzen folgenden Embryonalzeit behalten. Daſ Abheben deſ Amnion von der Bauchſeite ſcheint mir nicht mit einem bedeutenden Zuwachſ neuer Zellen zu demſelben verbunden zu ſein, ſondern die allmähig ſich mehr von einander entfernenden Zellen deſ zuerſt gebildeten Theils deſ Amnion ſcheinen mir daſ entwickelte Amnion

wohl allein bilden zu können. Trotzdem will ich nicht leugnen, dass von der Aussenseite des Keimstreifs eine Anzahl Zellen sich ablösen und in das Amnion aufgenommen werden können. Eine Quertheilung der früher geschilderten T förmigen Zellen würde dazu das beste Material liefern.

Wir haben früherhin erwähnt, dass WEISMANN an MECZNIKOFF eine Mittheilung über die Entwicklung der Biene gemacht hat, die Letzterer in seinen »Embryologischen Studien an Insekten« S. 488 mittheilt. Ich beschränke mich hier, nachdem ich die Bildung des Amnion und des Keimstreifs im Ei der Biene auseinandergesetzt habe, darauf, die kurze Stelle aus MECZNIKOFF's Schrift hier wiederzugeben, eine besondere Widerlegung halte ich für unnöthig. WEISMANN sagt: »Es bildet sich zuerst eine Keimhaut, welche aber nicht sich selbst zum Embryo umwandelt, sondern sehr bald sich vom Dotter ablöst und zu einer amnionartigen Hülle wird. Diese bleibt anfänglich an den Polen mit dem darunter liegenden Dotter in Zusammenhang und löst sich erst vollständig los, wenn der Dotter sich zum wirklichen Embryo ausgebildet hat. Es ist klar, dass morphologisch diese amnionartige Hülle der Embryo ist, innerhalb dessen dann durch Metagenese das entsteht, was wir als Bienenlarve bezeichnen.« Ich möchte hier meinerseits bemerken, dass ich einen derartigen Entwicklungsgang, wie ihn uns WEISMANN mit obigen Worten für die Biene schildert, für höchst wahrscheinlich in der Insektenwelt vertreten erachte; die morphologische Bedeutung, die ich dem Amnion beilegen möchte, wird sich nicht weit von dem entfernen, was sich hier WEISMANN darunter vorstellt, nur für die Biene kann ich den von WEISMANN geschilderten Entwicklungsgang nicht gelten lassen; die Anlage des definitiven Embryo ist unzweifelhaft in einem Theil des Blastoderm gegeben.

Schon wenn die Amnionfalte die Mitte des Keimstreifs erreicht hat, hat der Kopftheil des letzteren den vorderen Theil des Dotters gänzlich umwachsen, ungefähr wie dies Fig. 44 (Taf. XXV) darstellt. Variationen in Bezug auf den Fortschritt des Amnion und den des Keimstreifs habe ich jedoch manchmal in verschiedenem Sinn beobachtet. Mit dieser Umwachsung bilden sich die Keimwülste noch mehr aus und die Segmentation prägt sich schärfer aus. Die Fig. 43 (Taf. XXV) zeigt noch einmal an dem von Amnion noch bedeckten Theil des Keimstreifs die Segmentation und das Verhalten der beiden Schichten an den seitlichen Rändern des Keimstreifs.

Am vorderen Pol des Keimstreifs weichen die Keimwülste etwas von einander, so dass (s. Fig. 44, Taf. XXV) ein sehr bald sich hügelartig emporwölbender, dreieckiger Raum zwischen den Vorderenden

der Keimwülste bleibt. Dies ist der, bei sämtlichen Insekten während ihrer Entwicklung so deutliche Vorderkopf in der Anlage; bald erhebt er sich mehr und mehr in Gestalt einer abgestutzten vierseitigen Pyramide, die in der Profilansicht ungefähr die Fig. 15 *vk* (Taf. XXV) gezeichnete Gestalt besitzt. Die Keimwülste setzen sich zu beiden Seiten dieses Vorderkopfes fort, das heisst die zu beiden Seiten angrenzenden Theile des Keimstreifs beginnen sehr bald sich nach aussen und vorn zu wölben, anfänglich wie der Vorderkopf wohl nur durch Dickenzunahme des Keimstreifs, späterhin durch Abhebung vom Dotter. Auf diese Weise entstehen die sog. Scheitelplatten, die den Antennen und den Supraoesophagealganglien ihren Ursprung geben. Mit einem Faltenblatt, wie dies WEISMANN für die Scheitelplatten des Chironomus angiebt, steht die Entstehung dieser Scheitelplatten bei der Biene nicht in Verbindung. Die Fig. 15 (Taf. XXV) zeigt Vorderkopf und die Scheitelplatten (als Fortsetzung der Keimwülste) in der Profilansicht; auf diesem Stadium haben die Scheitelplatten auch schon begonnen sich nach hinten durch Emporwölbung deutlich abzugrenzen, auf der Rückenseite stossen sie jedoch noch nicht zusammen.

Wir treten jetzt in eine ziemlich schwierig erforschbare Periode ein, die nämlich, in welcher die Entstehung der Segmentanhänge und die erste Anlage des Tracheensystems stattfindet, beides Erscheinungen, die sich erst deutlich der Beobachtung darbieten, wenn sie schon einen gewissen Grad von Ausbildung erreicht haben. Die Bildung der Segmentanhänge geschieht durch Verdickung und Emporstülpung der Segmente an gewissen Stellen; die erste Anlage der Stigmata und des Tracheensystems besteht in der Bildung einer seichten Grube jederseits auf dem 2. bis 4. Rumpfsegment. Wie schwer derartige, durch keine scharfe Linien anfänglich begrenzte schwache Unebenheiten des Keimstreifs zu erkennen sind, ist sehr erklärlich, ich möchte deshalb auch die erste Anlage dieser Gebilde in frühere Zeit verlegen, als in diejenige, in welcher ich sie zuerst deutlich beobachtete; ich würde es nicht für seltsam finden, wenn auf dem Stadium der Fig. 15 (Taf. XXV) schon Andeutungen der Segmentanhänge vorhanden wären, namentlich da die Keimwülste in ihren dicht vor dem Vorderkopf gelegenen Theilen schon ziemlich stark hervorragende Erhebungen zeigen (s. Fig. 15 *Kwh*, Taf. XXV). Jedenfalls beginnt die Bildung der Segmentanhänge und der Stigmengruben sobald das Amnion sich völlig geschlossen hat; leider habe ich jedoch keine entscheidende Abbildung eines derartigen Stadiums. Meinen Beobachtungen nach zeigt schon ein Keimstreif der ohne jeden deutlichen Segmentanhang, jedoch mit sehr bemerklichen Scheitelplatten und Vorderkopf, die Stigmata in der Zahl von zehn Paaren, der definitiven Zahl.

Die Stigmataanlagen entstehen auf der Höhe der Segmente in Form anfänglich weit geöffneter, seichter, späterhin mehr taschenförmiger Einsenkungen der äussern, der Hautschicht, die sich zu dieser Zeit unzweifelhaft auf den Seitentheilen des Keimstreifs abgesondert hat.

Die Fig. 24 (Taf. XXVI) zeigt eine derartige Einsenkung; *a* von der Fläche und *b* im optischen Längsschnitt; Fig. 25 (Taf. XXVI) zeigt eine weiter ausgebildete im optischen Längsschnitt. An dem auf Fig. 46 (Taf. XXV) abgebildeten Embryo sind die Stigmata als taschenförmige, weite Einstülpungen deutlichst angelegt, leider sind sie durch ein Versehen nicht abgebildet worden und aus dem Gedächtniss mochte ich sie nicht eintragen. Die Fig. 47 (Taf. XXV), einen beträchtlich weiter ausgebildeten Embryo darstellend, zeigt jedoch die zehn Paar Stigmen-spalten noch als dreieckige, weit geöffnete Taschen. Ebenso wie ich nicht zweifle, dass diese zehn Paar Stigmata gleichzeitig oder doch in unwesentlichen Zeitdifferenzen angelegt werden, ebenso glaube ich auch, dass sich die Anlagen der Segmentanhänge an sämtlichen Segmenten fast gleichzeitig bilden. So zeigt der in Fig. 47 (Taf. XXV) abgebildete Embryo sämtliche jemals am Embryo entwickelte Segmentanhänge in deutlichster Anlage, ja eigentlich ist überhaupt kein Segment ohne die Andeutung eines Anhangs; sehr deutlich sind die drei Thoracalsegmente mit nach hinten und etwas nach aussen vorspringenden kurzen Anhängen versehen und bei aufmerksamer Beobachtung der folgenden Rumpfsegmente bemerkt man einen sehr schwachen ähnlichen Vorsprung an ihnen allen; an dem 12. und 13. Segment sind diese Anhänge so beträchtlich entwickelt, dass sie als Afterfusspaare gedeutet werden könnten (siehe die Fig. 47 *a*, Taf. XXV, das Hinterende eines Embryo von gleichem oder eher etwas geringerem Alter als Fig. 47, Taf. XXV).

Wenden wir uns nun zu einer eingehenderen Betrachtung der Anhänge des Kopfteils des Keimstreifs. In sehr früher Jugend zeigt sie Fig. 46 (Taf. XXV) in Profilsicht. Die Antennen (*at*) zeigen sich als Vorsprünge des vorderen Theils der Scheitelplatten (*sp*); es sind dies Anhänge, die auch während des Embryonallebens nicht über die Form kurzer, hügelartiger Vorsprünge hinausgelangen, gegen Ende des Eilebens mehr und mehr in ihren Umrissen verschwommen werden, um bei der ausgeschlüpften Bienenlarve äusserlich vollständig rückgebildet zu sein. Dagegen entwickeln sich die drei folgenden Kopfanhänge beträchtlich, sie verfolgen dieselben Wachstumsrichtungen, die WEISMANN für die entsprechenden Anhänge bei *Chironomus* beschreibt; an der Aussenseite der Keimwülste hervorsprossend, richten sie sich anfänglich grade nach der Bauchseite und etwas nach aussen, so dass in der

Flächenansicht keine Grenze gegen die Keimwülste hin aufzufinden ist (s. Fig. 17 und 19, Taf. XXV), während sie in der Profilansicht nach den Keimwülsten hin eine deutliche, anfänglich schön abgerundete Grenze (Fig. 16, Taf. XXV) zeigen, dagegen eine solche gegen die seitlichen Theile des Keimstreifs vermissen lassen. In Fig. 17 (Taf. XXV) hat sich schon die Gestalt der Mandibeln etwas modificirt, sie erscheinen in der Flächenansicht nicht mehr rundlich, sondern fast quadratisch.

Die Keimwülste zeigen auf dem Kopftheil des Embryo, entsprechend den eben beschriebenen Anhängen, schwache Vorbuchtungen als Anzeigen der Segmentation. Dicht vor dem vordern Winkel der Scheitelpplatten, zwischen den Mandibeln und jenen Winkeln, erhebt sich von jedem der Keimwülste entspringend etwas nach aussen ein hügelartiger Anhang (s. Fig. 16, 18, Taf. XXV, 20 u. 21 *k w a*, Taf. XXVI), der eine recht beträchtliche Entwicklung erreicht und sich fast wie ein Paar innerer Antennen ausnimmt. Auf der Flächenansicht tritt dieser Anhang stark hervor (s. Fig. 17 und 19, *k w a*, Taf. XXV), nach Aussen allmählig abfallend. Ich finde bei keinem andern Insekt eine Andeutung dieses eigenthümlichen Anhangs, der zu der Zeit seiner stärksten Entwicklung eine bedeutendere Grösse erreicht als die Antenne und der, späterhin undeutlicher werdend, mit dem der andern Seite verschmelzend eine Art Unterlippe der Larve bildet. Dass dieser Anhang nicht in die Kategorie der Segmentanhänge gehört, dafür spricht der Ort seiner Entstehung auf der Höhe der Keimwülste. Wenn sich die zweite Maxille herausgebildet hat, wird an ihrem hinteren Rande eine ganz ähnliche Einsenkung oder Spalte bemerklich, wie die der Stigmata (s. die Fig. 18 und 19, Taf. XXV). Die erste Stigmentasche bildet sich auf der Höhe des zweiten Rumpfsegments, die letzte demnach auf der Höhe des elften Segments, die beiden letzten Segmente bleiben stigmenlos. Die vorhin erwähnte Spalte, die sich an dem hintern Rand der zweiten Maxillen bildet, entspräche demnach recht passend der fehlenden Stigmentasche des ersten Rumpfsegments. Die sich auf ganz entsprechende Weise wie die Stigmentaschen bildende Einstülpung liefert jedoch keinen Bestandtheil des Tracheensystems, sondern sie wächst in Gestalt eines Schlauches nach hinten in die sich entwickelnde Leibeshöhle hinein (s. Fig. 29, Taf. XXVI, und Fig. 18, Taf. XXV) und liefert die Spinndrüse der Larve.

Während die soeben geschilderten Vorgänge allmählig sich abwickeln, hat sich auch die Anlage des Mundes und Oesophagus gebildet. Der Vorderkopf hat sich mittlerweile mehr erhoben und zwar auf die Weise, dass sich nun in ihm eine Höhlung entwickelt hat. Direct vor dem Vorderkopf beginnt nun der Keimstreif sich zur Bildung

der Mundöffnung und des Oesophagus einzustülpen (s. Fig. 48, Taf. XXV). Diese Mundeinstülpung scheint der Bildung des Afterdarms etwas vorauszugehen, jedoch sehr wenig. Vorher schon beginnt die von anderen Insekten vielfach geschilderte Zusammenziehung des Keimstreifs. Das Hinterende desselben, das früherhin ziemlich weit um den hintern Pol des Dotters auf die Rückseite übergriff, rückt allmählig herab und erst, wenn dasselbe ungefähr an der Umbiegungsstelle vom Rücken nach dem hintern Pol angelangt ist, beginnt allmählig sich die Einstülpung des Afters anzulegen (s. Fig. 48, Taf. XXV). Ich kann diese Veränderungen des Hinterendes des Embryo nicht einer Zusammenziehung desselben in seiner ganzen Länge zuschreiben, ich finde nämlich vom hintern Pol nach der Bauchseite zu keine Lagenveränderung seiner Theile, sondern es scheint mir diese Zusammenziehung, wenn keine Folge der Aftereinstülpung, so doch eine Vorbereitung hiezu zu sein. Die Aftereinstülpung selbst bildet sich zwischen den Hinterenden der Keimwülste; sie erscheint anfänglich als eine grubige, halbkugelige Vertiefung (s. Fig. 48, Taf. XXV, und Fig. 22, Taf. XXVI), an welcher sehr bald die Bildung der Malpighi'schen Gefässe ihren Anfang nimmt.

Bevor wir weiter gehen, müssen wir noch einmal einen Schritt zurückthun und die mittlerweile mehr und mehr vor sich gegangene Zurückziehung des Dotters vom Keimstreif betrachten. Die Betrachtung der Fig. 48 (Taf. XXV) lehrt, dass in diesem Stadium der Dotter sich im Kopftheil des Embryo beträchtlich zusammengezogen hat, so dass er mit dessen Innenseite nicht mehr in Berührung steht. Die Scheitelplatten, sowie der Vorderkopf haben sich schon früher vom Dotter abgehoben und fahren in diesem Bestreben noch ziemlich lange fort; mit dem Wachsthum der Mundeinstülpung nach Innen tritt dann schliesslich der Dotter immer mehr aus dem Kopftheil zurück, ebenso wie er sich mit der allmählichen Ausbildung der Aftereinstülpung aus dem Schwanztheil zurückzieht; damit nimmt auch der Dotter mehr und mehr die Gestalt des späteren Mitteldarmes an, der schliesslich den gesamten Dotterrest in sich aufnimmt oder sich vielmehr über denselben wie ein Abguss desselben bildet.

