

Über die Entwicklung von *Thelyphonus caudatus* (L.), verglichen mit derjenigen einiger anderer Arachniden.

Von

W. Schimkewitsch

(St. Petersburg).

Mit Tafel I—VIII und 11 Figuren im Text.

Einleitung.

Das Material zu den vorliegenden Untersuchungen wurde mir von Herrn Dr. D. D. PEDASCHENKO zur Verfügung gestellt, welcher dasselbe während seines Aufenthalts auf Java im Jahre 1902 gesammelt hatte. Für die Überlassung dieses Materials spreche ich Herrn Dr. PEDASCHENKO auch hier meinen herzlichen Dank aus.

Das Material wurde nach verschiedenen Methoden behandelt, und zwar mit einer Mischung von Sublimat und Essigsäure (sowohl heiß als auch kalt), mit PERÉNYISCHER Flüssigkeit, Pikrin-Essigsäure und Pikrin-Salpetersäure. Mit heißer Mischung von Sublimat und Essigsäure wurden die besten Resultate erzielt, obgleich auch die PERÉNYISCHE Flüssigkeit genügend gut fixiert. Für die Färbung wurde Boraxkarmin verwendet, während für bereits ausgeschlüpfte Embryonen eine Doppelfärbung mit Boraxkarmin und Indigokarmin ausgezeichnete Resultate ergab, obgleich letzteres Tinktionsmittel nur schwer in den Darm eindringt, welcher bei dem ausgeschlüpfen Embryo noch eine beträchtliche Menge von Dotter enthält.

Herr Dr. PEDASCHENKO hat das in Rede stehende Material in der Zeit vom 24. September bis zum 10. November gesammelt. Nach A. A. KOROTNEFF trifft man auf Java vom Mai bis zum September ausschließlich unbefruchtete Weibchen von *Thelyphonus caudatus*. Nach Dr. PEDASCHENKO trägt das Weibchen dieser Art, gleich den andern Vertretern der Pedipalpiden, seine Eier in einem besondern Eiersack mit sich herum, welcher wahrscheinlich von den accessorischen

Genitaldrüsen des Weibchens abgeschieden wird und auf der Ventralseite des Abdomens liegt. Dieser Sack enthält bis zu 100 Eier; die ausgeschlüpften Larven durchbrechen den Eiersack und befestigen sich an dem Körper der Mutter. Die allermerkwürdigste biologische Eigentümlichkeit dieser Art besteht darin, daß das Weibchen sich mit dem Eiersack in einen Erdkokon von der Größe eines kleinen Apfels einschließt. Die Wandung dieses Kokons erreicht eine Dicke von 1 cm. Das Weibchen befindet sich innerhalb des Kokons in einem Zustande, welcher an Lethargie oder Katalepsie erinnert; zerbricht man den Kokon, so kommt das Weibchen zu sich und beginnt ihre Eier oder die Jungen gierig zu verzehren. Die hier erwähnten Angaben wurden von Dr. J. K. TARNANI (2) nach den Worten von Dr. PEDASCHENKO in seiner in russischer Sprache erschienenen Monographie von *Thelyphonus* mitgeteilt (S. 225).

Dr. TARNANI war es auch, durch welchen die erwachsenen Exemplare, deren Eier Dr. PEDASCHENKO sammelte, als *Thelyphonus caudatus* (L.) bestimmt wurden. In späten Stadien ist der Unterschied in der Entwicklungsstufe zwischen den einzelnen Individuen ein und derselben Eiablage bisweilen recht bedeutend. Ebenso bedeutenden Schwankungen unterliegt auch der Prozeß der Dotterresorption im Darne: bisweilen enthält eine jüngere Larve eine geringere Menge Dotter in dem abdominalen Abschnitt ihres Darmes als eine im Wachstum weiter vorgeschrittene Larve und umgekehrt. Ich gehe hierbei von der Voraussetzung aus, daß das gesamte von Dr. PEDASCHENKO gesammelte Material ein und derselben Art angehört.

Was die hierher gehörige Literatur betrifft, so ist dieselbe sehr wenig umfangreich.

BRUCE (3) beschrieb die Embryonalhüllen bei *Phrynus*, und deutete die bei dieser Art stark entwickelten, an der Basis des zweiten Beinpaares liegenden Seitenorgane als Sinnesorgane. Sodann gab STRUBELL 1892 eine Beschreibung hauptsächlich der äußeren Gestalt für einige Stadien der Entwicklung und beschrieb außerdem die Larve (d. h. den ausgeschlüpften Embryo) mit ihren charakteristischen, zur Befestigung am Körper der Mutter dienenden Saugnapfen an den Beinen. Die gleiche Larve wurde späterhin von TARNANI bei *Thelyphonus schimkewitschi* Tarn. (1896) beschrieben, welcher ferner noch einige Einzelheiten über die Entwicklung der mittleren Augen mitteilte.

Endlich veröffentlichte S. PEREYASLAWZEWA zunächst zwei vor-

läufige Mitteilungen (1897), sodann eine ausführliche Arbeit über die Entwicklung der Phrynidae (1901). Obgleich das Material, welches Frl. PEREYASLAWZEWA zur Verfügung stand, ihr nur gestattete, vorzugsweise die älteren Stadien zu untersuchen, so ist diese Arbeit doch auf jeden Fall die vollständigste unter allen, welche wir bis jetzt über die Embryologie der Pedipalpiden besitzen.

Da die Ansichten, welche PEREYASLAWZEWA in ihren vorläufigen Mitteilungen und in der ausführlichen Arbeit ausspricht, nicht ganz miteinander übereinstimmen, so werden wir uns in nachstehendem ausschließlich an letztere halten.

Darauf kam die Arbeit von GOUGH (1902) zur Veröffentlichung, in welcher einige Stadien von *Admetus pumilio* beschrieben wurden, wobei GOUGH die Invaginationspunkte der einzelnen Ganglien als eine »sense-organ-like structure« beschreibt. Im Jahre 1903 endlich erschien meine vorläufige Mitteilung. Im Verlaufe der nachstehenden Erörterungen werde ich zum Vergleiche ziemlich ausführliche Angaben über die Entwicklung der Araneida (*Agroeca haglundii*, *Pholcus phalangioides*, *Lycosa* sp. aus Finnland) und der Phalangida (*Phalangium parietinum*, *Phalangium cornutum*) mitteilen, welche ich im Jahre 1898 in russischer Sprache (mit deutschem Résumé) veröffentlicht habe.

Dabei teile ich einige jener Zeichnungen mit, welche der russischen Ausgabe dieser Arbeit beigegeben sind.

I. Die Furchung und die Entstehung der Keimblätter.

Die Eier von *Thelyphonus* sind von einer dünnen, strukturlosen Hülle umgeben. Die für die Araneida charakteristische, die Hülle von außen bedeckende Körnenschicht fehlt bei *Thelyphonus*.

Das allerfrüheste Furchungsstadium, welches ich zur Verfügung hatte, bestand aus Blastomeren von pyramidenförmiger Gestalt, oder Dotterpyramiden, von ungleicher Größe (Fig. 1). Die Pyramiden des einen Pols, wohl des animalen, sind um ein Vielfaches kürzer als diejenigen des andern Pols, woher die Furchungshöhle exzentrisch, d. h. näher zu dem ersteren Pol, zu liegen kommt. Die Zahl der auf Durchschnitten sichtbaren Pyramiden beträgt etwa zehn. Die Furchungshöhle hat eine unregelmäßige, im Durchschnitt etwa halbmondförmige Gestalt und ist mit Exsudaten, welche unter der Einwirkung der Reagentien geronnen sind, angefüllt. Eine jede der Pyramiden enthält einen kleinen Kern, welcher von einem ebenfalls kleinen Protoplasmabezirk umgeben ist. Der Kern liegt mitten im

Dotter, jedoch näher zu dem peripheren Ende der Pyramide. Die Pyramiden bestehen aus Dotterkörnchen von verschiedener Größe, welche unter der Einwirkung von Reagentien eine unregelmäßig vielkantige Gestalt annehmen. Es ist mir nicht gelungen, bei *Thelyphonus* die beiden von GOUGH für *Admetus* beschriebenen Arten von Dotterelementen zu unterscheiden. Ferner werden im Dotter große Vacuolen angetroffen, deren (höchstwahrscheinlich fettartiger) Inhalt durch die Reagentien herausgespült wird.

Das nächstfolgende der von mir untersuchten Stadien (Fig. 2) zeigt die an der Basis miteinander verschmolzenen Pyramiden, deren Spitzen jedoch noch deutlich zu unterscheiden sind und in die Furchungshöhle vorspringen; letztere weist denselben Inhalt auf, wie auf dem vorhergehenden Stadium, wobei sich von den inneren Enden der Pyramiden Dotterkugeln ablösen, und zwar teils in Häufchen, teils einzeln. Mit andern Worten, es beginnt die Ausfüllung der Furchungshöhle. Zellelemente sind in den Pyramiden nicht enthalten, doch finden sich auf der Oberfläche des Eies spärlich zerstreute und gleichmäßig über die Oberfläche verteilte Blastodermzellen. Diese Zellen zeigen im Durchschnitt eine unregelmäßig dreieckige Gestalt, sie sind ziemlich hoch und ragen zwischen die Dotterkugeln hinein, so daß die äußere Oberfläche der Zelle sich in ein und demselben Niveau befindet, wie die äußere Oberfläche des Dotters.

In dem dritten Stadium endlich, über welches ich verfügen konnte (Fig. 3), sind die Pyramiden miteinander verschmolzen und ihre Grenzen sind vollständig verschwunden; die Furchungshöhle ist ganz von Dotter erfüllt, jedoch sind die Dotterelemente in der Höhle lockerer angeordnet als im Bereich der Pyramiden, weshalb die Konturen der Furchungshöhle immer noch zu bemerken sind. Die Oberfläche ist mit dichter gelagerten flachen Blastodermzellen bedeckt, welche dem Dotter von außen anliegen und meist in demselben versinken, wie dies auf dem vorhergehenden Stadium der Fall ist.

Aus der angeführten Beschreibung ist ersichtlich, daß die Furchung und Blastodermbildung bei *Thelyphonus* auf dieselbe Weise vor sich geht, wie bei den *Araneida*, jedoch mit einem wesentlichen Unterschiede, indem nämlich die Furchung nicht gleichmäßig erfolgt und die Furchungshöhle exzentrisch liegt¹.

¹ Die mehrkernigen Pyramiden, welche ich 1884 für die *Araneida* beschrieben habe, gehörten wahrscheinlich Eiern an, deren Blastoderm künstlich

Die eigenartige Segmentationsweise, wie sie den Araneida eigentümlich ist, kann demnach zweierlei Gestalt annehmen, indem die Segmentation bei den Araneida gleichmäßig, bei den Pedipalpen dagegen ungleichmäßig erscheint.

Für das Studium des Prozesses der Keimblätterbildung hat das darauffolgende Stadium eine wichtige Bedeutung. Leider waren die in diesem Stadium befindlichen Eier äußerlich von einem bei der Behandlung mit Reagentien unter der Eihülle entstandenen geronnenen Exsudat bedeckt, so daß die äußere Gestalt des Keimes nur durch die Vergleichung einer Serie von Schnitten rekonstruiert werden konnte, aus welchem Grunde ich auch nicht die Abbildungen aller Veränderungen in diesem Stadium in toto geben kann.

Der Keim erscheint in Gestalt eines Plättchens, welches einen mehr oder weniger bedeutenden Teil des Eies bedeckt, während der übrige Teil des Eies von flachen Blastodermzellen oder Vitelloeyten umhüllt ist, unter welchen die Dotterkerne liegen. An einigen Stellen kann man den Vorgang der Entstehung dieser Kerne bzw. der Zellen (Vitellophagen) deutlich erkennen; dieselbe erfolgt durch Versenkung der Blastodermzellen in den Dotter, wie dies J. WAGNER bei den Milben beschrieben hat (1894), wobei die versenkten Zellen zuerst Häufchen von drei bis vier hellen, protoplasmareichen Zellen mit rundem Kern bilden (Fig. 13). Diese Häufchen liegen unmittelbar unter der Schicht der Vitelloeyten, während wir in tieferen Schichten des Dotters typische, stark färbbare Dotterkerne finden, welche infolge des Zusammengedrücktwerdens eine unregelmäßige Gestalt erhalten.

Auf diesem Stadium kann man, auf Grund des zu meiner Verfügung stehenden Materials, eigentlich drei Phasen unterscheiden: A. Der Keim besteht aus einem hinten liegenden kleinen Fleck mit einem Hügel (*Cumulus primitivus*) und aus einem vorn liegenden großen Fleck. B. Beide Keimflecke sind längs der Mittellinie verschmolzen und der Hügel ist noch bemerkbar. C. Beide Keimflecke sind miteinander verschmolzen und der Hügel flacht sich ab. Beide Flecke bestehen aus einer oberen Schicht cylindrischer Zellen des Ectoderms und einer darunterliegenden inneren Schicht, während die übrige Oberfläche des Eies von flachen Vitelloeyten bedeckt ist.

Der vordere Fleck bietet in seiner Gestaltung beträchtliche Schwankungen, ebenso wie auch der Keimfleck der Phrynidæ nach der Beschreibung von PEREYASLAWZEWA. In toto habe ich den Fleck zusammen mit der Hülle entfernt worden war. Diese Erscheinung kann bei der Behandlung mit KLEINENBERGScher Flüssigkeit häufig beobachtet werden.

in Gestalt eines mit seiner konkaven Seite dem Cumulus anliegenden Halbmondes (Fig. 13) beobachtet, auf Grund von Schnitten dagegen könnte man vermuten, daß die Gestalt des Fleckes häufiger eine länglich-ovale, bisweilen sogar eine unregelmäßige sei.

Der Cumulus primitivus (Fig. 19) hat die Gestalt eines Hügelchens, welches sich ein wenig über die Oberfläche des Blastoderms erhebt und aus einer oberen Schicht cylindrischer Zellen und einer darunterliegenden Anhäufung runder oder unregelmäßig gestalteter, die Dotterpartikelchen eifrig verschluckender Zellen besteht; dabei nehmen die von den aufgenommenen Dotterpartikelchen gedrückten Kerne dieser letzteren Zellen nicht selten eine abgeplattete Gestalt an.

Die Oberfläche des vorderen Fleckes (Fig. 10) bietet infolge der energischen Vermehrung der oberflächlichen Schicht cylindrischer Zellen nicht selten Unebenheiten und Vorsprünge dar; auf dem hinteren Abschnitt des Fleckes liegt dagegen eine ziemlich beständige Vertiefung, welche auf Querschnitten wie auch auf Längsschnitten die Gestalt eines flachen Grübchens (Fig. 11) besitzt. Der Boden dieses Grübchens besteht aus runden, nicht aus cylindrischen Zellen, unter welchen ein dichtes Häufchen von ebensolchen runden Zellen indifferenten Charakters liegt. Dieses Grübchen repräsentiert offenbar die gastrale Vertiefung, der darunterliegende Zellhaufen die Anlage des inneren Blattes oder des Meso-Entoderms.

Im vorderen Abschnitt des Keimfleckes (Fig. 12) liegt unter den cylindrischen Zellen des Ectoderms ebenfalls eine Schicht von Zellen des inneren Blattes, wobei diese Zellen bereits von zweierlei Art sind: die dem Ectoderm zunächst liegenden Zellen sind kleiner, oft in die Länge gezogen, und sie besitzen oft einen ebenfalls in die Länge gezogenen Kern. Dieses sind augenscheinlich die Zellen des zukünftigen Mesoderms. Näher zum Dotter trifft man spärlicher angeordnete, größere, runde oder unregelmäßig gestaltete Zellen mit großen, runden, körnigen Kernen. Diese Zellen halte ich für Entodermzellen. Bisweilen sind sie etwas in dem Dotter versenkt und nehmen Partikelchen von demselben in sich auf. Übrigens scheint der Prozeß der Ernährung auf Kosten des Dotters in den Anfangsstadien bei allen Zellen des inneren Blattes die Regel zu bilden und es sind überhaupt die Zellen des Meso- und Entoderms, nicht nur in diesem Stadium, sondern auch in späteren Stadien nicht immer mit Deutlichkeit voneinander zu unterscheiden.

Die runden, hellen Zellen mit stark färbbarem Kern, welche zwischen den Zellen des Entoderms angetroffen werden (Fig. 12),

stellen wahrscheinlich gewöhnliche Entodermzellen dar, welche soeben eine Teilung durchgemacht haben. Was die Bedeutung von allem dem soeben Beschriebenen betrifft, so wird man annehmen müssen, daß die im Bereiche des vorderen Fleckes liegenden Zellen des Mesoderms und Entoderms auf Kosten der unterhalb der Gastral-eindrücke liegenden indifferenten Zellen entstehen.

Auf einem späteren Stadium verschwindet sowohl das Hügelchen des Cumulus, als auch das gastrale Grübchen, obgleich im Bereiche des letzteren die obere Schicht noch immer aus runden, indifferenten, nicht aber aus cylindrischen ectodermalen Zellen besteht (Fig. 12). Zwei Fragen habe ich mir nicht beantworten können: erstens, ob die Zellen des inneren Blattes allein auf Kosten der Elemente des unter der gastraln Einsenkung liegenden indifferenten Häufchens entstehen, oder ob auch die oberflächlichen Zellen des Keimfleckes sich in das Innere versenken und die Zellen des inneren Blattes entstehen lassen; zweitens, ob die Dotterzellen nur auf Kosten der Vitellocyten entstehen oder ob die Entstehung jener Zellen auch aus den Zellen der indifferenten Gastralanlage erfolgen kann? Nach Analogie mit den Araneida ist der erstere dieser Prozesse zwar möglich, allein ich habe denselben kein einziges Mal bei *Thelyphonus* beobachten können.

Ein indirekter Hinweis auf die Möglichkeit einer Entstehung der Dotterzellen auf Kosten der Meso-Entodermanlage ist nur darin zu erblicken, daß die Dotterkerne in der Nähe dieser Anlage zahlreicher auftreten, als in den übrigen Teilen des Eies.

Es ist mir gelungen, zwei anormale Erscheinungen in diesem Stadium zu beobachten, und zwar bemerkt man erstens an dem vorderen Ende des vorderen Fleckes bisweilen eine mediane längliche Vertiefung, welche jedoch durchaus nicht beständig auftritt; zweitens gelangt an dem hinteren Abschnitt des Fleckes der Prozeß der Dotteraufnahme seitens der Zellen des Meso-Entoderms bisweilen zu einer ganz außerordentlich starken Entwicklung (Fig. 16), und die Zellen dieser Schicht dringen in Gestalt einer mächtigen dreieckigen Anhäufung in den Dotter hinein. Eine ähnliche Anomalie finden wir auch auf den folgenden Stadien.

Wenden wir uns nunmehr zu der **Vergleichung** des oben beschriebenen mit dem, was wir bei den *Araneina* und *Phalangida* sehen.

Fig. 91 stellt ein Ei von *Agroeca* vor, in welchem die Grenzen der Dotterpyramiden kaum zu unterscheiden sind und nur ein unbedeutender Rest der Furchungshöhle bestehen bleibt; das ganze Ei

ist von einer gleichmäßigen Blastodermschicht umgeben, wobei stellenweise einige Blastodermzellen in die Dottermasse eindringen, jedoch immer noch an der Peripherie des Eies verbleiben. Es sind dies diejenigen Blastodermzellen, aus welchen später Dotterzellen (Vitellogen) entstehen. Diese Zellen sind früher wahrscheinlich als solche aufgefaßt worden, welche noch auf der Wanderung nach der Peripherie begriffen sind, und aus diesem Grunde wurde ihnen keine Bedeutung beigelegt. Die äußeren Veränderungen am Keime von *Agroeca* sind in der Fig. 93 wiedergegeben; während Fig. 93 A und B das erste Auftreten des runden, ovalen, oder gar unregelmäßig geformten Cumulus primitivus darstellen, ist in Fig. 93 C und D das Erscheinen des zweiten Fleckes vor dem Cumulus, in Fig. 93 E und F die Vereinigung beider Anlagen miteinander angegeben. Die Umrisse des etwas erhabenen Cumulus sind ziemlich scharf ausgeprägt, der vordere Fleck dagegen hat meist ungleichmäßige, nicht selten undeutlich abgegrenzte Ränder.

Eine Untersuchung an Schnitten ergibt, daß der Cumulus die erste Anlage der inneren Schichten, oder des Meso-Entoderms ist. Die Fig. 92 gibt einen Querschnitt durch ein Ei von *Agroeca* in dem Stadium, wo jene Anlage zuerst auftritt. Das Blastoderm hat sich abgesondert und die Bildung des Cumulus ist erfolgt. Die ersten Vitellogen liegen größtenteils noch an der Peripherie des Dotters. Auf einem späteren Stadium tritt der vordere Fleck auf und unter demselben liegen gleichfalls die Zellen des inneren Blattes.

Beide Keimanlagen sind einstweilen voneinander isoliert. Einige Elemente der Anlage der inneren Keimblätter wandern ebenfalls nach dem Dotter aus und aus ihnen entstehen Vitellogen, ganz wie dies bei den *Phalangida* der Fall ist. Übrigens scheint auch der Prozeß des Einwanderns von Zellen des Blastoderms in den Dotter nicht unterbrochen zu sein, sondern geht auch noch in späteren Stadien vor sich. Diese einzelnen, in den Dotter übergehenden Zellen sind nun wohl von BALFOUR (1880) als außerhalb der Keimanlage auftretende Mesodermzellen aufgefaßt worden. Das Stadium, auf welchem beide Anlagen — der Cumulus und der vordere Fleck — sich vereinigen, ist in Fig. 94 ausführlich abgebildet. Eine Reihe aufeinanderfolgender Schnitte zeigt, daß, obgleich der hintere Rand des Keimstreifens (A, B) etwas erhöht ist, hier doch noch keine Bildung der inneren Blätter vor sich geht, und daß ferner die Meso-Entodermzellen vom Ectoderm durch einen Zwischenraum getrennt sind. Die Bildungsstätte des Meso-Entoderms ist auf denjenigen Teil

des Keimflecks beschränkt, welcher durch eine Längsfurche in zwei Abschnitte geteilt ist: einen rechten und einen linken (*C, D*). Die Furche setzt sich in Form einer kaum bemerkbaren Vertiefung auch auf den vorderen Teil des Keimfleckes fort. Seitliche Längsschnitte zeigen ebenfalls wie die Anlage der inneren Keimblätter hinten und vorn durch kleine intercelluläre Zwischenräume von dem Ectoderm geschieden ist, und nur in der mittleren Region mit dem äußeren Keimblatte in inniger Verbindung steht.

Die Erhebung des Cumulus, wie auch die Furche, werden sehr bald ausgeglichen und wir erhalten dann ein Bild, wie es die Fig. 95 darstellt, wobei die Meso-Entodermanlage (Fig. *A*) hinten aus mehr Schichten besteht und tiefer in das Innere hineinragt, während sie vorn (Fig. *B*) dünner aber breiter ist. Eigentlich enthält nur der hintere Teil des Keimfleckes Elemente des Entoderms wie des Mesoderms, während der vordere Abschnitt wahrscheinlich rein mesodermaler Natur ist.

Was das Grübchen vor dem Cumulus anbelangt, welches von W. SALENSKY und mir für das Ei der *Araneida* beschrieben wurde, und welches ich früher für die Gastralvertiefung gehalten hatte, so haben wir es hier in Wirklichkeit mit einem Kunstprodukt zu tun, wie dies weiter oben für *Thelyphonus* (S. 7) beschrieben worden ist.

Augenscheinlich ist der Dotter in der Umgebung der Keimanlage locker angeordnet und es bildet sich aus diesem Grunde unter der Einwirkung von Reagentien leicht eine Vertiefung infolge einer Einsenkung des Blastoderms in den Dotter.

Während das Mesoderm des Embryos schon in Segmente zerfällt, bleibt auf diesem Stadium noch immer eine Anhäufung von Meso-Entodermzellen auf der ventralen Fläche im hinteren Abschnitt des Embryos zurück, wie dies aus Fig. 96 hervorgeht. Im allerhintersten Abschnitt, dem Schwanzlappen, sind diese Zellen schwer von den Ectodermzellen zu unterscheiden; sie teilen sich hier lebhaft (auf karyokinetischem Wege) und gesellen sich zu den Elementen des Mesoderms. Weiter nach vorn zu haben die Zellen dieser Anhäufung einen etwas andern Charakter: es sind ziemlich große Elemente, mit kräftig konturiertem Kern, welche nicht in ununterbrochener Reihenfolge, sondern eher gruppenweise angeordnet sind.

Wir haben es demnach im vorderen Abschnitt mit bereits ausgesprochenen Entodermzellen, im hinteren Abschnitt mit indifferenten Elementen zu tun, welche letztere zum Aufbau der beiden inneren Keimblätter verwendet werden, wie wir dies auch bei den Crustaceen

finden. Die Vitellophagen sind auf diesem Stadium sehr wenig zahlreich, doch fahren die sich von der indifferenten Anlage ablösenden Elemente fort in den Dotter auszuwandern und dadurch die Zahl der Vitellophagen zu vergrößern, was aus mehreren Präparaten zu entnehmen war.

Die oben dargelegte Beschreibung der Bildung der Keimblätter bei den Araneida kommt der Darstellung von KISHINOUE (1891) am nächsten. Bezüglich der Keimblätterbildung bei den Phalangiden haben wir nur die Beobachtungen von W. FAUSSEK, welcher für diese Gruppe eine frühe Differenzierung der Genitalanlage konstatierte und die Bildung der primären Blätter durch Delamination beschrieb.

N. POLEJAEFF sprach in einer kleinen Mitteilung zur Arbeit FAUSSEKS die Vermutung aus, daß es bei der Furchung des Phalangideneies zur Bildung freier Kerne komme, von denen ein Teil an die Peripherie wandert und das Blastoderm aufbaut; andre Kerne bleiben im Dotter zurück und bilden den Ursprung der Dotterzellen. Das Entoderm wird auf Kosten der Elemente der Keimanlage angelegt.

Fig. 103 stellt einen Schnitt durch das Ei von *Phalangium sp.* vor, im Moment der Blastodermbildung. Über das ganze Ei sind plasmatische Bezirke mit Kernen zerstreut, wobei die im Centrum befindlichen Kerne größer sind als die peripher gelegenen. Die peripheren Plasmateilchen sind stellenweise schon auf die Oberfläche des Eies herausgekrochen.

In Fig. 104 sehen wir einen Schnitt durch das Ei von *Phalangium cornutum*, welcher vier im Ei gleichzeitig vor sich gehende Prozesse anschaulich macht.

Erstens fahren die peripheren Elemente fort an die Oberfläche des Eies hervorzukriechen, wobei sie, wahrscheinlich durch Teilung, lokale Ansammlungen bilden; zweitens nehmen einige der im Dotter verbliebenen Kerne einen besonderen Charakter an, wobei einzelne derselben zu einer riesigen Größe anwachsen und ihr bloßes Aussehen dafür spricht, daß sie wohl kaum an dem weiteren Aufbau des Embryos teilnehmen; drittens beginnt ein für viele Arthropoden charakteristischer Vorgang: das Blastoderm beginnt sich an einem Pol des Eies zusammenzuziehen; viertens endlich sieht man einen Teil des zusammengezogenen Blastoderms sich in Form eines kleinen Hügels erheben, welchen ich nach Analogie mit den Araneida den Cumulus primitivus nennen will.

Die obersten Zellen des Hügels haben eine wabige Plasmastruktur und einen wabigen, schwach konturierten Zellkern mit einer

geringen Anzahl von Chromatinkörnern. Diesen Charakter bewahren sie auch auf den folgenden Entwicklungsstadien. Die nach unten zu gelegenen Zellkerne des *Cumulus primitivus* dagegen, welche dem Dotter zunächst liegen, nehmen ein für die Kerne der Dotterzellen charakteristisches Aussehen an: sie bekommen schärfere Konturen, färben sich ziemlich leicht und enthalten meist eine, seltener zwei oder mehr ziemlich große Chromatinanhäufungen. Diese Kerne wandern wahrscheinlich aus dem *Cumulus primitivus* in den Dotter aus. Diese Elemente sind es nun, welche in Gemeinschaft mit den schon früher im Dotter verbliebenen zu Vitellophagen werden.

Es spielen sich demnach im Ei von *Phalangium* gleichzeitig zwei entgegengesetzte und einander maskierende Vorgänge ab: einerseits der Prozeß des Herauskriechens der Kerne und des sie umgebenden Protoplasmas aus dem Dotter an die Peripherie behufs Bildung des Blastoderms, wobei mit der Entblößung gewisser Teile des Eies infolge der Zusammenziehung des Blastoderms diese Teile immer wieder von neuem mit Blastodermzellen bedeckt werden — andererseits das Hereinwuchern in den Dotter seitens der Zellen des *Cumulus primitivus*, wobei diese Zellen unter der Einwirkung der Ernährungsweise sich der Gestalt nach völlig den schon früher im Dotter enthaltenen Zellen anpassen.

Wir sahen vorhin, daß ein Teil der Dotterkerne bei *Phalangium cornutum* außergewöhnlich heranwächst. Eben solche hypertrophierte Kerne trifft man auch bisweilen, jedoch nur selten, auf späteren Stadien an, in jener Periode der Entwicklung, wo der Embryo bereits mit Extremitäten versehen ist. Bei *Phalangium parietinum* sehen wir keine solchen Riesenzellen (Fig. 105), doch können die Zellen, welche sich im Dotter befinden und die oben erwähnte charakteristische Form annehmen, immerhin zum Teil zu ganz beträchtlicher Größe heranwachsen. Die Dotterkerne der Phalangiden nehmen augenscheinlich keinen Anteil an der Bildung des Blastoderms und ihre Dotterzellen erscheinen als richtige Vitellophagen.

Auf dem darauffolgenden Stadium, welches im Längsschnitte durch Fig. 105 wiedergegeben wird, sehen wir, daß der *Cumulus* sich noch immer hügel förmig über die Eioberfläche erhebt und bedeutend herangewachsen ist; gleichzeitig ist der Vorgang des Hereinwucherns seiner Zellelemente in den Dotter auf das Höchste gesteigert. Die Zellen des *Cumulus* liegen unmittelbar auf der Peripherie, doch befinden sich die vorderen Zellen der Keimanlage, während dieser heranwächst, unter dem Blastoderm.

Das ganze Ei ist mit einer ununterbrochenen Schicht ziemlich hoher Blastodermzellen bedeckt; dabei sind diese Zellen vor dem Cumulus höher als alle übrigen, und unter ihnen liegen die runden, mit kleinen Kernen versehenen Zellen des inneren Keimblattes. Auf Längsschnitten kann man deren Entstehung von derselben gemeinsamen Anlage sehr deutlich konstatieren. Weder echtes Ectoderm, noch Dotterzellen (entgegen den Angaben FAUSSEKs) nehmen augenscheinlich Anteil am Aufbau dieses Keimblattes.

Der Cumulus ist hier nichts Andres wie die erste Anlage der inneren Keimblätter, d. h. des Meso-Entoderms. Aus dieser Anlage gehen einerseits ein Teil der Vitellophagen, andererseits die Zellen des Meso-Entoderms hervor, deren zuvorderst liegende bereits einen rein mesodermalen Charakter haben.

Dem Cumulus der Araneida entspricht bei den Phalangida eigentlich nur der hintere, leicht vorragende Teil der Keimanlage, während der vordere Teil des Keimes, welcher durch cylindrisch gestaltete Zellen gekennzeichnet ist, dem vorderen Fleck am Ei der Araneida entspricht, dabei aber ab origine mit dem Cumulus in Verbindung steht. Eben diese gemeinsame Anlage der inneren Keimblätter ist von FAUSSEK für die ausschließlich genitale Anlage angesehen worden. Es muß übrigens konstatiert werden, daß auch FAUSSEK die Abspaltung nach dem Dotter auswandernder Zellen von dieser Anlage beobachtet hat. Auf späteren Stadien, wenn schon auf der Oberfläche des Embryos eine Segmentierung bemerklich wird, und das Mesoderm bereits deutlich segmentiert ist, findet noch immer eine Loslösung von Zellen von dem Keimstreifen statt: ein Teil dieser Zellen lagert sich auf der Peripherie des Dotters ab, der andre Teil gesellt sich dem Mesoderm zu. Erstere Zellen stellen das Epithel des künftigen Mitteldarmes vor. Nicht unwahrscheinlich ist es, nach gewissen Präparaten zu urteilen, daß ein Teil der Elemente der indifferenten Anlage fortfährt in den Dotter auszuwandern, und die Zahl der Vitellophagen zu vermehren.

Die besprochene Zellanhäufung entspricht demnach völlig jener indifferenten Ansammlung von Zellen, welche am hinteren Körperende des heranwachsenden Spinnenembryos ebenso wie auch bei vielen andern Arthropoden beobachtet wurde, und welche die Grundlage für die weitere Ausbildung der beiden inneren Blätter bildet. Diejenigen Zellen des Komplexes nun, welche nicht zum Aufbau der Keimblätter dienen, repräsentieren die Genitalanlage.

Indem ich alles oben Gesagte zusammenfasse und den Beobach-

tungen J. WAGNERS an den Acarida gegenüberstelle, komme ich zu folgenden Schlüssen:

Die Bildung des Blastoderms bei den Pedipalpida, Araneida, Phalangida und Acarida erfolgt auf gleiche Weise durch Hervortreten der Zellelemente an die Oberfläche des Eies; während jedoch bei den Pedipalpida, Araneida und Acarida alle diese Elemente an die Peripherie wandern, bleibt bei den Phalangida ein Teil derselben im Dotter zurück.

Die Vitellophagen entstehen bei den Phalangida aus eben diesen im Dotter zurückgebliebenen Elementen, bei allen übrigen der angeführten Gruppen dagegen aus Zellen des Blastoderms, welche sekundär in den Dotter zurückwandern. Bei den Phalangida, Araneida und vielleicht auch bei den Pedipalpida entstehen die Vitellophagen auch auf Kosten der sich von der undifferenzierten Meso-Entodermanlage ablösenden Elemente. Die Vitellophagen nehmen keinen direkten Anteil am Aufbau des embryonalen Körpers, wie wir später sehen werden.

Die erste Anlage des Meso-Entoderms bei den Pedipalpida und Araneida erscheint in Gestalt zweier, später miteinander verschmelzender Verdickungen des Blastoderms: dem sich etwas über die Eioberfläche erhebenden Cumulus und dem vorderen Fleck. Bei den Phalangida ist dieser Fleck ab origine nicht abgeteilt, obgleich man immerhin den hinteren etwas erhabenen, dem Cumulus entsprechenden Teil des Keimes von dem vorderen, flachen, dem vorderen Fleck entsprechenden unterscheiden kann. Bei den Acarida sind diese beiden Abschnitte so eng miteinander verschmolzen, daß es unmöglich erscheint, eine Grenze zwischen ihnen zu ziehen.

Im Bereiche des vorderen Fleckes findet sich bei den Pedipalpida eine echte grubchenförmige gastrale Vertiefung, auf deren Boden die Bildung des inneren Blattes vor sich geht. Bei einigen Araneida findet sich an der gleichen Stelle eine spaltförmige längsgerichtete Furche, welche der von METSCHNIKOFF (1871) für *Euscorpium* beschriebenen Furche entspricht. Bei den Milben findet man eine paarige, den beiden seitlichen Anlagen des Mesoderms entsprechende Furche, wie dies von J. WAGNER ausführlich beschrieben worden ist (siehe dessen Schema auf S. 37 l. c.).

Die Bildung des Meso-Entoderms geht bei den Pedipalpida unter dem Cumulus und am hinteren Teile des Fleckes am Boden der Gastralgrube vor sich, bei den Araneida unter dem Cumulus und längs der spaltförmigen Furche. Bei den Phalangida beschränkt

sich die Bildung des inneren Blattes auf den Bereich des Cumulus, während unter jenem Teil des Keimes, welchen wir dem vorderen Fleck gleich gestellt haben, die Bildung des inneren Blattes offenbar nicht vor sich geht.

Bei den Acarida ist es schwierig, die entsprechenden Teile zu unterscheiden. Nach WAGNER kann man jedoch annehmen, daß bei dieser Gruppe in dem hinteren Abschnitt der gemeinsamen Anlage die Bildung des Entoderms vor sich geht, und daß dieser Teil dem Cumulus entspricht, während in dem vorderen Abschnitt, welcher dem verkürzten vorderen Fleck entspricht, auf dem Grunde von einem Paar Furchen die Bildung des Mesoderms stattfindet.

Der Cumulus repräsentiert demnach die erste Anlage des inneren Blattes, welche hinter der gastraln Vertiefung liegt. Da sich in dieser Gegend bei dem Skorpion nach BRAUER die Genitalanlage befindet und bei den Phalangida ebendasselbst ein Zellhaufen übrig bleibt, aus welchem die Genitalanlage entsteht, so ist es sehr wohl möglich, daß in Übereinstimmung mit der Annahme HEYMONS' (1901), unter dem Cumulus der übrigen Formen vorzugsweise Genitalzellen liegen, welche ursprünglich nicht von den Zellen des inneren Blattes zu unterscheiden sind. Die verstärkte Ernährung dieser Zellen, welche sich bei *Thelyphonus* durch Aufnahme von Dotter kundgibt, bildet nicht nur keinen Widerspruch mit dieser Annahme, sondern sie spricht im Gegenteil zugunsten derselben.

In der russischen Literatur findet sich eine äußerst interessante Beobachtung von LEPESCHKIN (1900) betreffend *Moina*. Der Dotterkern gerät bei *Moina* gerade in diejenige Blastomere, aus welcher sich die Genitalanlage bildet und welche eines Vorrats an Nährmaterial bedarf. Die von WEISMANN und ISHIKAWA (1889) beschriebene Paracopulation bei Cladoceren kann durch die erwähnte Beobachtung von LEPESCHKIN eine Erklärung finden. Nach der Beschreibung der beiden genannten Autoren findet sich im Ei der Cladoceren eine besondere Paracopulationszelle, welche mit der die Genitalanlage liefernden Blastomere copuliert.

Angenommen, die erwähnte Paracopulationszelle wäre nichts anderes als der von LEPESCHKIN beschriebene Dotterkern, so würde der ganze Paracopulationsprozeß seine Eigenartigkeit einbüßen. Es ist dies dann nichts weiter als ein spezieller Fall verstärkter Ernährung der Genitalzellen auf Kosten des Dotters.

Ich habe im Jahre 1896 meine Ansicht über die Fälle von früher Differenzierung der Genitalzellen ausgesprochen, und zwar betrachtete

ich diese Fälle als einen Übergang zu der teloblastischen Anlage der Genitalorgane. Diese Auffassung wurde von E. MEYER (1901) und LANG (1903) acceptiert. Selbstverständlich differenzierten sich die Genitalzellen ursprünglich gleichzeitig mit den Elementen des inneren Blattes und schlossen sich später, nach der Differenzierung des Mesoderms, diesem letzteren an. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet besitzt jener Vorgang, welchen wir bei den Phalangida sehen, den Charakter einer primären Erscheinung: es tritt eine gemeinsame Anlage des inneren Blattes auf, und diejenigen Elemente desselben, welche nicht zu der Bildung des Ento- und Mesoderms verwendet worden sind, dienen zum Aufbau der Genitalorgane. Bei den Pedipalpida, wie wir dies später sehen werden, und augenscheinlich auch bei den Araneida, gehören die Zellen der Genitalanlage dem Mesoderm an und zwar dessen visceralem Blatt, und sondern sich erst bedeutend später ganz von demselben ab.

Aus den Beobachtungen PURCELS (1895) kann man übrigens schließen, daß diese Zellen sich auch bei den Araneida von dem indifferenten Zellhaufen, welcher im hinteren Teil des Keimes liegt, abdifferenzieren. Auch die Angaben von JAWOROWSKY (1894) widersprechen dem nicht, da die Lage der Genitalzellen in den mesodermalen Segmenten, wie sie dieser Autor beschreibt, eine nachträgliche Erscheinung sein kann, und die Zellen dennoch von derselben undifferenzierten Anlage abstammen können.

In der Tat wies BOVERI nach, daß man bei *Ascaris megalocephala* in dem Stadium der Furchung des Eies in zwei oder vier Blastomeren diejenige Zelle unterscheiden kann, aus welcher sich die Genitalanlage entwickeln wird. Dieser Umstand besitzt selbstverständlich eine ungeheure physiologische Bedeutung, doch werden wir kaum voraussetzen dürfen, daß dieser Prozeß einen phylogenetischen Hinweis enthält. Man würde wohl schwerlich annehmen können, daß einstmals zwei- oder vierzellige Organismen existiert haben, bei welchen eine der diese Organismen zusammensetzenden Zellen den Charakter einer Genitalzelle aufwies.

Die frühe, jedoch gemeinsam mit dem inneren Blatt erfolgende Differenzierung der Genitalzellen kann demnach in der Form, wie wir dies bei den Phalangida sehen, als eine Rückkehr zu dem ursprünglichen Entwicklungsprozeß betrachtet werden. Berücksichtigt man jedoch die Fälle von noch frühzeitigerer Differenzierung der Genitalanlage, so kann man diese als das Anzeichen einer teloblastischen Anlage der Genitalanlage betrachten.

So zahlreich die Fälle frühzeitiger Differenzierung der Genitalanlage auch sein mögen, so sind die Fälle später Differenzierung derselben doch noch häufiger zu beobachten. Dabei kennen wir bei den niederen Metazoa, von den Beobachtungen MINCHINS an *Ascetta blanca* (1899) abgesehen, fast gar keine Fälle früher Differenzierung. Augenscheinlich gehört die Genitalanlage bei der ungeheuren Mehrzahl zu dem Bestande des Genito-Mesoderms und hat sich nur bei wenigen Formen aufs neue von demselben abdiffenziert, wobei ihre Entstehung selbst auf frühere Stadien übertragen worden ist. Eine derartige Übertragung besitzt jedenfalls eine tiefgehende physiologische Bedeutung, indem die Genitalzellen dabei ihren mehr primitiven Charakter bewahren; diese Erscheinung im phylogenetischen Sinne, und dabei als eine Rückkehr deuten, können wir jedoch nur bis zu einem gewissen Grade, worauf bereits oben hingewiesen worden ist.

Diese Erwägungen ergänzen dasjenige, was von mir und ED. MEYER über diese Sache ausgesprochen wurde, und weisen nach, daß die frühe Absonderung der Genitalzellen der Genitocöltheorie durchaus kein Hindernis in den Weg legt.

Um mit jenen Gebilden, welche bei den Araneida als Cumulus beschrieben werden, abzuschließen, habe ich noch über das Rückenorgan dieser Gruppe zu sprechen. Ich behalte die Bezeichnung Cumulus bei für das unter diesem Namen von BALFOUR, SALENSKY, mir und LENDL (1884) beschriebene Hügelchen. Was dagegen das von MORIN (1888) unter dem Namen Cumulus für *Pholcus phalangoides* beschriebene, auf dem Rücken des Keimes gelegene Gebilde anbetrifft, so hat dieses eine ganz besondere Bedeutung (siehe unten) und steht in keiner Beziehung zu dem echten Cumulus. CLAPARÈDE (1862) sah diese beiden Bildungen: den ventralen echten Cumulus und den dorsalen Hügel, und hielt beide für ein und dasselbe Gebilde, welches er unter dem gemeinsamen Namen Cumulus primitivus beschrieb.

Der dorsale Cumulus CLAPARÈDES und MORINS entspricht gar nicht dem wirklichen Cumulus. Nichtsdestoweniger findet sich auf der dorsalen Seite des Embryos von *Pholcus phalangoides* ein Organ, welches die genannten Autoren auch als Cumulus beschrieben haben.

Schon MORIN sprach die Voraussetzung aus, sein dorsaler Cumulus sei ein dem Rückenorgan der Krebse ähnliches Gebilde. In der Tat liegt bei *Pholcus phalangoides*, unmittelbar über dem Scheitellappen des Cerebralganglions (welches deutliche Hohlräume enthält), auf Stadien, wo die Thoracal- und Abdominalextrimitäten schon

vorhanden, und das Postabdomen bereits nach vorn umgeschlagen ist, ein echtes Rückenorgan.

Auf Querschnitten durch das Vorderende (Fig. 102 A) erscheint dieses Organ in Gestalt einer unmittelbar unter dem Integument verlaufenden geschlossenen Röhre, deren unterer Teil in zwei kompakte seitliche Lappen auswächst, welche dem inneren Rand der Scheitellappen des Gehirns dicht anliegen. Weiter nach hinten erscheint das Organ auf diesem Stadium als offene Rinne (Fig. 102 B).

In der Nähe des Organs und in seinen Wandungen findet man stets große Leucocyten, jedenfalls die zerstörenden Zellen des Organs. Auf Längsschnitten hat das Organ stets die Form einer in den Dotter hineinragenden Zellmasse mit anscheinend faltenreichen Wandungen, welche nur einen geringen Teil der dorsalen Oberfläche einnimmt. *Agroeca*, und viele andre Spinnen, besitzen das Organ offenbar nicht.

Was nun *Thelyphonus* betrifft, so bemerkt man auf dem weiter unten unter A beschriebenen Stadium, auf der Rückenseite hinter dem Schwanzlappen, unter den Vitellocyten ein Häufchen runder Zellen (Fig. 15) mit körnigem Kern und ein bis fünf Nucleolen, wobei einige derselben zu degenerieren beginnen, indem die Kerne ihre Gestalt verändern und sich homogen zu färben beginnen. Auf den folgenden Stadien verschwinden diese Zellen. Es ist wohl möglich, daß wir hier den schwach ausgesprochenen Rest des Rückenorgans vor uns haben, obgleich diese Voraussetzung nicht bewiesen werden kann, wenn man die vorhergehenden Stadien nicht kennt.

Das Vorhandensein eines Rückenorgans bei *Pholcus* wird wahrscheinlich durch die außerordentlich starke Entwicklung der Rückenfläche bei dessen Embryo bedingt, was zu einer Umbiegung der hinteren Abdominalsegmente nach der ventralen Seite zu führt. Bei dem Auseinanderbiegen des Keimes nach der entgegengesetzten Seite wird die Hülle der Rückenfläche naturgemäß nach innen hereingebogen. Eine derartige starke Entwicklung der Rückenfläche ist auch dem Keime von *Thelyphonus*, wie wir später sehen werden, eigentümlich. Jedenfalls besitzt das Rückenorgan der Araneida nicht den Charakter eines drüsigen Organs, sondern repräsentiert nur den nach innen hereingebogenen Bezirk der Rückenfläche des Keimes, welcher durch Vitellocyten gebildet wird.

Da HEYMONS (1898) ein Rückenorgan bei *Scotopendra* beschrieben hat, so erweist sich dieses Organ nunmehr als für alle Klassen der Arthropoden eigentümlich.

II. Von der Bildung der Keimblätter bis zu dem Ausschlüpfen.

Unter dem Material, welches zu meiner Verfügung stand, befanden sich folgende Stadien:

Stadium A (Fig. 5). Der Keim besteht aus einem kleinen Kopflappen mit vorgewölbtem vorderen und hinteren Rand, fünf Segmenten, welche nach hinten zu an Breite allmählich zunehmen, und einem großen Schwanzlappen, von der Gestalt eines mit dem konkaven Rande nach vorn gerichteten Halbmondes. Die beiden vordersten Segmente lassen bereits eine rechte und eine linke Hälfte erkennen während die drei hinteren Segmente noch ungeteilt erscheinen und die Gestalt von schmalen Querbändern besitzen. In dem Mesoderm des Schwanzlappens sind näher zum äußeren Rande hin jederseits drei Segmente angedeutet, von außen jedoch ist nur das vorderste von ihnen, welches in der Differenzierung begriffen ist, zu unterscheiden.

Die erwähnten vollständig differenzierten fünf Segmente repräsentieren das zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Thoracalsegment, während das erste Thoracalsegment, wie bei den Araneida, in dem Kopflappen enthalten ist und seine Differenzierung erst in späteren Phasen dieses Stadiums angedeutet wird; alle abdominalen Segmente hingegen sind in dem Schwanzlappen enthalten (Fig. 28).

Das Ectoderm besteht im Bereich der beiden Lappen und der fünf Segmente aus hohen cylindrischen Zellen, während die übrige Eioberfläche mit einer Schicht flacher Vitellocyten (Fig. 28) bekleidet ist. Die Zwischenräume zwischen den Bezirken mit cylindrischem Ectoderm werden von flachen Ectodermzellen gebildet. In früheren Phasen dieses Stadiums sind die Segmente kürzer und die Zwischenbezirke aus flachen Zellen länger als in späteren Phasen. Das Mesoderm des Schwanzlappens ist mehrschichtig. Übrigens repräsentiert das innere Blatt des Schwanzlappens, wie wir später sehen werden, nicht nur das Mesoderm, sondern zum Teil auch das Entoderm, wie wir dies ebenfalls weiter unten sehen werden. Späterhin werden im vorderen Teil des Schwanzmesoderms drei weitere Segmente bemerkbar, welchen noch keine Teilung des Ectoderms entspricht. Das Mesoderm der hinteren Segmente ist in Gestalt eines unregelmäßigen Zellhaufens angeordnet, dasjenige der vorderen Segmente und des Kopflappens ist einschichtig. Bisweilen bemerkt man stellenweise, wie der Dotter von Zellen gefressen wird, welche man wohl als mesodermale betrachten kann, und welche unter dem Kopflappen tief in den Dotter eindringen. Die Kerne solcher Zellen erscheinen

ziemlich grobmaschig, d. h. ihr Chromatinnetz ist verdickt und stark färbbar.

Die schwache Phagocytose ist wahrscheinlich eine normale Erscheinung, während die häufig zur Beobachtung kommende starke Entwicklung dieses Prozesses, zumal wenn sie vorzugsweise im Bereich des Kopflappens auftritt, wohl als abnorme Erscheinung aufzufassen ist, um so mehr, da diese Erscheinung bei Keimen, welche ein fortgeschritteneres Alter erreicht hatten, nicht beobachtet wurde. Zwischen den mesodermalen Phagocyten, in der Nähe der mesodermalen Segmente, kann man protoplasmareiche, unregelmäßig gestaltete Zellen mit großen, feinkörnigen Kernen und ein bis zwei Nucleolen beobachten (Fig. 14); diese Zellen repräsentieren einen Teil der Entodermanlage. Diese Anlage, welche aus an der Peripherie des Dotters zerstreut liegenden Zellen besteht, bezeichne ich als diffuse Anlage. Dieselbe gibt dem Epithel der cephalothoracalen Darmblindsäcke und der abdominalen Lebersäcke seinen Ursprung. Die andre Entodermanlage bezeichne ich als die hintere; dieselbe ist nur schwer von dem Mesoderm des Schwanzlappens zu unterscheiden und im wesentlichen repräsentiert das innere Blatt des Schwanzlappens eine Anhäufung von undifferenziertem Meso-Entoderm, gleich jener, welche unter der Gastralvertiefung des früheren Stadiums liegt. Auf Kosten dieser Anlage entwickeln sich die Epithelien des hinteren Teils des Mitteldarms und der MALPIGHISCHEN Gefäße.

Stadium B (Fig. 6). Der Keim besteht aus dem Kopflappen mit vorgewölbtem Vorderrand und einer medianen Ausbuchtung am Hinterend, aus acht Segmenten, welche in zwei mehr (namentlich im hinteren Abschnitt) oder weniger (im vorderen Abschnitt) voneinander entfernte Hälften getrennt sind, endlich dem Schwanzlappen, welcher sich vorn in zwei noch unsegmentierte, aber mit ihrem Vorderrand den hinteren Segmenten anliegende Seitenplatten fortsetzt. Auf diese Weise erscheinen die nachfolgenden Segmente bereits bei ihrem Auftreten in eine rechte und eine linke Hälfte geschieden. Das vorderste Segment ist kleiner als die übrigen und in den Anfangsphasen dieses Stadiums ist sein Ectoderm noch nicht von demjenigen des Kopflappens geschieden (Fig. 25). Die fünf darauffolgenden Segmente des Cephalothorax sind viel größer als die abdominalen Segmente.

Die Anlagen der Cheliceren, der Pedipalpen und des vorderen Beinpaars sind vorhanden. Die ersteren haben den Charakter niedriger Hügelchen, die zweiten denjenigen konischer, hoher, anfänglich nach außen gebogener Anhänge; die letzteren erscheinen in Gestalt

flacher, breiter Hügeln. Die Anlagen der Cheliceren liegen annähernd in der Mitte einer jeden Segmenthälfte, die Anlagen der übrigen Extremitäten dagegen liegen stets am äußeren Rand des Segments. Die Eioberfläche zwischen den Hälften der Segmente und den Lappen ist von dünnem Ectoderm bedeckt, während das Ectoderm der Lappen und der Segmente ein äußerst eigenartiges Aussehen hat: es ist außerordentlich verdickt und die Kerne der Zellen sind in mehrere Schichten näher zur äußeren Oberfläche hin angeordnet, während an der inneren Oberfläche eine helle, sich schwach färbende, keine Kerne enthaltende Schicht übrig bleibt, welche an die Faserschicht der Ganglienanlage erinnert (Fig 17 u. 18). Das Ectoderm der Gliedmaßen zeigt denselben Charakter. Das Mesoderm der cephalothoracalen Segmente ist einschichtig, in den abdominalen Segmenten dagegen und im Schwanzlappen — ungleichmäßig mehrschichtig. Die Bildung der Gliedmaßen wird von der Bildung der Cölomhöhlen begleitet, welche im Cephalothorax einen ganz eigenartigen Verlauf nimmt (Fig. 21).

Bei der Entstehung der Gliedmaßen nimmt das einschichtige Mesoderm Anteil an der Bildung des Hügeln, und es entsteht auf diese Weise eine Höhle, welche einerseits vom Dotter, andererseits von dem dicht an das Ectoderm sich anschließenden Mesoderm begrenzt wird. Diese Höhle ist denn auch das Cölom, doch erfolgt dessen Verschluss von der Dorsalseite her in späteren Stadien durch Umbiegen des äußeren Randes der einschichtigen Mesodermplatte. Eine derartig veränderte Bildung der Cölomhöhlen tritt nur an den Segmenten des Cephalothorax auf, und wird augenscheinlich dadurch bedingt, daß die Zellen der Mesodermanlage sich verhältnismäßig langsam vermehren, während die Ausdehnung dieser Anlage infolge ihrer Versenkung in die Extremitätenanlage eine sehr bedeutende ist, und daß die Anlage schließlich einschichtig bleibt, weshalb der gewöhnliche Modus der Cölobildung durch Spaltung der Mesodermanlage nicht statthaben kann. Obleich die übrigen Thoracalsegmente noch keine sichtbaren Thoracalanhänge besitzen, so ist auf den Schnitten doch zu sehen, daß der äußere Rand eines jeden Segmentes ein wenig erhöht erscheint und unter ihm die Bildung der Cölomhöhle begonnen hat.

Die mediane Anhäufung von Zellen des inneren Blattes, welche unter dem Schwanzlappen gelegen ist, repräsentiert die nichtdifferenzierte Anlage des Meso-Entoderms (Fig. 21 A), während die Zellen der diffusen Entodermanlage gewöhnlich im Bereich der Cölomhöhlen

liegen, und zwar bald isoliert, bald bereits Plättchen bildend, in welchen man auf Querschnitten sechs bis acht Zellen unterscheiden kann (Fig. 17); eine metamere Anordnung der Entodermzellen ist jedoch nicht zu bemerken.

Das Verzehren des Dotters durch die Mesodermzellen geht weiter vor sich, wie dies in dem vorhergehenden Stadium der Fall war, und erreicht bei einigen, wahrscheinlich abnormen Keimen, eine ungeheure Entwicklung im Bereich der Medianlinie des Kopflappens. Dabei verschmelzen die Phagoocyten häufig zu mehreren, bilden eine vielkernige Masse und nehmen mit dem Dotter augenscheinlich auch die Dotterkerne auf (Fig. 18).

Stadium C (Fig. 7). Dieses Stadium unterscheidet sich von dem vorhergehenden durch die Anzahl von Segmenten, deren neun vorhanden sind, und durch die Anzahl von Gliedmaßen, von denen vier Beinpaare in Gestalt von Hügelchen angelegt sind, deren Gipfel nach außen und nach hinten gerichtet sind. Die bedeutendste Größe erreichen die Pedipalpen, während die Cheliceren am kleinsten sind. Die Hälften der hinteren Segmente sind noch weiter voneinander gerückt als auf dem vorhergehenden Stadium. Das Ectoderm zeigt denselben Charakter, jedoch tritt in den vorderen Segmenten, nach innen von der Extremitätenanlage, eine schwach vertiefte Verdickung — die Anlage des zukünftigen Ganglions — auf (Fig. 22). Das Ganglion und die Gliedmaßen eines Cephalothoraxsegments erscheinen demnach anfänglich in Gestalt einer allgemeinen Verdickung des Ectoderms, welche späterhin in einen äußeren Abschnitt — die Extremität — und einen inneren — das Ganglion — zerfällt. Ebenso repräsentiert das verdickte Ectoderm des Kopflappens die Anlage zweier Ganglien.

Das Mesoderm des Kopflappens (Fig. 24) wie der Abdominalsegmente wird mehrschichtig, d. h. es bereitet sich die Bildung der Cölomhöhlen vor. Im Mesoderm der Seitenplatten sind noch ein oder zwei Segmente angedeutet. Am äußeren Rand der Cephalothoracalsegmente beginnt die Einbiegung des Mesoderms zur Bildung einer geschlossenen Cölomhöhle (Fig. 22), doch zuvor vereinigen sich die Mesodermbezirke der einen Seite der Cephalothoracalsegmente untereinander, so daß die entstehenden Cölomhöhlen dieser Segmente auf der einen Seite ab origine miteinander in Verbindung stehen (Fig. 24). Die wenig zahlreichen Entodermzellen liegen bereits auf dem vorhergehenden Stadium (Fig. 17) über den Cölomhöhlen einiger Segmente, stellenweise bereits in einem ununterbrochenen Plättchen; bei der

ferneren Entwicklung jedoch, wobei die Entodermzellen sich, der Wucherung der Mesodermsegmente unmittelbar folgend, auf der ganzen Peripherie des Dotters ausbreiten werden, geht diese Anordnung verloren, und selbst beim Ausschlüpfen des Embryos aus dem Ei ist in den Darmblindsäcken des Cephalothorax und in den Lebersäcken keine ununterbrochene Epithelschicht zu finden, sondern die Zellen des Epithels sind diffus verteilt.

Die hintere Entodermanlage beginnt sich von den Seitenteilen des inneren Blattes des Schwanzlappens abzusondern, aber diese Absonderung ist kaum erst angedeutet und wird auf dem folgenden Stadium viel deutlicher.

In allen übrigen Beziehungen stimmt das soeben beschriebene Stadium mit dem vorhergehenden überein.

Stadium D (Fig. 8 u. 9). Dieses Stadium zeigt eine vollständige Analogie mit dem entsprechenden Stadium, welches von CLAPARÈDE (1862) und mir (1884) für *Pholeus* und erst kürzlich von PAPPENHEIM (1903) für *Dolomedes* beschrieben wurde. Auf diesem Stadium sind die rechte und die linke Hälfte des Keimes in dessen mittlerem Abschnitt außerordentlich weit voneinander getrennt, während der Schwanzlappen, samt den ihm benachbarten Abdominalsegmenten, nach vorn (mit seinem vorgewölbten Rand nach vorn, mit dem ausgebuchteten nach hinten) gerichtet ist, so daß der vordere Rand des Schwanzlappens im Niveau des hinteren Beinpaars zu liegen kommt. Diese Lage des Keimhinterendes erinnert auf diese Weise an die Lage der hinteren Segmente bei den höheren Crustaceen und den Skorpionen. Die gesamte Anzahl von Segmenten — die Kopf- und Schwanzlappen nicht mitgerechnet — beträgt 15, wovon 6 auf den Cephalothorax und 9 auf das Abdomen entfallen; unter dem Schwanzlappen sind jedoch im Mesoderm noch zwei Paare von Segmenten angeordnet, so daß die gesamte Anzahl von Segmenten in diesem Stadium 17 beträgt. Dieselbe Anzahl besitzt auch das entsprechende Stadium von *Pholeus*, während bei *Dolomedes* PAPPENHEIM deren nur 14 dargestellt hat (seine Fig. 2). Die Abdominalfüße fehlen.