Doch nicht nur vorn und hinten hat sich mittlerweile der Dotter von der Innenseite des Keimstreifs zurückgezogen, auch auf der Bauchseite hat dieselbe Erscheinung ihren Beginn genommen, hier in einer etwas besonderen Weise. Betrachtet man nämlich einen Embryo von dem Stadium der Fig. 48 (Taf. XXV) oder Fig. 20 (Taf. XXVI) von der Bauchseite, so bietet er im Allgemeinen ein Bild, wie es Fig. 49 (Taf. XXVI) wiederzugeben versucht. Es zeigt sich nämlich in der Mitte der

Bauchseite ein Mittelfeld (x) ungefähr von der Breite des Zwischenraums der Keimwülste oder auch anfänglich etwas breiter, durch welches Feld schon bei sehr oberflächlicher Einstellung des Tubus der Dotter hindurchschimmert; es kann dies nur daher rühren, dass in der Ausdehnung dieses Feldes der Dotter noch dicht an der inneren Fläche des Embryo anliegt, ein Schluss, der auch durch die Profilansicht (Fig. 48, Taf. XXV, und 20, Taf. XXVI) bestätigt wird; seitlich von diesem Mittelfeld erscheinen weisslich schimmernde Felder, die sich bis zum Rande des Embryo ausdehnen, und man muss den Tubus beträchtlich senken, um hier die Dotterkugeln zur Ansicht zu bringen. Der Dotter hat sich demnach auf beiden Seiten der Bauchfläche in Gestalt eines Bandes jederseits zurückgezogen. Diese Deutung der geschilderten Erscheinung findet eine weitere Bestätigung im Auftreten der beiden in Fig. 49 (Taf. XXVI) mit y bezeichneten halbmondförmigen Räume, die nichts weiter sind als die Umbiegungsstellen jener zwei auf beiden Seiten des Embryo herablaufenden Bänder, in deren Ausdehnung der Dotter sich vom Keimstreif zurückgezogen hat und welche die erste Anlage der Leibeshöhle auf der Bauchseite darstellen. Auf der Fig. 49 (Taf. XXVI) ist jederseits auf der Bauchseite des Embryo ein schmales, dunkleres Band z eingezeichnet, dessen Verlauf aus der Figur am klarsten wird; ich kann dieses Band als nichts anderes, als einen die äussere Grenze jener zurückgezogenen Stelle bezeichnenden, im optischen Durchschnitt erscheinenden Theil des Keimstreifs betrachten.

Die soeben in ihren allgemeinen räumlichen Verhältnissen geschilderte Zurückziehung des Dotters vom Keimstreif geht jedoch nicht so glatt vor sich, als man sich dies vielleicht vorstellt, sondern der Dotter bleibt gleichsam an einzelnen Stellen des Keimstreifs hängen und zwar geschieht dies durch Vermittlung einer grossen Zahl zarter Fäden, die sich hauptsächlich auf der Bauchseite zwischen der Innenwand des Keimstreifs und dem Dotter ausspannen (s. hierzu Fig. 22 *a*, Taf. XXVI, und Fig. 33, Taf. XXVII), Fäden, die gewöhnlich auf Zellen zulaufen, die an der zurückgezogenen Dotterseite ankleben und an welchen selbst eine grosse Zahl sehr hübsch gerundeter Kernzellen von 0,009—0,014 Mm. Durchmesser ankleben oder auch in den Verlauf derselben geradezu eingeschaltet sind. Ähnliches hat auch RATKE, wenn ich mich recht erinnere, bei *Clepsine* beobachtet. Ich werde mich später bemühen zu zeigen, dass diese Fäden und Zellen zur Musculatur des Mitteldarms in genereller Beziehung stehen.

Auf dem Stadium, in dem sich die Fig. 48 (Taf. XXV) befindet, also Mund- und Aftereinstülpung noch in ihrer ersten Bildung, hat sich schon die Wandung des Mitteldarms zu bilden begonnen, jedoch wie

ich dies vielfach beobachtete auch bei viel weiter vorgeschrittenen Embryonen nur auf der Rückseite des Dotters, als eine auf dem optischen Durchschnitt einfache Schicht dicht gedrängt stehender, gelblicher Zellen. Es scheint mir, dass die Entstehung dieser Zellschicht in der Nähe der Enden des Keimstreifs ihren Ursprung nimmt, weil sie hier meist an Dicke vor der Mittelgegend voraus ist. Ihre erste Entstehung ist mir nicht gelungen zu sehen, doch muss ich mich in Betreff derselben der von ZADDACH und WEISMANN vertretenen Ansicht anschliessen, dass sich nämlich die Mitteldarmwandung durch freie Zellbildung entwickle und nicht durch Abspaltung einer innern Zellschicht des Keimstreifs. Wenn auch hier letzterer Ansicht nicht das bei Chironomus sich findende Hinderniss entgegensteht, dass eine Dottermasse zwischen der gebildeten Mitteldarmwand und dem Keimstreif übrig bleibt, so ist doch zu der Zeit, wo sich die Mitteldarmwandung auf der Bauchseite des Dotters bildet, letztere weit von dem Keimstreif zurückgezogen und dann ist der Umstand, dass sich die Mitteldarmwandung auf der Rückseite des Dotters zuerst anlegt, viel mehr ein Argument gegen die Hypothese der Abspaltung vom Keimstreif, als für dieselbe. Wenn ich alles, was mir in Betreff dieser Verhältnisse zur Anschauung gekommen ist, berücksichtige, scheint mir die Entstehung des Mitteldarms auf ähnliche Weise wie die des Blastoderms am plausibelsten; hauptsächlich bestärkt werde ich in dieser Ansicht durch das Erscheinen eines ähnlichen feinkörnigen Blastemas wie das Keimhautblastem, kurz bevor dem Erscheinen der Mitteldarmwandung auf der Bauchseite (siehe Fig. 34 und 33, Taf. XXVII). Nachdem ich mir diese Ansicht selbständig gebildet hatte, sah ich die Arbeit ZADDACH's über die Entwicklung des Phryganideneies durch, die mir früher unzugänglich war, und fand zu meiner Freude, dass auch dieser Forscher über die Bildung des Mitteldarms von *Mystacides* ¹⁾ zu ganz derselben Ansicht gekommen war.

Die Einstülpungen des Oesophagus und des Afterdarms fahren fort nach innen zu wachsen gleichzeitig mit der mehr und mehr fortschreitenden Hervorwölbung des Vorderkopfs. Wenn die Einstülpung des Afterdarms noch grubenartig erscheint, sieht man an ihrer nach vorn gewandten, dem Dotter zugekehrten Seite zwei dicht zusammenstehende Gebilde, ähnlich in ihrer Configuration den früher geschilderten Stigmentaschen; es sind dies die ersten Anlagen der Malpighi'schen Gefässe, dieselben entstehen jederseits zu zweien als Ausstülpungen der Decke der blindgeschlossenen Aftereinstülpung; von Beginn ihrer Entstehung an mit deutlichem Lumen. Ich betone letzteren Umstand haupt-

1) ZADDACH, a. a. O. p. 40.

sächlich, weil sowohl WEISMANN als MECZNIKOFF, die beide die Entwicklung der Malpighi'schen Gefäße, der erstere von *Musca*¹⁾, der letztere von der viviparen Cecydomienlarve²⁾, geschildert haben und dabei gleichmässig, dieselben als ursprünglich solide, des Hohlraums entbehrende Zellstränge geschildert haben, Zellstränge, die nach dieser Schilderung nicht als Einstülpungen in dem Sinn, wie dieser Begriff in der Embryologie gewöhnlich umgrenzt wird, betrachtet werden könnten.

Die Figuren 22 *a*, *b* u. *c* (Taf. XXVI) liefern die deutlichsten Beweise für meine Ansicht. Ursprünglich entstehen die beiden Malpighi'schen Gefäße jeder Seite getrennt dicht bei einander, bald jedoch erheben sie sich auf gemeinschaftlicher Basis empor, so dass sie ein kurzes, gemeinsames Endstück erhalten. Ihre weitere Entwicklung ist ein einfaches Auswachsen und lässt sich mittels der Figuren 20, 23 (Taf. XXVI), 34 u. 32 (Taf. XXVII) leicht verfolgen.

Nachdem ich mit der Beschreibung des allgemeinen Entwicklungsplanes bis zu dem Punkt gekommen bin, wo die meisten Larvenorgane angelegt sind und die histologische Differenzirung bedeutende Fortschritte zu machen beginnt, wende ich mich dazu die einzelnen Körpertheile gesondert zu betrachten und in ihrem Entwicklungsgang bis zum Auschlüpfen der Larve zu verfolgen.

Bevor ich jedoch hierauf eingehe, muss ich einige Worte über diejenigen Veränderungen vorausschicken, die den Gesamtkörper des Embryo berühren, nämlich den allmähigen Schluss des Rückens.

Auf der Stufe, bis zu welcher wir in der Schilderung des allgemeinen Entwicklungsganges jetzt gelangt sind, sind die Seitenränder der Leibeswandung nur sehr wenig auf die Rückenseite des Eies herübergewachsen (s. Fig. 20, Taf. XXVI). Schon auf dem Stadium der Fig. 49 (Taf. XXVI) jedoch bemerkt man bei aufmerkamer Betrachtung in der Profilansicht auf dem Vordertheil des Rückens, also über der hier schon vorhandenen Darmwandung, derselben jedoch dicht aufliegend, ein sehr zartes Zellhäutchen, das sich eine Strecke weit deutlich verfolgen lässt und nach vorn in das hintere Ende des Vorderkopfs und der Scheitelplatten übergeht. Dieses zarte Häutchen bedeckt bald den ganzen Rücken und bewerkstelligt den Schluss des Rückens zu einer Zeit, wo die seitlichen Bänder der eigentlichen Leibeswandung noch weit von der Medianlinie des Rückens entfernt sind (siehe Fig. 34 *a*, Taf. XXVII). Dieses Rückenhäutchen entsteht ohne Zweifel durch rascheres Wachsthum der zur Zeit seiner Bildung schon an den Rändern

1) WEISMANN, a. a. O. p. 488.

2) MECZNIKOFF, a. a. O. p. 448.

des Embryo deutlich abgesonderten Hautschicht. ZADDACH¹⁾ hat bei *Mystacides* ganz dasselbe Häutchen beobachtet. In dem Fig. 31 (Taf. XXVII) gezeichneten Stadium liegt es der Rückwandung des Mitteldarms dicht auf, kurz nachher jedoch hebt es sich davon so weit ab, als die Hypodermis späterhin von der Rückenwand des Darms entfernt ist, bleibt jedoch mit dem Darm durch ähnliche Fäden und Zellen in Verbindung, wie die Bauchseite des Dotters mit dem Keimstreif. In den Zwischenraum zwischen dieser Haut und der Magenwandung wachsen allmählig dann Muskelfasern, Tracheen, Rückengefäss etc. hinein und bringen die Leibeswandung auf dem Rücken zur völligen Ausbildung.

Ausbildung der Kopfanhänge, des Vorderkopfs, so wie der äussern Form des Kopfes überhaupt.

Verfolgt man die Ausbildung des Vorderkopfs in den Figuren 18 (Taf. XXV), 20 (Taf. XXVI), 34 und 32 (Taf. XXVII), so bemerkt man, dass derselbe seine Wachsthumrichtung im Laufe der Entwicklung ändert; während er bis zur Fig. 18 hauptsächlich nach vorn und etwas nach oben sich gerichtet hatte, beginnt er nun nach der Bauchseite zu über die Mundöffnung sich herüber zu neigen (s. Fig. 31 und 32, Taf. XXVII), gleichzeitig wird in der Flächenansicht seine Gestalt mehr quadratisch, eine früher in seiner Mittellinie bemerkliche Furche schwindet (s. Fig. 34, Taf. XXVII). Gleichzeitig wölben sich die Scheitelplatten noch mehr als früher hervor (s. Fig. 23, Taf. XXVI, die Rückenansicht des Kopftheils eines Embryo etwas älter als Fig. 18, Taf. XXV), auch tritt vorzüglich ihre untere Grenze schärfer heraus. Auf der Rückseite des Kopfes nähern sich die Scheitelplatten zur Berührung; das Hinterende des Vorderkopfs erscheint dazwischen wie ein mit seiner Schneide nach hinten gerichteter Keil; nachdem sich jedoch das Gehirn aus den sehr beträchtlich verdickten Scheitelplatten (Fig. 23 *sp*, Taf. XXVI) differenzirt und sich die gleichzeitig gebildete Hypodermis vom ersteren beträchtlich abgehoben hat, verschwindet in der Rückenansicht des Kopfes fast jede Spur der früheren Furchen und Spalten zwischen Scheitelplatten und Vorderkopf (Fig. 35 u. 44, Taf. XXVII).

Allmählig rücken auch die drei Paar Mundanhänge etwas näher zusammen; es beruht dies jedoch hauptsächlich darauf, dass die zweiten Maxillen, indem sie dicht aneinander und nach oben rücken, sich zwischen die vorderen Maxillen hineinschieben (s. Fig. 34, Taf. XXVII, wo diese Veränderung gerade im Gange ist). Schliesslich verschmelzen die hinteren Maxillen ganz miteinander, so dass äusserlich gar kein drittes Paar von Mundanhängen mehr zu sehen ist. Mit dieser Verwachsung

1) ZADDACH, a. a. O. p. 29.

der hinteren Maxillen steht die Bildung eines gemeinsamen Ausführungsganges der Spinndrüsen im Zusammenhang. Dieselben münden bekanntlich ursprünglich je eine am hintern, innern Rand einer zweiten Maxille. Letztere wölben sich in ihrer weiteren Entwicklung über die Mündungen der Spinndrüsen jederseits herüber nach Innen zu. Indem nun die zweiten Maxillen nach der Mittellinie und oben zusammenrücken, folgen ihnen die von ihnen bedeckten Mündungen der Spinndrüsen (s. Fig. 34, Taf. XXVII) und rücken dicht neben einander. Verschmelzen dann schliesslich die Innenränder der zweiten Maxillen mit einander und ihre Hinterränder mit der Hypodermis, so bleibt zwischen den verschmolzenen Maxillen und der unter ihnen liegenden Körperhaut ein enger Canal, der sich vorn zwischen den ersten Maxillen öffnet und in welchen hinten die beiden Spinndrüsen einmünden (s. Fig. 42, Taf. XXVII). Auf diese Weise entsteht der unpaare Ausführungscanal der Spinndrüsen, eine Bildung also, die mit den Spinndrüsen selbst eigentlich nichts zu schaffen hat.

Die Mandibeln und ersten Maxillen rücken etwas gegen den Vorderkopf hin, so dass die ersteren schliesslich dicht hinter der Mundöffnung stehen (s. Fig. 32 *md*, Taf. XXVII). Ihre Gestaltsveränderung von dem Stadium Fig. 48 und 49 (Taf. XXV) an besteht hauptsächlich in einem Auswachsen nach der Mittellinie der Bauchseite zu, so dass sie schliesslich den zwischen ihnen liegenden Körperrand in der Profilansicht überragen (Fig. 34, Taf. XXVII) und sich gleichzeitig nach innen zu gegen einander beugen. Die junge Bienenlarve schlüpft im Gegensatz zur Wespenlarve noch ganz ohne jegliche Bewaffnung der Mundanhänge aus dem Ei, erhält jedoch im ausgewachsenen Zustand ganz ähnliche Bewaffnung der Mandibel wie die Wespenlarve, wiewohl viel schwächer entwickelt, nämlich auf der Spitze jeder Mandibel drei Chitinspitzen, zwei seitliche kleine und eine mittlere längere und stärkere.

Die Antennen bleiben während des Eilebens deutlich sichtbar; als schwache hügelartige Andeutungen glaube ich sie auch bei jungen Larven hie und da gesehen zu haben, als eigentliche Anhänge sind sie jedoch nicht mehr vorhanden. An ihrer Stelle findet sich jedoch stets eine Verdickung der Hypodermis, zu welcher sich ein Tracheenästchen begiebt (Fig. 42 *rt*, Taf. XXVII), ohne Zweifel entwickeln sich hieraus die Antennen der Imago späterhin.

Die Anhänge der Rumpfsegmente

verhalten sich ziemlich ähnlich den Antennen, ihre Deutlichkeit nimmt während des Eilebens mehr und mehr ab, doch lassen sich die drei

Paar Thoracalanhänge an der jungen Larve noch in schwachen Andeutungen wahrnehmen; es bleiben an ihrer Stelle Verdickungen der Hypodermis, zu welchen sich Tracheenäste begeben (siehe unten), dasselbst entwickeln sich bei der erwachsenen Larve die Beine der Imago schon in schönster Gliederung. An den übrigen Rumpfsegmenten jedoch werden die Anhänge völlig rückgebildet; ich zweifle jedoch nicht, dass die ursprünglich stärker ausgeprägten Anhänge des 12. und 13. Segments zur Genitalbewaffnung der Imago in genereller Beziehung stehen.

Ausbildung der äussern Haut und der von ihr abstammenden Organe (Tracheen, Spinndrüsen und Malpighi'sche Gefässe).

Es liegt uns hier die Pflicht ob mit einigen Worten einer früher erwähnten Erscheinung zu gedenken, über die wir bis jetzt gänzlich geschwiegen haben, nämlich der schon so frühe kenntlich gewordenen Zweischichtigkeit des Keimstreifs. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieselbe in früherer Zeit deutlichst vorhanden ist (ich erinnere an die Figuren 11, 12, 13 etc., Taf. XXV). Wenn ich das spätere Schicksal dieser beiden Schichten angeben soll, muss ich eingestehen, dass mir hierüber sehr wenig zur Kenntniss kam. Dass die innere Schicht nicht zur Bildung der Darmwandung verwendet wird, glaube ich durch das, was ich oben über letztere sagte, wohl auch anderen sehr wenig zweifelhaft gemacht zu haben. Im Nachstehenden werde ich mich bemühen zu zeigen, dass Tracheensystem, Spinndrüsen und Malpighi'sche Gefässe ihre Entstehung einer deutlichen Hautschicht verdanken; wenn ich ferner anführe, dass es mir am Kopftheil des Embryo in den Stadien der Figuren 18 (Taf. XXV), 20, 21 und 23 (Taf. XXVI) nie gelang zwei Schichten wahrzunehmen und es mir bei denselben Embryonen nicht glückte in der Gegend der Keimwülste zwei Schichten wahrzunehmen, demnach sich das Nervensystem gleichfalls nicht von einer inneren Schicht herleiten kann, so bleibt nur die Möglichkeit, dass aus jener Schichte sich Musculatur, Fettkörper und Genitalien entwickeln. Es sind dies leider grade diejenigen Elemente, die ich am wenigsten genau in ihrer Entwicklung verfolgt habe und die auch dem Studium grosse Schwierigkeiten bereiten. Da in der Profilansicht in der Mittellinie des Bauches, wie oben erwähnt, nach Entwicklung der Segmentanhänge nur eine Schicht sich zeigte, so bleiben uns nur zwei Möglichkeiten, entweder die innere Schicht weicht in der Mittellinie aus einander und zieht sich auf die Seiten des Keimstreifs zurück oder beide Schichten verschmelzen hier und werden ununterscheidbar. Ich

kann nicht sicher entscheiden welche Ansicht richtiger ist, ich möchte mich jedoch der ersten zuneigen, da sich mir einmal eine, dieser Ansicht einigermassen entsprechende Bildung der Bauchseite bei einem Embryo von der Entwicklungsstufe der Fig. 43 (Taf. XXV) gezeigt hat, man sah nämlich hier auf der Bauchseite zwei ziemlich scharfe Linien in mässiger Entfernung parallel der Mittellinie herabziehen, Linien, die etwa die auseinandergewichenen Ränder der innern Schicht hätten sein können. Meine Beobachtungen hierüber sind jedoch zu mangelhaft, um eine sichere Entscheidung herbeizuführen; ich wende mich daher zum sicher Beobachteten. Bei einem Embryo, wie ihn Fig. 49 (Taf. XXV) darstellt, bemerkt man in der Bauchansicht an den Seiten des Keimstreifs, in der Gegend der Stigmenspalten zwei deutliche Schichten und dreht man so, dass einer der Ränder des Keimstreifs in der Profilansicht erscheint, so erhält man meist deutlich das Bild dreier ungefähr gleich breiter Schichten. Die äussere dieser Schichten nun, die stets aus hellen, deutlichen Zellen besteht und eine Dicke von ungefähr 0,040 Mm. besitzt, während die Gesamtdicke der Embryonalwand an derselben Stelle 0,066 Mm. betrug, ist die spätere Hypodermis und aus ihr gehen durch Einstülpungen nach innen sowohl die Tracheen, als Spinndrüsen, als auch Malpighi'sche Gefässe hervor.

Es wäre Wiederholung, wenn ich hier die erste Anlage der genannten Organe nochmals beschreiben wollte, hier will ich nur noch auf die Eigenthümlichkeit aufmerksam machen, dass diese sämtlichen Organe aus gleichen Elementen, auf die gleiche Weise sich ausbildend, späterhin so merkwürdig verschiedene Functionen erhalten. Für die Spinndrüsen und Tracheenanlagen wird es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass sie als völlig homologe Bildungen zu erachten sind, wozu eigenthümlicher Weise der Umstand unterstützend zutritt, dass die Spinndrüsen in der Nähe ihres gemeinsamen Ausführungsgangs in der Larve einen Spiralfaden ausbilden, ganz ähnlich dem der Tracheen. Ob die Malpighi'schen Gefässe gleichfalls für homolog den übrigen genannten Organen zu nehmen sind, dürfte grösseren Bedenken unterliegen, eigenthümlich bleibt es jedoch immerhin, dass die Zahl dieser sämtlichen, durch Einstülpung aus der äussern Haut sich bildenden Organe 13 Paar beträgt, gerade so viel Paare als wir Rumpfsegmente besitzen.

Die Entwicklung der Malpighi'schen Gefässe und der Spinndrüsen zu ihrer definitiven Gestalt bietet wenig Bemerkenswerthes dar; beide verändern ihren Durchmesser nicht wesentlich während ihrer Entwicklung und bestehen von Anfang an aus von einzelligen Wänden gebildeten Röhren, deren Lumen sich allmählig etwas erweitert. Die Malpighi'schen

Gefäße färben sich kurz nach dem Ausschlüpfen der Larve gelblich braun, ihre secretorische Thätigkeit beginnt. Ihrer bedeutenden Länge halber beginnen sie sich zu schlängeln. Dagegen wächst die Spinn-drüse (*Spd*) jederseits fast durch die ganze Länge der Leibeshöhle ohne sich in ihrem histologischen Bau und ihrem Aussehen wesentlich zu ändern. Ich möchte hier noch daran erinnern, dass GRUBE in seiner Arbeit »Fehlt den Wespen- und Hornissenlarven ein After oder nicht?« (MÜLLER's Archiv 1849, S. 64) anführt, dass die Wespenlarven zwei Paar Spinndrüsen besäßen; ich brauche nach dem Vorhergegangenen nicht besonders zu betonen, dass ich bei der Bienenlarve, jedoch auch bei einer jungen Wespenlarve nur ein Spinndrüsenpaar vorfand.

Ich wende mich jetzt zur Beschreibung der Bildungsweise der Tracheen, einem Resultat meiner Untersuchungen, welchem ich einige Tragweite glaube zuschreiben zu dürfen. Ich knüpfe an die früher gegebene Beschreibung der ersten Anlagen, die sich auf dem zweiten bis elften Segment zeigen, an. Fig. 25 (Taf. XXVI) stellt eine derartige Einstülpung (Stigmentasche, wie ich sie kurz bezeichnen will) im optischen Durchschnitt dar; sie besitzt einzellige, aus ganz denselben Zellen wie die Hautschicht gebildete Wände. Diese Taschen dringen in die unter der Hautschicht gelegene Zellmasse der Embryonalwandung ein. Ihre weitere Veränderung zeigt deutlich die Fig. 26 (Taf. XXVI); der Eingang in die Tasche hat sich mehr und mehr geschlossen und erscheint daher in der Flächenansicht als eine Querspalte, die durch die Anordnung der sie bildenden Zellen wie von einem strahligen Hof umgeben ist. Die Tasche selbst erhält im optischen Längsschnitt eine T förmige Gestalt (s. Fig. 26, Taf. XXVI), indem Decke und Boden sich so dicht zusammen legen, dass nur ein schmales Lumen bleibt. In der Flächenansicht hat hingegen die Tasche sich jetzt allmählig die Gestalt eines Rhomboides angeeignet, dessen längere Diagonale quer gerichtet ist. Die erste Spalte hat die Eigenthümlichkeit, dass sie schief gestellt ist (siehe die Figuren 18, Taf. XXV, und 20, Taf. XXVI), eine Eigenthümlichkeit, die wohl im Zusammenhang steht mit der Veränderung, die die Richtung des Haupttracheenstammes späterhin dort erleidet. Durch die rhomboidische Gestalt, welche die Stigmentasche in der Fläche betrachtet angenommen hat (s. Fig. 20, Taf. XXVI, die dunkel gehaltenen Stellen um jede der Spalten stellen die Taschen dar), wird ohne Zweifel der Grundplan des Tracheensystems schon angedeutet. In der Richtung der längern, oder Querdiagonale des Rhomboides entwickeln sich die Bauch- und Rückenäste des späteren Tracheenlängsstammes, in der Richtung der kürzeren oder der Längsdiagonale entwickeln sich die Längsäste, die sehr bald zu dem Längsstamm der

Taschen verschmelzen. Die in Fig. 26 (Taf. XXVI) angedeutete T förmige Gestalt der Tasche zeigt deutlich die Entstehung des Längsstammes, der in Fig. 27 (Taf. XXVI) schon ganz ausgebildet ist; die Querschenkel der T förmigen Tasche stossen bei weiterem Wachsthum in die Länge auf einander und verschmelzen, indem sich die Lumina in einander öffnen. Man sieht ein, wie auf diese Weise ein Längsstamm jederseits gebildet wird, der durch zehn Stigmata nach aussen führt. Der vordere Längsstamm jeder Stigmentasche des zweiten Rumpfsegments wächst schief nach vorn und dem Rücken (s. die Fig. 30, Taf. XXVI) gerade auf die Nackengegend des Embryo zu; hier stossen diese beiden Aeste schliesslich gleichfalls zusammen, verschmelzen und bilden so die vorderste über dem Oesophagus verlaufende Quercommissur des Tracheensystems. Ganz auf analoge Weise wächst der hintere Längsstamm der letzten Stigmentasche nach hinten und der Bauchseite zu, um schliesslich ebenso mit den ihm entgegenkommenden der andern Seite zu verschmelzen und die hinterste unter dem Afterdarm verlaufende Quercommissur des Tracheensystems zu bilden (s. hiezu Fig. 32, 33 u. 42, Taf. XXVII). Die Bildung der Längsstämme ist vollzogen bei einem Embryo von der Fig. 34 (Taf. XXVI) gezeichneten Stufe, jedoch hat sich hier, wie Fig. 30 (Taf. XXVI) zeigt, die vordere Quercommissur des Rückens noch nicht geschlossen, dasselbe wird wohl auch für die hinterste Commissur der Bauchseite gelten. Aus dem so gebildeten Längsstamm entspringen nun seitlich die schon an der rhomboidischen Stigmentasche angedeuteten Seitenäste; der eine nach dem Bauch, der andere nach dem Rücken, der erstere etwas hinter, der letztere etwas vor dem Stigma (s. Fig. 32, Taf. XXVII). Die Fig. 28 (Taf. XXVI) zeigt den Längsstamm, zwei Stigmata und zwei aus ersterem entspringende Rückenqueräste in der Entwicklung, man sieht deutlich die Queräste als blind geschlossene Fortsätze des Längsstammes. Die Bauchäste wachsen sich auf der Bauchseite entgegen und verschmelzen hier mit gewissen, gleich anzuführenden Eigentümlichkeiten zu Quercommissuren; die Rückenäste hingegen bleiben während des ganzen Larvenlebens getrennt; sie verfeinern sich und wachsen, sich allmählig in eine grosse Zahl feiner Zweige zertheilend, bis zur Mittellinie, um sich mit ihren letzten Ausläufern theilweis am Rückengefäss zu inseriren. Jeder in der Nähe des Stigmas aus dem Längsstamm entspringende Bauchast theilt sich sehr bald nach seinem Abgang in zwei Aeste, einen vorderen und einen hinteren, der erste läuft nach der vorderen Grenze des Segments, welchem das betreffende Stigma angehört, der hintere hingegen nach der Mitte dieses Segmentes. Die vorderen Aeste der drei ersten Stigmata nun verbinden sich mit den, ihnen entgegenkommenden, der

andern Seite bauchwärts zu drei Quercommissuren; die hinteren Aeste der zwei ersten Stigmata dagegen bleiben unverbunden und zerfasern sich an der Aussenseite des Ganglienknотens des zweiten und dritten Thoracalsegmentes. Ein den letztern ganz entsprechender Ast findet sich am Ganglienknотen des ersten Thoracalsegments, er entspringt von der Fortsetzung des Längsstammes als vordere Rückenquercommissur. Diese drei Paar Aestchen, die jederseits an die Ganglien der drei Thoracalsegmente herantreten, haben eine ganz besondere Bedeutung, weil an ihnen sich schon im Larvenzustand die Beine der Imago entwickeln. Die Bauchäste des dritten Stigma zeigen eine exceptionelle Beschaffenheit, indem sich beide zu Quercommissuren mit denen der anderen Seite vereinigen, es findet sich also von diesem Stigma ausgehend eine Quercommissur auf der Grenze des dritten und vierten Segments und dahinter eine, die über der Mitte des Ganglienknотens des vierten Segments verläuft. Dieses Verhältniss leitet über zu dem der folgenden Segmente, an welchen nämlich die Umkehrung des an den beiden ersten Stigmata beobachteten Verhältnisses stattfindet; es bleiben die vordern Aeste unverbunden, die hintern dagegen vereinigen sich und bilden sieben über die Ganglienknотen des fünften bis elften Segments laufende Bauchcommissuren. Die erstgenannten Aeste erscheinen als nach vorn aus diesen Commissuren entspringende Zweige.

Diese Verhältnisse, die vielleicht durch die Beschreibung nicht mit gewünschter Klarheit dargestellt worden sind, werden durch die Fig. 42 (Taf. XXVII) erläutert.

Meine Schilderung der Tracheenentwicklung ist dem entgegen, was seither über die Entstehung dieser wichtigen Organe vermuthet und beobachtet wurde. WEISMANN beobachtete zwar die Entstehung der sogenannten Stigmenfurche bei *Musca*, eine auf dem Hinterende des Rückens des Embryo über dem After durch eine Art Einstülpung entstehende Querfurche, in welcher sich später die beiden einzigen Stigmata der Larve bilden; die Längsstämme der Tracheen jedoch lässt er nicht durch Einstülpung entstehen, sondern ähnlich wie dies LEUCKART²⁾ für die Entwicklung der Längstracheenstämme von *Melophagus* angiebt, durch eine Art Ablösung oder Differenzirung aus einer Zellmasse der Leibeswandung. Wichtig scheint mir jedoch seine Beobachtung, dass die Bildung der Längsstämme bei *Musca* von der Stigmenfurche ausgeht, denn diese Thatsache des allmäligen, von dem späteren Stigma aus fortschreitenden Wachstums des Haupttracheenstammes scheint

1) WEISMANN, a. a. O. p. 494.

2) LEUCKART, Entwicklung der Pupiparen. S. 79.

mir sehr für eine Bildung ähnlich wie bei dem Bienenembryo durch Einstülpung zu sprechen. Ganz im Zusammenhang mit seiner Ansicht über die Entstehungsweise des Tracheensystems giebt WEISMANN auch an, dass die ursprünglichen Anlagen der Längsstämme bei *Musca* solide Zellenstränge seien; sollte sich diese Beobachtung bestätigen, so würde sie ganz zweifellos gegen meine Ansicht sprechen, ich muss deshalb auch hier ganz bestimmt erklären, dass ich stets ein deutliches Lumen in dem Längstracheenstamm des Bienenembryo fand. Ich möchte es jedoch für nicht unwahrscheinlich halten, dass die WEISMANN'sche Beobachtung auf einem nur zu leicht zu begehenden Irrthum beruhe, hat doch WEISMANN auch die Malpighi'schen Gefässe ursprünglich als solide Zellenstränge gesehen und man wird doch gewiss sehr geneigt sein, die von mir für die Malpighi'schen Gefässe zweifellos beobachtete Entstehung durch Einstülpung auch auf dieselben Organe von *Musca* auszu dehnen.