Der Kopfplatten ist durch eine mediane Zwischenwand dünneren Ectoderms in zwei Hälften, eine rechte und eine linke, geteilt, wobei eine jede dieser Hälften äußerlich mit der ihr entsprechenden Hälfte des ersten Segments verschmolzen erscheint; auf Längsschnitten kann man jedoch die Grenze zwischen ihnen noch unterscheiden. Jedenfalls sehen wir hier schon den Beginn der Bildung des Cephalothorax (Fig. 33). Die Cheliceren sind nach hinten gerichtet und klein, die

übrigen Extremitäten dagegen nach innen gerichtet und bedeutend herangewachsen (Fig. 33 u. 23). Sowohl die Pedipalpen als auch die Beine sind an ihrer Basis etwas erweitert und an ihrem Ende aufgetrieben, so daß ihr Endabschnitt von dem basalen Teil durch eine schwache Einschnürung getrennt ist (Fig. 8). In dieser Erscheinung wird man jedoch kaum den Anfang einer Gliederung der Extremitäten erblicken können. Zwischen dem ersten und zweiten Beinpaar liegt das Seitenorgan, doch ist dasselbe bedeutend kleiner als bei den Phryniden und zeigt keine Vertiefung, sondern seine hohen, hellen, cylindrischen Zellen ragen im Gegenteil mit ihren äußeren Enden in Gestalt von kegelförmigen Erhebungen über die Oberfläche des Körpers hinaus (Fig. 26). Ihr Protoplasma erscheint in der Richtung der Längsachse der Zelle gestrichelt, wahrscheinlich infolge der eigenartigen Lagerung des sich in den Zellen ansammelnden Secrets. Das Abdomen besteht aus drei großen und langen, drei kürzeren und drei noch kürzeren Segmenten.

Der Schwanzlappen hat die Gestalt eines gebogenen, transversal verlaufenden Bandes, dessen konvexer Rand nach vorn gerichtet ist und welches an seinen Enden neue Segmente abscheidet. Dieses Band repräsentiert demgemäß den Schwanzlappen *sensu str.* und gleichzeitig auch die hinteren Abschnitte der unsegmentierten Seitenplatten. In dem Kopflappen sind die Anlagen der Ganglien noch deutlicher ausgesprochen und auf ihrer Oberfläche, sowie auf derjenigen der Thoracalganglien, sind je einige kleine Vertiefungen bemerkbar (Fig. 33 u. 27). Diese Vertiefungen entstehen in Gestalt heller Punkte, in deren Bereich eine verstärkte Vermehrung der Kerne vor sich geht, worauf sich eine kleine trichterförmige Vertiefung bemerkbar macht, welche jedoch nicht in das Innere hineinreicht (Fig. 34); infolge der Vermehrung der Zellen an diesem Punkte dringen dieselben in Gestalt massiver Stränge in die Tiefe der Ganglien ein, deren Kerne an der Peripherie des Stranges angeordnet liegen; der centrale Abschnitt ist frei von Kernen. Die gleiche Erscheinung wurde von KOWALEVSKY und SCHULGIN (1886—87) für den Skorpion beschrieben. Im vorderen Abschnitt des Kopflappens befindet sich jederseits eine Grube (Fig. 27 u. 34). Diese Gruben entsprechen den Scheitelgruben der Antoren; auf Grund ihrer Lage bei der Larve (siehe weiter unten) müßte man sie richtiger Frontalgruben nennen. Am Grunde der Grube befinden sich ebensolche trichterartige Vertiefungen, wie auf der übrigen Oberfläche der Ganglienanlage. Irgendwelche provisorische Gliedmaßen konnten bei *Thelyphonus* an dem

Kopflappen nicht konstatiert werden. Dies ist jedoch durchaus begreiflich, wenn man sich erinnert, daß hier selbst die Abdominalfüßchen fehlen, welche bei den Araneida deutlich ausgesprochen sind. Die übrigen Ganglien des Cephalothorax sind schärfer differenziert, besitzen ebenfalls trichterförmige Vertiefungen (Fig. 23), und es beginnt die Differenzierung der vorderen Abdominalganglien.

In dem Kopflappen sind zwei Cölomhöhlen enthalten, welche bereits mit den Cölomhöhlen der Chelicerensegmente in Verbindung stehen und durch diese auch mit den übrigen Cölomhöhlen des Cephalothorax; dabei stehen im Chelicerensegment die Cölomhöhlen der rechten und linken Seite auch bereits miteinander in Verbindung (Fig. 27).

In den Extremitäten reichen die Cölomhöhlen bis zu deren äußerstem Ende. In den Abdominalsegmenten sind dieselben noch getrennt. Die Bildung der Cölomhöhlen in den Abdominalsegmenten geht in der gewohnten Weise vor sich (Fig. 31). Die Mesodermzellen lagern sich anfangs in jedem Segment in Gestalt eines unregelmäßig mehrschichtigen Häufchens, welches späterhin bald in zwei Plättchen zerfällt: ein dünnes, welches aus einer Schicht Zellen besteht — das innere viscerele, und ein mehrschichtiges äußeres parietales. Das viscerele Plättchen besteht anfänglich aus einer geringen Anzahl flacher Zellen (auf Längsschnitten sind es deren bisweilen nicht mehr als zwei) und liegt dem parietalen Plättchen dicht an. Mit zunehmendem Wachstum des Segments wird das parietale Plättchen dünner und endlich einschichtig, obgleich seine Zellen dennoch cylindrisch erscheinen, während die Zellen des visceralen Plättchens ihre flache Gestalt beibehalten. Gleichzeitig hiermit erfolgt auch ein Auseinandertreten der beiden Plättchen behufs Bildung der Cölomhöhle.

Im Cephalothorax beginnt bereits die Wucherung der Cölomhöhlen nach den Seiten des Keimes hin (Fig. 23 u. 29). Da, wo der obere Rand der mesodermalen Platte endet, bemerkt man freie Mesodermzellen, die zukünftigen Leucocyten, doch geht hier eine Phagocytose des Dotters in der Form, wie sie für das vorhergehende Stadium beschrieben wurde, nicht vor sich, und im Dotter finden sich nur Dotterkerne.

Der Prozeß der Wucherung des Mesoderms nach den Seiten und an die dorsale Oberfläche, und der Prozeß der Ectodermverdickung, d. h. der Ersatz der flachen Vitelloeyten durch cylindrische Zellen, verlaufen parallel, und ebenso verbreiten sich mit dem Mesoderm auch die seinem visceralen Blatt anliegenden Entodermzellen. Die

Wucherung aller drei Blätter geht demnach in paralleler Weise vor sich und ihr oberer Rand befindet sich ungefähr auf dem gleichen horizontalen Niveau.

Die hintere Entodermanlage differenziert sich deutlich von dem Mesoderm des Schwanzlappens ab und nimmt in dem vorderen Teil des Schwanzlappens die Gestalt einer Rinne an (Fig. 20 u. 32A). Durch das Verwachsen der Ränder dieser letzteren entsteht denn auch wahrscheinlich der hintere Teil des Mitteldarms. Hinter der rinnenförmigen Anlage liegt ein kleines Häufchen locker angeordneter, runder, undifferenzierter Zellen (Fig. 32B), welches darauf hinweist, daß der Prozeß des Heranwachsens des Ento- und Mesoderms im hinteren Abschnitt des Keimes noch immer andauert.

Die übrigen, dieses Stadium unterscheidenden Eigentümlichkeiten, werden bei der nachfolgenden Darlegung beschrieben werden.

Um uns die beschriebenen Prozesse klar zu machen, wollen wir eine **Vergleichung** mit denjenigen Verhältnissen anstellen, welche bei den **Araneida** und **Phalangida** bei der Entwicklung der Produkte des Entoderms zur Beobachtung kommen.

Bei *Agroeca haglundi* weist das Mesoderm in der Periode, wo die thoracalen Extremitäten angelegt werden, nicht nur in den thoracalen, sondern auch in den vorderen abdominalen Segmenten deutliche Cöloanlagen auf. In den hinteren Segmenten jedoch erscheinen die Mesodermplatten an ihren äußeren Rändern noch kaum verdickt, oder selbst einschichtig in ihrer ganzen Ausdehnung. Zwischen den Mesodermplatten der rechten und linken Seite sind Streifen echter Entodermzellen eingelagert (Fig. 97). Diese letzteren sehen den Mesodermzellen überaus ähnlich, doch zeigt die Platte schon die Tendenz eine rinnenförmige Gestalt anzunehmen. Im Schwanzlappen ist der mittlere, entodermale noch weniger von den seitlichen mesodermalen Bezirken gesondert, und wir haben es hier wiederum eher mit indifferenten Zellen zu tun, deren Aufgabe es ist, zum Aufbau beider Keimblätter beizutragen.

Der hintere Teil der Entodermanlage hat also auf diesem Stadium die Gestalt einer von der dorsalen Seite eingedrückten Platte.

Der vordere Teil der Anlage dagegen hat ein andres Schicksal. Wir sahen, daß er auf dem vorhergehenden Stadium in Gestalt einzelner Zellhaufen auftrat; auf dem gegenwärtigen Stadium nun verteilen sich diese Zellen auf der Peripherie des Dotters, indem sie, ohne eine besondere Anordnung zu zeigen, Gruppen von wenigen Zellen bilden. Diese Zellen nun, aber durchaus nicht die Vitello-

phagen, geben das Material zur Bildung des Epithels der Blindsäcke des Cephalothorax und der Leberlappen ab. Sie sind von den Dotterkernen, welche eine unregelmäßige Gestalt besitzen, grobkörnige Struktur zeigen und des circumnucleären Plasmas fast vollständig entbehren, leicht zu unterscheiden. Die Entodermzellen dagegen sind stets plasmareich, mit abgerundeten Kernen und teilen sich caryokinetisch, was bei den Dotterkernen nie beobachtet wurde.

Etwas schwieriger ist es diese Zellen von den mesodermalen Phagocyten zu unterscheiden, denen ich und auch einige andre Autoren irrthümlicherweise eine Bildung auf Kosten der Vitellophagen zugeschrieben hatte. Diese Phagocyten können überall da entstehen, wo das Mesoderm in Berührung mit dem Dotter steht; am energischsten geht ihre Bildung am vorderen Ende des Kopflappens vor sich, sowie in späteren Stadien, und zwar noch energischer, im Hinterende des Keimes, in der Nähe der hinteren Anlage des Mitteldarms, da, wo sich eine große Ansammlung von Mesodermzellen befindet, in deren Inneren deutliche und ziemlich große Cölomhöhlen liegen (Fig. 101).

Die dem Dotter anliegenden Mesodermzellen dieser Ansammlung wachsen an, ihr Plasma wird heller, und sie beginnen darauf Teile des Dotters zu verschlucken. Sodann dringen aus den tiefer liegenden Schichten des Zellhaufens neue Zellen an dessen Peripherie und gelangen auf diese Weise in Berührung mit dem Dotter, indem sie die alten, bereits mit Dotter angefüllten Zellen in das Innere zurückdrängen. Von hier aus, von dieser mesodermalen Masse, welche die Hauptbildungsstätte der Phagocyten ist, verbreiten sich die Zellen der Mittellinie des Rückens entlang und über den ganzen Körper. Bei dem reifen, ausgeschlüpften Embryo findet sich eine mächtige Ansammlung von Phagocyten vor dem Cloacalsack, zwischen den beiden hintersten Leberlappen.

Einen ausgebildeten, mit Dotter angefüllten Phagocyten kann man mit keiner andern Zelle verwechseln, aber junge Leucocyten sind sehr schwer von Entodermzellen zu unterscheiden, aus welchem Grunde letztere auch der Beobachtung leicht entgehen konnten. Bisweilen, wie dies aus der Fig. 101 zu ersehen ist, lagern sich die Phagocyten in Gestalt einer ununterbrochenen Schicht, und bei Betrachtung dieser Figur drängt sich unwillkürlich die Annahme auf, daß wir es hier mit einem Auswachsen der hinteren Entodermanlage über die Peripherie des Dotters zu tun haben (siehe unten). Allein das Vorhandensein von Übergangsformen zwischen diesen hellen Zellen und reifen Phagocyten, sowie das Vorhandensein ebensolcher

heller Zellen in der allgemeinen Mesodermmasse schließt eine derartige Annahme entschieden aus.

Die vorderen Zellen der hinteren Entodermanlage verteilen sich augenscheinlich auch auf die Peripherie des Dotters, so daß diese Anlage in späteren Stadien viel kürzer erscheint als in jüngeren Stadien.

Der Mitteldarm der *Araneida* wird demnach in späteren Stadien durch zwei Anlagen repräsentiert: durch die kleinen, auf der Peripherie des Dotters zerstreuten Entodermzellen und durch die Anlage im hinteren Körperabschnitt des Embryos (Fig. 98). Diese letztere Anlage ist nach dem Dotter zu offen; rechts und links zieht sie sich in zwei hohle Vorsprünge aus, die Anlagen der MALPIGHISCHEN Gefäße (Fig. 101). Die Anlage des Mitteldarms steht noch in keiner Verbindung mit dem ectodermalen Enddarm. Diese entodermale Anlage differenziert sich bei dem reifen, zum Anschlüpfen bereiten Embryo in zwei Abschnitte: einen oberen, aus welchem der Cloacal sack entsteht, und welcher mit dem kurzen Enddarm in Verbindung tritt, und einen unteren Abschnitt, den eigentlichen Darm, dessen Epithel allmählich nach vorn auswächst. In dieser Periode ist das mit Dotterzellen ausgefüllte Mitteldarmlumen bereits durch bindegewebige Scheidewände in die seitlichen Leberlappen einerseits und den eigentlichen Mitteldarm anderseits differenziert.

Querschnitte (Fig. 98) und Horizontalschnitte (Fig. 99) zeigen uns, daß das Epithel des hinteren Teils des Mitteldarms durch Auswachsen eben dieser hinteren entodermalen Anlage entsteht, indem sie sich erst an der unteren Seite des Darms ausbreitet, und später auch auf dessen obere Fläche übergeht. Diese U-förmige Anlage des Darms, welche von BALFOUR und mir, indem wir sie für die erste Anlage des Mitteldarms hielten, als solche beschrieben wurde, stellt gerade einen Schnitt durch eine ziemlich weit nach vorn ausgewachsene Anlage vor, welche aber nur die ventrale Darmwand darstellt (Fig. 98). KISHINOUE (1891) war demnach vollständig im Rechte, als er behauptete, der Cloacalsack entstehe nicht aus dem Ectoderm, und nur ein kleiner Teil des Enddarms (Fig. 99 *ret*) sei ectodermalen Ursprungs; dagegen war er im Irrtum, wenn er annahm, dieser Cloacalsack sei mesodermalen Ursprungs.

Bei *Pholcus*, dessen Embryo nach vorn umgeschlagene hintere Abdominalsegmente besitzt, liegt die entodermale Darmanlage in diesen letzteren; mit dem Anwachsen dieser Segmente wächst die Darmanlage nach vorn aus, wobei sie die Gestalt einer nach dem

Dotter zu offenen und mit Dotter vollständig angefüllten Röhre hat. Auf Querschnitten durch die hinteren Abdominalsegmente von *Pholeus*-Embryonen (in späteren Stadien) kann man in den proximalen Segmenten unterscheiden: den Darm, welcher bereits keinen Dotter mehr enthält, die seitlichen mesodermalen Segmente mit inneren Hohlräumen, und in den distalen Segmenten nur eine große Ansammlung von Mesodermzellen.

Was das Epithel der Lebersäcke anbelangt, so entwickelt es sich, wie gesagt, nicht aus den Dotterzellen, sondern aus jenen kleinen Entodermzellen, welche wir auf der Peripherie des Dotters sahen.

Wie oben angegeben wurde, liegen diese Zellen gruppenweise angeordnet, und man kann sehr oft beobachten, wie sie Ausläufer in den Dotter entsenden, wobei im letzteren Falle der Dotter in der Nähe dieser Zellen in kleine Körnchen zerfällt (Fig. 100). Neben solchen Zellen finden sich noch andre, ziemlich große mit vacuolenreichem Zellinhalt, deren Plasma sich ziemlich lebhaft färbt. Sie enthalten zuweilen zwei bis drei Kerne, und hier und da viele kleine Chromatinkörner. Ich halte sie ebenfalls für Entodermzellen, welche jedoch Dotterpartikel und Dotterkerne verschluckt haben. Zugunsten der letzteren Annahme spricht der Umstand, daß man in ihrem Innern häufig einige Zellkerne oder unregelmäßig gestaltete Kerne und schließlich Zerfallsprodukte von Kernen, nämlich Chromatinkörner, findet.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß eben diese selben Zellen uns alle, die wir die Entwicklung der Spinnen untersucht haben, zu Irrtümern verleitet haben: ihre Größe, das Auftreten von Dotterkörnchen in ihrem Innern, machen sie den Dotterzellen überaus ähnlich, und diese Ähnlichkeit wird durch die verschluckten Dotterkerne nur vervollständigt.

Dies ist der Grund, warum die irrtümliche Angabe der Entstehung des Mitteldarmepithels der Spinnen aus Dotterzellen so einstimmig wiederholt worden ist. Der Vorgang selbst des Verschluckens von Dotter seitens junger Epithelzellen des Mitteldarms kann mit dem Verschlucken von Dotter durch die Entodermzellen bei den Krebsen verglichen werden.

Die Entwicklung des Mitteldarms bei den Phalangida muß gleichzeitig mit der Entwicklung der Genitalanlage besprochen werden.

Bei den Phalangida liegt die Meso-Entodermanlage auf jenen Stadien, wo das Mesoderm bereits segmentiert erscheint und ebenso auch

später, wenn der Embryo bereits mit thoracalen Extremitäten versehen ist, und die Thoracalsegmente deutlich ausgesprochene Cölomräume besitzen, welche sich wie bei den Spinnen hauptsächlich in den Beinen befinden, — zwischen Ectoderm und Dotter (Fig. 106). Sie hat noch immer keine ausgesprochene Gestalt und scheint fortwährend entodermale Elemente abzuscheiden. Seitlich schließt sich an die Anlage das einstweilen noch einschichtige Mesoderm der hinteren Abdominalsegmente an.

Über das fernere Schicksal der Genitalanlage bin ich ganz anderer Ansicht wie FAUSSEK (1891), welcher angibt, dieselbe erscheine sehr bald innerhalb der Leibeshöhle liegend. Eine solche Erscheinung ist natürlich und wohl erklärlich bei den Skorpionen, wo diese Anlage nach BRAUER (1894) von Mesoderm umwachsen wird, ehe letzteres in zwei Blätter, das viscerales und das parietale, zerfällt. Nachdem diese Teilung erfolgt ist, erweisen sich die Genitalzellen innerhalb der Cölohmöhle, aber auch hier sieht man auf der Peripherie der Genitalanlage zerstreut liegende sog. Follikelzellen mesodermalen Ursprungs.

Anders jedoch verhält sich die Sache bei den Phalangiden: Die Genitalanlage wird, nach Analogie mit den parasitischen Copepoden, wohl infolge verstärkten Wachstums der Rückenfläche des Embryos, nach vorn verlegt, und befindet sich nun zwischen dem Ectoderm bzw. dem Nervensystem und dem Dotter (Fig. 107). Sodann treten der rechte und der linke Mesodermstreifen über der Genitalanlage zusammen und, indem eine deutliche Spaltung in die zwei Blätter bereits erfolgt ist, verlaufen letztere ununterbrochen über die Genitalanlage hinweg, wobei in der Umgebung dieser letzteren, oder gar zwischen deren Elementen Dotterkörner beobachtet werden, welche außerhalb der embryonalen Darmhöhle verblieben, als diese vom Mesoderm umwachsen wurde.

Hierauf erfolgt die Umwachsung der Anlage durch das Mesoderm von den Seiten und von unten her, wie aus Fig. 108 zu ersehen ist, wobei die Mesodermzellen sich von den Rändern der Genitalanlage nach unten umschlagen. Dieser Vorgang beginnt am Vorderende und pflanzt sich allmählich nach hinten fort.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die Genitalanlage, genau genommen, zwischen beiden Blättern des ventralen Mesenteriums liegt, gerade wie die Herzhöhle zwischen den beiden Blättern des dorsalen Mesenteriums gelegen ist. Bei der Umwachsung der Genitalanlage erfolgt zuerst die Verwachsung der Rückennaht,

während dieser Vorgang bei der ventralen Naht verzögert wird. Aus demjenigen Teil des Mesoderms, welcher der Genitalanlage direkt anliegt und dem Mesenterium entspricht, entstehen die spärlich über die Oberfläche der Genitalanlage zerstreuten Zellen, aus welchen wahrscheinlich wiederum, wie bei dem Skorpion, die Follikelzellen der Keimdrüsen gebildet werden. Die Lage der Genitalanlage selbst zwischen den Lamellen des Mesenteriums erinnert an das Verhalten bei einigen Würmern und zum Teil auch bei den Wirbeltieren, allein bei diesen Formen liegen die Genitalzellen auf derjenigen Seite der Mesenteriallamellen, welche dem Cölom zugewandt sind.

Die Genitalgänge der Phalangiden werden aus zwei Anlagen gebildet, einer mesodermalen und einer ectodermalen, wobei die letztere viel später auftritt. Indem das Mesoderm unter die Genitalanlage hinunterwächst, beginnt der beiderseits darunterliegende Teil des Cöloms sich von der übrigen Höhle abzutrennen und schnürt sich sodann vollständig ab (Fig. 108). Dies geht zu einer Zeit vor sich, wo der Embryo bereits recht lange Extremitäten besitzt, die Scheidewände zwischen den Leberlappen aber noch nicht angelegt sind. Bei dem zum Ausschlüpfen reifen Embryo sieht man vor der in der Querrichtung bedeutend ausgewachsenen Genitalanlage den mesodermalen Ausführgang, welcher der Genitalanlage direkt anliegt und sich nach oben in zwei Äste teilt; es ist anzunehmen, daß dieser Ausführgang durch Verschmelzung der beiden oben erwähnten Gänge entstanden ist.

Die letzteren erinnern durch ihre Lage durchaus an die Ausführgänge des Skorpions und entsprechen wahrscheinlich auch Segmentalorganen. Da zur Zeit der Anlage dieser Ausführgänge die Segmente des Mesoderms bereits in der Längsrichtung miteinander verschmolzen sind, so ist es ziemlich schwer zu entscheiden, welchem der Segmente sie entsprechen. Der ectodermale Teil der Ausführgänge entsteht erst nach der Teilung des Mitteldarms in Lappen, und zwar in Gestalt einer unpaaren, unter dem hinteren Ende des Nervensystems liegenden Einstülpung. Bei dem zum Ausschlüpfen bereiten Embryo sind demnach schon alle Teile des Genitalapparats angelegt, doch stehen dieselben noch nicht untereinander in Verbindung.

Ich komme nun auf die Entwicklung des Mitteldarms zurück. Wir sehen, daß die sich von der indifferenten Anlage ablösenden Entodermelemente sich auf die Peripherie des Dotters verteilen. Sie erscheinen als kleine Zellen mit feinkörnigem Protoplasma und rundem Kern. Wenn der Mitteldarm infolge des Einwucherns der meso-

dermalen Scheidewände in einen centralen und seitliche Abschnitte zerfällt — d. h. in den eigentlichen Mitteldarm und in die Leberanhänge — so geht die Vermehrung jener Zellen am energischsten im centralen Teil vor sich. Übrigens findet sich auch hier kein ununterbrochenes Epithel, selbst beim reifen Embryo. Jedenfalls sind es nicht die Dotterzellen, sondern diese Zellen, aus welchen das Epithel der Lebersäcke und zum Unterschied von den *Araneida* — auch das Epithel des eigentlichen Mitteldarms aufgebaut wird. Die hintere Entodermanlage fehlt bei den Phalangiden, wodurch beim erwachsenen Tier die Abwesenheit des Cloacalsackes und der MALPIGHISCHEN Gefäße erklärt wird.

Ebenso wie dies bei den *Araneida* der Fall ist, verschlucken die Entodermzellen Dotterkörnchen, ein Verschlucken von Dotterkernen habe ich aber nicht beobachtet. Was den Enddarm anbelangt, so ist er stärker entwickelt als bei den *Araneida*. Anfangs erscheint der Enddarm in Gestalt einer nach der dorsalen Oberfläche gelegenen ectodermalen Ectodermvertiefung und steht noch nicht mit dem Mitteldarm in Verbindung, sondern stößt mit seinem blinden Ende an denselben.

Auf einer Serie von Horizontalschnitten durch einen ausgebildeten Embryo kann man sehen, wie diese Vereinigung zustande kommt. Der Enddarm verändert sehr leicht seine Gestalt, was durch das Vorhandensein einer wohlentwickelten Muskulatur erklärt wird. Der Enddarm weist eine geräumige Höhle auf, deren Innenwandung fast in ihrer ganzen Ausdehnung von einer Chitinschicht ausgekleidet wird; diese Höhle ist nach dem mit Dotter angefüllten Mitteldarm zu offen. An der Berührungsstelle von Mitteldarm und Enddarm ist das Epithel des letzteren scharf von dem des ersteren abgegrenzt, und seine Ränder sind leicht nach innen umgebogen, so daß von einem Anwachsen des Epithels dieses Teiles des Darms nach vorn, in das Lumen des Mitteldarms hinein, gar nicht die Rede sein kann. Auch dieser Umstand spricht für das vollständige Fehlen einer hinteren Entodermanlage, welche bei den *Araneida* eine so bedeutende Rolle spielt.

Ogleich mir für *Thelyphonus* keine Zwischenstadien zwischen dem oben beschrieben und der Larve zu Gebote standen, so kann man nichtsdestoweniger vermuten, daß *Thelyphonus* in bezug auf die Bildung des Darms näher zu den *Araneida* als zu den Phalangida steht.

Auf Grund des oben Dargelegten kann man demnach zu folgenden

Schlußfolgerungen gelangen. Das Entoderm ist bei den Pedipalpida und den Araneida durch zwei Anlagen repräsentiert: a. die hintere Anlage, aus welcher der hintere Teil des Mitteldarms und die MALPIGHISCHEN Gefäße hervorgehen, und b. die diffuse, durch isoliert an der Peripherie des Dotters gelegene Zellen repräsentierte Anlage, aus welcher die Epithelien der thoracalen Blindfortsätze und der Lebersäcke entstehen.

Bei den Phalangida fehlt die hintere Anlage des Entoderms; das ganze Epithel sowohl der Lebersäcke als auch des Darms wird hier von den an der Peripherie des Dotters zerstreuten Zellen gebildet. Aus diesem Grunde fehlen bei dem erwachsenen Tier einige Derivate der hinteren Anlage und zwar der Cloacalsack und die MALPIGHISCHEN Gefäße.

Das ectodermale Rectum der Araneida besitzt eine nur geringe Länge; etwas besser entwickelt ist es bei den Phalangida. Bei den Pedipalpida besitzt der Enddarm, wie wir weiter unten sehen werden, eine bedeutende Ausdehnung, obgleich dieselben, wie die Araneida, eine hintere Entodermanlage besitzen. Was die Acarida betrifft, so tritt hier nach WAGNER die Bildung der diffusen Anlage bedeutend später auf, und das gesamte Entoderm ist anfänglich durch die hintere Anlage repräsentiert, welche in die, die Anlage des gesamten Mitteldarmepithels darstellende Bauchplatte sowie in die Anlage des Cloacalsackes und ein Paar Anlagen der MALPIGHISCHEN Gefäße zerfällt. Der Enddarm ist augenscheinlich ebenso schwach entwickelt wie bei den Araneida. Der Prozeß des Verschluckens der Dotterkerne durch die Entodermzellen ist bei den Araneida sehr verbreitet und fehlt bei den Phalangida und augenscheinlich auch bei den Acarida. Was die Pedipalpida betrifft, so tritt dieser Prozeß bei denselben nur in schwacher Form auf und dabei in späteren Stadien.

Die Anlage der Genitalorgane bei den Phalangida, welche, wie wir gesehen haben, einen Überrest indifferenzierter Zellen repräsentiert, legt sich, nach der Ablösung der Mesoderm- und Entodermelemente von denselben, zwischen die beiden Blätter des Bauchmesenteriums und wird von Mesoderm umwachsen; dabei bildet der Teil des letzteren, welcher der Anlage zunächst liegt, die sog. follicularen Zellen, während die unterhalb der Anlage befindlichen Bezirke der Leibeshöhle sich zu zwei Genitalgängen differenzieren, welche bald mit ihren unteren Enden zusammenfließen.

Diese Gänge haben dieselbe Lage wie bei den Skorpionen (nach A. BRAUER) und entsprechen daher den Segmentalorganen. Dasselbe

Verhalten weist J. WAGNER für die mesodermalen Genitalausführgänge bei den *Acarida* nach.

Der ausführende Teil der Genitalgänge ist ectodermalen Ursprungs.

Denselben Ursprung hat dieser Teil auch bei den *Araneida* und, wie wir später sehen werden, auch bei den *Pedipalpida*, und ebenso bei den *Acarida*, wobei die ursprüngliche Anlage dieser Teile bei diesen letzteren nach J. WAGNER paarig erscheint.