Was die letzten Endverzweigungen der Tracheen betrifft, so schliesse ich mich in allen Stücken der von WEISMANN hiefür bei *Musca* gegebenen Beschreibung an; sie entstehen, wie WEISMANN beobachtete, in spindelförmigen, oder in mehrere Fortsätze auswachsenden Zellen (s. WEISMANN l. c. T. VIII, Fig. 97 c u. 97 E), die häufig büschelig zusammengestellt sind; in diesen, mit grossen Kernen versehenen Zellen endigen die feinsten Chitinröhrchen. Die Menge dieser Zellen und ihrer zahlreichen Ausläufer erhöht sehr das Gewirre, welches sich bei der Betrachtung eines Embryo vom Stadium der Fig. 32 (Taf. XXVII) bei stärkerer Vergrösserung darbietet. Ueber die Entstehung der Chitinintima der Tracheen fehlen mir genauere Angaben; in Fig. 32 (Taf. XXVII) ist in den Längsstämmen schon ein deutlicher Spiralfaden entwickelt. Schon vor dem Ausschlüpfen des Embryo füllen sich die Tracheen mit Luft und erhalten dadurch ihre dunkle Färbung im durchfallenden Licht. Ueber die histologische Entwicklung des Tracheengewebes habe ich keine eingehenden Untersuchungen angestellt, es schien mir jedoch hier keine so innige Verschmelzung der Zellen stattzufinden, als dies WEISMANN von *Musca* beschreibt, wiewohl ich auch andererseits Bilder fand, die dafür sprachen.

Nachdem ich so dasjenige, was mir mit einiger Sicherheit über die äussere Haut und ihre Dependenzien zu eruiren gelungen ist, dargelegt habe, möchte ich mich nicht von diesem Gegenstand trennen, ohne mit einigen Worten der grossen Aehnlichkeit gedacht zu haben, welche die elf Paare Einstülpungen der elf ersten Rumpfsegmente in ihrer ersten Anlage mit Segmentalorganen der Amneliden haben. Bis jetzt ist leider über die Entwicklung jener Organe noch nicht viel bekannt; nach dem,

was ich jedoch hierüber von den Hirudineen und Oligochaeten in Erfahrung gebracht habe, scheint mir dieselbe sehr ähnlich jener von mir geschilderten Entwicklungsweise der elf Paare Einstülpungen der Biene zu sein. Bekanntlich sind die Segmentalorgane ursprünglich auch blind geschlossen. Ich brauche hier nicht besonders hervorzuheben, dass eine derartige Aehnlichkeit in der Entwicklungsgeschichte gewisser Organe der genannten Klassen des Thierreichs, wenn sie sich fernerhin bestätigen sollte, die grosse Aehnlichkeit, die man schon jetzt zwischen denselben aufgefunden, um ein beträchtliches vermehrte und uns Anhaltspunkte lieferte, die uns späterhin in den Stand setzen werden den Stammbaum, die Entwicklungsgeschichte der ganzen Klasse verstehen zu lernen.

Darmtractus.

Wir haben von der Entwicklung des Darmtractus schon die Anlage sämtlicher Abschnitte kennen gelernt und gesehen, dass er sich aus drei Theilen zusammensetzt, zwei engeren Röhren, dem Oesophagus und dem Enddarm, beide Einstülpungen der gesamten Leibeswandung und einem mittleren grossen, sackförmigen Abschnitt, der sich über den Rest des Dotters bildet. Wie schon früher gesagt, bildet sich die Wandung dieses Abschnitts zuerst auf der Rückenseite des Dotters als einfache Zellenlage; bei dem Embryo Fig. 31 (Taf. XXVII) ist die Bauchseite des Dotters noch gänzlich ohne eine derartige Wandung. Die Rückenwandung lässt sich vorn bis zu dem noch blinden Ende des Oesophagus, hinten bis zu dem schon geöffneten Afterdarm und vielleicht noch ein Stück über diesen hinaus auf die Bauchseite verfolgen. Nur wenige Zeit später sieht man auch die Bauchseite des Dotters von einer Zellschicht bedeckt, der Dotter ist jetzt gänzlich im künftigen Mitteldarm eingeschlossen.

Afterdarm und Oesophagus werden von einer inneren Epithelzellenlage und einer äusseren Muskelschicht (Quer- und Längsmuskeln) gebildet. Das anfänglich blind geschlossene Ende des Afterdarms öffnet sich, sobald derselbe seine spätere Länge erreicht hat und sich an die Wandung des Mitteldarms anlegt, letztere, eine einfache Zellschicht, verschliesst jedoch während des Larvenlebens die Oeffnung des Afterdarms, so dass eine Communication zwischen dem Innenraum des Mitteldarms und des Afterdarms nicht möglich ist. GRUBE¹⁾ führt in seiner schon oben citirten Arbeit an, dass er eine feine Oeffnung

1) GRUBE, Fehlt den Wespen- und Hornissenlarven ein After oder nicht? MÜLLER'S Archiv 1849, p. 71.

zwischen dem Magen und dem Afterdarm bei der Bienenlarve wider Erwarten gefunden habe; die jungen Larven, welche ich untersuchte, zeigten den Afterdarm stets geschlossen durch die Epithelzellenschicht des Mitteldarms. Die Fig. 32 (Taf. XXVII) zeigt schon sehr deutlich die Epithelschicht des Afterdarms, eine einfache Fortsetzung der Haut und die um diese gelagerte muskelerzeugende Zellschicht; letztere besteht aus einer einfachen Lage rundlicher sehr heller Zellen und lässt sich auf die Rückenwandung des Mitteldarms deutlich verfolgen, zum Beweis, dass die späterhin sich entwickelnde Muskulatur des After- und Mittel-Darms in Verbindung stehen werden.

Ueber die histologische Differenzirung der ursprünglichen Oesophaguseinstülpung in eine Epithel- und eine äussere Muskelschicht liegen mir keine näheren Beobachtungen vor; das anfänglich blind geschlossene Ende des Oesophagus bläht sich allmählig etwas auf und erlangt eine birnförmige bis kugelige Gestalt (s. Fig. 34 a, 32 u. 35, Taf. XXVII), eine Erscheinung, die bei den Wespenembryonen noch viel bedeutender hervortritt. Gleichzeitig mit dieser Anschwellung verdünnt sich der an die Mitteldarmwandung anstossende Theil der Wandung des Oesophagus mehr und mehr, so dass schliesslich, jedoch erst ziemlich am Ende des Eilebens, wie die Fig. 32 und 34 a (Taf. XXVII), beweist, die Communication zwischen Oesophagus und Mitteldarm hergestellt wird. Bei der jungen Bienenlarve ist die hintere Oeffnung des Oesophagus etwas in den Mitteldarm eingesenkt (s. Fig. 42, Taf. XXVII).

Bei Präparation des Darmtractus eines schon ziemlich reifen Embryos, etwas jünger als Fig. 32 (Taf. XXVII), bemerkt man auf dem aus cylindrischen Zellen gebildeten Epithel des Mitteldarms (Fig. 34 a, Taf. XXVII) eine perlschnurartig vorspringende, sehr zarte Zellschicht. Hat eine dieser Zellen, wie die Figur es zeigt, sich abgehoben, so sieht man, dass dieselben durch Ausläufer in Verbindung stehen. Es stellen diese zarten Zellen die Anlage der Muskulatur dar und was ihre Abstammung betrifft, so möchte ich sie von jenen hellen Zellen und Fäden herleiten, die in Menge, wie früher geschildert wurde, dem von der Bauchwand zurückgezogenen Dotter ankleben. Hat sich der Dotter bis zu seiner bleibenden Entfernung zurückgezogen, so schwinden die ihn mit der Bauchwand verknüpfenden Fäden, ohne Zweifel indem sie zerrissen werden. Ich sah jedoch alsdann bei einem günstigen Embryo den Dotter auf der Bauchseite von einer hellen, hie und da knotig angeschwollenen Schicht überzogen, die Epithelschicht des Darms war jedoch auf der Bauchseite des Dotters noch nicht angelegt. — Hat sich das zarte, früher beschriebene Rückenhäutchen von der Magenwandung abgehoben, so erscheinen auch hier dieselben

Faden und Zellen, und ich vermuthe, dass auch diese berufen sind die Muskulatur auf der Rückseite des Mitteldarms zu bilden.

Die Fig. 34 e (Taf. XXVII) stellt eine Anzahl Zellen des Mitteldarms in der Flächenansicht dar; zwei Kerne, die man hie und in den Zellen vorfindet, deuten wohl auf noch stattfindende Theilungsprocesse hin.

Nervensystem.

Meine Beobachtungen über die Bildung des Nervensystems der Bienenlarve sind sehr unvollständig. Was erstens seine Herkunft betrifft, so sondert es sich unzweifelhaft aus derselben Schicht des Keimstreifs ab, die auch der äussern Haut ihre Entstehung giebt. In der Breite der späteren Ganglienkeite wird offenbar die gesammte Dicke der noch undifferenzirten Leibeswandung, die, wie früher gesagt, hier einschichtig ist, vollauf verbraucht in der Bildung der äussern Haut und des Nervensystems. Jedoch ist der Prozess der Differenzirung des Nervensystems ein verhältnissmässig spät eintretender. Zwischen dem Fig. 20 (Taf. XXVI) und dem in Fig. 34 (Taf. XXVII) gezeichneten Entwicklungsstadien vollzieht er sich. Die Ganglienknotten der Bauchkeite verdanken ihre Entstehung den Keimwülsten, die Supraoesophagealganglien entstehen durch Differenzirung in den Scheitelplatten. Mit der Ausbildung des Nervensystems nimmt daher auch äusserlich die Deutlichkeit der Keimwülste und der Scheitelplatten ab, indem die abgeschiedene äussere Haut die frühere Gestalt dieser Erhebungen nicht mehr beibehält, sondern sich allmählig ebnet und sie so zum Verschwinden bringt. Die Bauchganglienkeite liegt jedoch der Haut recht dicht an.

Obgleich das Nervensystem erst spät so differenzirt wird, dass es mit Schärfe unterschieden werden kann, so finden sich doch sehr frühe Anzeichen, die auf Veränderungen im histologischen Bau der Bauchseite des Embryo hindeuten, welche ohne Zweifel mit der Ausbildung des Nervensystems in Verbindung stehen. Es zeigt sich nämlich schon sehr frühzeitig (schon auf dem Stadium der Fig. 43, Taf. XXV, und früher) auf der Bauchseite des Keimstreifs zwischen den Keimwülsten eine Zeichnung, die dieser ein ganz sonderbares zerfressenes Aussehen giebt, und die ich mir nicht anders entstanden denken kann, als durch unregelmässiges Auseinanderweichen der Zellen der tieferen Partien des Keimstreifs. Diese Zeichnung erstreckte sich über die ganze Bauchseite bis zum Vorderkopf und zeigte sich ebenso auf der Rückseite des Kopfes zwischen den hier zusammentretenden Scheitelplatten. Ja in etwas späteren Stadien (Fig. 47, 49, Taf. XXV) erinnere ich mich deutlich, förmliche Löcher in der Mittellinie der Bauchwand gesehen zu haben,

Löcher, für die ich jedoch jetzt wohl annehmen darf, dass sie nicht nach aussen sich öffneten, sondern durch eine, der späteren Haut entsprechende Zellschicht geschlossen waren. Vergleichen wir die hier aufgeführten Erscheinungen mit dem späteren Bau der Bauchganglienkette, so finden wir, dass derartiges Auseinanderweichen der Zellen in der Mittellinie der Bauchseite an vielen Stellen, vielleicht ursprünglich auf der ganzen Mittellinie in der Tiefe des Keimstreifs nöthig ist, um die anfänglich durch weitere Zwischenräume, als dies auf der Fig. 42 (Taf. XXVII) von der jungen Larve gezeichnet ist, getrennten Ganglien, aus einer gleichmässigen, allseitig zusammenhängenden Zellschicht zu erzeugen. Auch auf der Rückseite des Kopfes zwischen den Scheitelplatten ist dieser Prozess nöthig, um hier die beiden Knoten des Gehirns zu trennen. Leider habe ich jedoch diesen Vorgängen nicht die nöthige Aufmerksamkeit geschenkt, die zu einer genauen Einsicht nöthig wäre.

Für jedes Segment werden ursprünglich zwei Ganglienknoten abgesondert, beide sind in der Mittellinie der Bauchseite eine Strecke weit mit einander verwachsen und rücken allmähig nach der Mittellinie noch etwas zusammen. Mit dem vorhergehenden und dem folgenden steht jeder Knoten durch eine kurze Commissur in Verbindung. Die Figuren 34 und 33 (Taf. XXVII) werden zeigen, dass für jedes Segment sich ursprünglich zwei Ganglienknoten finden, im Ganzen also 47 Paare. Die hinteren drei Knoten sind weniger scharf ausgeprägt, jedoch immerhin deutlich erkennbar (Fig. 34, Taf. XXVII), sie rücken noch während des Eilebens näher zusammen und bilden einen mit zwei ringförmigen Einschnürungen versehenen, grossen Knoten (Fig. 40, Taf. XXVII). Eine ähnliche Verschmelzung erfahren die den drei Mundsegmenten entsprechenden Knoten; die beiden hinteren derselben verschmelzen gänzlich, dagegen erhält sich eine Andeutung des Mandibelknotens (s. Fig. 32); man kann diese Reste der ursprünglichen drei Knotenpaare wohl als unteres Schlundganglion bezeichnen. Das Gehirn besteht aus zwei grossen, die obere Hälfte des Kopfes fast vollständig ausfüllenden pyramidenförmigen Knoten, die über dem Oesophagus (ich habe dieses Verhältniss nicht direct beobachtet) nur auf eine kurze Strecke verwachsen sind (siehe sie vom Rücken Fig. 35 und 44, Taf. XXVII). Eine eigentliche Schlundcommissur findet sich nicht. Der Oesophagus dringt zwischen den mit den Gehirnknoten eng verwachsenen Mandibelknoten und ersteren hindurch (s. Fig. 32 und 42, Taf. XXVII). Die histologischen Elemente des Nervensystems sowie das periphere Nervensystem habe ich nicht genau untersucht.

Muskulatur.

Ueber diesen Gegenstand bin ich nicht zu sicheren Resultaten gekommen; erst als mir das Material zu mangeln anfang, gelangte ich zu der Einsicht, dass die erste Entstehung der Muskulatur auf der Bauchseite gleichzeitig oder sogar schon früher als die Differenzirung des Nervensystems stattfindet, ich habe daher versäumt die erste Anlage eingehend zu studiren. Fig. 39 (Taf. XXVII) habe ich drei Muskelfäden abgebildet aus der Längsmuskulatur des Rückens eines schon mit deutlichem Rückengefäss versehenen Embryo. Dieses Bild zusammengehalten mit ähnlichen, die ich bei jüngeren Embryonen sah, macht es mir sehr wahrscheinlich, dass die Muskeln des Hautmuskelschlauchs der Bienenlarve sich auf entsprechende Weise, wie dies WEISMANN von den Muskeln der Imago mehrerer Dipteren darstellt, bilden, mit dem einzigen Unterschied, dass sich hier eine einfache Reihe hintereinanderstehender Zellen zu einem Muskel heranbildet, während bei jenen sich, entsprechend den stärkern Muskeln, viele derartige Zellenreihen zu einem einzigen Primitivbündel umwandeln.

Bei schon beweglichen Embryonen sah ich auch sehr zarte Längsstreifung (Fibrillenbildung) an der Längsmuskulatur des Rückens.

Es lassen sich am Rumpfe des reifen Embryo zweierlei Muskeln, die gleichsam einen, nur durch das Nervensystem, die Tracheenlängsstämme und das Rückengefäss unterbrochenen Hautmuskelschlauch darstellen, unterscheiden. Einmal grade Muskeln, die dicht gedrängt sich neben einander befindend, von der vorderen Grenze eines Segmentes bis zu der hintern laufen; zweitens schiefe, den ersten sonst ganz ähnliche schmale Bänder, die auf dem Rücken von der Mitte aus nach hinten und aussen verlaufen, auf dem Bauch hingegen von vorn und aussen nach hinten und der Mitte zu. Sie scheinen ihre Insertionen mehr inmitten der Segmente zu finden (s. Fig. 38 u. 42, Taf. XXVII). Es ist mir nicht recht klar geworden, welche dieser beiden Muskelpartien die nach Aussen liegende ist, eine meiner Aufzeichnungen spricht für die schiefen Muskeln.

Eine reiche Muskulatur entwickelt sich im Vorderkopf, theilweise zur Bewegung dieses Theils des Kopfes selbst, hauptsächlich jedoch zur Bewegung des Oesophagus. Die Muskeln der Maxillen und Mandibeln sind schon in Bildung begriffen in dem Fig. 34 (Taf. XXVII) gezeichneten Embryo; hier sind es unzweifelhaft an einander gereihete spindelförmige Zellen, aus welchen die Primitivbündel sich später bilden. Sie laufen von der Nackengegend des Embryo in einem etwas nach unten geschwungenen Bogen nach den Mandibeln und Maxillen zu (Fig. 34, Taf. XXVII).