III. Nach dem Ausschlüpfen der Larve.

Zu meiner Verfügung standen mehrere Phasen jenes Stadiums, in welchem das Ausschlüpfen vor sich geht und deren äußere Gestalt von STRUBELL und TARNANI unter dem Namen »Larve« beschrieben wurde; ferner hatte ich junge bereits vollständig ausgebildete Thelyphonen (von 8—9 mm Länge, vom Ende des Rostrums bis zu der Basis des Schwanzanhangs gerechnet). Zwischen diesen beiden Stadien finden anscheinend einige Häutungen statt. Die Larven repräsentierten, ihrer inneren Organisation nach zu urteilen, mehrere Altersstadien, und sie wiesen unter ihrer äußeren Chitinhülle eine zweite Chitinschicht auf, welche noch sehr wenig Ähnlichkeit mit der Chitinhülle vollständig ausgebildeter Thelyphone zeigte.

Die Larve unterscheidet sich äußerlich von einem jungen Thelyphonen, abgesehen von der noch unvollkommenen Entwicklung vieler Organe, wie z. B. der Augen, der Geschlechtsöffnung, der Lungenöffnungen usw., hauptsächlich durch die Gestalt der Extremitäten (Fig. 88). Die Cheliceren bestehen aus drei kleinen Gliedern, allein das letzte Glied zeigt durchaus nicht den Charakter eines Saugnapfes, wie dies von TARNANI angegeben wird (l. c. S. 17). Auch die Pedipalpen haben die Gestalt einfacher fünfgliedriger Extremitäten ohne Scheren. Unter der Chitinhülle dieser Extremitäten sind bei den älteren Larven die Cheliceren mit den charakteristischen Dornen und die Pedipalpen mit Scheren und Dornen angelegt.

Im allgemeinen jedoch besitzen nicht nur diejenigen Larven, welche von PEDASCHENKO im Moment des Ausschlüpfens gesammelt wurden, sondern auch diejenigen, welche 2 Tage und mehr nach dem Ausschlüpfen konserviert wurden, noch keine Dornen an der Basis der Extremitäten. Diese provisorischen, von STRUBELL beschriebenen Dornen (»Eizähne«) treten erst später auf, und können daher der Larve bei dem Zerreißen der Eihülle und des Eiersacks nicht von Nutzen sein, wie dies von STRUBELL angenommen wird. Die

übrigen Extremitäten sind mit Saugnäpfen versehen, welche auf ihrer inneren Fläche kleine konische Dörnchen tragen.

Auf Schnitten (Fig. 90B) sieht man, daß die epidermale Schicht im Bereich der Saugnäpfe aus kubischen oder nicht besonders hohen cylindrischen Zellen besteht. Vom Boden des Saugnapfes aus verläuft eine ectodermale Sehne, welche dem den Boden des Saugnapfes nach innen ziehenden Muskel als Befestigungsstelle dient.

Die Extremitäten des vorderen Paares sind acht-, diejenigen der übrigen Paare siebengliedrig, und die relative Länge der Extremitätenglieder des ersten Paares ist eine andre als diejenige der übrigen Paare, eine Eigenschaft, welche auch dem völlig ausgebildeten *Thelyphonus* zukommt.

Der Unterschied in der Zahl der Beinglieder wird dadurch bedingt, daß das letzte Glied an dem zweiten, dritten und vierten Paare noch nicht in weitere Glieder differenziert ist, während dies an dem ersten Paar bereits der Fall ist. Bei dem jungen *Thelyphonus* ist das letzte Glied des zweiten, dritten und vierten Paares bereits in drei Glieder geteilt, von welchen das mittlere viel länger ist, während das letzte zwei große und eine Afterklaue trägt. Das letzte Glied des ersten Paares, welches im Augenblick des Ausschlüpfens eine Zweiteilung aufweist, ist bei dem jungen *Thelyphonus* in neun Glieder eingeteilt, von welchen das zweite und neunte die längsten sind und das achte keine Klauen trägt.

Die Grenze zwischen den Gliedern ist bei den Larven durch eine Einschnürung und einen dunklen Streifen gekennzeichnet; letzterer wird, wie Schnitte (Fig. 58) zeigen, durch den abweichenden Charakter der Epidermisschicht an diesen Stellen hervorgerufen: im allgemeinen sind die Zellen dieser Schicht in den Extremitäten sehr hoch, ihre Kerne liegen an dem äußeren Ende der Zellen, während der übrige Teil der letzteren stark vacuolisiert ist und auf Schnitten (Fig. 37) hell bleibt. In den Gelenkräumen zwischen den einzelnen Gliedern, wo sich gewöhnlich Muskeln ansetzen, sind die epidermalen Zellen niedriger, nicht vacuolisiert und ihre Kerne liegen auf verschiedener Höhe (Fig. 58).

Die Larven besitzen eine Mundöffnung, aus welcher das Ende des Rostrums hervorragt.

Bei dem Übergang der Larve in den jungen *Thelyphonus* wachsen die basalen Beinglieder stark an und berühren sich jederseits. Ebenso wuchern die basalen Glieder der Pedipalpen und bilden, indem sie miteinander verwachsen, die untere Wand des vorderen Teiles der

Mundhöhle, wie dies richtig von Pocock (1902) beschrieben worden ist; die obere Wand dieser letzteren wird durch das Rostrum gebildet.

Das Abdomen ist neungliedrig, das Postabdomen dreigliedrig mit dem ebenfalls in kleine Glieder geteilten Schwanzanhang. Ein After ist vorhanden, während die Öffnungen der Lungensäcke, die Genitalöffnung und die Öffnungen der Ameisensäure ausscheidenden Giftdrüsen bei dem Ausschlüpfen noch fehlen. Oben auf der Rückenseite der Larve schimmert das Herz durch.

Wenden wir uns nunmehr den Veränderungen der inneren Organe zu.

Das **Integument** zeigt bei den Larven und den jungen Tieren an den Extremitäten die oben (S. 34) beschriebenen charakteristischen Veränderungen in der epidermalen Schicht (Fig. 58). Die Vacuolisierung breitet sich nicht auf die Gelenke, die Befestigungsstellen der Muskeln und diejenigen Stellen, wo sich ectodermale Sehnen bilden (Fig. 37), aus.

Die **ectodermalen Sehnen** werden, wie bei den Arthropoden überhaupt, durch Invagination des Ectoderms gebildet, allein bei der Bildung kleiner Sehnen enthalten die eingestülpten Ectodermanlagen keine Höhle, sondern sie sind solid. Da, wo das Ectoderm sehr hoch ist, wie z. B. in den Gliedmaßen, ragt die Anlage einer kleinen Sehne gewöhnlich nicht über die innere Grenze der Epidermis hervor und liegt ganz in letzterer versteckt (Fig. 37). Eine mächtige Sehne gelangt in den Cheliceren zur Ausbildung. Dieselbe besitzt eine deutlich ausgesprochene Höhle und könnte leicht für den Ausführgang einer Drüse angesehen werden, welche jedoch bei *Thelyphonus* in den Cheliceren zweifellos fehlt. Ihrer Lage nach entspricht sie der gleichen Sehne bei den Araneida, welche sich an der Basis der Klaue ansetzt, auf welcher der Ausführgang der Giftdrüse nach außen mündet.

Ganz in der gleichen Weise entwickelt sich auch das **Endoskelet**: die Apophysen an der Basis der Beine und die andern von TARNANI ausführlich beschriebenen Gebilde. Besonderes Interesse verdient die Entwicklung des Endoskelets des Kopfes; dasselbe stellt das Resultat des Hereinwachsens einer Ectodermfalte dar, welche die Cheliceren von den Pedipalpen trennt (Fig. 51 A u. B). Die Höhle dieser Falte steht in ihrem vorderen Abschnitt, in dem Zwischenraum zwischen den beiden Cheliceren, mit dem Frontalgrübchen in Verbindung (Fig. 51 C). Weiter im Inneren des Kopfes erhält das Endoskelet

die Gestalt einer dachförmig (oder richtiger gesagt wellenblechförmig) gebogenen Platte, welche über dem Rostrum liegt (Fig. 51 D).

Von der Mittellinie dieses Plättchens geht oben ein unpaarer Fortsatz aus, und das Plättchen selbst teilt sich gabelförmig, so daß das Endoskelet näher zum vorderen Rand des Nervensystems durch drei Äste vertreten ist: einen unpaaren und zwei laterale (Fig. 51 E u. F). Der unpaare Ast dient den unpaaren Muskeln als Ansatzstelle, welche von der Dorsalseite des Cephalothorax aus hierher, ebenso denjenigen, welche von hier zum Pharynx verlaufen. Bei älteren Larven ragt dieser Ast ziemlich tief zwischen der rechten und linken Hälfte des cephalothoracalen Ganglions hinein, etwa im Niveau der Grenze zwischen den Ganglien der Augen und denjenigen der Cheliceren.

Die Entwicklung der Härchen auf den Extremitäten geht in folgender Weise vor sich: an der Stelle, wo später ein Haar wachsen wird, bildet sich durch beschleunigte Teilung ein bis zu der unteren Oberfläche der Epidermis herabreichendes Zellhäufchen, welches außerordentlich an die Anlage einer Sehne erinnert (Fig. 37). Während jedoch in der Anlage der Sehne, wenn die Invaginationshöhle auch nicht ausgebildet ist, der centrale Teil der Einstülpung dennoch frei von Kernen ist, so sind in dem Centrum der Anlage des Härchens entweder eine oder mehrere größere Zellen vorhanden (Fig. 30 u. 37).

Man kann annehmen, daß die Anlage mit einer centralen Zelle ein früheres Stadium darstellt, die Anlage mit mehreren centralen Zellen dagegen ein späteres Stadium. Offenbar bilden die peripheren Zellen der Anlage die Haarscheide, die ganz centralen Zellen dagegen das Härchen und die darunterliegenden percipierenden Zellen (Fig. 38).

Die Entwicklung der Augen bei *Thelyphonus* erinnert sehr an diejenige bei den Skorpionen, wobei auch die Entwicklung der Seitenaugen, ganz wie bei dem Skorpion, auf eine andre Weise vor sich geht, als die Entwicklung der medianen Augen.

Bei der Entwicklung der Seitenaugen differenzieren sich in einer Verdickung des Ectoderms die becherförmigen Anlagen, deren nach außen gerichteter Teil frei von Kernen ist (Fig. 35). Letzterer Umstand weist darauf hin, daß die Differenzierung dieser Anlagen durch Invagination, allein ohne ausgesprochene Invaginationshöhle vor sich geht. Die becherförmige Anlage stellt den retinalen Teil des Auges dar. Die demselben anliegenden Zellen des Ectoderms ziehen sich in die Länge, und die der Anlage zunächst liegenden Zellen bilden den perineuralen Teil des Auges. Bei älteren Larven sind diese Teile

des Auges deutlich ausgesprochen (Fig. 36). Wahrscheinlich ist auch die äußere, die Seitenaugen einhüllende Schicht von Pigmentzellen ebenfalls perineuralen Ursprungs. In dem tieferen Teil des Auges ist sie durch eine faserige, wahrscheinlich durch die Verästelungen des Augennerven gebildete Schicht von der Retina getrennt.

Die Entwicklung der medianen Augen steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung der Augenganglien: die oben beschriebenen Frontalgrübchen stellen die Anlagen beider dar. Bei der jungen Larve öffnen sich die beiden Frontalgrübchen durch eine gemeinsame Öffnung zwischen der Basis der Cheliceren nach außen (Fig. 39 A). Weiter nach hinten setzen sich die Frontalgrübchen in Gestalt zweier gangliöser Vertiefungen fort (Fig. 39 B). Man kann jedoch bereits jetzt in dem vorderen unpaaren Abschnitt der Frontalgrübchen auf deren Dorsalseite ein Paar von Verdickungen unterscheiden, aus welchen später die medianen Augen hervorgehen. Späterhin sondert ein jedes der Frontalgrübchen seitlich je einen gangliösen Vorsprung ab (Fig. 40). Diese Hervorragungen stellen die Ganglien der Seitenaugen dar. Diese Ganglien werden nach den neuesten Beobachtungen von PAPPENHEIM (1903) bei den Araneida in Gestalt von vollständigen Vertiefungen des Ectoderms angelegt und entsprechen, nach der Vermutung dieses Autors, denjenigen Teilen des Nervensystems der erwachsenen Spinnen, welche ich unter dem Namen Ganglion rostrale bei *Epeira* beschrieben habe. Bei *Thelyphonus* differenzieren sich diese Ganglien von dem Frontalgrübchen ab. Der übrige oberhalb dieser Ganglien liegende Teil eines jeden Frontalgrübchens stellt in seinem vorderen Abschnitt die Anlage eines medianen Auges dar, der hintere Abschnitt dagegen die Anlage des Ganglions dieses Auges, welche späterhin in den Bestand der cephalothoracalen Nervenmasse übergeht. Die medianen Augen treten, wie wir sehen, in Gestalt zweier Verdickungen in der dorsalen Wand der miteinander verschmolzenen Frontalgrübchen auf. Diese Verdickungen nehmen, indem sie sich der Körperhülle an der Dorsalseite des Keimes nähern, die Gestalt doppelwandiger Becher an: die innere Wand des Bechers repräsentiert die Anlage des retinalen Teiles des Auges und ist außerordentlich verdickt, die andre, äußere Wand dagegen besteht aus einer Schicht von Zellen und repräsentiert die Anlagen des perineuralen Teiles (Fig. 41 u. 42).

Die Verdickung des retinalen Teiles entsteht infolge der Bildung einzelner Invaginationspunkte, ähnlich wie dies bei der Entwicklung der Ganglien der Fall ist. Infolgedessen erscheint der retinale Teil

an gut erhaltenen Objekten als aus einzelnen Strängen und Kegeln bestehend, welche Kerne enthalten (Fig. 42 B). Der obere Bezirk des retinalen Teiles enthält keine Kerne und differenziert sich in Gestalt eines hellen Halbmondes.

Den Anlagen der Augen liegen Mesodermzellen dicht an. Sodann differenziert sich in der Epidermis der oberen Cephalothoracalwandung an derjenigen Stelle, wo die Augenanlagen derselben anliegen, ein Bezirk von hohen cylindrischen Zellen. Dieser Bezirk stellt die Anlage des Glaskörpers beider Augen vor, welcher anfänglich noch keinerlei Zweiteilung bemerken läßt (Fig. 43). In dem retinalen Teil des Auges kann man jetzt außer dem halbmondförmigen kernlosen Bezirk noch zwei Abteilungen unterscheiden: einen äußeren oder oberen und einen inneren oder unteren; die Kerne der zweiten färben sich energischer als die der ersten Abteilung. Die zwischen dem retinalen und dem perineuralen Teil des Bechers liegende Höhle bleibt ziemlich lange erhalten, ebenso die Verbindung dieser Höhle mit dem Frontalgrübchen und durch diese mit der Außenwelt.

Ferner unterscheiden wir bei dem jungen *Thelyphonus* in dem medianen Auge (Fig. 49) eine periphere perineurale Schicht von Zellen, welche (zum Unterschied von den Seitenaugen) kein Pigment enthalten; sodann unterscheiden wir in dem retinalen Abschnitt eine untere Schicht, welche wahrscheinlich aus percipierenden Zellen besteht und eine obere, aus verlängerten Pigmentzellen bestehende Schicht. Noch weiter oberhalb der Pigmentschicht liegt eine Schicht ohne Kerne, an welche sich unmittelbar der von hinten und oben herantretende Sehnerv anschließt. Die Zellen des Glaskörpers sind von verschiedener Gestalt, je nachdem auf welchem Stadium sich die Linse befindet. Vor der Abscheidung der Linse sind sie ziemlich hoch, nach der Abscheidung dieser letzteren erscheinen sie niedrig und plattgedrückt. Auf der Fig. 49 ist ein seitlicher Schnitt durch das Auge vor der Häutung dargestellt. Die das Auge umgebende neue Chitinschicht bildet Falten, während jener Teil der neuen Chitinauskleidung, welche dem Glaskörper anliegt, nach innen eingestülpt ist. Es versteht sich, daß dieser Teil der Chitinauskleidung bei der darauffolgenden Häutung ausgestülpt wird, indem die neuen Chitinschichten hier abstehen; auf diese Weise nun wird die Linse des Auges bei dem erwachsenen Tier gebildet. Auf der äußeren Oberfläche dieser Linse kann man eine einigermaßen differenzierte Schicht etwas dunkleren Chitins bemerken (die Cornea), welche dem invaginierten Teil der Chitinauskleidung des vorhergehenden Stadiums entspricht.

Vergleicht man die Entwicklung des medianen Auges von *Thelyphonus* mit derjenigen bei dem Skorpion, so kann man unschwer bemerken, daß die vordere Hervorragung des Cephalothorax, in welcher die medianen Augen sitzen, ihrer Lage nach dem Paare von Ectodermfalten entspricht, welche bei dem Skorpion die Frontalgrübchen bedecken. Dieser Vorsprung kann als das Resultat einer Verschmelzung und Auswucherung des erwähnten Faltenpaares angesehen werden. Die Frage, inwieweit diese Falten mit den Extremitäten verglichen werden können, wird weiter unten von mir besprochen werden.

Die Entwicklung des **Nervensystems** von *Thelyphonus* erinnert in beträchtlichem Maße an dasjenige, was PEREJASLAVZEVA für *Phrynos* beschreibt. Bei der zum Ausschlüpfen bereiten Larve enthalten die einzelnen Ganglien in ihrem Inneren Höhlen. In dem Kopfabschnitt des Nervensystems sind zwei Paare solcher Höhlen vorhanden (Fig. 54): das mittlere Paar gehört den Ganglien der medianen Augen an, das seitliche Paar dagegen den Ganglien der Seitenaugen. Diese Höhlen stehen anfänglich mit der Höhle der Frontalgrübchen in Verbindung, sind aber später verschlossen. Die Ganglien der Cheliceren enthalten zwei ziemlich geräumige Höhlen, welche an dem oberen Teil der Seitenfläche der Ganglien geöffnet sind (Fig. 54B). Ebenso münden an der unteren Ganglienoberfläche auch die Höhlen in den Ganglien der Pedipalpen (Fig. 54B) und der Beine (Fig. 53), sowie die Höhlen in den Ganglien des Abdomens aus (Fig. 52).

Diejenigen Stellen, an welchen die Ganglienhöhlen an der Oberfläche der Ganglien nach außen münden, stellen offenbar jene Teile dar, wo die Abschnürung des invaginierten Ganglions vom Ectoderm am spätesten vor sich gegangen ist. In den hinteren Ganglien sind diese Höhlen weniger geräumig als in den vorderen, in den abdominalen Ganglien repräsentieren sie nur kleine Spalten, welche an der unteren Oberfläche des Ganglions liegen (Fig. 52).

Diese Höhlen werden wahrscheinlich in allen abdominalen Ganglien angelegt. Bei der zum Ausschlüpfen bereiten Larve sind sie jedoch nur in den allergrößten Ganglien bemerkbar, und zwar in dem vordersten, den Beinganglien anliegenden Ganglion und in einigen von den hinteren Ganglien.

Sodann besteht die gesamte zellige Masse des Nervensystems, in Abhängigkeit von der oben beschriebenen Art und Weise der Entwicklung des Nervengewebes, aus kompakten Strängen, welche annähernd senkrecht zu der Oberfläche der Ganglien angeordnet liegen.

Bei jungen Larven liegen die unteren freien Enden dieser Stränge noch nicht dicht aneinander, aus welchem Grunde die untere Oberfläche der Ganglien zuerst hügelig erscheint. Bei den jungen Tieren wird die Anordnung der Ganglienzellen in Strängen unbemerkbar.

Was die Zusammensetzung des Nervensystems (Fig. 55) betrifft, so kann man, entsprechend seiner Entwicklung, folgende Teile in demselben unterscheiden: der eigentliche Kopfabschnitt wird durch das Ganglienpaar der medianen Augen und ein Ganglienpaar der Seitenaugen, sowie durch den Hinterkopfabschnitt (*calotte occipitale* von PEREJASLAVZEVA) gebildet. Die Ganglien der Seitenaugen liegen niedriger und mehr auswärts von den Ganglien der medianen Augen, welche den allerobersten und allervordersten Abschnitt des Nervensystems darstellen. Der Occipitalabschnitt entsteht wahrscheinlich in Gestalt einer selbständigen Verdickung der Kopflappen, welche vor (bzw. hinter) den Frontalgrübchen liegt und keine Spuren eines Invaginationsprozesses aufweist. Die Kerne der Zellen dieses Abschnitts liegen dichter angeordnet und sind stärker färbbar.

Ferner gehören zu dem Bestand des cephalothoracalen Ganglions ein Paar Chelicerenganglien, ein Paar Pedipalpenganglien, vier Paar Beinganglien und einige Paare Abdominalganglien. Was die Zahl der letzteren betrifft, so kann ich dieselbe nur auf Grund indirekter Betrachtungen bestimmen.

Bei dem erwachsenen *Thelyphonus* befindet sich im hinteren Abschnitt des Abdomens eine Ganglienmasse. Bei dem jungen Tier kann man in dieser Masse indessen Spuren einer Verschmelzung dieser Masse aus mindestens fünf Ganglienpaaren unterscheiden (Fig. 56). Nimmt man an, daß ein jedes Abdominalsegment (incl. das Postabdomen) je ein Paar von Ganglien bildet, so muß die Gesamtzahl der Abdominalganglien zwölf Paar betragen. Zieht man die fünf Paar, welche die hintere Ganglienmasse bilden, hiervon ab, so bleiben noch sieben Paar übrig, welche sich demnach voraussichtlich mit der cephalothoracalen Masse vereinigen. Zu dem Bestand des ventralen Abschnitts der cephalothoracalen Masse gehören demnach sechs Paar von Ganglien der thoracalen Gliedmaßen und sieben Paar Abdominalganglien, im ganzen also 13 Ganglienpaare. Die Richtigkeit dieser Berechnung wird durch die Anordnung des Bindegewebes in der Nervenmasse bestätigt, wie wir weiter unten sehen werden.

Bei der zum Ausschlüpfen bereiten Larve bewahren die Abdominalganglien noch ihre Selbständigkeit, aber sie sind in zwei Gruppen angeordnet, einer vorderen und einer hinteren. Beide Gruppen sind

durch zwei Commissuren miteinander verbunden, welche noch einen zelligen Bau aufweisen (Fig. 69). Diese Gruppen haben sich natürlich durch Annäherung und Verschmelzung der ursprünglich metamer angeordneten Ganglien gebildet. Auf Querschnitten erscheint die Ganglienkette im Bereich der vorderen und hinteren Gruppe bald in Gestalt einer unpaaren, von oben her eingebuchteten Masse (im Bereich der Ganglien), bald in Gestalt eines Paares von einander genäherten Zellschnüren (im Bereich der Commissur).

Bei dem jungen *Thelyphonus* vereinigt sich die vordere Gruppe vollständig mit der cephalothoracalen Masse. Von letzterer gehen nach hinten drei Paar von Nervenstämmen aus, welche bereits einen fibrillären Bau aufweisen (Fig. 81 u. 73). Die beiden äußeren Paare, von welchen das alleräußerste das kürzere ist, repräsentieren die abgehenden Nerven, das mittlere Paar dagegen zwei Commissuren, welche zu der abdominalen Gangliengruppe verlaufen. Diese Nerven und Commissuren liegen anfangs im Inneren des parietalen Blattes des Mesoderms (Fig. 82), aber weiter nach hinten zu liegen die Commissuren in dem ventralen Mesenterium (Fig. 81) und erweisen sich nach dessen Verschwinden als in dem Cöloin liegend. Dieselbe Erscheinung weist auch die abdominale Ganglienmasse und überhaupt das ganze Nervensystem auf: indem dasselbe aus dem Ectoderm hervorgeht, liegt es naturgemäß anfänglich zwischen diesem letzteren und dem parietalen Blatt des Mesoderms. Hierauf umwächst das parietale Blatt die Nervenanlage von den Seiten und von unten her und das Nervensystem erweist sich als in dem Cöloin liegend. Wahrscheinlich bildet sich auch in dem cephalothoracalen, wie auch in dem abdominalen Abschnitt, zwischen den Nervenanlagen und der ventralen Seitenwand ein Mesenterium, welches späterhin wiederum verschwindet.

Das parietale Blatt, welches das Nervensystem umhüllt, gibt das Material zur Bildung seiner Hülle und vielleicht auch des inneren bindegewebigen Skelets ab. Bei der erwachsenen Larve sehen wir an der Grenze zwischen dem peripheren zelligen Teil und der inneren faserigen Masse eine Schicht von Zellen, welche sich von den Ganglienzellen unterscheiden (Fig. 55). An der hinteren und oberen Oberfläche der cephalothoracalen Masse, wo keine Ganglienzellschicht vorhanden ist, liegt die oben erwähnte Schicht an der äußeren Oberfläche der faserigen Masse. Was den Ursprung dieser Schicht betrifft, welche die faserige Masse des centralen Systems auf diese Weise allseitig umhüllt, so komme ich zu der Überzeugung, daß dieselbe

auf Kosten der in das Innere der Ganglien eindringenden Bindegewebszellen des parietalen Mesodermblattes entsteht. Eine ähnliche Schicht tritt später auch in der abdominalen Gangliengruppe auf.

Die Entstehung geht sowohl von verschiedenen Seiten der Außenfläche (Fig. 57 u. 60) wie auch von dem Vorderdarm aus vor sich. Sie findet statt in den Zwischenräumen zwischen der rechten und linken Hälfte des Nervensystems, zwischen den einzelnen Ganglien, ja sogar zwischen den einzelnen Strängen, welche die Ganglien bilden.

Die eindringenden hellen abgeplatteten Zellen stimmen vollständig mit den das Nervensystem umhüllenden Zellen des parietalen Blattes überein. Da wo die abgehenden Nerven ihren Ursprung von der faserigen Substanz des Ganglions nehmen, dringen die Zellen dieser Schicht in das Innere des abtretenden Nerven ein. Die Kerne, welche im Verlaufe der völlig ausgebildeten Nerven und Commissuren zur Beobachtung kommen und bald an der Oberfläche, bald im Inneren des Nervs oder der Commissur liegen (Fig. 73 u. 74), gehören demnach Bindegewebszellen an: die äußeren bilden die Fortsetzung der äußeren Bekleidung des Nervensystems, die inneren dagegen — die Fortsetzung der oben beschriebenen, zwischen der zelligen und der faserigen Substanz des centralen Systems liegenden Schicht.

Das erwähnte Hereinwachsen von Bindegewebe in die Masse des Centralnervensystems beschränkt sich aber nicht hierauf: an sagittalen Schnitten kann man sehen, daß ganze Bündel von Bindegewebe von der dorsalen Seite des centralen Nervensystems her in dasselbe hereinwachsen, indem sie die oben beschriebene schon früher zur Ausbildung gelangte Zwischenschicht mit sich in die Tiefe des Nervensystems ziehen (Fig. 55). Anfänglich vermutete ich, die Anordnung dieser Bündel wäre nicht metamer, allein das Studium von Sagittalschnitten des hinteren Abschnittes des centralen Systems, wo die Grenzen der Ganglien auf der Ventralseite noch zu sehen sind, zeigte mir, daß die erwähnten Bündel an der Grenze von zwei Ganglien in das Innere der Ganglienmasse hereinwachsen. Die Gesamtzahl der Bündel beträgt 13, d. h. sie entspricht der Zahl der zum Bestande der cephalothoracalen Masse gehörigen Extremitätenganglien. Einen ähnlichen Prozeß habe ich seinerzeit auch bei den Araneida beobachtet (1884). J. WAGNER nimmt an, daß ein Teil des inneren Skeletes des Nervensystems der Crustaceen sich auf Kosten des Mittelstranges entwickelt. Bei *Thelyphonus* ist ein solcher zwar vorhanden, jedoch in ebenso schwacher Ausbildung, wie bei den Araneida.

Schon bei dem jungen *Thelyphonus* bemerkt man in den Extremitätenganglien, jederseits in deren hinterem Abschnitt, je eine Gruppe von ziemlich großen Ganglienzellen. Eine gleiche Gruppe liegt auf der hinteren Seite der Occipitalregion, wo sie sich dicht an die hintere Grenze der eigenartigen Zellen dieser Region anschließt.

Die eigentliche Kopfganglienanlage zeigt nach PEREJASLAVZEVA bei den Phrynidæ eine kompliziertere Entstehung. Dies steht wahrscheinlich damit im Zusammenhang, daß bei den Phrynidæ die Extremitäten des Kopflappens erhalten bleiben.

Die Entwicklung der Lungen beginnt augenscheinlich noch innerhalb der Eihüllen, wenigstens besitzt die ausgeschlüpfte Larve unter ihrer Chitinauskleidung die Anlage der Lungen. Auf Sagittalschnitten durch das Abdomen (Fig. 44) kann man erkennen, daß das zweite und dritte Segment jederseits durch eine Querfurchung in zwei Abschnitte geteilt wird: in einen vorderen — das eigentliche Segment, und in einen hinteren — welcher dem Extremitätenpaar gleichgestellt werden kann. Hinter der Extremität befindet sich eine Vertiefung, welche dieselbe von der Ventralwandung des Abdomens scheidet. Diese Vertiefung stellt einen in dorsoventraler Richtung komprimierten Sack dar (Fig. 45), welcher denn auch die erste Anlage der Lunge repräsentiert (vgl. BRAUER, 1895).

Zugunsten der von mir angeführten Deutung des erwähnten Hügelchens als einer Extremität spricht auch noch ein anderer Umstand: auf der inneren Seite dieses Hügelchens befindet sich nämlich die Anlage einer Apodeme, welche genau dieselbe Lage besitzt wie die entsprechenden Apodemen der cephalothoracalen Gliedmaßen (Fig. 45). An und für sich könnte die oben beschriebene Vertiefung mit denjenigen Falten des Integuments verglichen werden, welche nicht selten an der Basis der Extremitäten bemerkt werden. Bei *Thelyphonus* sind derartige Falten an der Basis der Cheliceren stark entwickelt (Fig. 39A).

Die oben beschriebene Vertiefung stellt nicht die Anlage der ganzen Lunge, sondern nur desjenigen Teiles derselben dar, welcher als Wucherungspunkt bezeichnet werden kann, indem sie bei dem jungen *Thelyphonus* als diejenige Stelle dient, wo neue Lungenblätter gebildet werden. Die untere Wandung dieser Vertiefung erscheint mehrschichtig, in Wirklichkeit ist sie jedoch nicht mehrschichtig, aber sie bildet anfangs noch nicht besonders zahlreiche Falten. Diese Falten sind es nun auch, welche die erste Anlage der Lungenblätter bilden. Die Zahl dieser Falten vergrößert sich und mit zunehmendem Wachs-

tum rücken sie auf die hintere Oberfläche der Extremität (Fig. 46), wobei sie sich parallel zu den Wandungen der ursprünglichen Vertiefung legen und dieselbe Tiefe erreichen, wie diese letztere. Rings um die Lunge differenziert sich eine Blutlacune, während die der Lunge anliegende parietale Mesodermsschicht sich verdickt, indem ihre Zellen eine cylindrische Gestalt annehmen (Fig. 45 u. 46).

Noch später (Fig. 48) kann man in der Lunge drei Teile unterscheiden: die beschriebene Vertiefung, oder den Wucherungspunkt, die derselben in Gestalt einfacher Ectodermfalten anliegenden Blätter und die Blätter, welche bereits den für die Lungenblätter charakteristischen Bau angenommen haben.

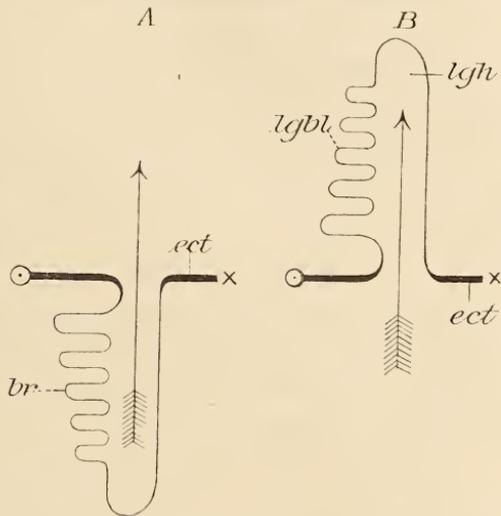
Bei dem jungen *Thelyphonus* (Fig. 47) ist diese erstere Zwischenform der Blätter noch kaum ausgesprochen. In der oberen Ecke, näher zur Mittellinie hin, befindet sich der Wucherungspunkt in Gestalt eines Säckchens mit faltiger unterer Wandung (Fig. 81 B), und an diese schließen sich die Blätter mit spärlichen, einander gegenüberliegenden mit Chitin bekleideten Epithelzellen an, welche typische, nach dem freien Ende zu verzweigte Stäbchen tragen (Fig. 47). An der unteren Grenze der Lunge bildet die Wandung der Lungenhöhle einen blind endigenden Vorsprung, welcher mit von wenigen spärlichen Härchen besetztem Chitin ausgekleidet ist (Fig. 47). Die Zellen dieser Vertiefung sind mit großen unregelmäßig gestalteten Kernen versehen. Man muß annehmen, daß wir es hier mit einer Drüse zu tun haben, welche wahrscheinlich auch bei dem erwachsenen Tiere vorhanden ist, obgleich sie noch von niemand beschrieben worden war.

Ursprünglich ist die Lungenhöhle, ausgenommen deren Gipfel, welcher häufig über dem Wucherungspunkte zu liegen kommt, noch nicht ausgesprochen, und die zwischen den Lungenblättern liegenden interlamellären Zwischenräume öffnen sich bei der ausgeschlüpften Larve direkt nach außen, oder genauer gesprochen unter der Chitinauskleidung (Fig. 44). Bei der älteren Larve jedoch bildet sich eine Lungenhöhle sowie spaltartige, in dieselbe führende Stigmen. Dies erfolgt aus dem Grunde, weil die Gelenkmembranen zwischen dem zweiten und dritten und zwischen dem dritten und vierten Segmente des Abdomens sich einsenken, wodurch Falten entstehen, deren vorderste nicht nur die Lunge, sondern auch die Genitalöffnungen überdeckt, woher es auf Querschnitten (Fig. 81 B) den Anschein hat, als bestehe zwischen den Lungenhöhlen und dem unpaaren Abschnitte der genitalen Ausführgänge eine offene Verbindung. Die Lungenhöhlen des jungen Tieres erhalten eine Chitinauskleidung mit der

charakteristischen, auch dem äußeren Integumente in der Umgebung der Lungenstigmen eigentümlichen Struktur.

Aus dieser Beschreibung ergibt sich, daß man in völliger Übereinstimmung mit der Auffassung von SIMMONS (1894) die Lungen der Arachniden als eine Reihe von Blättern auffassen kann, welche auf der hinteren Oberfläche einer abdominalen Extremität entstanden sind und von einer Integumentfalte überdeckt werden. Bei ihrer Entwicklung findet keinerlei Inversionsprozeß statt. Wenn ein solcher auch statthaben würde, so erkennt man un schwer, daß bei dem Einstülpen der an ihrer hinteren Seite mit Blättern versehenen Extremitäten nach innen, diese letzteren hinter und nicht vor der Lungenhöhle sitzen würden, wie dies bei den Lungenblättern der Arachniden der Fall ist (Textfigur 1).

Die Kiemenblätter von *Limulus* und die Lungenblätter des Embryos der Arachniden sitzen dagegen gerade auf der hinteren Seite der Extremität¹. Auf Kosten



Textfigur. 1 A u. B.

Schemata zur Illustrierung der hypothetischen Einstülpung des Crustaceenbeines zur Bildung der Arachnidenlunge; zu dem Zwecke mitgeteilt, um die Unmöglichkeit der Anwendung dieser Hypothese zu zeigen. ⊖, Hinterseite; ×, Vorderseite. (Erklärung der Bezeichnungen s. S. 87—89.)

¹ JAWOROVSKY (1894) schreibt mir das Verdienst zu, die Ähnlichkeit der Lungensäcke mit den Tracheen festgestellt zu haben, welche von diesem Autor befürwortet wird. Es scheint mir jedoch, als ob unsre Gesichtspunkte nicht ganz dieselben wären. Indem ich die mit einer geringen Anzahl von Blättern versehenen Lungen einer jungen Spinne beschrieb, habe ich mich dahin ausgesprochen, daß die Lunge theoretisch als eine büschelförmige Trachee angesehen werden könne, deren an einer Seite angeordneten Äste in dorsoventraler Richtung komprimiert sind. Schon damals wies ich auf den wesentlichen Unterschied zwischen der Lunge und der Trachee hin, — das Fehlen einer bindegewebigen Adventitia bei ersterer. JAWOROVSKY beweist etwas ganz andres: nach seinen Beobachtungen geht der Bildung der Lunge bei *Trochosa singoriensis* die Bildung einer provisorischen Trachee voran, aus deren Hauptstamm die Lungenhöhle entsteht, welche die Lungenblätter bildet. Während der 20 Jahre, welche seit dem Erscheinen meiner ersten Arbeit verfloßen sind, haben sich so zahlreiche Tatsachen zugunsten einer Verwandtschaft

des Ectoderms entwickeln sich auch noch die Ameisensäure auscheidenden Giftdrüsen.

Die Anlagen der Giftdrüsen repräsentieren im Augenblicke des Ausschlüpfens zwei kurze, vollständig symmetrisch angeordnete Einstülpungen des Ectoderms. Die Wandungen dieser Einstülpungen erscheinen mehrschichtig, allein dies hat seine Ursache wahrscheinlich darin, daß die Wand der Einstülpung schon zu dieser Zeit beginnt Längsfalten zu bilden, welche für die ganz ausgebildete Drüse so überaus charakteristisch sind. Das Lumen der Anlage ist nur ganz unbedeutend. Den gleichen Charakter zeigen auch die Anlagen der Giftdrüsen der erwachsenen Larve, allein bei dieser liegt die eine Anlage auf der Medianlinie unter dem Nervensystem, während die andre seitlich verlagert ist. Bei dem jungen *Thelyphonus* reichen diese Drüsen vorn bis zu dem fünften Segment (Fig. 71) und bewahren ebenfalls eine asymmetrische Lage (Fig. 81 D).

Anfangs liegen die Anlagen zwischen dem parietalen Blatt des Mesoderms und dem Ectoderm, allein später werden sie in das Cölom eingestülpt, wobei die sie umhüllende parietale Mesodermis nicht nur dem bindegewebigen Belag, sondern auch der wohl entwickelten, unter diesem Belag liegenden Ringmuskelschicht ihren Ursprung gibt. Der epitheliale Belag bildet in Gemeinschaft mit der chitinösen Intima Längsfalten, in deren Basis auch Bindegewebszellen hereintreten (Fig. 72).

Der Endabschnitt einer jeden Drüse bildet eine Erweiterung oder das Reservoir (Fig. 56), welches unter dem Cloacalsacke liegt und noch weiter nach hinten reicht. Diese Reservoirs münden vermittels kurzer, symmetrisch unter dem Enddarm verlaufender Ausführgänge nach außen (Fig. 79). Längsfalten sind im Reservoir nicht vorhanden, und nur in dessen vorderstem Abschnitte bemerkt man eine schwach ausgesprochene Verlängerung der Drüsenfalten.

Das Blutgefäßsystem ist bei der Larve bereits vollständig angelegt, allein nach der Anordnung des Cöloms auf dem vorhergehenden Stadium zu urteilen, muß angenommen werden, daß die Höhle des Herzens durch das Zusammentreten der dorsalen Mesenterien vor sich geht. Da mir keine Zwischenstadien vorliegen, so kann ich mich nicht darüber aussprechen, ob die Herzentwicklung von der Bildung von Cardioblasten begleitet wird oder nicht. Das vollständig

zwischen den Araneida und den Xiphosura angehäuft, daß der oben angeführte Vergleich der Lunge mit einer Trachee jeder phylogenetischen Grundlage verlustig geworden ist.

ausgebildete Herz besteht aus den gleichen Schichten wie das Herz der *Araneida* nach meiner Beschreibung, welche von FRANZ (1904) bestätigt wurde, und zwar: aus einer bindegewebigen Adventitia, einer dünnen Schicht von Längsmuskeln, welche auf Längsschnitten sehr deutlich zu sehen ist, und einer mächtigen Schicht von Ringmuskeln (Fig. 62). Weder eine cuticuläre Intima, noch ein Endothel ist vorhanden (gegen GADZIKIEWICZ, 1905). Das Herz ist an Büscheln, welche wahrscheinlich einen muskulösen Charakter haben, an der dorsalen Körperwand in deren Medianlinie da suspendiert, wo die Epidermiszellen etwas höher sind. Auf die gleiche Weise wird der von mir für die *Araneida* beschriebene Befestigungsapparat gebildet.

Bei der ausgeschlüpften Larve liegt das Herz mit seiner oberen Hälfte im Schizocöl, d. h. in der primären Leibeshöhle, welche sich durch das Zurücktreten des parietalen Mesodermblattes von dem Integument gebildet hat, mit seiner unteren Hälfte dagegen in der im Abdomen deutlich ausgesprochenen Cölomhöhle (Fig. 69 A).

An der Grenze zwischen beiden Teilen des Herzens entwickeln sich auf Kosten des parietalen Blattes die metamer angeordneten flügel förmigen Muskeln, auf Kosten des sich zwischen der rechten und linken Hälfte des Darmes einsenkenden Mesenteriums dagegen — die ebenfalls metamer angeordneten paarigen Pericardialmuskeln (Fig. 68). Der unter dem Herzen längs der Medianlinie liegende Zwischenraum zwischen diesen letzteren repräsentiert die primäre Leibeshöhle und bildet den unteren Abschnitt des Pericardiums. Derartige Beziehungen kann man im Bereiche der Befestigung der flügel förmigen und pericardialen Muskeln, deren es nach TARNANI¹ zehn Paare gibt, am Herzen beobachten.

An den Befestigungsstellen der Herzmuskeln bemerkt man bei jungen Larven Anschwellungen des Mesoderms, welche im Cölom zwischen den flügel förmigen und den pericardialen Muskeln liegen (Fig. 68). Diese Anschwellungen repräsentieren die Anlagen des Fettgewebes, welches das Cölom allmählich anfüllt. In den zwischen den Befestigungspunkten der Herzmuskeln benachbarter Metameren

¹ TARNANI beschreibt, daß die Pericardialmuskeln hohl wären, und daß das Blut aus den ventralen Lacunen durch diese Muskeln in das Pericardium treten könne. Eben solche hohle Muskeln beschreibt auch MIß BECK (1885) für den Skorpion. Bei meinen Larven besitzen die Pericardialmuskeln keinerlei Hohlraum. Das Herz von *Thelyphonus* besitzt, wie wir weiter unten sehen werden, Öffnungen an seiner ventralen Seite, und diese Öffnungen liegen in der Nähe der Pericardialmuskeln; die Bedeutung dieser Öffnungen ist jedoch eine ganz andre.

liegenden Bezirken sind bei der jungen Larve die Verhältnisse annähernd dieselben. Bei der etwas älteren Larve (Fig. 66) liegt die Sache anders. Die primäre Höhle (Schizocöl) umfaßt — infolge der Senkung des parietalen Blattes und des Verschwindens des unteren Teiles des dorsalen Mesenteriums — das Herz allseitig, und dieses letztere ist in die mediane, furchenartige Vertiefung in der Oberfläche des Mitteldarms versenkt, welche sich infolge der Wucherung der lateralen Teile dieses letzteren gebildet hat. Diese das Herz umgebende Vertiefung, welche sich einstweilen von oben noch nicht geschlossen hat, ist es nun, welche die Höhle des Pericardiums darstellt. Das letztere ist demnach eine primäre, nicht aber eine sekundäre Höhle, wie ich dies früher für die *Araneida* vermutete (vgl. BRAUER, 1895).

An den Stellen, wo die Herzmuskeln an dem Herzen befestigt sind, liegt demselben seitlich die Cölomhöhle an, und der untere Abschnitt des Pericardiums, welcher zwischen den Mesenterien liegt, scheint auf Schnitten von seinen lateralen Bezirken getrennt zu sein; diese Verhältnisse treffen wir auch noch bei dem jungen *Thelyphonus* an (Fig. 63). In den Zwischenräumen zwischen den Befestigungsstellen der benachbarten Metameren stehen der untere und die seitlichen Abschnitte der Pericardialhöhle untereinander in offener Verbindung.

Das Herz von *Thelyphonus* ragt mit seinem vorderen Ende in den Cephalothorax herein; hier an seinem vorderen Ende erweist sich die Pericardialhöhle, durch die Annäherung der Ränder der Vertiefung, in welcher das Herz liegt, an das Integument, als verschlossen (Fig. 61). Auf ihrer übrigen Ausdehnung jedoch ist diese Vertiefung bei dem jungen *Thelyphonus* unverschlossen, und steht mit der Lacune der Ventralseite in ziemlich weiter Verbindung. Die erwähnte Lacune, in welcher sich ursprünglich die Nervenketten, die Anlagen der Lungen und ein Teil der genitalen Ausführgänge befanden (Fig. 69A), stellt gleich der Pericardialhöhle ebenfalls einen Überrest des zwischen dem Ectoderm und den parietalen Blättern eingeschlossenen Schizocöls dar; es ist daher ganz natürlich, daß beide Höhlen bei dem Zurücktreten des parietalen Blattes von dem Ectoderm an den Seiten des Keimes miteinander in offener Verbindung stehen.

Auf der Dorsalseite liegen in der primären Höhle zwei dorsale Längsmuskeln, auf der ventralen Seite zwei ventrale.

Wenn sich das parietale Blatt, wahrscheinlich infolge der Entwicklung von Fettgewebe im Cölom, dem Integument nähert, so ist es natürlich, daß die erwähnte Verbindung zwischen der dorsalen und ventralen Höhle, deren Reste bei dem erwachsenen *Thelyphonus*

durch die Pericardialhöhle und jene die Lungen umspülenden Lacunen vertreten sind, schmaler wird. Bei dem erwachsenen Tier bleiben von dieser anfänglich auf der ganzen Ausdehnung des Herzens stattgehabten Verbindung augenscheinlich nur die beiden Paare von Lungenvenen übrig, durch welche das Blut aus den an den Lungen gelegenen Lacunen in die Pericardialhöhle eintritt.

Der untere Abschnitt des Pericardiums ist durch Einschnürungen in Bezirke eingeteilt. Lange, den Zwischenräumen zwischen den Befestigungsstellen der Herzmuskeln am Herzen an den benachbarten Metameren entsprechende Bezirke wechseln ab mit kurzen Bezirken, welche den Befestigungsstellen der Herzmuskeln entsprechen (Fig. 70 u. 62).

Das Herz des jungen *Thelyphonus* bildet auf Sagittalschnitten (Fig. 70) eine wellenförmige Linie, welche sich im Bereiche der Segmente erhebt und an den Grenzen zwischen den Segmenten herabsenkt. Übrigens kommen die vertieften Punkte nicht an der Grenze selbst, sondern am vorderen Rand eines jeden Segments zu liegen.

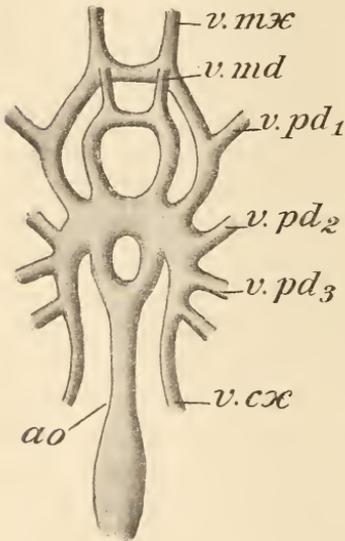
In diesen Punkten sind die oben beschriebenen Herzmuskeln am Herzen befestigt und hier befinden sich auch die Öffnungen des Herzens. Die Eintrittsöffnungen oder Ostien liegen näher an der Dorsalseite und sind je mit einer zweizipfeligen Klappe versehen (Fig. 62), welche durch die Ringmuskelschicht des Herzens gebildet wird. Unterhalb der Eingangsöffnung befindet sich zu jeder Seite des Herzens je eine cardio-cölomiale Öffnung, welche den von KOWALEVSKY (1894) für die Orthopteren beschriebenen Öffnungen analog ist (Fig. 63, 64). Diese Öffnungen führen in das mit Fettgewebe angefüllte Cölom und besitzen die Gestalt ziemlich breiter aber kurzer Röhren, welche zum Teil mit runden, ziemlich großen Zellen angefüllt sind. Von der Öffnung der Röhre verläuft bisweilen in dem Fettgewebe auf kurze Entfernung hin ein Kanal, und die dieselbe auskleidenden Zellen sind zuweilen flach abgeplattet, so daß ein abgehendes Gefäß vorgetäuscht wird, welches jedoch in der Tat nicht vorhanden ist (Fig. 63 B).

Wahrscheinlich entstehen die cardio-cölomialen Öffnungen da, wo früher (Fig. 68) in der Nähe der Wandung die Anschwellungen des peritonealen Blattes liegen, welche das Fettgewebe entstehen lassen. Während nun das Herz von unten, von den Seiten und von oben von der Pericardialhöhle umgeben ist, legt sich der Herzwandung im Bereich der erwähnten Öffnungen die Cöloböhle an, welche allmählich von Fettgewebe angefüllt wird. Es ist möglich, daß die im

Lumen der cardio-cöliomalen Öffnungen befindlichen eigenartigen Zellen ebenso wie das Fettgewebe peritonealen Ursprungs sind.

Nach vorn geht das Herz im Bereich des Cephalothorax in ein enges, schief nach unten verlaufendes Gefäß über, aus welchem Grunde die vordere Herzwand eine schiefe Richtung einnimmt (Fig. 67). Über dieser Wandung liegt der auf der dorsalen Seite geschlossene vordere Teil des Pericardiums¹ (Fig. 61).

Das Gefäß verläuft nach unten, nähert sich dem Vorderdarm und teilt sich in zwei ziemlich breite Äste, welche unterhalb des Vorderdarms von neuem miteinander verschmelzen und einen kleinen, über dem Nervensystem liegenden Sinus bilden. Von diesem Sinus entspringen jederseits zwei ringförmige Gefäße; dieselben stellen Höhlen



Textfig. 2.

Schema für die Lage der arteriellen Gefäße bei jungen *Thelyphonus*.

dar, welche auf der einen Seite von der Oberfläche des Nervensystems, auf der andern von dessen mesodermaler Bekleidung begrenzt werden (Fig. 51H). Der eine Ring liegt an der Grenze zwischen den Ganglien der Augen und denjenigen der Cheliceren, der andre dagegen an der Grenze zwischen den Ganglien der Cheliceren und denjenigen der Pedipalpen. Vorn bilden beide Ringe je einen Sinus (Fig. 51F). Von dem oberen Sinus aus verlaufen zwei Gefäße nach den Cheliceren, von dem unteren Sinus dagegen zwei Gefäße in die Pedipalpen. Was die Gefäße der Beine betrifft, so konnte ich den Ort, von wo dieselben ausgehen, nicht genau feststellen, allein augenscheinlich entspringen die Gefäße des ersten Beinpaars aus dem unteren Ringe, die Gefäße der übrigen Beine dagegen aus dem Paare von Ästen, welche von dem perineuralen Sinus ausgehen und sich längs den Coxaldrüsen nach hinten ziehen (Textfig. 2).

Die Gefäße der Beine bilden vor dem Eintritt in letztere bei Überfüllung mit Blut Erweiterungen. Diese beiden breiten Äste ziehen sich längs der ganzen Coxaldrüse an deren innerem Rande hin (Fig. 83)

¹ Die von mir in meiner vorläufigen Mitteilung beschriebene Klappe in der vorderen Herzwand ist weiter nichts wie eine künstlich entstandene Falte.

und setzen sich dann in Gestalt eines seitlichen Stammes (Fig. 82) in den Hinterleib fort, wo sie in die die Lungen umgebende Lacune übergehen.

Was den Ursprung der **Blutzellen** betrifft, so kann ich die Beobachtungen von FRANZ (1904) nicht bestätigen. Sehr häufig ist das Herz dicht mit Blutzellen angefüllt, welche sich, indem sie die Vertiefungen zwischen den Ringmuskeln ausfüllen, nicht selten als eine kompakte Schicht an dessen innere Oberflächen anlegen, so daß sie den Eindruck einer endothelialen Auskleidung machen; allein niemals habe ich Bilder gesehen, welche mit voller Überzeugung zugunsten einer Entstehung der Blutzellen auf Kosten der muskulösen Elemente des Herzens hätten gedeutet werden können, wie dies von FRANZ angenommen wird.

Die ersten Blutzellen treten, wie wir gesehen haben, in der primären Höhle noch vor der Differenzierung des Herzens auf. Dasselbe Verhalten habe ich auch bei den Araneida beobachtet. Bei der ausgeschlüpften Larve von *Thelyphonus* kann man bereits Blutzellen von zweierlei Art unterscheiden, und zwar kleinere und größere. Letztere erreichen eine sehr bedeutende Größe und scheinen hauptsächlich phagocytöser Natur zu sein, und nicht selten beobachtet man in ihrem Inneren Dotterpartikelchen.

Ihr Protoplasma bildet häufig, wie dies auch bei den Spinnen der Fall ist, an der Oberfläche Falten und Runzeln. Jedenfalls sind Blutzellen nicht nur in der primären Leibeshöhle, sondern auch in den Cölmhöhlen zwischen den Zellen des dieselben anfüllenden Fettgewebes anzutreffen, und treten ebenso auch in den intercellulären Zwischenräumen auf, z. B. zwischen den hohen Epidermiszellen in den Beinen und zwischen den Zellen des über dem Herzen liegenden Bezirks hoher Epidermis (Fig. 68). Bei den Araneida kann man das Eindringen dieser Zellen in die Höhle des mit zur Aufnahme bestimmtem Dotter angefüllten Darmes sehr leicht beobachten. An der Basis einer jeden Gliedmaße liegt im Cephalothorax eine Anhäufung von Zellen (Fig. 51 E—H), welche einerseits großen Blutzellen sehr ähnlich sind, und andererseits an jene Zellen mit saurer Reaktion erinnern, welche BERTKAU (1885) und KOWALEVSKY (1892) als einen Bestandteil der Ansammlung von Fettgewebe im Cephalothorax der Spinnen und TARNANI für *Thelyphonus* beschreiben (cellules acides de KOWALEVSKY).

Diese Zellen enthalten nicht selten, gleich den letzterwähnten, je zwei bis drei Kerne. Zwischen ihnen finden sich kleine Blutzellen und typische große Blutzellen, welche bisweilen mit aufgenommenem Dotter

angefüllt sind. In diesen letzteren findet sich gewöhnlich nur ein Kern, welcher bedeutend kleiner ist und sich intensiver färbt, als die Kerne in den oben beschriebenen Zellen.

Nicht selten weisen die beschriebenen vielkernigen Zellen eine sichtbare Degeneration auf, wobei ihre Kerne die Konturen verlieren und sich sehr schwach färben. Ich glaube, daß diese Zellen die zukünftigen sauren Zellen des Fettgewebes sind. Die Kerndegeneration einiger von diesen Zellen weist darauf hin, daß sie schon beim Embryo funktionieren.

Sie scheinen gleich den übrigen Elementen des Fettgewebes durch Modifikation der peritonealen Auskleidung der Cölohmöhle zu entstehen, aber in bestimmten, im Cephalothorax metamer gelegenen Bezirken.

Das Fettgewebe im Abdomen besteht aus einem Netz kleiner, heller, mesodermaler Zellen, zwischen welchen Blutzellen nur äußerst selten angetroffen werden. DAWYDOFF (1903) schreibt den metamer angeordneten Anhäufungen von Geweben an der unteren Oberfläche des Herzens, sowie den Anhäufungen von Gewebe in der Nähe der Lungen und den Zellen der Adventitia der Giftdrüsen phagocytäre Eigenschaften zu.

Sind bei dem erwachsenen *Thelyphonus* Anhäufungen phagocytären Gewebes in der Nähe des Herzens vorhanden, so muß man vermuten, daß dieselben in den dem Herzen anliegenden Cölobezirken, bei den cardio-cölomlialen Öffnungen liegen. Bei *Gryllus* lassen weder die Zellen, welche im Lumen der cardio-cölomlialen Öffnungen liegen, noch die in ihrer Nähe liegenden Zellen des Fettgewebes eine Phagocytose erkennen; allein wahrscheinlich stellen die bei *Gryllus* in dem vorderen Abschnitt des Herzens liegenden phagocytären Organe, welche die Stelle der cardio-cölomlialen Öffnungen vertreten, ebenfalls nichts anderes dar, wie spezialisierte Bezirke des Fettgewebes peritonealen Ursprungs (vgl. DAWYDOFF, 1904). Die Öffnungen dagegen, welche vom Herzen nach den phagocytären Organen führen, repräsentieren bei *Gryllus* wahrscheinlich in der Tat modifizierte cardio-cölomliale Öffnungen (vgl. DAWYDOFF, 1904). Was den Belag der Giftdrüsen betrifft, so wird die Ablagerung von Karmin in demselben vielleicht durch eine saure Reaktion des Organs verursacht.

Ebenso natürlich ist es, daß die überladenen Leucocyten unter der Einwirkung eines oxytaxischen Impulses nach den Lungen hinströmen. Ein solches Hinstreben zu den Atmungsoberflächen seitens der überladenen Leucocyten ist eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung:

so strömen sie nach den Kiemen der Fische, in die Schwanzanhänge von *Priapulus*, wie ich zu beobachten Gelegenheit hatte, in die Haut der Echinodermen, wie dies andre Autoren gesehen hatten usw. Es ist daher infolge des Fehlens von Zeichnungen in dem Aufsatz von DAWYDOFF schwierig die Frage zu entscheiden, ob die von ihm beschriebenen peripneumonalen phagoeytären Organe selbständige Gebilde sind, oder einfache Anhäufungen überladener Leucoeyten.

Der **Endosternit** von *Thelyphonus* bietet aus dem Grunde Interesse, weil er durch seine Beziehung zur Muskulatur ein ausgezeichnetes Argument zugunsten der Hypothese von dem metameren Ursprung des Endosternites darstellt, welche von mir, POCK (1902) und TARNANI (1904) verteidigt, von STSCHEKANOVZEFF (1903) dagegen bestritten wird. Diese Frage ist in der Monographie von TARNANI ausführlich dargelegt worden.

Bei der ausgeschlüpften Larve ist der Endosternit durch einige querverlaufende Muskelbündel repräsentiert (Fig. 53). Späterhin beginnt an der Stelle, wo sich die Muskelbündel treffen, d. h. in den seitlichen Teilen des Endosternites (Fig. 83) sowie hinten, in dessen mittlerem Teil (Fig. 86), die charakteristische Veränderung der Zellen, welche ich für die Araneida und andre Arachniden beschrieben habe. Nach der Anordnung der Muskelanlagen zu urteilen, geht die Entwicklung des Endosternites bei *Thelyphonus* auf demselben Wege vor sich, wie bei den übrigen Arachniden, d. h. zuerst findet ein Einwachsen des parietalen Mesodermblattes jederseits nach innen zu statt, und an der Stelle, wo diese Einwüchse einander treffen, bildet sich der Endosternit, dessen Gewebe ursprünglich einen muskulösen Charakter aufweist.

Auf die Ähnlichkeit im Baue des Endosternites bei jungen *Pedipalpada* mit der Muskulatur hat schon PEREJASLAVZEVA hingewiesen, welcher meine Arbeit über den Endosternit (1894), wo ich erstmals auf diese Ähnlichkeit hinwies, augenscheinlich unbekannt geblieben ist.