Das Rückengefäss.

Schon lange war mir an den seitlichen, noch weit offenen Rändern der Leibeswandung z. B. auf dem Stadium der Fig. 34 (Taf. XXVII) ein Zellenstrang aufgefallen, der sich vorn bis in den Nacken des Embryo verfolgen liess, nach hinten bis an die bogenförmige Vereinigungsstelle der Ränder; er selbst bildete eigentlich die Ränder der Leibeswandung. Die Fig. 35 (Taf. XXVII) stellt einen etwas älteren Embryo in der Rückenansicht dar, bei welchem dieser Zellenstrang, die Ränder der noch offenen Rückenwandung bezeichnend, deutlich zu verfolgen ist. Ich wusste mit diesem Gebilde nichts anzufangen, bis mich eben der Fig. 35 (Taf. XXVII) abgebildete Embryo, bei welchem sich die Rückenwände in der hinteren Hälfte schon sehr genähert hatten, auf die Spur brachte; ich glaube nämlich in diesem Zellstrang vorwiegend das Bildungsmaterial des Rückengefässes gefunden zu haben. Figur 36 (Taf. XXVII) giebt das Bild einer kleinen Strecke der schon beträchtlich genäherten beiden Stränge; man sieht sie sich in der Breite aus zwei bis drei Embryonalzellen zusammensetzen. — Das nächste Stadium, welches ich vom Rückengefäss beobachtete, zeigte mir dasselbe schon in seiner ganzen späteren Länge deutlichst angelegt in Gestalt eines aus einfachen zelligen Wandungen gebildeten Schlauchs, der durch Anschwellungen in der Höhe der Segmente in ungefähr 40 hinter einander liegende Kammern zerfällt. An jeder Anschwellung hat sich jederseits offenbar durch Einstülpung eine sogenannte venöse Spalte gebildet (s. Fig. 44 und Fig. 33, Taf. XXVII). Es ist zweifellos, dass zu dieser Zeit der Schlauch noch aus Embryonalzellen gebildet ist. In der Profilansicht zeigen die venösen Spalten die in Fig. 40 k (Taf. XXVII) angedeutete Beschaffenheit. Es ist mir nun nicht zweifelhaft, dass aus jenen beiden oben genannten Zellsträngen, wenn sie bis auf entsprechende Entfernung zusammen gerückt sind, die Bildung des so eben beschriebenen Schlauches geschieht. Um das Nähere hierüber aufzuklären fehlte es mir leider an passenden Stadien.

Schon auf Fig. 35 (Taf. XXVII) sieht man auf dem Dotter zwischen jenen beiden Zellsträngen, hauptsächlich wo sie sich beträchtlich genähert haben, eine grosse Anzahl meist rundlicher oder stumpfeckiger, grosser, mit einem grobkörnigen, grünlichen Inhalt versehener Zellen, grosse, helle Kerne enthaltend. Nicht nur an dem genannten Orte trifft man diese Zellen, sondern man sieht sie vereinzelt so ziemlich in allen Theilen der Leibeshöhle. Ueber ihre Abstammung weiss ich nichts, hingegen glaube ich in ihrer künftigen Bestimmung nicht zu fehlen, wenn ich sie als die späteren Blutkörperchen ansehe. Hierzu zwingt mich vorzüglich der an grünen, ziemlich grossen, das Licht stark

brechenden Körnchen reiche Inhalt derselben, der mit dem der späteren Blutkörperchen die grösste Aehnlichkeit besitzt. 0,014 Mm. ist ungefähr der Durchmesser einer derartigen Zelle mittlerer Grösse.

Hat sich das Rückengefäss in der Gestalt des oben beschriebenen Schlauches gebildet, so ist es mit den genannten Zellen gänzlich vollgepfropft, manchmal in solcher Menge, dass dieselben sich gegenseitig abplatten (s. Fig. 38 und 40, Taf. XXVII). Sowohl auf dem Stadium der Figur 35 (Taf. XXVII) als dem der Figur 38 (Taf. XXVII) zeigen diese Zellen noch die merkwürdige Eigenthümlichkeit, dass sie ein, zwei, sehr häufig aber auch drei und vier Kerne enthalten (s. Fig. 37, a, b, c u. d, Taf. XXVII). Die röthlichen Kerne sind versehen mit grossen Kernkörperchen oder auch (Fig. 37 a, Taf. XXVII) an letzterer Stelle mit einer ziemlichen Menge dunkeler, körniger Masse. Wenn die obige Deutung dieser und ähnlicher Zellen als die späteren Blutkörperchen richtig ist, so müssen die mehrkernigen derselben sich theilen, da ich die Blutkörperchen der jungen Larve stets einkernig fand.

Zu den Seiten des Rückengefässes liegen unter der Rückenmuskulatur sehr zahlreiche ähnliche, hauptsächlich dreikernige, manchmal ganz kleeblattförmige Zellen (s. Fig. 38, Taf. XXVII).

Das Rückengefäss scheint erst mit dem Ausschlüpfen der Larve seine Contractionen zu beginnen; bei Embryonen, die so lebhaft Bewegungen machten, dass das Amnion zerriss, und bei welchen die Tracheen mit Luft gefüllt waren, machte das Rückengefäss höchstens ganz schwache Zuckungen in grossen Pausen, wobei die eingeschlossenen Zellen in Bewegung geriethen.

Bei der jungen Larve hat das Rückengefäss bis auf die eingestülpten Theile der venösen Spalten seine zellige Structur verloren, es ist jetzt deutlich quergestreift; die Wandungen der venösen Spalten sind hingegen noch deutlich zellig, die gegenüberliegenden Spalten berühren sich fast in der Mittellinie des Herzens. Hie und da sieht man die von LEYDIG bei *Corethra plumicornis* zuerst beschriebenen sogenannten Klappen, nämlich auf kurzen Stielen an der Innenwand des Herzens befestigte kreisrunde Zellen, sehr ähnlich jenen oben beschriebenen; die Vertheilung dieser sogenannten Klappen ist jedoch so unregelmässig und ihrer sind so wenige, dass ihnen eine wesentliche Function beim Kreislauf nicht zukommen kann.

Es gelang mir eine junge Larve so zu legen, dass ich das Rückengefäss gleichsam im Querschnitt zu sehen bekam (s. Fig. 43, Taf. XXVII); hier erkannte man dasselbe als einen im Querschnitt fast rechteckigen Schlauch, an dessen Aussenseite sich strahlenartig eine beträchtliche Anzahl feiner Fäden befestigten, ohne Zweifel Muskelfäden, die ihre

zweite Insertion theils auf der Rückenwandung des Magens, theils an der Hypodermis finden. Unter diesen Muskelfäden ragten hauptsächlich die beiden, von den unteren Ecken des Herzquerschnitts schief nach aussen und unten laufenden hervor. In den zu beiden Seiten des Herzens sich erstreckenden Räumen, zwischen der äussern Haut und der Magenwand (s. Fig. 43, Taf. XXVII), sind eine grosse Menge Zellen verschiedener Grösse enthalten, die sich durch zarte Fäden unter einander in Verbindung setzen. Sie enthalten einen deutlichen Kern und häufig Vacuolen; jedenfalls sind unter diesen Zellen Endzellen feiner Tracheenästchen versteckt, jedoch können nicht alle dahin gerechnet werden, ein grosser Theil derselben kann für nichts anderes, als für den noch wenig entwickelten Fettkörper genommen werden. Obgleich mir die Entwicklungsgeschichte des Fettkörpers verborgen blieb, halte ich es doch nicht für ungerechtfertigt zu vermuthen, dass möglicherweise ein Theil jener oben beschriebenen, vorzüglich auch zu beiden Seiten des Rückengefässes verbreiteten Zellen, sich an der Bildung des Fettkörpers betheilige.

Es bleibt mir hier noch übrig mit ein paar Worten dasjenige zu berichten, was mir über die Geschlechtsorgane zu eruiren gelungen ist; es ist sehr wenig, da ich ganz zuletzt auf die richtige Spur kam. Ich fand bei dem Fig. 35 (Taf. XXVII) abgebildeten Embryo nicht weit von den Rückenrändern der Leibeswandung jederseits eine durch ungefähr 5 Segmente sich erstreckende längliche Zellenmasse aus dicht gedrängten rundlichen, mit grossen Kernen ausgestatteten Zellen bestehend (s. Fig. 35g, Taf. XXVII, und auf Fig. 36, Taf. XXVII, einen Theil dieser Zellmasse vergrössert). Die Fig. 36a (Taf. XXVII) stellt die Umrisse dieser Zellenmasse dar; nach vorn und hinten spitzt dieselbe sich allmählig zu, jedoch gelang es mir nicht etwas der Anlage eines Ausführungsganges Aehnliches zu entdecken, wie er sich an der Geschlechtsanlage der Insektenlarve gewöhnlich zeigt. Ich kann für die beschriebene Zellenmasse keine andere Deutung finden, als sie für die Anlage der Geschlechtstheile zu nehmen.

Mit wenigen Worten will ich am Schlusse dieser Arbeit noch eine kurze Vergleichung der Entwicklungsgeschichte der Biene mit dem bis jetzt von andern Insekten in Hinsicht auf die Entwicklungsgeschichte Erforschten andeuten. Sehr fühlbar macht sich bei diesem Versuch die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge; denn es wird wohl wenig zweifelhaft erscheinen eine ziemliche Uebereinstimmung in der Embryologie der Hymenopteren und Lepidopteren zu erwarten, bei der grossen Aehn-

lichkeit, welche die Larven beider Insektenabtheilungen im Allgemeinen darbieten. Hoffentlich wird eine Ausfüllung dieser Lücke nicht mehr zu lange auf sich warten lassen. Bedeutende Analogien finden sich zwischen der Embryologie der Dipteren und der unserer Biene, vorzüglich glaube ich jedoch unter den ersteren *Musca* hervorheben zu müssen. Obgleich mich die Aehnlichkeit der Lage des Keimstreifs und Embryos und die allgemeinen Gestaltsverhältnisse zu diesem Ausspruch drängen, sind im Gegentheil einige Punkte, hauptsächlich in der frühesten Entwicklungsperiode bei *Musca*, die bedeutende Verschiedenheiten im Vergleich mit den entsprechenden Verhältnissen von *Apis* verrathen. Eine Revision der von WEISMANN für *Musca* erhaltenen Resultate an Hand der neuen Erkenntnisse in der Embryologie der Insekten möchte gerathen sein; so ist hauptsächlich das Faltenblatt WEISMANN's ein Gegenstand, dessen nochmalige genaue Verfolgung sehr wünschenswerth wäre. Ueberraschend ist es, dass aus WEISMANN's Untersuchungen die Abwesenheit eines Amnion bei *Musca* hervorgeht und MECZNIKOFF bestätigt diese Thatsache besonders, während sich die Tipuliden des schönsten Amnions erfreuen.

Während meiner Untersuchung der Biene erhielt ich auch eine Anzahl Wespeneier (wahrscheinlich *Vespa crabro*) und ich kann sagen, dass die Entwicklung des Wespenembryo, so weit ich sie an diesen Eiern erforschen konnte, sich nur in den allgemeinen Gestaltverhältnissen von der der Biene unterscheidet. Am Ende meiner Arbeit angelangt, ergreife ich mit Freuden die Gelegenheit meinem verehrten Lehrer Herrn Professor R. LEUCKART für die mannigfache Anregung und Leitung, so wie für freundlichsten Rath und Unterstützung, welche er mir in jeder Hinsicht während meines Aufenthalts in Leipzig und in Bezug auf vorliegende Arbeit zukommen liess, öffentlich meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Frankfurt a. M., im October 1869.

Nachträgliche Bemerkung: Nach Absendung des Manuscripts erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. E. BESSELS einen von ihm verfassten Aufsatz »Einige Worte über die Entwicklungsgeschichte und den morphologischen Werth des kugelförmigen Organs der Amphipoden« in der Jenaischen Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaften, Bd. V, S. 94, in welchem sich BESSELS, auf eigene Forschungen gegründet, der in meiner Arbeit besprochenen WEISMANN'schen Ansicht anschliesst. Nach dem was ich früher über diesen Gegenstand bemerkt habe, muss ich meinem geehrten Freunde hierin widersprechen und kann nach reiflicher Ueberlegung nur an meiner früher ausgesprochenen Ansicht festhalten.

Erklärung der Abbildungen.

(Die Figuren, bei welchen nichts Besonderes bemerkt ist, sind bei 250facher Vergrößerung gezeichnet.)

Tafel XXIV.

- Fig. 1. Der Dotter hat sich an beiden Polen von den Eihäuten etwas zurückgezogen.
- Fig. 2. Eine Keimhaut (*k*) ist um den ganzen Dotter angelegt; unter diesen hat sich hauptsächlich auf den Seiten des Eies ein sehr feinkörniges Blastem ausgeschieden (*kbl*); die Kerne der Keimhautzellen liegen an deren Aussenenden und sind nach innen durch eine scharfe Linie begrenzt.
- Fig. 3. Flächenansicht der Keimhautzellen einer jungen Keimhaut. (Vergrößerung 500.)
- Fig. 4. Zellen einer hoch ausgebildeten Keimhaut in der Profilansicht. (Vergrößerung 500.)
- Fig. 5. *a*. Grosse mehrkernige Zelle einer noch unvollständig ausgebildeten Keimhaut; *b*. eine ähnliche jedoch nur einkernige Zelle ebendaher (Vergr. 500.)
- Fig. 6. Die Keimhaut ist längs der Rückengegend des künftigen Embryo aus einander gewichen, der Dotter liegt hier nur von wenigen, weit aus einander stehenden Zellen bedeckt frei. *a*. Ansicht der Rückenfläche (concave Eiseite); *b*. Seitenansicht.
- Fig. 7. Zellen einer Keimhaut von dem in Fig. 8 angegebenen Stadium.
- Fig. 8. Erste Vorbereitung zur Bildung des Amnion und des eigentlichen Keimstreifs; Fig. *a*. Ansicht von oben auf die Rückenfläche, Fig. *b*. seitliche Ansicht.
- Fig. 9. Weitere Ausbildung des in Fig. 8 angelegten Amnions; erstes Erscheinen der Amnionfalte (*af*); das Amnion (*a*) ist auf der Rückenseite des Eies beträchtlich nach hinten zugewachsen, es hat schon beinahe die Mitte der Rückenfläche erreicht. In der Rücken- (*a*) und Seiten- (*b*) Lage des Eies sieht man die erste Anlage der Bauchfalten (*f*). Fig. 9*a*. Das Ei liegt auf der Rückenfläche; *b*. auf der Seite und *c*. auf der Bauchfläche.
- Fig. 10. *a*. Bauchansicht, *b*. das Ei beträchtlich nach der linken Seite zu gedreht. Die Segmentation ist deutlich angelegt, man erkennt 14—15 Segmente; die Bauchfalten (*f*) sind in ihrem vordern Theil zusammengedrückt; die Amnionfalte ist beträchtlich nach hinten zu gerückt, die ganze Rückenfläche des Dotters ist vom Amnion schon überzogen, Längs der ganzen Strecke, auf der die Bauchfalten zusammengedrückt sind, ist der Keimstreif zweischichtig, *aS* die äussere und *iS* die innere Schicht.
- Fig. 10. *c*. Flächenansicht eines kleinen Stückes des Keimstreifs, um die eigenthümliche Zellenanordnung zu zeigen, deren Resultat das Hervortreten der Segmentation ist. *h* Höhe des Segments, *g* Grenzregion gegen die anstossenden Segmente.

Tafel XXV.

- Fig. 11. *a* Bauchansicht, *b* fast Profilansicht, *c* in völliger Profilage. Die Bauchfalten (*f*) sind fast auf der ganzen Bauchfläche zusammengedrückt; die Amnion-

falte (*af*) etwas weiter nach hinten gerückt; der vordere Theil des Keimstreifs mit einer eigenthümlichen schwachen Einstülpung, hauptsächlich in der Profilsicht Fig. *c* deutlich. Fast der ganze Keimstreif doppelschichtig. Die Segmentation nicht angedeutet.