Es ist möglich, daß sich die **Coxaldrüsen** bei *Thelyphonus* ebenso wie bei dem Skorpion nach der Beschreibung von BRAUER (1895) ziemlich früh entwickeln, allein bei der ausgeschlüpften Larve stellen sie zwei wenig gebogene Röhren dar, welche in einer Vertiefung derselben Falte des parietalen Blattes des Mesoderms liegen; diese Falte ist auch der Ort, wo die nach dem Endosternit verlaufenden Muskeln entstehen. Anfänglich ist die Zahl der Krümmungen der Coxaldrüse unbedeutend und letztere nimmt nur einen geringen Raum ein (Fig. 53). Das Epithel der Röhre selbst besteht aus wenig hohen

Zellen, und die Anhäufung von Mesodermzellen, in welcher die Drüse liegt, bildet das Stroma des Organs. Auf Schnitten sieht man an verschiedenen Stellen, daß die an der Peripherie der Krümmung liegenden Drüsen den Charakter einer Rinne, nicht aber den eines Rohres aufweisen, mit andern Worten, bei der jungen Larve bleibt eine Verbindung des Lumens der Coxaldrüse mit der Leibeshöhle noch erhalten (Fig. 53). Wahrscheinlich bleibt diese Verbindung bei der Larve an jenem Ende der Anlage bestehen, welches dem nephridialen Trichter der Segmentalorgane entspricht.

Bei dem jungen *Thelyphonus* ist eine solche Verbindung augenscheinlich nicht vorhanden. Man wird daher vermuten müssen, daß die eigentliche Entstehung der Coxaldrüse durch Invagination der oberflächlichen Schichten der Anlage in deren centrale Masse herein vor sich geht.

Im Verlaufe des larvalen Lebens erleidet die Coxaldrüse einige Veränderungen: erstens bilden die dem Rohre anliegenden mesodermalen Zellen des Stroma eine bindegewebige Adventitia mit komprimierten Kernen; zweitens werden die epithelialen Zellen der Drüse mit Vacuolen überfüllt und nehmen dermaßen an Höhe zu, daß sie größtenteils das Lumen des Rohres verschließen (Fig. 65). Eine Verbindung mit der Leibeshöhle ist nicht mehr nachzuweisen und die Coxaldrüse selbst bildet sehr zahlreiche Krümmungen, wobei sie im hinteren Teile des Cephalothorax sogar bis in die Basis der Beine hereinreicht.

Auf dem ganzen Verlaufe der Drüse kann man ein ihrem inneren Rande anliegendes Blutgefäß beobachten (Fig. 83). Einerseits steht dieses Gefäß, wie oben erwähnt, mit den Sinussen und Gefäßen des Cephalothorax in Verbindung, anderseits verlängert es sich nach hinten bis dicht zu der Lungenlacune (Fig. 81). Physiologisch gesprochen, kann dieses Gefäß mit dem Glomerulus der nephridialen Kanälchen bei den Wirbeltieren verglichen werden. Morphologisch entsteht es augenscheinlich durch Umbiegung des unteren Teiles der Anlage der Coxaldrüse, wahrscheinlich in Abhängigkeit von dem Hereinwachsen der von den Apodemen der Beine nach dem Endosternit verlaufenden Muskeln.

Bei dem jungen *Thelyphonus* nimmt das Epithel der Drüse seine charakteristische Gestalt an (Fig. 90 A): die Zellen werden niedrig und das Lumen der Drüse ziemlich beträchtlich, obgleich die für die Zellen dieses Organs charakteristische radiale Strichelung der basalen Zellteile bei dem jungen *Thelyphonus* nicht zu bemerken ist. Bei

den Phrynida tritt diese Strichelung nach den Beobachtungen von PEREJASLAVZEVA bereits bei dem Keime auf. Von außen ist die Drüse bei *Thelyphonus* von einer deutlichen Muskelschicht umkleidet (Fig. 90), deren Fasern nach der Längsachse des Organs gerichtet sind. Von dieser Auskleidung gehen ähnliche dünne Muskelstränge ab, welche sich an der Basis der Beine und an der oberen Cephalothoracalwandung befestigen (Fig. 78). Nach ADENSAMER (1895) sind diese Auskleidung und die Stränge von bindegewebiger Natur, allein meiner Ansicht nach haben wir es hier, nach dem Charakter der Kerne zu urteilen, mit muskulösen Gebilden zu tun. An diesen Strängen ist die Coxaldrüse suspendiert, wobei sie mit ihrer unteren Oberfläche den Apodemen des zweiten, dritten und vierten Beinpaares anliegt.

Da, wo die Muskelauskleidung sich von der Drüse entfernt, befindet sich zwischen ihr und der Adventitia der Drüse eine Anhäufung von runden, ziemlich großen Zellen. Ebensolche Zellen, welche man als interstitielle Zellen bezeichnen kann, liegen auch in den Zwischenräumen zwischen den Krümmungen des Rohres (Fig. 90 A).

Diese Zellen sind augenscheinlich aus den Zellen des Stroma der Anlage entstanden, welche nicht zu der Bildung der Adventitia und der Muskelhülle verwendet wurden und in morphologischer Hinsicht den für den Skorpion u. a. beschriebenen Zellen der »Medullary Substance« RAY LANKESTERS entsprechen. Allein bei den Pedipalpida liegen diese Zellen vorzugsweise auf der Peripherie der Drüse, nicht aber in deren centrale Teile, wie dies bei dem Skorpion der Fall ist. Aus diesem Grunde wird die Schlußfolgerung ADENSAMERS erklärlich, daß bei den Pedipalpida eine »Medullary substance« fehle.

Nach vorn zieht sich das Rohr der Coxaldrüse in einen kleinen, etwas erweiterten Vorsprung aus (Fig. 76), an welchen sich ebenfalls einige Muskelbündel anheften, welche jedoch von größerem Kaliber sind, als die oben beschriebenen Bündel. Dieser Vorsprung ist schief nach vorn und unten gerichtet und an ihn schließt sich der ectodermale Teil des Drüsenausführungsganges an, welcher mit einer Öffnung an der hinteren Seite der Hüften des ersten Beinpaares nach außen mündet.

Zugunsten der von PEREJASLAVZEVA aufgestellten Hypothese, nach welcher die Coxaldrüse bei den Pedipalpida mehreren Metameren angehöre, wird durch deren Entwicklung und Bau bei *Thelyphonus* keinerlei Argument geliefert.

Der Darmkanal ist bei der ausgeschlüpften Larve bereits vollständig ausgebildet, d. h. es ist ein Vorderdarm, ein Enddarm und

ein Mitteldarm vorhanden, obgleich letzterer noch mit Dotter angefüllt ist. Der Unterschied zwischen der Larve und dem jungen *Thelyphonus* besteht hauptsächlich in der Differenzierung des Vorder- und Enddarmes und in der Einteilung des abdominalen Mitteldarmes in Abschnitte. Wir haben gesehen, daß der vordere Abschnitt des Vorderdarmes durch Verwachsen der Pedipalpenbasen und durch die Entstehung des Rostrums gebildet wird. Die Verwachungsstelle der Pedipalpen auf der Mittellinie ist durch eine kleine Furche bezeichnet (Fig. 87). Bei der älteren Larve und dem jungen *Thelyphonus* kann man auf Schnitten durch den hinteren Teil der Mundhöhle unten noch einen unpaaren Teil unterscheiden, welcher nach BÖRNER (1904) der Unterlippe entspricht. Der hintere Teil der Mundhöhle entsteht wahrscheinlich aus einer ectodermalen Vertiefung. Der Charakter der Wände dieser Teile ist durchaus der gleiche: eine außerordentlich hohe Epidermis mit äußerst verlängerten Kernen, welche bei den Larven von glattem Chitin, bei dem jungen *Thelyphonus* dagegen von mit den charakteristischen Fältelungen und Haaren versehenen Chitin ausgekleidet ist. Die Höhle hat im Durchschnitte eine halbmondförmige, mit der konkaven Seite nach oben gerichtete Gestalt (Fig. 51 C).

Bei dem jungen *Thelyphonus* ist es bereits zu der Differenzierung eines Saugmagens gekommen, welcher mit niedrigem Epithel versehen, von Chitin ausgekleidet und mit komplizierter Muskulatur ausgerüstet ist. Die Gestalt seines Lumens ist auf Fig. 87 zu sehen. Seine obere Wandung erhält einen dreifachen Muskel von der unpaaren Endoskelettplatte, die Seitenwandungen erhalten je einen Muskel von den paarigen Platten. Es sind dies die *Musculi dilatatores*; die *Retractores* sind durch die Ringmuskulatur vertreten sowie durch die in vertikaler Richtung von den oberen Ecken des Magens nach den unteren verlaufenden Muskeln (Fig. 87). Die Beschreibung, welche TARNANI von dieser Muskulatur gibt, unterscheidet sich einigermaßen von der von mir gelieferten.

Der das centrale System durchsetzende Oesophagus hat ebenfalls ein niedriges Epithel und ist mit einer Ringmuskulatur und in seinem vorderen Abschnitte außerdem noch mit einer Längsmuskulatur versehen. Die Veränderungen in der Gestalt des Lumens des Oesophagus bei dem jungen *Thelyphonus* sind auf Fig. 85 zu erkennen, wobei Fig. A einen Schnitt durch den Oesophagus vor dessen Eintritt in die Ganglienmasse, E dagegen nach dem Austritte aus derselben darstellt. Darauf folgt derjenige Abschnitt, welchen TARNANI

als den zweiten Saugmagen bezeichnet, und welcher dem echten Saugmagen der Araneida entspricht. Die Gestalt seines Lumens ist auf Fig. 85 *F* u. *H* abgebildet. Er ist mit Quer- und Längsmuskulatur versehen, jedoch jedenfalls schwächer ausgebildet, als bei den Araneida. Der von TARNANI beschriebene Wulst, welcher bei dem erwachsenen *Thelyphonus* den Saugmagen von dem darauffolgenden Teile scheidet, ist bei dem jungen Tiere nicht vorhanden.

Das Epithelium des Vorderdarmes setzt sich eine Strecke weit in Gestalt einer Rinne auf der oberen Wandung des Mitteldarmes fort (Fig. 89). Dieser letztere zeigt bei der Larve bereits die Einteilung in Lappen. Bei der jungen Larve ist er dicht mit Dotter angefüllt, bei älteren Larven dagegen (Fig. 89) und dem jungen *Thelyphonus* ist in dem centralen Teile und im Anfange der Fortsätze bereits ein Lumen vorhanden.

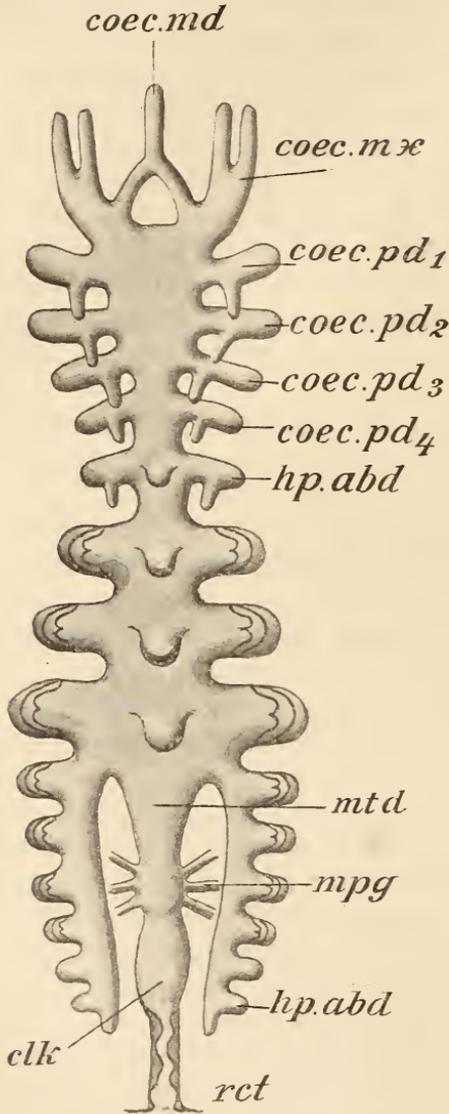
Bei der jungen Larve besteht die Wandung des Mitteldarmes aus einer kernhaltigen Schicht, welche durch das viscerele Blatt des Mesoderms gebildet wird, und der anliegenden spärlich angeordneten Zellen der diffusen Entodermanlage (siehe S. 19). In dem Dotter, namentlich aber in dessen peripheren Schichten, liegen Dotterkerne.

Nur der hintere Abschnitt des Mitteldarmes besitzt eine kontinuierliche und ununterbrochene Epithelschicht, welche sich, wie man annehmen muß, aus der hinteren Entodermanlage entwickelt hat (Fig. 69). Bei älteren Larven ist der ganze Mitteldarm infolge Vermehrung der Zellen der diffusen Anlage mit einer kontinuierlichen Epithelschicht bedeckt.

Bei dem jungen *Thelyphonus* kann man in dem Epithel des Mitteldarmes (Fig. 73, 75), und zwar in demjenigen Teile desselben, welcher mit Leberfortsätzen versehen ist, die Zellen von zweierlei Art unterscheiden, welche von TARNANI für das erwachsene Tier beschrieben wurden (Fig. 73 u. 75). Die einen, zahlreicher vertretenen Zellen sind hoch und enthalten runde Kerne. Diese Zellen verschlucken Dotterkörner und bisweilen auch Dotterkerne, allein dieser bei den Araneida so leicht zu verfolgende Prozeß ist bei *Thelyphonus* sehr selten zu beobachten. Im Zusammenhange mit dem Verschlucken von Dotter seitens dieser Zellen steht auch die Entstehung des Lumens des Mitteldarmes. Bei dem jungen *Thelyphonus* enthalten diese Zellen kleine kristallinische Excretionskörnerchen, welche auch in dem Enddarme angetroffen werden und den Hauptbestandteil der Konkremeute ausmachen.

Die andern Zellen treten spärlich auf und sind zwischen die

ersteren Zellen eingekeilt. Sie sind von länglich-ovaler Gestalt, ihre Kerne sind größer und in den cephalothoracalen Blindsäcken bis-



Textfig. 3.

Schematische Darstellung des Darms bei den jungen *Thelyphonus*. (Nach Schnitten rekonstruiert.)

weilen infolge Zusammengedrücktwerdens in die Länge gezogen. Diese Zellen nehmen keinen Dotter auf und ragen bei der Larve nicht einmal über die innere Oberfläche des Darmes hervor. Die ersten Zellen stellen augenscheinlich die Leberzellen der Autoren dar, die zweiten dagegen — die Fermentzellen. Das Epithel des hinteren Abschnittes des Mitteldarmes zeigt den Charakter eines niedrigen Cylinder-epithels.

Was die Gestalt des Mitteldarmes betrifft, so sind in Cephalothorax bereits bei der Larve sechs Paare von Fortsätzen angedeutet, während bei dem jungen *Thelyphonus* das vordere, den Cheliceren entsprechende und über dem Kopfganglion liegende Paar, wie bei den Spinnen, in seinem distalen Teile zu einem unpaaren Fortsatze verschmilzt (Textfig. 3). Das zweite Paar, welches den Pedipalpen entspricht und zu beiden Seiten des Nervensystems, an der Grenze zwischen den Ganglien der Cheliceren und Pedipalpen liegt, erleidet an seinem Ende eine Zweiteilung in einen oberen und einen unteren Ast.

Diese Zweiteilung steht möglicherweise im Zusammenhange mit der Neigung der Pedipalpen selbst zu einer Zweiteilung, wie sie bei den Arachniden beobachtet wird (siehe unten).

Hierauf folgen die vier Paare von Fortsätzen, welche den Beinen entsprechen. Das hinterste Paar ragt beträchtlich in das Innere des basalen Beingliedes herein. Ein jeder von diesen Fortsätzen gibt an seiner oberen Wandung einen nach hinten gerichteten kleinen Vorsprung ab. Letzterer reicht bis zu dem Fortsatz des nächstliegenden hinteren Paares und legt sich außerhalb der Basis des entsprechenden Vorsprungs, welcher von diesem letzteren Fortsatz gebildet wird. Der vordere Abschnitt des cephalothoracalen Mitteldarmes ist oben durch eine tiefe Einbuchtung geteilt, in welcher der Vorderdarm, die Aorta und Muskeln liegen (Fig. 83).

Der Unterschied zwischen der von mir gegebenen Beschreibung und jenem Schema, welches BÖRNER (1904, S. 86) aufgestellt hat, kann ich mir nur dadurch erklären, daß der genannte Autor bei dem Studium der Anatomie von *Thelyphonus* der Schnittmethode geringe Beachtung geschenkt hat. Allerdings ist die Untersuchung an der Hand von Schnitten bei erwachsenen Exemplaren bedeutend schwieriger und komplizierter als bei jungen Tieren, allein eine derartige Untersuchung ist, wie TARNANI bewiesen hat, immerhin möglich. Überhaupt ist der cephalothoracale Teil des Mitteldarms bei *Thelyphonus* ähnlich gebaut wie derselbe Teil bei den Araneida (vgl. POCOCK, 1902).

Im Abdomen ragen die Falten des visceralen Blattes von der Peripherie hinein und teilen die Gesamtanlage des Mitteldarms in zehn Paare von lateralen Lappen ein, welche den neun abdominalen und dem vordersten postabdominalen Segment entsprechen. Von oben dringt längs der Mittellinie eine unpaare Falte herein, welche den Mitteldarm in zwei Hälften teilt: eine rechte und eine linke (Fig. 69). Unten bildet das viscerele Blatt im hinteren Abschnitt des Abdomens zwei Falten, welche anfangs in Gestalt einer Rinne, späterhin in Gestalt eines Rohres, den eigentlichen Mitteldarm von den Leberlappen scheiden. Infolgedessen münden die hinteren Paare von Leberlappen nicht in den Darm, sondern in eines der vorderen Paare. Die primären Lappen werden gewöhnlich bereits von horizontalen Scheidewänden in sekundäre Lappen eingeteilt.

Gewöhnlich beträgt die Zahl solcher sekundärer Lappen drei: ein oberer, ein mittlerer und ein unterer Lappen, allein in den vorderen Abdominalsegmenten sind es deren nur zwei. Ebenso ist die Zahl der sekundären Lappen in den hinteren Segmenten nicht vollständig. Übrigens wird in den mittleren Segmenten die Teilung in drei sekundäre Lappen infolge der weiteren Teilung dieser ursprünglichen

Äste sehr schwer erkennbar. In seiner endgültigen Gestalt zeigt der abdominale Mitteldarm folgende Anordnung seiner Lappen (Textfig. 3): in dem ersten, zweiten, dritten und vierten Abdominalsegment sind je ein Paar lateraler und ein unpaarer ventraler Lappen vorhanden (Fig. 82, 81A u. B). Die Anordnung der Lappen in dem ersten Segment entspricht dem Verhalten, wie es in den cephalothoracalen Segmenten zur Beobachtung kommt: der Lappen gibt nur zwei sekundäre Verästelungen ab, eine untere, dem unteren Ast entsprechende, und eine obere, welche ebenfalls nach hinten gerichtet ist, wie der obere Ast der Fortsätze in den cephalothoracalen Segmenten. Allein ebenso wie in den typischen Abdominalsegmenten besitzt der Mitteldarm auch in dem ersten Segment einen für die folgenden Segmente typischen unpaaren Ventrallappen (Fig. 82).

In die Seitenlappen des vierten Segments mündet je ein Seitenast oder der hintere Leberlappen (Fig. 70 u. 71), welcher die Lappen des sechsten, siebenten, achten, neunten und zehnten Segments in sich aufnimmt. In diesen letzten Segmenten besitzt der Darm keine unpaaren ventralen Lappen (Fig. 81D u. C) und zeigt überhaupt einen ganz abweichenden Charakter (Fig. 77). Sein Epithel ist cylinderförmig und er besitzt eine deutliche Muskelschicht. In dem siebenten Segment nimmt der Darm die MALPIGHISCHEN Gefäße auf (Fig. 71) und wahrscheinlich befindet sich hier die Grenze zwischen dem entodermalen und dem ectodermalen Abschnitt des Darmes, obgleich ich in Ermangelung jüngerer Stadien diese Grenze nicht mit Sicherheit bestimmen kann. Bei der jungen Larve treten die MALPIGHISCHEN Gefäße in Gestalt zweier Vorsprünge in dem hinteren Teil des Mitteldarmes auf, diese Vorsprünge sind, wie auch der Darm selbst, von einer mesodermalen Schicht umkleidet und gleich demselben mit Dotter angefüllt (Fig. 69A). Bei der älteren Larve und selbst bei dem jungen *Thelyphonus* besitzt der Darm in diesem Abschnitt ebenfalls noch kein Lumen (Fig. 77 u. 80), und man muß annehmen, daß es eben dieser Abschnitt ist, welcher das blindgeschlossene Ende des Mitteldarmes darstellt, obgleich dieser bereits mit dem darauffolgenden ectodermalen Teil verwachsen ist; letzterer zeigt bei der Larve den Charakter einer Ectodermvertiefung, welche in ihrem Verlauf eine Erweiterung bildet.

Die MALPIGHISCHEN Gefäße entstehen demnach auf Kosten des entodermalen Teils des Darmes und in Gestalt eines Paares von Vorsprüngen (Fig. 69B); allein bei dem jungen *Thelyphonus* zerfällt diese Anlage jederseits in drei Stämme und die Gesamtzahl der Gefäße

erreicht drei Paar, wobei ein jedes Gefäß schon mit einer eignen Öffnung in den Darm mündet. Alle Gefäße bilden auf jeder Seite des Darmes einen Knäuel, welcher von einer Schicht des den Darm bedeckenden Fettgewebes umgeben wird (Fig. 71, 77, 80). Der Darm erleidet an dieser Stelle eine Verengung. Nach ihrem Austritt aus dem Knäuel verlaufen die Gefäße nach vorn, wobei sie zahlreiche Windungen bilden, welche seitlich und unterhalb des Darmes liegen.

Ein Paar von MALPIGHISCHEN Gefäßen erstreckt sich in den Cephalothorax (Fig. 83) und legt sich sogar zu den Seiten des Oesophagus¹. Der Umstand, daß drei MALPIGHISCHE Gefäße einer jeden Seite in Gestalt eines gemeinsamen Vorsprungs entstehen, spricht für die Annahme, daß das Vorhandensein eines Paares von Gefäßen bei den übrigen Arachniden eine ursprünglichere Erscheinung im Vergleich mit dem Vorhandensein von drei Paaren bei den Pedipal-pida darstellt².

Bei dem jungen *Thelyphonus* kann man in dem Enddarm einen Cloacalsack, einen Abschnitt mit gewundenem Lumen, und ein kurzes Rectum unterscheiden (Fig. 56 u. 71). Obgleich mir die vorhergehenden Stadien nicht zu Gebote standen, so glaube ich dennoch annehmen zu können, daß der Cloacalsack von *Thelyphonus* im Gegensatz zu dem entodermalen Sack der Araneida aus dem ectodermalen Abschnitt des Darmes hervorgeht. Schon die Lage beider Organe ist eine verschiedene: bei den Araneida stellt der Sack einen Vorsprung der oberen Darmwand dar, bei *Thelyphonus* dagegen — eine direkte

¹ BÖRNER (1904) spricht die Vermutung aus, daß die von mir beschriebenen, in den Cephalothorax reichenden Paare von MALPIGHISCHEN Gefäßen Fortsätze der dorsalen Schläuche, d. h. der accessorischen Genitaldrüsen, darstellen. Erstens sind bei dem jungen *Thelyphonus* noch keine Dorsalschläuche ausgebildet, zweitens kann man das Eintreten von MALPIGHISCHEN Gefäßen in den Cephalothorax an Schnittserien genau verfolgen, drittens wird ein jeder, welcher auch nur ein einziges Mal Schnitte durch MALPIGHISCHE Gefäße der Arachniden gesehen hat, dieselben selbstverständlich mit keinem andern Organ verwechseln. Der erste, welcher im Jahre 1881 die Schnittmethode bei der Untersuchung der Arachniden anwandte, war der Schreiber dieser Zeilen. TARNANI, welcher die Anatomie der Thelyphoniden an der Hand von Schnitten untersuchte, beobachtete gleichfalls das Eintreten von MALPIGHISCHEN Gefäßen in den Cephalothorax, und zwar nicht nur bei den Männchen, sondern auch bei den Weibchen, welche keine »dorsalen Schläuche« besitzen.

² Für den Vergleich der MALPIGHISCHEN Gefäße der Arachniden mit den Fortsätzen des Mitteldarmes bei den Insekten ist die Beobachtung GADDS an der Larve von *Aphrophora spumaria* (1903) von Interesse, wo einem der beiden Leberschläuche eine deutlich ausgesprochene excretorische Funktion zukommt, und dessen Zellen Substanzen aus der Guaningruppe enthalten.

Erweiterung des Darmes. Seine Wandung wird durch ein flaches Epithel mit entwickelter Muskelschicht gebildet. Das Epithel ist einschichtig und seine Oberfläche glatt, während bei dem erwachsenen *Thelyphonus* von TARNANI ein mehrschichtiges faltiges Epithel beschrieben wird. Der Sack liegt in dem achten, neunten und zehnten Segment, während in dem elften Segment der nächste Abschnitt des Enddarmes anfängt (Fig. 71).

Auch der Bau dieses Abschnittes unterscheidet sich von dem, was TARNANI für den erwachsenen *Thelyphonus* beschrieben hat. Auf Querschnitten hat das Lumen dieses Abschnittes die Gestalt eines umgekehrten T (Fig. 79). Das Epithel wird von niedrigen Zellen gebildet; es ist eine ringförmige Muskelschicht vorhanden und unter derselben eine Längsschicht, welche an den lateralen Seiten des Darmes gut entwickelt ist. Auf Sagittalschnitten (Fig. 56) erscheint das Lumen dieses Abschnittes gewunden. Der Endabschnitt stellt ein kurzes Rohr mit flachem Epithel und einer chitinösen Intima dar. Der allerletzte Abschnitt des Darmes vor dem ringförmigen Sphincter bildet eine kleine Erweiterung, welche wahrscheinlich nur dann deutlich zu sehen ist, wenn sie mit Excrementen angefüllt ist (Fig. 78). Die eigenartige Muskulatur dieses Abschnittes ist von TARNANI beschrieben worden. In dem Cloacalsack finden sich isolierte degenerierende Zellen (Fig. 56), welche aus dem hinteren Ende des Mitteldarmes, während der Bildung von dessen Lumen, herausfallen, bei älteren Individuen hingegen, mit bereits ausgebildetem Lumen, auch noch die obenerwähnten Excretkörner.

Wir verließen das Cölom des Abdomens in Gestalt einer paarigen, den Mitteldarm umfassenden Höhle. In der Nähe des Herzens hatte der Prozeß der Ausfüllung des Cöloms mit Fettgewebe begonnen (Fig. 68). Zu beiden Seiten der rinnenförmigen Anlage des Mitteldarmes s. str. ziehen sich auch zwei Anschwellungen des visceralen Blattes hin (Fig. 69), welche ebenfalls die Bedeutung von Punkten besitzen, von welchen aus die Bildung des Fettgewebes stattfindet. Wahrscheinlich bildet sich dieses letztere jedoch auch an andern Abschnitten des Abdomens in loco. Nach und nach wird das Cölom mit Fettgewebe angefüllt, allein in einigen Teilen des Abdomens bleibt es unausgefüllt. Ferner erhält sich bei Larven ein Bezirk des Cöloms zwischen dem Herzen und dem Mitteldarm, allein auch dieser Bezirk wird späterhin mit Fettgewebe angefüllt; ebenso bleibt einige Zeit hindurch das Cölom des hinteren Abschnittes des Abdomens in der Nähe des Enddarmes erhalten. Allein ein Cöloμβezirk bleibt bei

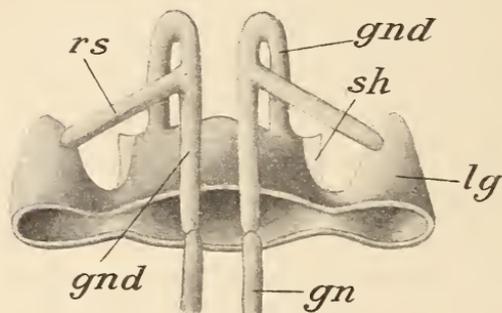
dem jungen *Thelyphonus* und wahrscheinlich ebenso auch bei dem erwachsenen Tier auf der Ventralseite des Abdomens erhalten (Fig. 82 u. 81). Dieser Bezirk des Cöloms ist von der darunterliegenden primären Höhle durch eine Schicht des parietalen Mesoderms geschieden (Fig. 73) und von der primären Höhle aus drängen sich in das Innere dieses Bezirks die Commissuren und die abdominalen Ganglien, sowie die Anlagen der Giftdrüsen und zum Teil auch der Genitalgänge. Bei diesem Eindringen reißen sie natürlich das parietale Blatt mit sich, welches, indem es diese Organe umhüllt, deren bindegewebige Hülle bildet.

In demselben Bezirk des Cöloms befinden sich auch die Anlagen der **Genitalorgane**. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Genitalzellen schon bei der ausschlüpfenden Larve unter den Elementen des visceralen Blattes zu beiden Seiten des rinnenförmigen Mitteldarmes vorhanden sind; da jedoch hier auch Blutzellen angetroffen werden, welche nur schwer von jungen Genitalzellen zu unterscheiden sind, so kann ich dies nicht mit Bestimmtheit versichern.