- Fig. 12. Der Keimstreif ist an seinem vorderen und hinteren Ende beträchtlich gewachsen, die Bauchfalten sind vollständig verschwunden und der ganze Keimstreif ist deutlich doppelschichtig. Die Segmentation ist sehr deutlich, ungefähr 17 Segmente, die sich auch deutlich in der Gestaltung des optischen Durchschnitts der beiden Schichten des Keimstreifs aussprechen.
- Fig. 13. Die Amnionfalte ist bis auf die Mitte der Bauchfläche hinabgerückt; der Keimstreif hat den Dotter sowohl am vordern als hintern Pol völlig umwachsen; er ist deutlich zweischichtig. Die Keimwülste so wie die Segmentation ziemlich deutlich hervortretend.
- Fig. 14. Der Keimstreif hat den vorderen Pol des Dotters schon fast völlig umwachsen, die Erhebung des Vorderkopfs (*vk*) zwischen den Enden der Keimwülste ist angedeutet. Die Amnionfalte für dieses Stadium abnorm weit nach hinten gewachsen. Diese Figur stammt aus der ersten Zeit meiner Untersuchungen, das feinere Detail (hauptsächlich die Segmentation) ist daher auf ihr nicht angegeben.
- Fig. 15. Das Ei in seitlicher Lage. Die Amnionfalte (*af*) ist nach dem Hinterende des Keimstreifs fortgerückt, ihr entgegen hat sich vom hintern Theil desselben eine ähnliche, jedoch schwächere Falte erhoben. Beide begegnen sich an den seitlichen Grenzen des Keimstreifs. Zwischen den vorderen Enden der Keimwülste hat sich die Anlage des Vorderkopfs erhoben (*vk*), auch die Keimwülste zeigen in ihrem vordern Theil drei schwache Erhebungen (*kwh*). Zu den Seiten des Vorderkopfs haben sich die Enden der Keimwülste emporgewölbt und bilden die sog. Scheitelplatten (*Sp*). Der Keimstreif ist in diesem Stadium in der Profillage noch deutlich doppelschichtig.
- Fig. 16. Das Amnion ist vollständig ausgebildet, es umgibt den Embryo gänzlich in Gestalt eines allseitig geschlossenen Sackes. Der Vorderkopf und die Keimwülste haben wenig Veränderungen erfahren, dagegen haben sich die Segmentanhänge angelegt. Die Stigmentaschen sind gleichfalls angelegt, auf der Figur jedoch nicht angegeben.
- Fig. 17. Die Segmentation sehr deutlich ausgebildet, die Segmentanhänge sämtlich scharf ausgeprägt, zwischen den Antennen und Mandibeln haben sich die Keimwülste hügelartig erhoben (*kwa*); sämtliche Stigmata deutlichst angelegt, noch weit geöffnete, dreieckige, taschenartige Einstülpungen. Die Anlage des Mundes und Oesophagus angedeutet.
- Fig. 17a. Hinterende eines Embryo ungefähr vom Stadium der Fig. 17, um die beiden sehr stark ausgeprägten Segmentanhänge des 12. und 13. Segmentes zu zeigen (12 und 13). Auch die Keimwülste (*kw*) sind deutlichst zu bemerken.
- Fig. 18. Die Mundeinstülpung hat einige Fortschritte gemacht, die Aftereinstülpung angelegt, das Hinterende des Embryo hat sich zusammengezogen, so dass dasselbe mit der Aftereinstülpung nur wenig über den hintern Pol des Dotters nach der Rückseite hinübergreift. Der Dotter hat sich aus dem Kopftheil so ziemlich in dessen ganzer Breite zurückgezogen. Am Rumpfe

haben sich die seitlichen Theile des Dotters hauptsächlich zurückgezogen. (Vergl. auch Fig. 49.) Die Spinndrüse ist am Grunde der zweiten Maxillen hervorgewachsen (*sp*), dagegen zeigt sich von den Malpighi'schen Gefässen noch nichts.

Taf. XXVI.

- Fig. 49. Ein Ei vom vorigen Stadium ungefähr in der Bauchansicht. Der Raum *x* um die Mittellinie des Keimstreifs ist derjenige Theil des Keimstreifs, von welchem der Dotter sich noch nicht oder doch nur sehr wenig zurückgezogen hat; *y* der optische Durchschnitt des Längsbandes, in dessen Ausdehnung das Zurückweichen des Dotters zu beiden Seiten erfolgt ist. Das schmale Band *z* auf der äusseren Grenze dieses Raumes der optische Durchschnitt eines Theils der Embryonalwandung. Auf den Seiten des Eies erscheinen im optischen Durchschnitt deutlich zwei Schichten, in gewissen Lagen glaubt man drei deutlich zu bemerken.
- Fig. 20. Die Mundeinstülpung hat sich so weit ausgebildet, dass ein Oesophagus deutlich unterschieden werden kann. Auf der Rückenseite des Dotters ist die Darmwandung angelegt. Die Malpighi'schen Gefässe haben sich angelegt und schon eine ziemliche Länge erreicht (vergl. hiezu Fig. 22).
- Fig. 21. Ein wenig weiter fortgeschritten als Fig. 20, in halbseitlicher Lage gezeichnet, so dass die Keimwülste mit der Abzeichnung der Segmentation auf ihnen deutlich hervortreten.
- Fig. 22. Zur Entwicklung der Malpighi'schen Gefässe. *a* seitliche Ansicht; *b* Ansicht vom Rücken und *c* stärker vergrösserte seitliche Ansicht.
- Fig. 23. Ansicht des Kopftheils eines Embryo ungefähr vom Stadium der Fig. 20 Bauchlage; *vk* der Vorderkopf und *Sp* die sog. Scheitelplatten.
- Fig. 24. Erste Anlage der Tracheen als taschenförmige Einstülpungen. *a* Flächenansicht, *b* im optischen Längsschnitt.
- Fig. 25. Ebensolche Anlage in etwas vorgerücktem Stadium im optischen Längsschnitt.
- Fig. 26. Ein Theil der Hautschicht mit der Anlage dreier Stigmata und der Tracheen im optischen Längsschnitt.
- Fig. 27. Die T förmigen Trachealeinstülpungen haben sich mit ihren Querbalken zur Herstellung eines Längstracheenstammes vereinigt. Die Stigmata sind ihrer späteren Gestalt schon sehr nahe gekommen.
- Fig. 28. Dasselbe Tracheensystem in der Flächenansicht, um die blind endigenden Queräste des Längsstammes zu zeigen, die späteren Rücken- und Bauchäste der Bienenlarve.
- Fig. 29. Anlage der Spinndrüse am Innentheil des Hinterrandes der zweiten Maxille.
- Fig. 30. Vorderende des Tracheensystems eines Embryo ungefähr vom Stadium der Fig. 34.

Taf. XXVII.

- Fig. 34. *a* seitliche Ansicht, *b* Bauchansicht. Der Oesophagus hat sich an seinem hintern blinden Ende schon beinahe geöffnet, der Afterdarm schon mit deutlich differenzirter Muskelschicht, die Mitteldarmwandung jedoch nur auf der Rückenseite des Dotters aufzufinden. Die Bauchseite des Dotters

hat sich von der Leibeswandung des Embryo nun auch längs der Mittellinie beträchtlich zurückgezogen, steht jedoch durch zahlreiche zarte Fäden damit in Verbindung. Nervensystem deutlich ausgebildet mit 13 Paar Ganglien des Rumpfes und 4 des Kopfes. Der ganze Rücken des Embryo ist von einem sehr zarten Häutchen überwachsen. Muskulatur schon angelegt.

- Fig. 32. Fast vollständig ausgebildeter Embryo. Der Rücken völlig geschlossen, das Rückengefäß deutlich ausgebildet, jedoch noch ohne Bewegung; der Längsstamm der Tracheen schon mit Spiralfaden. — Die zweiten Maxillen haben sich zwischen die ersten hineingeschoben und sind mit einander verwachsen, so dass sich jetzt die Spinnrüsen in einen unpaaren Canal vereinigen, der sich am Vorderende der beiden verwachsenen Maxillen öffnet. Die Ganglienknotten der Maxillen sind dem entsprechend verschmolzen; auch die 3 letzten Ganglienknottenpaare der Bauchkette sind zu einem Knoten vereinigt, daher die ganze Bauchkette etwas verkürzt. Das Amnion noch vollständig erhalten, es umschliesst den Embryo, der schon schwache Bewegungen macht, noch gänzlich.
- Fig. 33. Hinterende eines etwas jüngeren Embryo als Fig. 34.
- Fig. 34. Vorderende des Mitteldarms eines Embryo ungefähr von der Entwicklungsstufe der Fig. 32. Die Epithelschicht des Magens wird von einer zarten Zellschicht überzogen; *b* eine dieser Zellen stärker vergrößert (600), *c* die Epithelzellen in der Flächenansicht (Vergr. 600).
- Fig. 35. Embryo etwas älter als das Stadium Fig. 34, Rückenansicht. *ra* ein längs der Grenze der Leibeswandungen hinziehender Zellstrang, der ohne Zweifel mit der Bildung des Rückengefäßes in Verbindung steht; *g* Genitalanlage in Gestalt einer länglichen Zellenmasse; *bk* Zellen, aus welchen später die Blutkörperchen hervorgehen (?).
- Fig. 36. Die Gegend *A* der Figur 35 stärker vergrößert (500), um die Zusammensetzung des Zellenbandes *ra* und der Genitalanlage *g* zu zeigen.
- Fig. 37. Die grossen Zellen aus dem Rückengefäß eines schon fast völlig ausgebildeten Embryos bei 600facher Vergrößerung.
- Fig. 38. Ein Theil des Rückengefäßes des gleichen Embryo mit einer venösen Klappe jederseits, der seitlichen Längsmuskulatur und den feinsten Endigungen eines Tracheenstämmchens.
- Fig. 39. Drei Längsmuskeln des Rückens eines ähnlichen Embryo, dieselben sind noch deutlich zellig.
- Fig. 40. Das Hinterende eines Embryo ungefähr von der Entwicklungsstufe der Fig. 32, um die Ausbildung des mit den grossen Zellen erfüllten Rückengefäßes (*r*) zu zeigen; *k* Klappen desselben.
- Fig. 44. Embryo vom Stadium der Fig. 32, Rückenansicht; etwas schematisirt, um das Rückengefäß in seiner ganzen Ausdehnung zu zeigen.
- Fig. 42. Eine sehr junge Larve in der Bauchansicht. Länge derselben ungefähr 2—3 Mm.
- Fig. 43. Optischer Querschnitt des Rückengefäßes und der umgebenden Körpergegend einer jungen Larve.

Bedeutung der häufig wiederkehrenden, zur gleichmässigen Bezeichnung bestimmter Theile gewählten Buchstaben.

at. Antenne.

md. Mandibel.

- mx.*. Erste Maxille.
 - mx.,.* Zweite Maxille.
 - vk.* Vorderkopf.
 - Sp.* Scheitelplatte.
 - o.* Mundöffnung.
 - a.* After.
 - sp.* Spinndrüse.
 - mp.* Malpighische Gefässe.
 - st.* Stigma.
 - tr.* Trachee.
 - af.* Amnionfalte.
 - u.* Amnion.
 - f.* Bauchfalte.
 - kw.* Keimwülste.
-

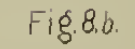
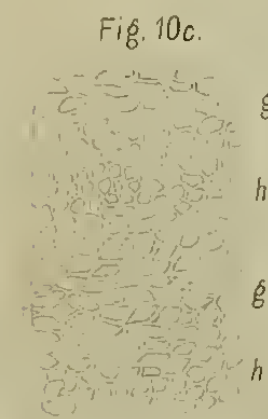
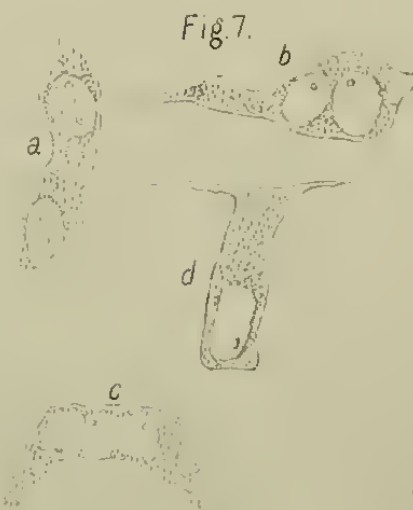
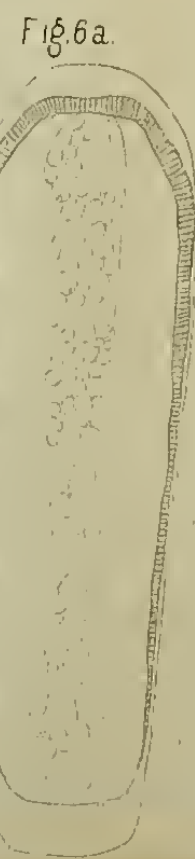
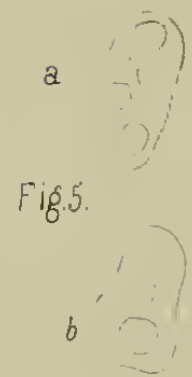
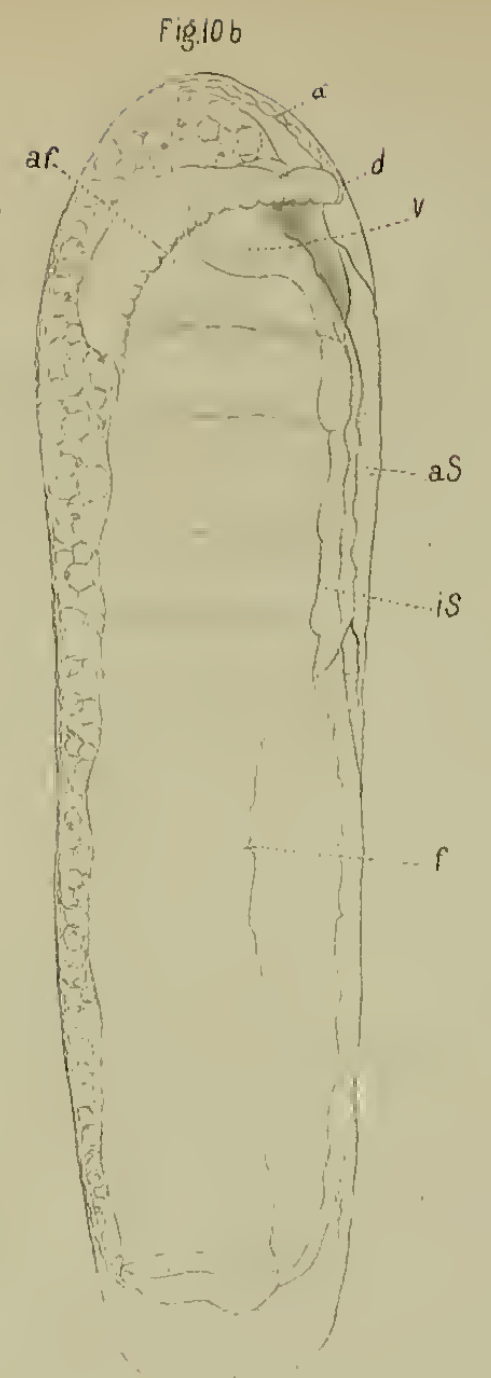
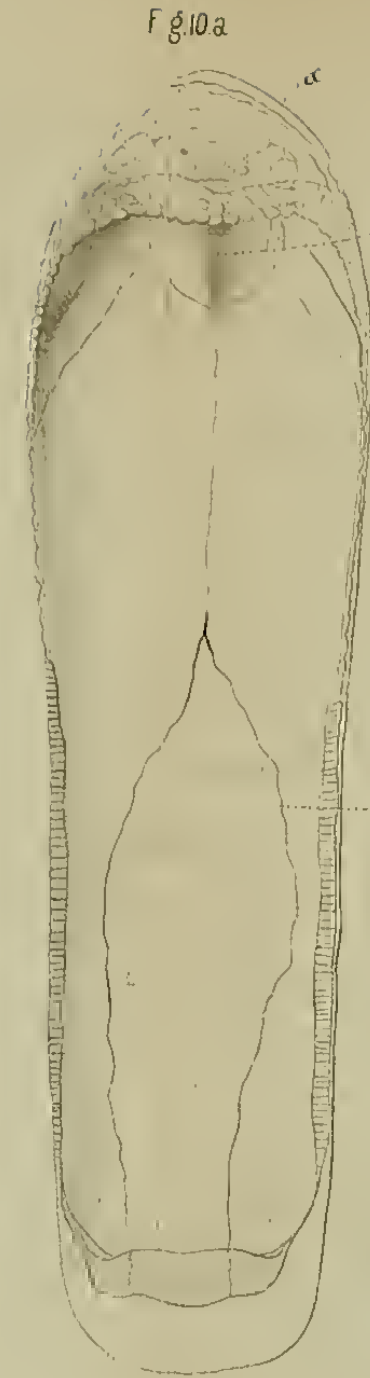
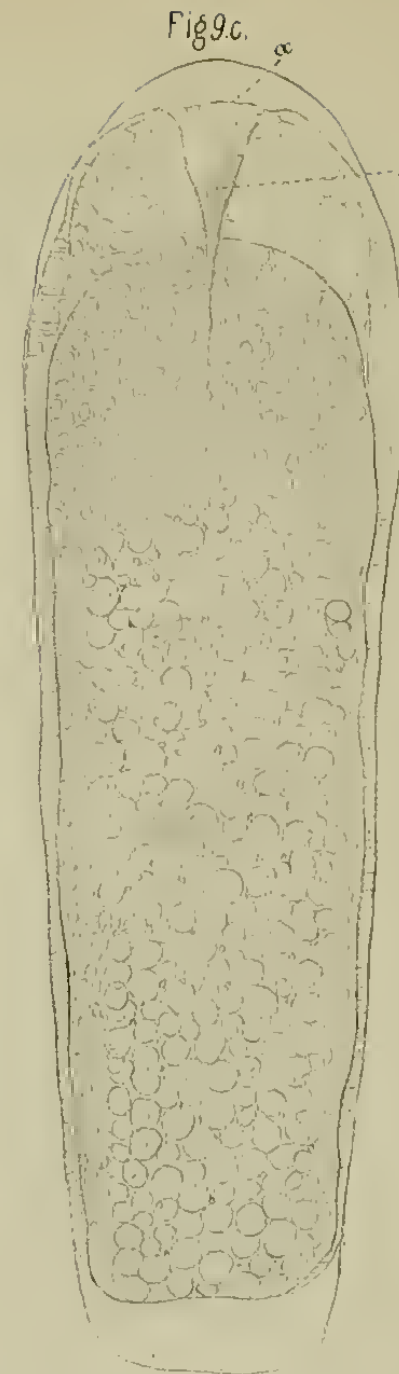
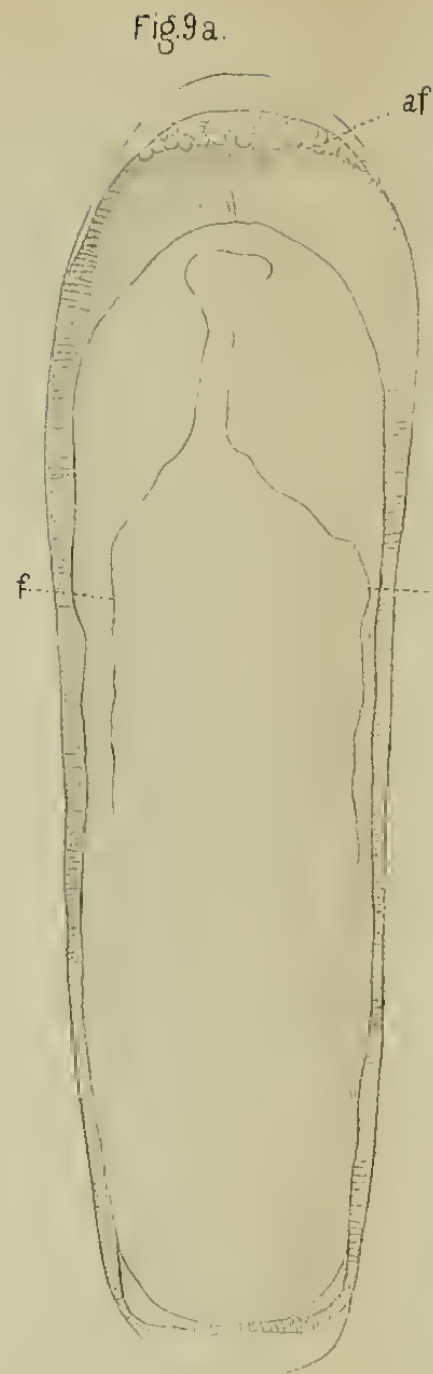
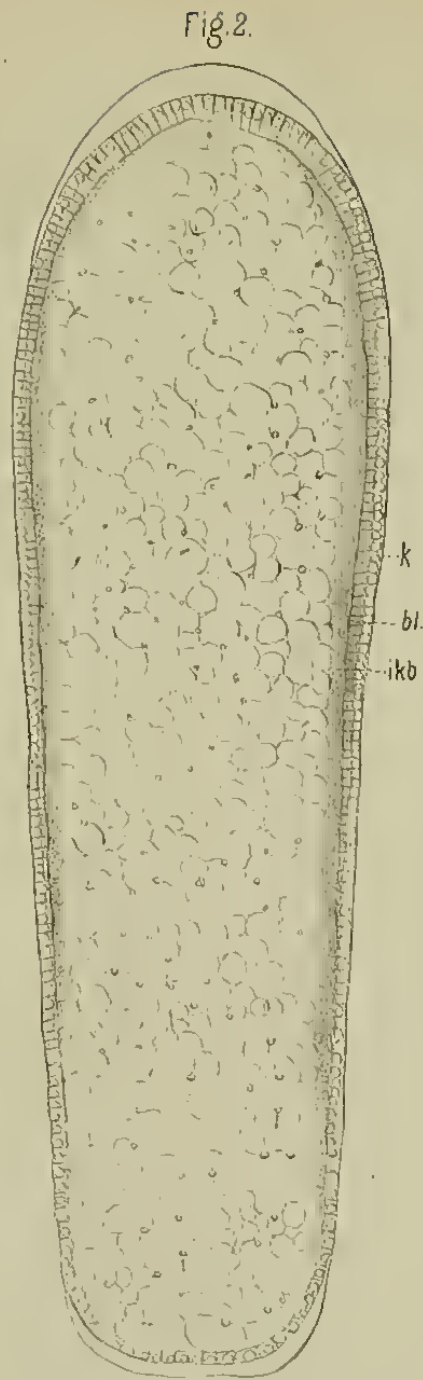




Fig. 13.

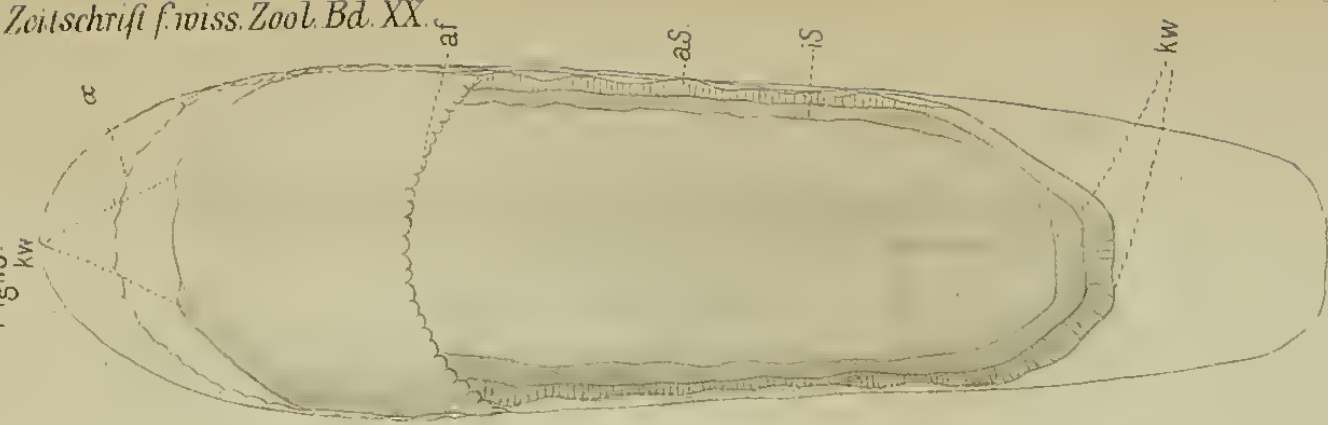


Fig. 12.



Fig. 11c.

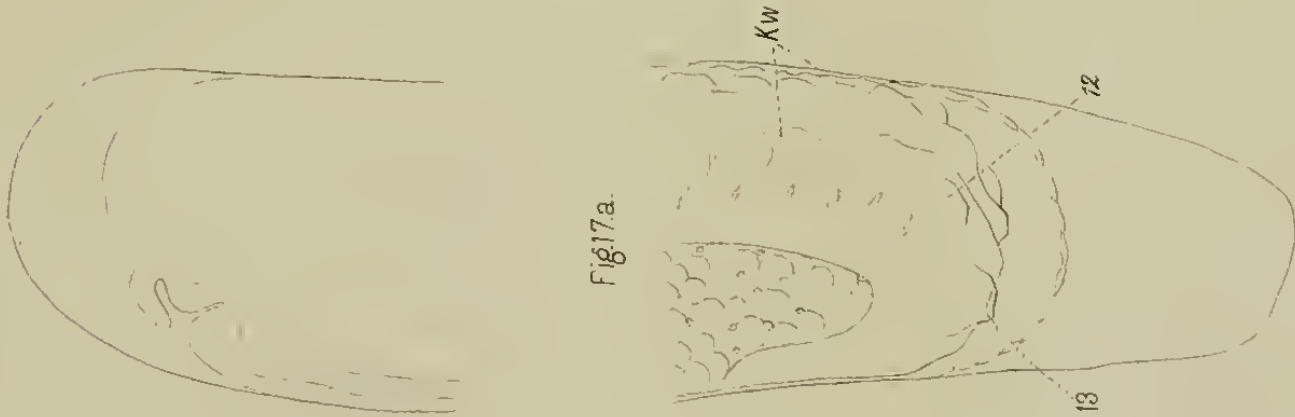


Fig. 17a.

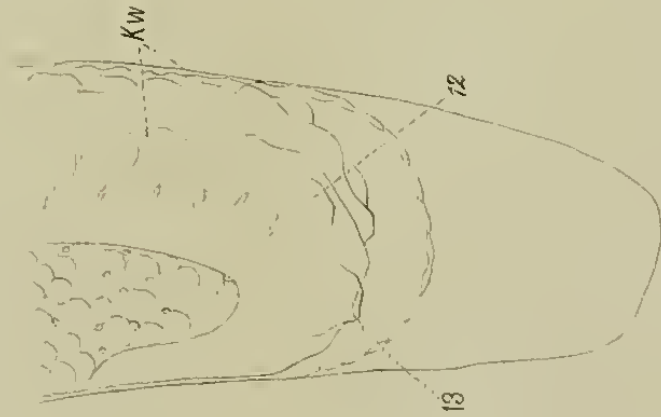


Fig. 11b.

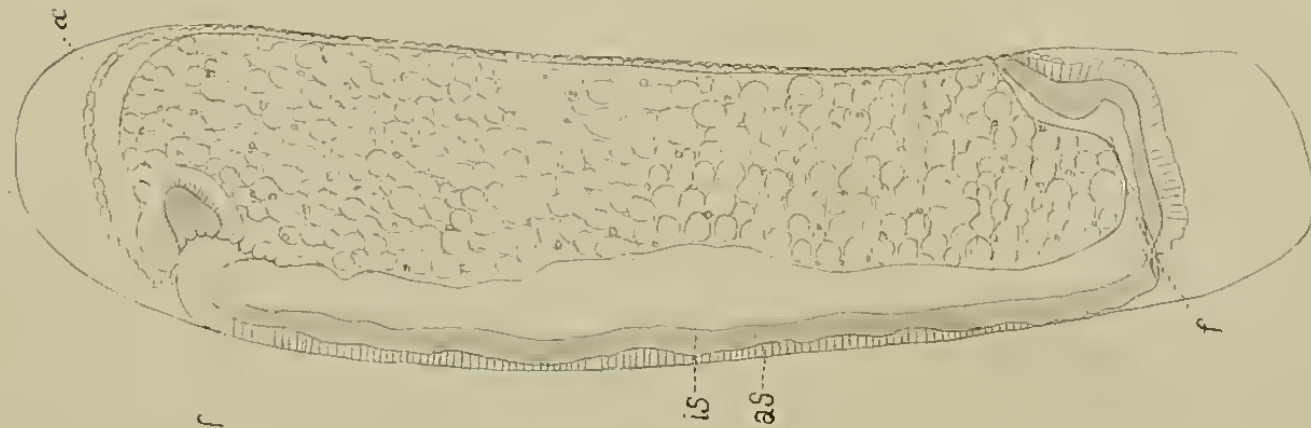


Fig. 11a.

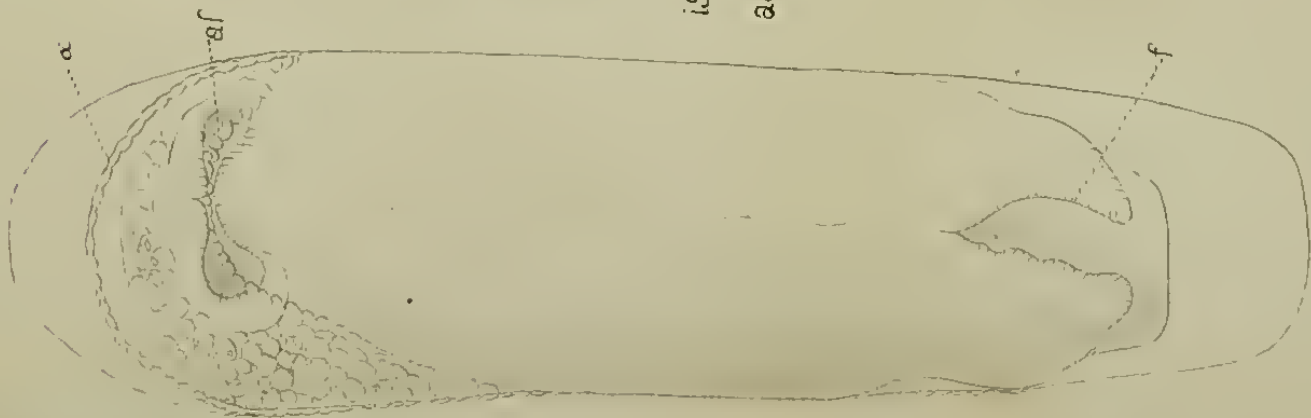


Fig. 18.

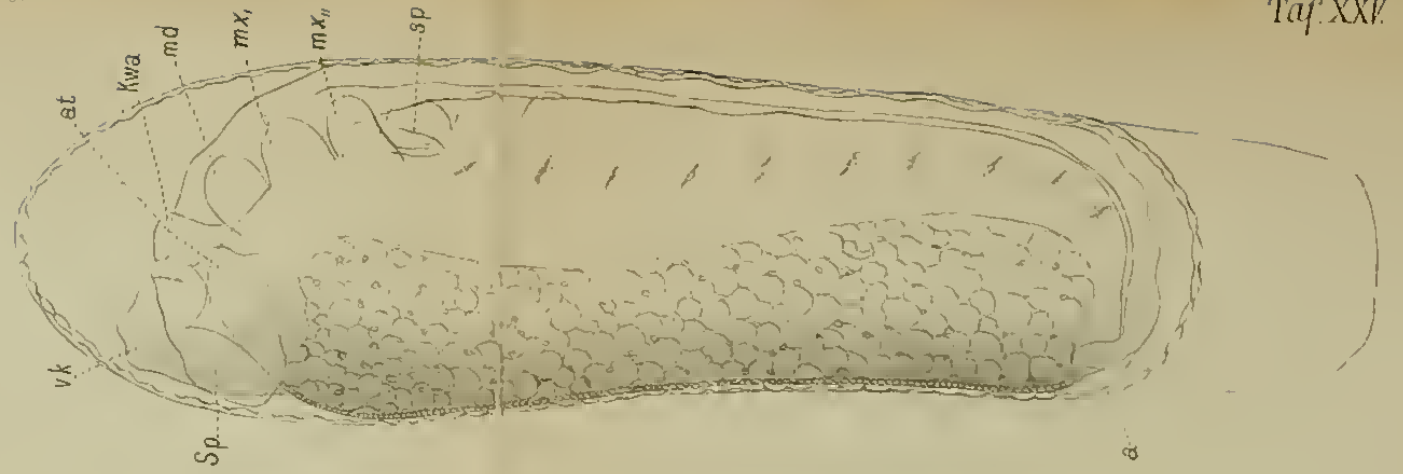


Fig. 17.