Bei der älteren Larve finde ich an der angegebenen Stelle, und zwar etwas höher und seitlich von den Nervencmissuren zwei Stränge, welche sich vorn unmittelbar an die ectodermalen Genitalgänge anschließen und deren hintere Enden über der abdominalen Ganglienmasse liegen (Fig. 56). Die Stränge bestehen aus runden Genitalzellen von verschiedener Größe und umhüllenden flachen folliculären Zellen (Fig. 73 u. 74). Aus den Genitalzellen entstehen später sowohl die epitheliale Auskleidung der Gonaden, als auch die eier- und spermabildenden Zellen. Soviel ich nach dem sehr ungenügenden Material über die Entwicklung dieser Stränge urteilen kann, entstehen dieselben auf folgende Weise: die in der Masse des von dem visceralen Blatt gebildeten Peritonealgewebes liegenden Genitalzellen stülpen die obere Schicht dieses aus flachen Zellen bestehenden Gewebes aus, und diese Schicht umhüllt die Genitalzellen, welche in Gestalt eines Stranges angeordnet sind (Fig. 74 u. 73). Wenn sich der Strang von dem visceralen Blatt ablöst, so erweist er sich als in dem Cölom liegend. Die Höhle der Gonaden repräsentiert demnach, wenn meine Beobachtungen richtig sind, bei den *Pedipalpida* nicht die Überreste des Cöloms. Eine Erklärung dieser Tatsache werden wir weiter unten versuchen.

Die Genitalwege (Textfig. 4) sind unter der Chitinauskleidung der Larve angelegt. Sie stellen eine unpaarige Einstülpung des Ectoderms dar, welche an der Grenze des zweiten und dritten Abdo-

minalsegments liegt und bei dem jungen *Thelyphonus* zusammen mit den Lungenstigmen von einer gemeinsamen Chitin Falte überdeckt wird (Fig. 81 A u. B). Diese Einstülpung ist mit ihrem tieferliegenden Ende nach vorn gerichtet, und von ihr aus entspringen zwei ebenfalls nach vorn gerichtete Kanäle, welche sich darauf scharf nach hinten zurückwenden, in die ventrale Cöloimböhle eintreten und sich an das vordere Ende der Genitalschnüre anschließen. Inwieweit das Mesoderm an der Bildung der Kanäle Anteil hat, kann ich nicht beurteilen, indem mir die vorhergehenden Stadien nicht zu Gebote standen. Von den Kanälen entspringt, bereits nach ihrer Krümmung nach hinten, je ein langer Sack, welcher mit seinem blinden, nach hinten gerichteten Ende in der Nähe des vorderen Lungenpaares liegt (Fig. 81 C). Diese Fortsätze repräsentieren die beiden Receptacula



Textfig. 4.

Schema für die Lage der Genitalausführgänge bei dem jungen *Thelyphonus*. (Nach Schnitten rekonstruiert.)

seminis oder die denselben entsprechenden Teile in den männlichen Organen (siehe das Schema von TARNANI [1889¹], *rs* u. *rsr*).

Von dem unpaaren Teil der Genitalgänge (Uterus femininus und masculinus) entspringt seitlich noch je ein Fortsatz, welcher zur Befestigung von Muskeln dient (Fig. 81 A). Das Vorhandensein dieser Fortsätze dient unter anderm als Beweis für die Richtigkeit der Hypothese von TARNANI, wonach man die ectodermalen, bei den erwachsenen Tieren mit Chitin ausgekleideten Teile der Genitalgänge als eine besondere Form des inneren Skelets betrachten kann. Am besten wird man sie den intersegmentalen Eindrücken des Chitins gleichstellen können, welchen hier eine spezielle Aufgabe zugeteilt worden ist. Dieselbe Bedeutung besitzen, wie wir gesehen haben, auch die Lungenhöhlen.

¹ BÖRNER vermutet irrtümlicherweise, der Aufsatz von TARNANI, »Die Genitalorgane des *Thelyphonus*« (Biol. Centralblatt, Bd. IX, 1889), wäre identisch mit dem russischen Aufsätze dieses Verfassers über die Anatomie der Thelyphoniden (Rev. des Sc. naturelles, I, 1890; mit französ. Résumé). Ersterer betrifft nur die Anatomie der Genitalorgane, während letzterer eine vorläufige Mitteilung zu einer in russischer Sprache im Jahre 1904, gleichzeitig mit der BÖRNERschen erschienenen Monographie darstellt.

IV. Einige Betrachtungen allgemeiner Natur.

Wir wollen uns zuvor mit einigen Erwägungen bezüglich der Entwicklung der Augen beschäftigen. Es ist weiter oben beschrieben worden, wie die medianen Augen bei *Thelyphonus* in Gestalt von Vertiefungen an der unteren Oberfläche des Stirnfortsatzes der Larve entstehen. PEREJASLAVZEWA beschreibt bei anderen Vertretern der Pedipalpida eine paarige, die Frontalgrübchen bedeckende Falte. Ebenso erscheint diese Falte auch bei den Skorpionen paarig. Es ist wohl möglich, daß auch bei *Thelyphonus* der Stirnfortsatz das Produkt des Verschmelzens eines Paares von Falten darstellt. Der Umstand, daß dieser Fortsatz, wie auch die paarigen Falten, in enger Beziehung zu der Entwicklung der Augen stehen, gestattet uns anzunehmen, daß diese beiden Organe ein Homologon der Augentiele bei den Crustaceen darstellen. Diese Annahme wird uns, wie wir sofort sehen werden, dabei behülflich sein, einige Eigenschaften der Augen bei den Arachnida klar zu legen. Diese bis jetzt nicht recht verständlichen Eigenschaften bestehen in Folgendem:

Erstens sind die Seitenaugen bei den einen Arachniden invertiert, bei anderen dagegen nicht invertiert.

Zweitens sind die vorderen Augen bei den Araneida und Scorpionida eigentlich nicht invertiert, indem ihre Stäbchen nach außen zu vor den retinalen Kernen liegen, allein der Nerv tritt zu einem solchen Auge anfänglich nicht von der unteren Seite des Auges, sondern an die hintere Seitenfläche desselben heran und kann erst später an die untere Oberfläche verlagert werden, wie dies aus den Beobachtungen und Erwägungen von PARKER, MARK und KORSCHOLT (1890) hervorgeht.

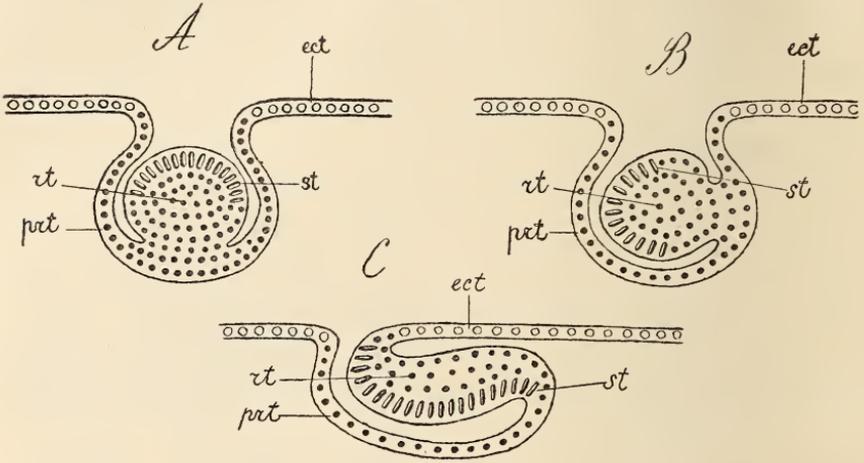
Bei *Thelyphonus* treten die Nerven des vorderen Augenpaares von hinten an das Auge heran und treten näher zu dessen äußerem (bzw. oberem) Rande in dasselbe ein, d. h. dieser Nerv bewahrt bei *Thelyphonus* seine ursprüngliche Lage.

Die medianen Augen von *Thelyphonus* sind ebenso wie die medianen Augen der Scorpionida und die vorderen medianen Augen der Araneida, von dem nicht invertierten Typus; ebenso sind die Seitenaugen bei *Thelyphonus*, gleich den entsprechenden Augen der Scorpionida, ebenfalls nicht von dem invertierten Typus.

Der Umstand, daß die Seitenaugen der Araneida zu den invertierten, die Seitenaugen der Scorpionida und Pedipalpida dagegen

zu den nicht invertierten gehören, läßt sich durch die Erwägungen der oben erwähnten Autoren leicht erklären.

Man braucht nur anzunehmen (siehe die schematische Abbildung Textfig. 5), daß in dem grubchenförmigen Auge die eine Seite des Grubchens, und zwar die vordere, eine stärkere Entwicklung erfahren hat, die ihr gegenüberliegende (hintere) Seite dagegen bedeutend kürzer geworden ist, so wird das grubenförmige Auge die Gestalt eines blasenförmigen invertierten Auges erhalten.



Textfig. 5. A—C.

Drei schematische Sagittalschnitte durch ein Arachnidenauge, den successiven Übergang des nicht invertierten Auges in ein invertiertes nach PARKER, MARK und KORSCHULT darstellend.

Natürlich wird man bei den Arachnida den nicht invertierten Typus als die ältere Augenform ansehen müssen, während der invertierte Typus eine spätere Form darstellt.

Ogleich jedoch die vorderen Augen der Araneida und die mittleren Augen der Scorpionida und Pedipalpida auch zu den nicht invertierten gehören, so stimmen sie doch weder ihrer Entwicklung noch der Lage des Nerven nach mit den Seitenaugen überein. Ich unterscheide unter den nichtinvertierten Augen der Arachnida primär nicht invertierte Augen (Seitenaugen der meisten Arachnida) und sekundär nicht invertierte Augen (mediane Augen der Scorpionida und Pedipalpida und vordere Augen der Araneida). Diese letzteren haben in ihrer phylogenetischen Entwicklung ein invertiertes Stadium durchgemacht, worauf die oben dargelegte Lage des Nerven in den sekundär nicht invertierten Augen hinweist.

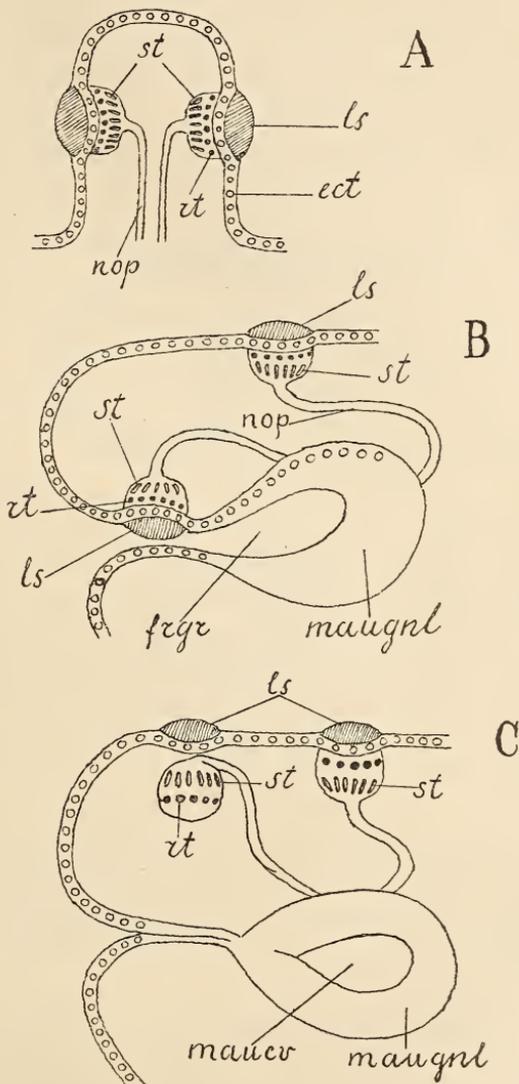
Man wird annehmen müssen, daß die Augen der Arachnida

ursprünglich auf einem Augenhügel lagen, welcher wahrscheinlich das Resultat der Verschmelzung eines Paares von Augenstielen darstellte.

Am schärfsten ist eine derartige Anordnung bei den Pantopoda ausgesprochen, bei welchen auf einem hohen Hügel vierinvertierte Augen liegen, und zwar zwei vordere und zwei hintere (Textfig. 6). Einen schwächer ausgebildeten Hügel finden wir auch bei einigen typischen Arachniden, wie auch bei den Phalangida und Solifugida.

Der Übergang von den auf einem Hügelchen sitzenden Augen zu solchen, welche unmittelbar auf dem Integument des Cephalothorax oder auf einer nur geringen Anschwellung des Integumentes sitzen (wie wir dies bei den Araneida, Scorpionida und Pedipalpida sehen), ist wahrscheinlich in der Weise vor sich gegangen, daß das Hügelchen mit seiner vorderen Fläche an das Integument anwuchs und mit demselben verschmolz (Textfig. 6 B).

Erblickt man die Ausgangsform in dem Hügelchen der Pantopoda mit seinen vier invertierten Augen, so



Textfig. 6, A—C.

Drei schematische Sagittalschnitte, die von mir vermutete allmähliche Veränderung in der Lage der medianen Augen der Arachniden darstellend. A, schematische Darstellung der Verhältnisse bei den Pantopoden; B, Übergangsform; C, schematische Darstellung der Verhältnisse bei den Araneida, Pedipalpida und Scorpionida.

mußte die Lage der medianen Augen nachstehende Veränderungen erlitten haben (Textfig. 6 C). Die vorderen Augen müssen sich im Inneren einer Vertiefung erwiesen haben, welche von der vorderen Wandung des Hügelchens und der oberen Cephalothoracalwandung begrenzt wird, die hinteren Augen dagegen mußten auf der dorsalen Oberfläche des Cephalothorax gelegen haben. Sodann wird man natürlicherweise annehmen können, daß die vorderen Augen allmählich nach der dorsalen Oberfläche des Cephalothorax hin gewandert sind, wo sich an der Stelle ihrer Berührung mit dem Integument neue Linsen gebildet haben (Textfig. 6 C). Es ist unschwer zu ersehen, daß sich bei der erwähnten Wanderung die vorderen invertierten Augen mit demjenigen Teile der Retina als nach den neu erworbenen Linsen gerichtet erwiesen, in welchem die Stäbchen lagen und an welche der Nerv herantrat, oder mit andern Worten, daß die invertierten Augen in sekundär nicht invertierte Augen mit eigenartiger Lage des herantretenden Nervs übergingen.

Die Entwicklungsgeschichte der medianen Augen von *Thelyphonus* wiederholt diesen Prozeß fast Punkt für Punkt. Diese Augen entstehen auf der oberen Wandung der miteinander verschmolzenen Stirngrübchen, d. h. auf der unteren Wandung des Stirnfortsatzes, u. zw. in Gestalt von invaginierenden Ectodermbezirken, d. h. sie stimmen im wesentlichen mit Seitenaugen überein, allein später wandern diese Augenanlagen nach der Rückenfläche des Cephalothorax oder Stirnfortsatzes, wo das Integument die Glaskörper und die Linsen bildet. Will man die Integumentfalte, welche das Stirngrübchen überdeckt, für den nach vorn geneigten Augenhügel ansehen, so entstehen die vorderen Augen der *Pedipalpida* demnach auf der vorderen Wandung dieses Hügelchens und wandern später in der Richtung nach dessen hinterer Wandung, welche infolge des Anwachsens des Hügelchens einen Teil des cephalothoracalen Integumentes, u. zw. des Stirnfortsatzes, ausmacht.

Eine derartige Voraussetzung erklärt es uns, woher die medianen (vorderen) Augen den Charakter invertierter Augen verloren haben, woher der Nerv näher an ihrem äußeren Rande in diese Augen eintritt, und woher die medianen Augen der *Pedipalpida* auf der oberen Wandung der miteinander verschmolzenen Stirngrübchen entstehen.

Bei den *Scorpionida* und *Pedipalpida* sind die hinteren mittleren Augen verschwunden, während sie bei den *Araneida* erhalten geblieben sind, wobei sie den Charakter invertierter Augen bewahrt haben.

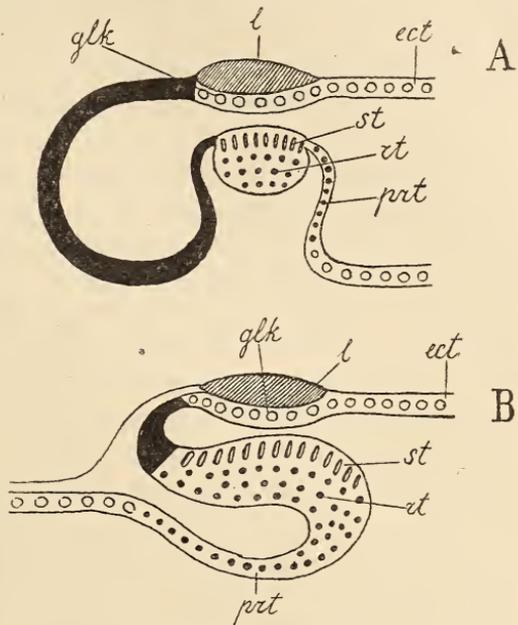
Auch der Entwicklungsprozeß der vorderen Augen bei den

Araneida kann von dem Gesichtspunkte der genannten Hypothese aus betrachtet erklärt werden. Das Schema *A* (Textfig. 7) stellt die Entwicklung der vorderen Augen bei den Pedipalpida (im Sagittalschnitte), das Schema *B* dagegen bei den Araneida dar. Die Scorpionida haben eine intermediäre Stellung zwischen diesen beiden Typen. Man sieht unschwer, daß wenn wir in dem ersteren Schema eine Reduktion desjenigen Integumentbezirktes annehmen, welche mit schwarzer Farbe bezeichnet ist, das zweite Schema hieraus entsteht. Was nun den erwähnten Bezirk betrifft, so repräsentiert derselbe den Gipfel des ursprünglichen Augenhügels oder den vorderen Teil des Stirnfortsatzes.

Die mittleren Augen der Scorpionida und der Pedipalpida, sowie die vorderen Augen der Araneida haben demnach während ihrer phylogenetischen Entwicklung drei Stadien durchgemacht: ein primäres nicht invertiertes Stadium, ein invertiertes Stadium und endlich ein sekundäres nicht invertiertes Stadium.

Was ist nun der Grund, warum die Augenhügelchen der Araneida sich neigen und anwachsen?

Es ist möglich, daß eine außerordentlich starke Ausbildung der Augenganglien, welche sich an der Basis dieser Hügel entwickeln, ebenso wie die übrigen Ganglien sich an der Basis der Extremitäten entwickeln, eine Invagination des an der Basis der Augenhügel liegenden Ectoderms hervorgerufen hat, was zu einem Herabbiegen der Augenhügel und zu seinem Anwachsen an das Integument geführt hat. Bei den Pedipalpida entstehen die Ganglien der mittleren und



Textfig. 7 *A* u. *B*.

Zwei Schemata, welche den Übergang von der Entwicklungsform der vorderen medianen Augen bei den Pedipalpida (*A*) zu einer solchen bei den Araneida (*B*) im Sagittalschnitt darstellen. Die Oberfläche des Augenhügels bzw. des Stirnfortsatzes, welche sich bei den Scorpionida und Araneida reduziert, ist mit schwarzer Farbe bezeichnet.

die Ganglien der Seitenaugen aus einer gemeinsamen Anlage, während sowohl diese wie jene bei den Araneida (PAPPENHEIM 1903) selbständige Invaginationspunkte besitzen.

Was die **Extremitäten des Kopflappens** betrifft, so scheinen solche bei Thelyphonus zu fehlen. Indessen hat PEREJASLAVZEWA Rudimente davon bei den andern Pedipalpida angetroffen. Überhaupt ist bei vielen Autoren von diesen Gliedmaßen bei den Arachniden die Rede. Ihre erste Beschreibung erhielten sie, wenn ich nicht irre, durch KRONENBERG (1880), allein die von diesem Autor beschriebenen Extremitäten gehören zu der oberen Wand des Rostrums, wie dies späterhin (1884) auch von mir bestätigt wurde.

Sodann beschrieb JAWOROVSKI (1891) ein Paar Extremitäten an dem Kopflappen der Tarantel (*Trochosa singoriensis*). Endlich wurden von POKROVSKI zwei Paare derartiger Extremitäten bei *Pholcus opilionoides* beschrieben (1899), während PEREJASLAVZEWA, wie es scheint, drei Paare derselben beobachtet hat.

Leider besteht in den Beschreibungen der genannten Autoren keine strenge Übereinstimmung. Nimmt man an, daß die beiden von POKROVSKI beschriebenen Extremitätenpaare dem ersten und zweiten Antennenpaare der Crustaceen entsprechen, wie der genannte Autor dies vermutet, so werden die von JAWOROVSKI beschriebenen Extremitäten etwa dem zweiten Paare entsprechen.

PEREJASLAVZEWA bezeichnet die paarige Falte des Ectoderms, welche bei den Pedipalpida die Frontalgrübchen bedeckt, als »appendices lamelliformes oculaires«, ohne auf die Frage über deren morphologische Bedeutung näher einzugehen. Außerdem beschreibt sie aber noch ein hinter diesen Organen liegendes Paar von Anhängen, welche sie dem ersten Antennenpaare der Crustaceen gleichstellt.

Wenn ich die etwas unklare Beschreibung von PEREJASLAVZEWA richtig verstehe, so erweisen sich diese Extremitäten bei dem Verwachsen der Frontalgrübchen als auf dem Boden dieser letzteren sitzend. Diesen Extremitäten entspricht nach der Beschreibung von PEREJASLAVZEWA ein besonderes Ganglienpaar. Das andre von PEREJASLAVZEWA beschriebene Paar von Anhängen, welches sie als Rostralanhänge bezeichnet, dürfte vielleicht den von CRONENBERG für die Araneida und andre Arachniden beschriebenen Anhängen entsprechen.

Im allgemeinen gesprochen ist es nicht klar, inwieweit alle von den Autoren beschriebenen Hügelchen in der Tat Extremitäten entsprechen, allein die Anwesenheit des von PEREJASLAVZEWA be-

beschriebenen entsprechenden Ganglienpaares bildet schon ein beträchtliches Argument zugunsten einer derartigen Bedeutung dieser Organe.

Wenden wir uns zuerst zu den Hügelchen, welche die Frontalgrübchen bedecken. Wir haben bereits gesehen, daß man diese Hügelchen in bezug auf die Crustaceen nur mit den Augenstielen vergleichen kann. Versuche über die Regeneration dieser Organe (HERBST 1901) haben auf eine gewisse Heteromorphose hingewiesen, nämlich die Bildung einer Gliedmaße anstatt des Stieles, welches erstere in einigen Fällen sehr an eine Antenne (Antennuloid) erinnert, was auf die Vermutung führte, ob nicht die Stiele der Augen bei den Crustaceen die Exopoditen des ersten Antennenpaares darstellen¹.

Die Schwierigkeit alle Beobachtungen der oben zitierten Autoren miteinander in Übereinstimmung zu bringen, gestattet es nicht, die Frage über die übrigen Anhänge der Kopflappen bei den Arachniden endgültig zu beantworten. Sind die obenerwähnten Beobachtungen von POKROVSKI und PEREJASLAVZEWA richtig, so würde die Annahme am wahrscheinlichsten erscheinen, daß die Arachniden an ihrem Kopflappen außer dem rostralen Paare noch zwei Paare von Anhängen hatten, während das dritte, die Frontalgrübchen bedeckende Paar, nur den Exopodit des vordersten dieser Paare darstellt.

Solange jedoch die Annahme bezüglich der Natur der von verschiedenen Autoren beschriebenen Hügelchen als echter Extremitäten nicht durch das Studium der ihnen entsprechenden Anlagen in dem Nervensystem des Kopfes bestätigt sein wird, so lange werden wir wohl kaum über einen Vergleich des Hügelchens bei den Arachniden mit den Augenstielen der Crustaceen hinausgehen können.

Was das Rostrum der *Pedipalpida* betrifft, so hält TARNANI dasselbe nicht für ein paariges Gebilde, allein ich bin der Ansicht, daß eine solche Entscheidung dieser Frage verfrüht ist. Die Stadien, welche uns bekannt wurden, sind in der Entwicklung zu weit vorgerückt, als daß diese Frage in so kategorischer Weise beantwortet werden könnte.

Das Rostrum der *Araneida* entsteht, nach den Beobachtungen von CRONENBERG, in Gestalt eines Paares von Anlagen; nach meinen früheren Beobachtungen ist jedoch außer dem beschriebenen, vor dem Munde liegenden Paare, noch ein hinter dem Munde gelegenes hinteres Paar unterer Anlagen vorhanden, welche zum Bestande des

¹ Wir wollen indes bemerken, daß bisher die embryologischen Beobachtungen nicht für, sondern eher gegen diese Annahme sprechen.

Rostrums gehören, wenn man unter dieser Bezeichnung den gesamten, die Mundöffnung tragenden Hügel, nicht aber nur die obere Hälfte desselben versteht¹. Eine gleiche paarige Entstehung des oberen Teiles des Rostrums weist BRAUER für die Skorpione nach (1894). Wahrscheinlich entsteht das Rostrum auch bei den Pedipalpida durch Verschmelzung des von PEREJASLAVZEWA beschriebenen Paares der Rostralanhänge.

Das untere Paar von Rostralanlagen scheint bei den Pedipalpida zu fehlen, und der untere Teil der Mundhöhle wird durch die Wucherung und das Verschmelzen der Basalglieder des zweiten Extremitätenpaares, d. h. der Pedipalpen, gebildet (POCOCK, 1902). Wenn sich späterhin auf der Medianlinie der Bauchfläche eine unpaarige Chitinplatte differenziert, so ist dies eine spätere Erscheinung, und zuvor liegt auf der ventralen Medianlinie des Rostrums eine Rinne, d. h. eine Naht oder die Verwachsungsspur eines Extremitätenpaares.

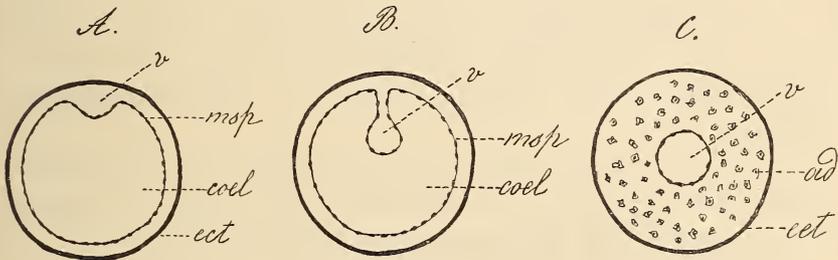
Die oben erwähnte Wucherung der Basalglieder an den Pedipalpen verläuft in gleicher Weise wie die Wucherung der Basalglieder an den Beinen, was bei *Thelyphonus* bereits nach dem Ausschlüpfen der Larve vor sich geht.

Die für das zweite Extremitätenpaar, d. h. für die Pedipalpen der Araneida charakteristische Spaltung in eine Pars basilaris und eine Pars palpalis, wie sie von CLAPARÈDE (1869) und SALENSKI (1871) abgebildet und von mir und JAWOROVSKI beschrieben wurde, weisen die Pedipalpen von *Thelyphonus* nicht auf. JAWOROVSKI beobachtete bei *Trochosa* auch an den thoracalen Beinen eine Tendenz zur Spaltung des basalen Gliedes, was von den andern Forschern nicht bemerkt worden ist. Ich habe mir nicht klar darüber werden können, bis zu welchem Grade diese Spaltung der Teilung der Crustaceenextremitäten in einen Entopodit und einen Exopodit, wie JAWOROVSKI dies annimmt, entspricht. Ich möchte nur bemerken, daß, entsprechend der Neigung der Pedipalpen zu einer Zweiteilung, das ihnen entsprechende Paar von Blindfortsätzen des Mitteldarmes sich bei *Thelyphonus* an der Spitze ebenfalls in zwei Äste gabelt (Textfig. 4). Abdominale Extremitäten fehlen bei den Pedipalpida, wenn man dasjenige, was bei der Entwicklung der Lungen beobachtet wird, unberücksichtigt läßt.

Ferner wollen wir uns mit jenen Ergebnissen aus der Entwicklung von *Thelyphonus* beschäftigen, welche zu der Trophocöltheorie

¹ Diese Bemerkung erscheint notwendig, indem TARNANI das Rostrum in letzterem Sinne, die übrigen Autoren dagegen in ersterem Sinne auffassen.

und der **Genitocöitheorie** in Beziehung stehen. Bereits im Jahre 1885 sprach ich die Vermutung aus, daß die Höhle des Herzens nicht nur bei den Arthropoden, sondern bei den Metazoen überhaupt, zwischen zwei Plättchen des dorsalen oder ventralen Mesenteriums liege. Meine Auffassung unterlag damals einer Kritik seitens P. MAYERS (1886—1887), indem dieser Autor derartige Vergleiche für nutzlos (»um nicht zu sagen unstatthaft«) hielt, und ferner auf die Autorität BALFOURS hinwies, welcher in dem Herzen der *Araneida* einen endothelialen Belag beschrieb, dessen Existenz ich geleugnet hatte. Wir wissen nunmehr, daß ein solcher Belag bei den Arachniden überhaupt nicht vorkommt, während die von mir ausgesprochenen Erwägungen in einem Artikel von LANG (1904, S. 182) eine ganz andre Beurteilung erfahren haben, welcher Autor denselben eine »große Bedeutung« in der Geschichte dieser Frage beilegte. Gegenwärtig kann ich nicht behaupten, daß die Pericardialhöhle der Arthropoden einen Rest des Cöloms darstellt, indem sie, wie ich dies für



Textfig. 8 A, B, C.

Drei schematische Darstellungen (im Querschnitt) der vermutlichen Veränderung in der Anordnung des Mesoderms, in den Beinen eines Keimes der *Pedipalpa*.

Thelyphonus bereits beschrieben habe, die primäre Höhle (das Schizocöl) repräsentiert. Allein die Lage der Gefäße bei *Thelyphonus* bestätigt die allgemeine Regel vollauf, daß alle blutführenden Höhlen der Arachniden einen Rest der primären Höhle darstellen, gleich der Höhle des Herzens selbst.

Die Aorta stellt ihrer Lage nach offenbar einen Rest der Höhle zwischen den dorsalen Mesenterien dar. In der Nähe des Centralnervensystems liegen die Gefäße zwischen der Oberfläche des Nervensystems und der das letztere umhüllenden Schicht peritonealen Ursprungs, d. h. zwischen Ectoderm und Mesoderm. In den Extremitäten junger Stadien liegt in der Mitte ein cölomiales Kanal, in späteren Stadien — ein Gefäß. Ich vermute, daß sich dieses Gefäß

auf demjenigen Wege entwickelt hat, welcher in dem Schema der Textfig. 8 dargestellt ist.