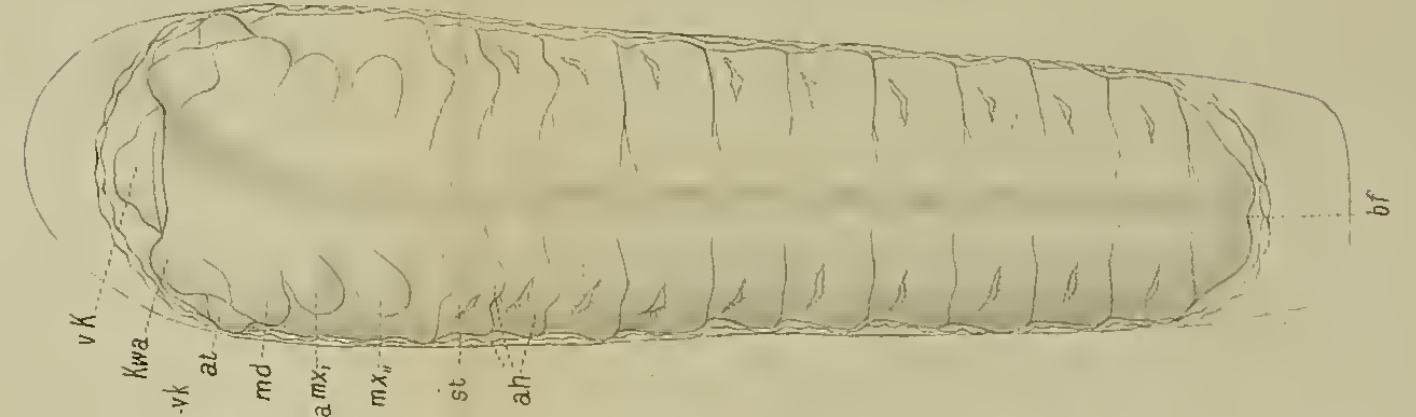


Fig. 16.

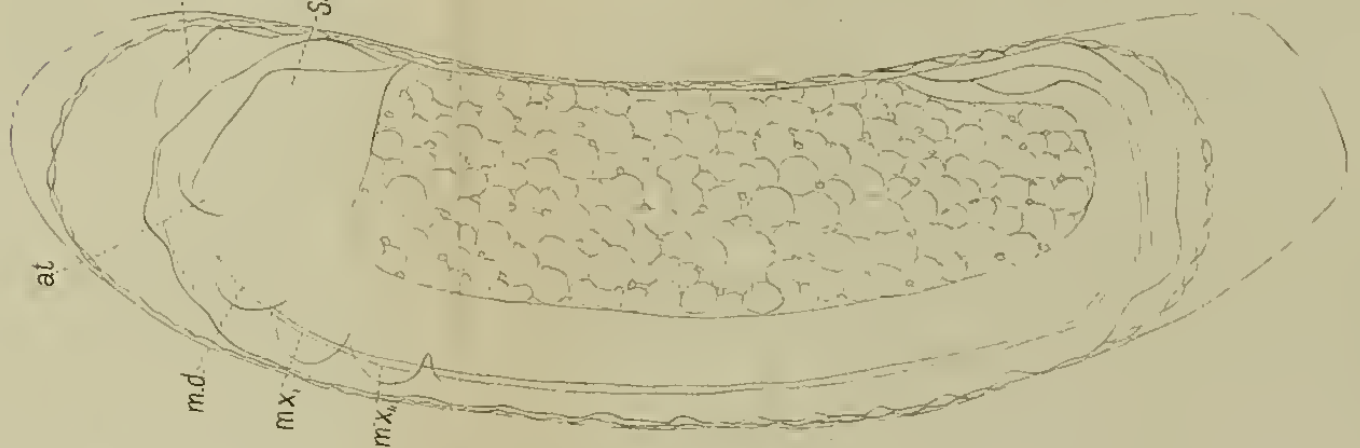


Fig. 15.

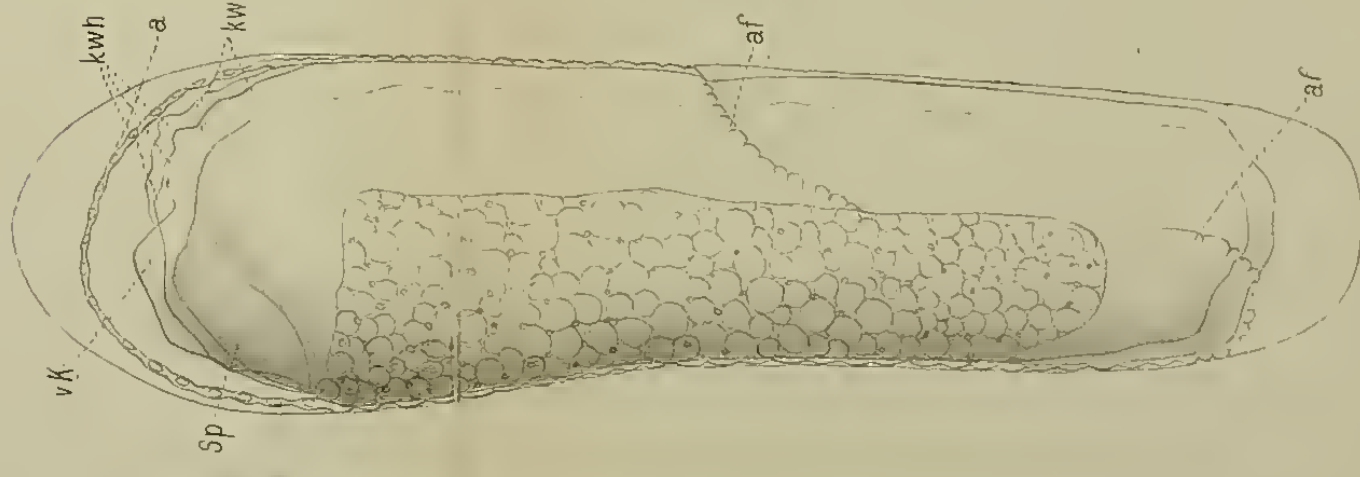


Fig. 14.

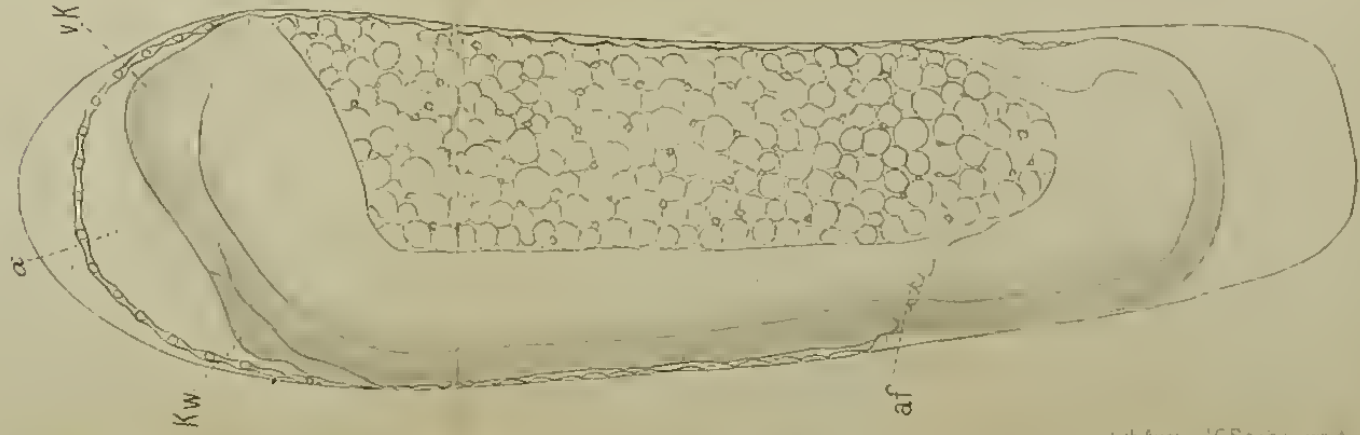






Fig. 22.c

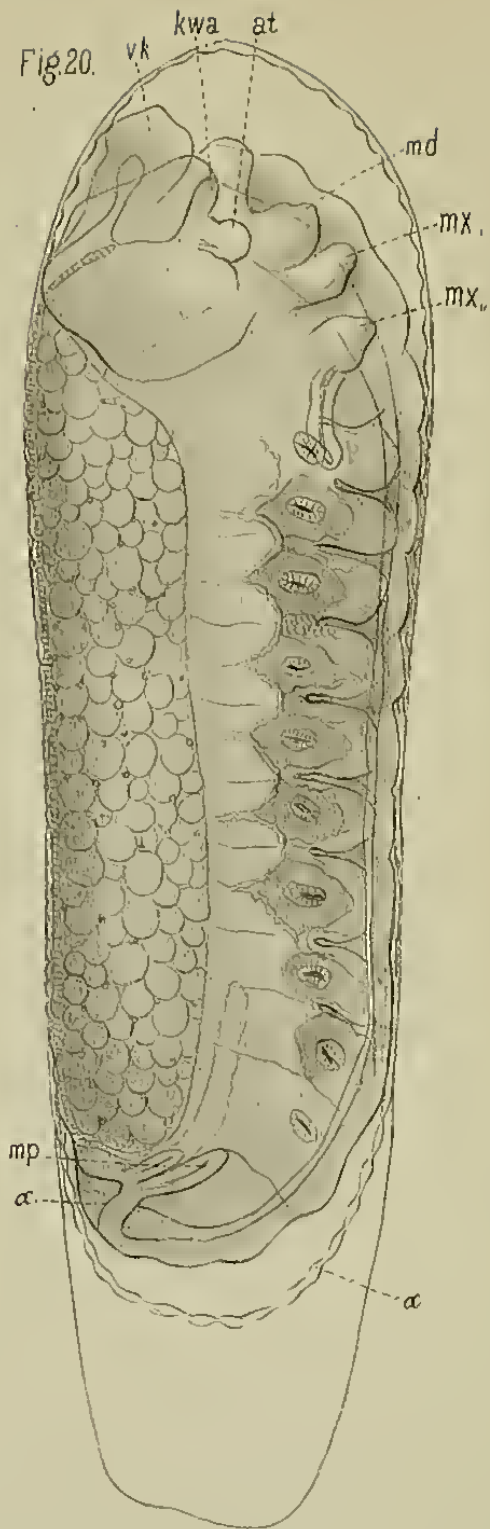


Fig. 22.b

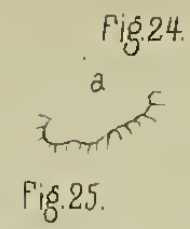


Fig. 25.



Fig. 23.

vk

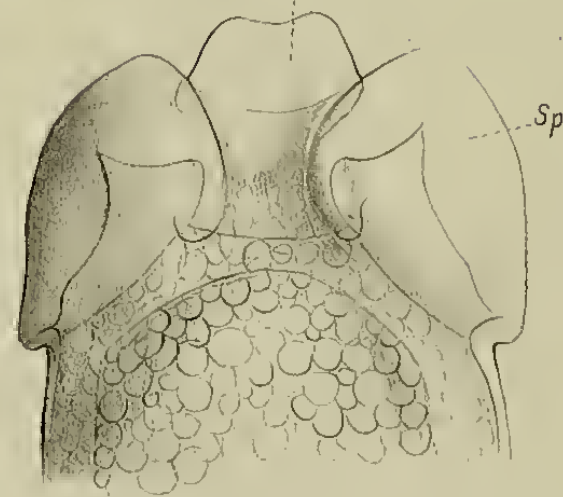


Fig. 22.a

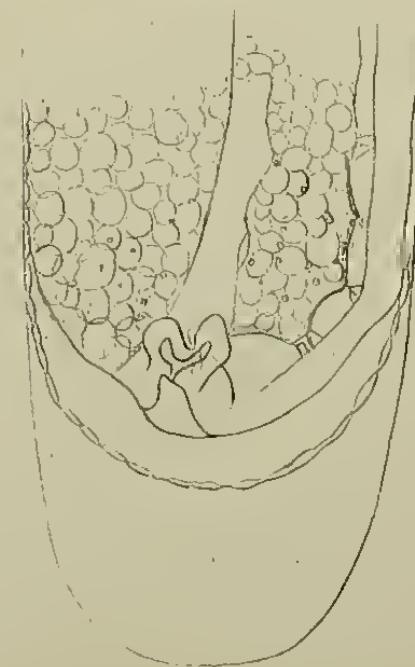


Fig. 26.



Fig. 27.

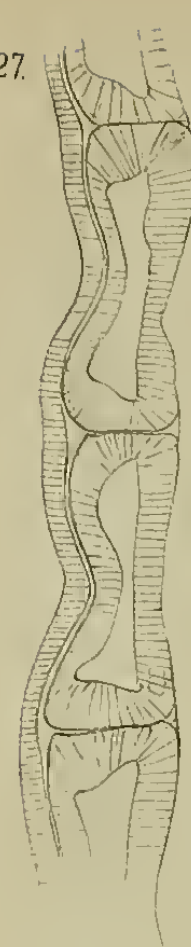


Fig. 28.

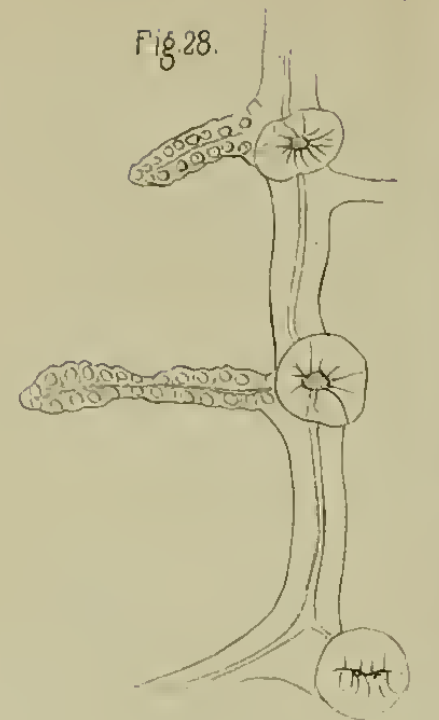


Fig. 30.

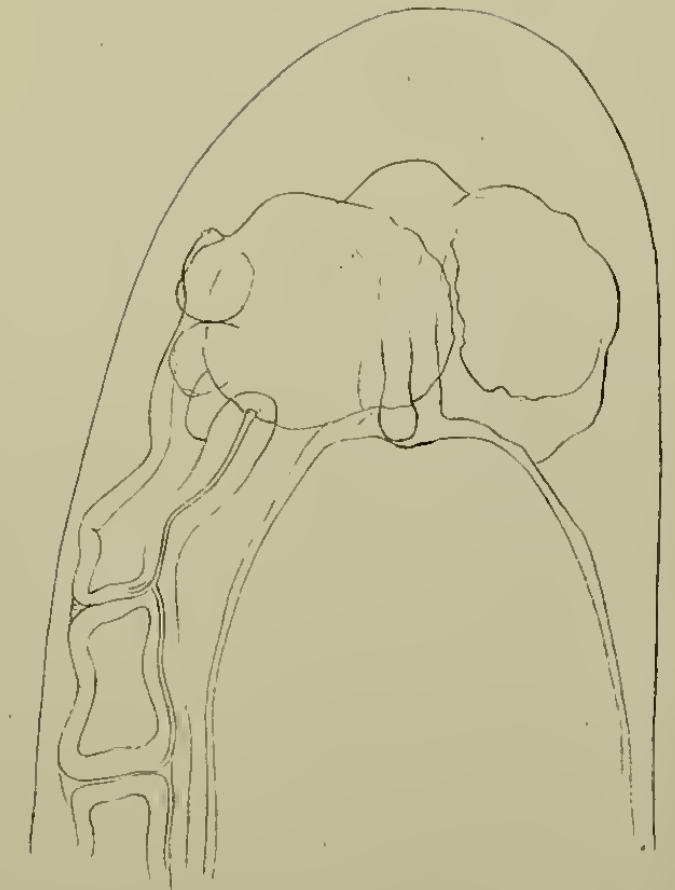


Fig. 29.