Anfangs lag die Höhle des Gefäßes zwischen dem Ecto- und dem Mesoderm, allein später nahm sie wahrscheinlich eine mehr centrale Lage ein, wobei sie einige Zeit hindurch vermittels einer Brücke in der Art eines Mesenteriums mit der Mesodermwand in Verbindung blieb. Sodann verlor die Wand des Cöloms ihre Continuität, indem die Zellen aus ihrem Bestande zur Bildung von Muskeln und z. T. auch von Fettgewebe verwendet wurden. Das Gefäß kam auf diese Weise frei in der Höhle der Extremität zu liegen.

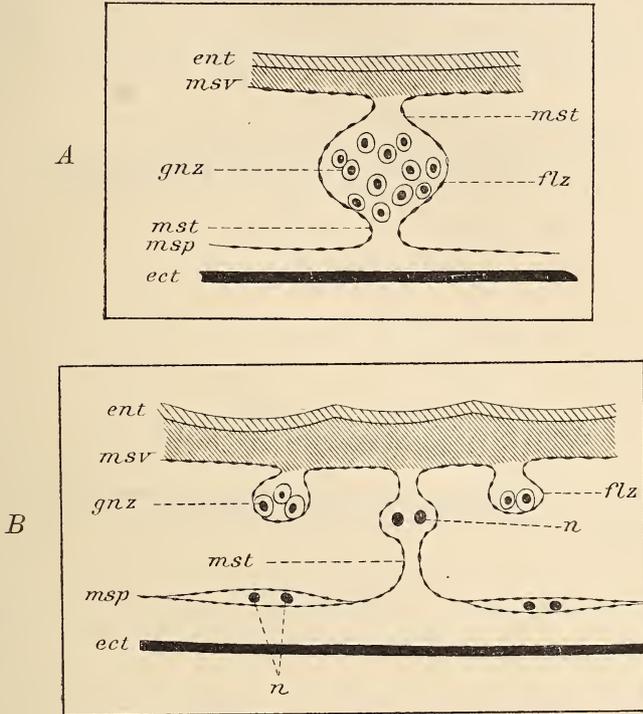
Eine äußerst interessante Stellung in der phylogenetischen Entstehung des Blutgefäßsystems nehmen *Dinophilus* und die niederen Crustaceen — u. zw. die Copepoden — ein. Sowohl *Dinophilus* als auch *Lernaea* (nach PEDASCHENKO, 1898) besitzen ein Cölom, welches bei ersterem noch immer eine geschlechtliche Funktion besitzt, bei letzterer dagegen eine solche Funktion nur zum Teile beibehält. Allein sowohl bei *Dinophilus* wie auch bei den Copepoden bleibt die primäre Höhle erhalten (bei *Dinophilus* hauptsächlich in der Umgebung des Darmes), aber sie hat noch nicht den Charakter von Gefäßen angenommen, sondern verbleibt in Gestalt ausgedehnter Lacunen.

Überhaupt erscheint sowohl die Entwicklung von *Thelyphonus*, als auch die Morphologie von *Dinophilus* und der niederen Crustaceen als ein glänzendes Argument zugunsten der Trophocöltheorie.

Anders verhält es sich jedoch mit der Genitocöltheorie.

Die von mir erzielten Ergebnisse über die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei den Phalangida und Pedipalpida sprechen deutlich für die Annahme, daß die Genitalhöhle der Arachnida keine sekundäre, sondern höchstwahrscheinlich eine primäre Höhle ist. Bei den Phalangida legt sich die unpaar bleibende Genitalhöhle zwischen die Bauchmesenterien (Textfig. 9A), während die paarige Genitalanlage der Pedipalpida zu beiden Seiten des Mesenteriums in der Masse der peritonealen Darmauskleidung gelagert ist (Textfigur 9B). Aus der Genitalanlage entstehen die Genital- und Epithelialzellen, aus der peritonealen Schicht dagegen — die sogenannten Follikelzellen der Gonade der Arachniden. Welcher Teil der Genitalausführgänge bei den Pedipalpida den Segmentalorganen entspricht, kann ich nicht sagen, da mir die vorhergehenden Stadien nicht zu Gebote stehen. Nach Analogie mit andern Arachniden kann man jedoch vermuten, daß der der Gonade zunächstliegende Teil der

Ausführgänge gerade diese Bedeutung besitzt und daß nur derjenige Abschnitt, welcher der Genitalöffnung am nächsten liegt, nach der Hypothese von TARNANI eine Modifizierung des inneren Skeletes darstellt, und zwar repräsentiert dieser Teil nach meiner Ansicht am



Textfig. 9 A u. B.

Schematische Darstellung der Beziehungen der Genitalanlage zu den benachbarten Organen; A, bei den Phalangida; B, bei den Pedipalpida.

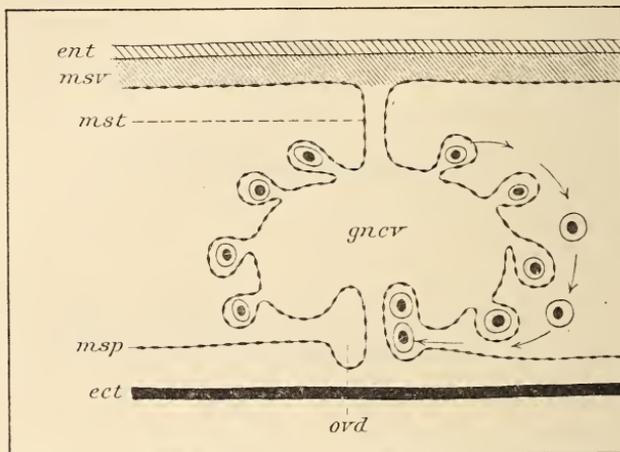
ehesten eine Modifizierung der zwischen den zweiten und dritten abdominalen Metameren liegenden intersegmentalen Falte.

Man wird demnach annehmen müssen, daß die Genitalgänge der Arachniden, welche ihrer Natur nach modifizierte Segmentalorgane vorstellen, mit ihrem inneren Ende dennoch nicht in das Cölom, sondern in die primäre Höhle ausmünden. Derartige Kombinationen sind auch in andern Fällen bekannt. Bei den erwachsenen Anura öffnen sich die Mesonephridialtrichter, indem sie ihre Kommunikation mit dem Cölom beibehalten, mit ihrem andern Ende in die Nierenvenen (BLES, 1898).

Für die Genitocöltheorie ist es jedoch von größter Wichtigkeit,

die Frage zu entscheiden, warum die Arachniden eine Ausnahme bilden, indem die Höhle der Gonaden bei ihnen keine cöliomiale ist, wie dies sonst bei den Metazoa allgemein der Fall ist.

Ich stelle mir die Sache so vor, daß bei den Arachnida die Eier und Spermatozoen ursprünglich in den die Gonade umgebenden Cöloμβezirk fielen, wohin auch das Paar von Segmentalorganen des zweiten Abdominalsegments mündete (Schema Textfig. 10).



Textfig. 10.

Schematische Darstellung des von mir vermuteten Weges der Genitalprodukte bei den Vorfahren der Arachniden (im Querschnitt)

Bei den Arachnida ist eine Spur dieses Prozesses durch die Erscheinung ausgedrückt, daß die Eifollikel bei ihrer Entwicklung nach außen vorgestülpt werden, wodurch sich ein traubenförmiges Ovarium herausbildet.

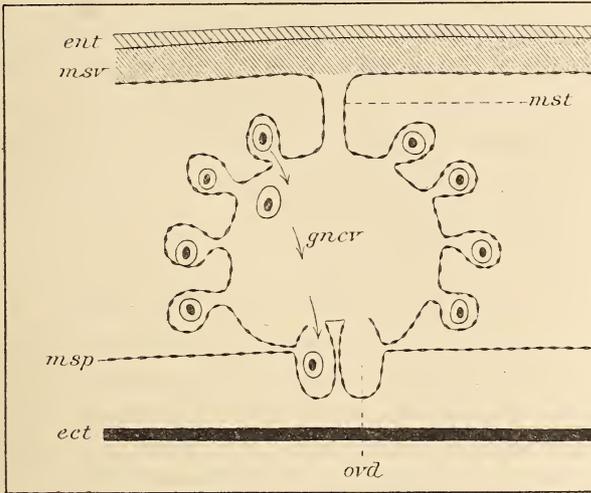
Bei einer derartigen Gestalt des Ovariums hätte man, nach Analogie mit den Vertebraten, naturgemäß ein Herausfallen der Eier in die Leibeshöhle durch einen Durchbruch der Follikelwand erwarten können, allein in Wirklichkeit fallen die Eier in die Ovarialhöhle, indem sie durch den äußerst engen Stiel des Follikels hindurchtreten.

Dieser Weg ist ein erst später erworbener und hat sich infolge der Entstehung einer Höhle im Ovarium herausgebildet. Ähnliche Höhlen, ebenfalls von nicht cöliomalem Ursprung, entstanden in den Ovarien der Amphibien, allein hier hat sich doch noch der ursprüngliche Weg für die Entfernung der Eier erhalten.

Bei den Arachniden sind die Segmentalorgane des zweiten

Abdominalsegmentes vermittelt ihrer inneren Enden mit dieser neuentstandenen Ovarialhöhle in Verbindung getreten und ihrer Verbindung mit dem Cöloim verlustig geworden (Schema Textfig. 11). Auf diese Weise repräsentiert diese Höhle zwar eine primäre Höhle, steht aber mit den Segmentalorganen in Verbindung.

Es muß noch bemerkt werden, daß das Verhalten der sekundären und der primären Höhle im Abdomen der Pedipalpida außerordentlich



Textfig. 11.

Schematische Darstellung des Weges der Genitalprodukte bei den Arachnida mit unpaariger Gonade (im Querschnitt).

an die Verhältnisse erinnert, welche HEYMONS (1901) für *Scolopendra* beschrieben hat. Im Cephalothorax bleibt dieses Verhalten unaufgeklärt, da mir keine Zwischenstadien zu Gebote standen. Man kann annehmen, daß überhaupt da, wo wir Fettgewebe gefunden haben, der Keim noch ein Cöloim enthielt, indem dieses Gewebe überall die Cöloimhöhlen anfüllt.

Die Abstammung der Arachniden von Formen, welche den Xiphosura nahestehen, hat natürlich viel Wahrscheinlichkeit für sich, allein es sind gleichzeitig Züge vorhanden, welche für einen gewissen Zusammenhang mit den niederen Tracheaten sprechen. Zu solchen Zügen gehören die nachstehenden: das von mir entdeckte Vorhandensein von cardio-cöloimialen Öffnungen bei den Pedipalpida, wie sie außerdem noch bei den Orthopteren zu finden sind; die Ähnlichkeit zwischen den Arachniden und den Myriapoden in der gegenseitigen Anordnung der sekundären und der primären Höhlen; die Ähnlichkeit

zwischen den Arachniden und Diplopoden in bezug auf die Lage der Genitalöffnung; die Ähnlichkeit zwischen den Arachniden und Rhyngochoten in der excretorischen Funktion der Anhänge des entodermalen Mitteldarmabschnittes (Leberlappen bei *Aphrophora* nach GADD [1902] und MALPIGHISCHE Gefäße der Arachniden); das Vorhandensein eines Endosternites bei *Julus*¹. Alles dies spricht für den Umstand, daß hier irgend ein Zusammenhang vorhanden ist, welcher uns vorderhand noch völlig unklar bleibt. Ich kann mich der Ansicht JAWOROVSKIS (1894, 1897) über die Abstammung der Crustaceen von den Arachniden nicht anschließen, da ich vermute, daß die Crustaceen von Würmern mit einer geringen Anzahl von Segmenten abstammen, welche ich als mesomere Würmer bezeichnet habe. Für die Vertreter dieser Würmer in der jetzt lebenden Fauna betrachte ich die Gattung *Dinophilus*. Meine diesbezüglichen Ansichten habe ich in einer in russischer Sprache gedruckten Notiz veröffentlicht und werde sie hier in Kürze mitteilen.

Die Arbeit von PEDASCHENKO (1898) über die Entwicklung von *Lernaea* bestätigt von neuem den tiefgreifenden Unterschied zwischen der Entwicklung der nauplialen und metanauplialen Segmente. Dieser Unterschied erstreckt sich auf eine ganze Reihe von Anlagen. Das naupliale Ectoderm ist unregelmäßig angeordnet, das metanaupliale dagegen in regelmäßigen Längsreihen (BERGH [1893], NUSSBAUM u. a. m.); die Gliedmaßen des *Nauplius* liegen seitlich, die metanauplialen dagegen auf der ventralen Seite, in engem Zusammenhang mit den ihnen entsprechenden Ganglien (GROOM [1894], SCHIMKEWITSCH [1896], PEDASCHENKO [1898]). Die Ganglien des *Nauplius* erscheinen in Form einer einfachen Verdickung des Ectoderms, während die metanauplialen Ganglien sich in Gestalt einer kleinen Zahl von Neuroblasten differenzieren (PEDASCHENKO [1893]), wobei die das Ganglion bildenden Zellen bei gewissen Crustaceen in Serien angeordnet erscheinen (BERGH [1893], SCHIMKEWITSCH [1896]).

Das Mesoderm des *Nauplius* tritt sehr früh auf, und seine Bildung kann bei *Chondracanthus*, *Notopterophorus* (SCHIMKEWITSCH [1896]) und *Lernaea* (PEDASCHENKO [1898]) leicht auf die übliche Form der Abtrennung von den Lippen des Blastoporus zurückgeführt werden, während das metanaupliale Mesoderm von einer am hinteren Körperende liegenden Ansammlung von Teloblasten geliefert wird.

Da die teloblastische Entwicklungsform eine sekundäre ist und bei der Entwicklung der metanauplialen Anlagen am häufigsten

¹ Ich sah dasselbe auf mir liebenswürdig von A. O. KOWALEVSKY gezeigten Präparaten.

auftritt, so drängt sich hier die Annahme auf, daß die metanauplialen Segmente im Vergleich zu den nauplialen später entstanden sind. Es erscheint außerordentlich wahrscheinlich, daß diese Segmente bereits zu einer Zeit auftraten, als die vorderen Segmente schon vorhanden waren, wodurch ihr Unterschied von diesen letzteren auch erklärlich erscheint. Die Zahl der Segmente zu bestimmen, aus welchen der *Nauplius* bestand, ist zur Zeit nicht möglich, da den Crustaceen, wie überhaupt allen Arthropoden der eigenartige Prozeß der Verlagerung postoraler Gliedmaßen vor den Mund eigentümlich ist; diese Verlagerung war wahrscheinlich von einem Verschwinden der vorderen Extremitäten und der Verschmelzung einer Reihe von Segmenten mit dem Kopflappen verbunden. Wenn es sich als richtig erweist, daß der Kopflappen der Arachniden mehrere Paare provisorischer Gliedmaßen trägt, so muß der Kopflappen mehreren Metameren entsprechen. Ferner haben wir Angaben über das Vorhandensein von präoralen Metameren bei den Myriapoden (HEYMONS [1897]) und Insekten (UZEL [1898]). Alle diese Tatsachen sprechen dafür, daß der *Nauplius* durchaus nicht aus nur drei Metameren besteht, wie man aus der Zahl der Gliedmaßen schließen könnte, sondern aus einer größeren Zahl von solchen. Wie groß die Zahl der in den verschiedenen Klassen der Arthropoden verschwundenen präoralen Metameren ist, diese Frage bietet bei dem gegenwärtigen Stand unsrer Kenntnisse ziemliche Schwierigkeiten, aus welchem Grunde alle unsre Voraussetzungen bezüglich der Homologie der Extremitäten bei den Arthropoden mehr oder weniger problematisch erscheinen.

Die erwähnte Verlagerung von postoralen Extremitäten vor den Mund war selbstverständlich von einer Verlagerung der ventralen Ganglien in den Kopf und deren Verschmelzung mit den Ganglien des Kopflappens verbunden. Andererseits verlor, mit der Verschmelzung der Extremitäten, deren Muskulatur ihren Zusammenhang mit dem Endosternit, dessen Beziehungen zu den einzelnen Metameren bei verschiedenen Formen eine wechselnde ist; dies letztere Verhalten wurde von R. LANKESTER (1885) betont, und ich (1894) schrieb darüber folgendes: »Bei *Limulus*, da, wo Muskeln vom Endosternit auch zu den Cheliceren verlaufen, wird ersterer wahrscheinlich auch von Sehnen des Chelicerensegments gebildet; bei Skorpionen nimmt dieses Segment schon keinen Anteil mehr an der Bildung des Endosternits, dafür aber gehört eine Abdominalsehne zum Endosternit. Die Cheliceren der andern Arachniden bekommen auch schon keine Muskeln mehr vom Endosternit, im Gegensatz zu den Maxillen aller andern Formen,

außer den Milben. Auch das Maxillensegment der Milben nimmt, wie es scheint, schon keinen Anteil mehr an der Bildung des Endosternits.«

Es ist nicht ohne Interesse hervorzuheben, daß wir bei zwei hochorganisierten Gruppen bilateral symmetrischer Tiere analoge Erscheinungen beobachten. Bei den Arthropoden werden die postoralen Extremitäten vor den Mund verlagert, und dieser Prozeß kann als eine Verlagerung des Mundes nach hinten betrachtet werden. Auch bei den Chordaten finden wir einen analogen Prozeß der Verlagerung des Mundes, wenn die Hypophysis des *Amphioxus* und anderer Chordaten die Überreste des primären Mundes darstellt; bei den Chordaten erfolgte diese Verlagerung jedoch durch Änderung der Funktionen und durch den Ersatz eines Organs durch ein andres.

Ich halte mich nicht bei den Einzelheiten der Frage auf, was die Mundöffnung der Chordaten eigentlich repräsentiert. Ich zweifle stark daran, daß es Kiemenspalten waren. Eher repräsentiert die Mundöffnung eine modifizierte unpaare Placode.

Die ursprüngliche Anlage der Mundöffnung bei den Cyclostomen erinnert außerordentlich an die Anlage einer Placode. Gleich den Gehörplacoden und den Placoden der Linsen, wird auch die Mundplacode unter künstlichen Bedingungen (z. B. bei Einführung von Zucker in das Eiweiß eines Hühnereies) einer außerordentlichen Wucherung unterworfen (SCHIMKEWITSCH, 1902 und 1904).

Bei den Arthropoden erfolgt gleichzeitig mit der erwähnten Verlagerung des Mundes eine Umbiegung der vorderen Ganglienknotten des Nervensystems nach hinten, wie dies bei dem Nervensystem der Arachniden und Crustaceen besonders deutlich zu sehen ist. Bei den Vertebraten biegt sich das vordere Ende des Nervenrohres nach der Bauchseite zu ein und befindet sich augenscheinlich im Bereiche des Infundibulums.

Die Ursache dieses Prozesses kennen wir nicht, aber die Tatsache seiner Existenz zwingt uns jedenfalls, bei der Vergleichung der Metameren des Kopfes in den verschiedenen Klassen der Arthropoden mit der äußersten Vorsicht zu Werke zu gehen.

Da wir den *Nauplius* nicht mit der *Trochophora* vergleichen können, indem ersterer gegliedert erscheint, so müssen wir unter den Würmern mit sekundärer Leibeshöhle und verhältnismäßig geringer Segmentzahl Umschau halten. Unter den Würmern mit sekundärer Leibeshöhle kann man vier Gruppen unterscheiden, welche, obgleich ihnen vielleicht kein systematischer Wert zugesprochen werden kann, dennoch in morphologischer Hinsicht von Wichtigkeit sind:

1) Formen mit sekundärer ungegliederter Leibeshöhle oder eingliedrige, wie die Sipunculida und Nematomorpha¹.

2) Formen mit segmentierter sekundärer Leibeshöhle und geringer Anzahl von Segmenten, wahrscheinlich drei wie die Enteropneusta, Pterobranchia, Brachiopoda, Chaetognatha, Phoronida, Bryozoa², d. h. eine Reihe von Formen, welche ich (1892) unter dem Namen Triarticulata zu vereinigen vorschlug (Trimetamera von MASTERMAN).

3) Formen mit sekundärer Leibeshöhle und einer mittleren Anzahl von Segmenten, wie *Dinophilus*.

4) Formen mit sekundärer Leibeshöhle und einer großen Anzahl von Segmenten, wie die Annelida.

Die zweite Gruppe, die oligomeren Würmer, wird neuerdings von einzelnen Autoren als Ausgangsform der Echinodermen einerseits, und der Chordaten andererseits angesehen. Was die dritte Gruppe betrifft, welche Formen mit einer mittleren Anzahl von Segmenten enthält — die mesomeren Würmer —, so kann dieselbe als die Ausgangsform für die Crustaceen betrachtet werden.

In Berücksichtigung der Tatsache, daß der bläschenförmige Endabschnitt der Segmentalorgane bei *Dinophilus* Indigokarmin nicht ausscheidet, welches letzterer dagegen von den übrigen Abschnitten dieser Organe ausgeschieden wird, wie dies von mir (1898) seinerzeit beschrieben wurde³, spricht ZIEGLER (1898) die Annahme aus, daß

¹ Diese beiden Gruppen stehen sich viel näher, als man gewöhnlich annimmt.

² Nach der letzten Mitteilung (1905) von LEBEDINSKY im Biologischen Centralblatt (Bd. XXV, Nr. 16, S. 536—548) erscheint der Keim von *Pedicellina* von deutlich dreigliedriger Gestalt und besitzt ein deutlich ausgesprochenes Cölom. Aus dem vorderen Paare von Cölohmöhlen entstehen die Nephridien, aus den beiden andern Paaren — die männlichen und weiblichen Gonaden, wie bei *Sagitta*. Die embryonale Dreigliederung von *Phoronis* ist bis jetzt noch nicht erwiesen. In dem oben erwähnten Aufsätze (1892) habe ich vor MASTERMAN (1896—1902) u. a. m. auf den Zusammenhang der erwähnten Formen mit den Chordaten hingewiesen und ebenso die Bedeutung der Bildung des Ganglions bei den Bryozoen durch Invagination nach der Beschreibung von SÄFFTIGEN (1888) betont. Gegenwärtig hat SCHULZ (1904) nachgewiesen, daß bei der Regeneration von *Phoronis* deren Ganglion durch Invagination entsteht. Nach einer mündlichen Mitteilung von DAWYDOFF ist es demselben gelungen, bei der Entwicklung der Brachiopoden dieselbe Erscheinung zu beobachten. Bei *Phoronis*, wie auch bei den Enteropneusta, ist die Peripherie des regenerierenden Ganglions von einer faserigen Substanz eingenommen, während die zentrale Höhle von Zellen umgeben ist, aus welchen zum Teil die Ganglienzellen, zum Teil Gliazellen entstehen.

³ Die Tatsache, daß bei einigen Würmern, nämlich den Sipunculiden, die Segmentalorgane Indigokarmin, nicht aber Karmin ausscheiden, wurde von mir

der erwähnte bläschenförmige Endabschnitt der Segmentalorgane bei *Dinophilus* nichts anderes vorstellt, als einen Abschnitt des Cöloms, welcher mit den Excretionsorganen in Verbindung steht. Ich gehe hier nicht weiter auf die Frage ein, in welchem Maße dieser Umstand zugunsten der Nephrocöltheorie spricht, halte aber die Voraussetzung ZIEGLERS für sehr wahrscheinlich, da sie das scheinbare Fehlen eines Zusammenhanges zwischen den Metanephridien und dem Cölom bei *Dinophilus* erklärt. *Dinophilus* zeigt uns demnach dieselbe Differenzierung des Cöloms in zwei Abschnitte, wie auch bei den Arthropoden: einen geschlechtlichen Abschnitt und einen excretorischen Abschnitt. Der erstere ist bei *Dinophilus* durch die Höhle repräsentiert, in welcher die Geschlechtsprodukte heranreifen, und durch die Gonaden bei einigen Arthropoden, der zweite dagegen durch die Endbläschen der Segmentalorgane bei *Dinophilus* und durch diejenigen der Antennen- und Maxillendrüse bei den Crustaceen u. a.

Dieses analoge Verhalten steht nicht vereinzelt da: es wurde bereits erwähnt, daß wir bei *Dinophilus* ein gleichzeitiges Auftreten der sekundären und der primären Leibeshöhle sehen, welche letztere in der Nähe des Darmes persistiert und noch nicht den Charakter des Blutgefäßsystems angenommen hat. Bei *Lernaea* haben wir nach den Beobachtungen von PEDASCHENKO (1898) nach vollendeter Metamorphose ganz ebenso ein deutlich ausgesprochenes segmentiertes Cölom, dessen einer Teil der Genitalanlage anliegt, und gleichzeitig mit dem Cölom ist auch die primäre Leibeshöhle vorhanden. Ebenso hält PEDASCHENKO das von HEIDER (1879) für *Lernanthropus* beschriebene geschlossene Blutgefäßsystem, welches keine geformten Elemente enthält, für einen Überrest des Cöloms, nicht aber für ein Blutgefäßsystem. Es gibt noch ein Merkmal von geringerer Bedeutung, welches *Dinophilus* mit den Arthropoden verbindet: es ist dies das Vorhandensein eines Quermuskels dicht am hinteren Rand des Kopfganglions in der Region des hinteren Wimperkranzes am Kopfe (s. meine Abbildung Taf. VI, Fig. 29 C, 1895); dieser Muskelstrang nimmt in bezug auf das Nervensystem dieselbe Lage ein, wie der Endosternit der Arachniden und der Schalenmuskel der Crustaceen. Da sich an eben dieser Stelle

im Jahre 1889 konstatiert (SCHIMKEWITSCH, Bericht über eine Reise ins Ausland im Sommer 1889. Trav. Soc. Imp. Nat. St. Pétersburg. Sect. Zool. et Phys. T. XXI. p. 37—44. 1890) und später (1899) durch METALNIKOFF (Das Blut und die Excretionsorgane von *Sipunculus nudus*. Mitth. Zool. Station zu Neapel. Bd. XIII. 1899), welchem mein Aufsatz unbekannt geblieben war, bestätigt, wobei dieser Autor den Vorgang näher untersuchte.

bei *Dinophilus* die Züge der Längsmuskeln kreuzen und von der einen Seite auf die andre hinübergehen, so haben wir es im vorliegenden Falle mit der Tendenz zur Bildung eines Muskelkomplexes zu tun, welcher dem Schalenmuskel und dem Endosternit entspricht, und ihnen homodynam ist.

Auf Grund des oben Dargelegten erscheint es demnach wahrscheinlich, daß *Dinophilus*-artige Vorfahren der Crustaceen Extremitäten erworben haben und Arthropoden mit mittlerer Gliederzahl den Ursprung gaben; erst in der Folge wurden neue Glieder hinzugefügt, welche denn auch gewisse Merkmale an sich tragen, die in ihrer vereinfachten (teloblastischen) Entwicklungsweise zutage treten.

Es läßt sich selbstverständlich nicht mit Gewißheit behaupten, daß die Vorfahren der Crustaceen dieselbe Anzahl von Metameren besessen haben, wie *Dinophilus*, jedenfalls aber war ihre Metamerenzahl nicht bedeutend.

Sehr plausibel erscheint die Annahme, daß bei den Vorfahren der Crustaceen die Geschlechtsöffnung am hinteren Körperende gelegen war, und daß ihre Lage an den mittleren Segmenten (Crustaceen, Arachniden und Diplopoden) darauf hindeutet, daß die hinteren Segmente des Körpers im Vergleich zu den vorderen Segmenten als die später entstandenen aufzufassen sind. Eine derartige Annahme ist jedoch mit einer ganzen Reihe verwickelter Fragen verknüpft, wie die Abstammung der Myriapoden u. a. m.

Auf jeden Fall müssen wir die Möglichkeit einer Verlagerung der Geschlechtsöffnung von einem Segment auf ein andres während der genetischen Entwicklung der einzelnen Arthropodengruppen zulassen, welche Verlagerung als eine Folge davon anzusehen ist, daß verschiedene Metanephridienpaare in verschiedenen Fällen dem Funktionswechsel unterlagen, und zwar liegen hierfür eine Menge von Gründen vor. Erstens sind die männlichen und weiblichen Geschlechtsöffnungen der Crustaceen homodynam, nicht aber homolog. Zweitens ist die Anzahl der vor den Geschlechtsöffnungen liegenden Metameren bedeutend größer als die Zahl der entsprechenden Segmente, welche wir für die Vorfahren der Crustaceen annehmen können.

Es ist wohl möglich, daß diese selben mesomeren Würmer, ähnlich *Dinophilus*, die Pantopoden und Tardigraden als vollständig selbständige Zweige entstehen ließen, welche denjenigen Zweigen parallel sind, von welchen die Crustaceen und Arachniden ihren Ursprung nahmen. Immerhin bleibt aber die Frage unbeantwortet, wodurch sich die obenerwähnten, den Arachniden und niederen Tracheaten

gemeinsamen Züge erklären lassen, wenn die Stammformen dieser beiden Gruppen durchaus verschieden waren, indem die typischen Tracheaten aller Wahrscheinlichkeit nach von den polymeren Würmern, d. h. von den Annelida abstammen. Gewöhnlich pflegt man in solchen Fällen eine Konvergenz der Merkmale heranzuziehen, allein für mich ist die Frage über die phylogenetischen Beziehungen dieser Gruppen durchaus noch nicht völlig aufgeklärt und endgültig entschieden.

St. Petersburg, im Dezember 1905.

Literaturverzeichnis.

- F. M. BALFOUR, Note on the development of Araneina. Studies from the Morphol. Laborat. Univ. Cambridge. 1880.
- R. S. BERGH, Beitr. zur Embryologie der Crustaceen. Zool. Jahrb. Bd. VI u. VII. 1893.
- PH. BERTKAU, Über den Verdauungsapparat der Spinnen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIV. 1885.
- E. BLANCHARD, L'organisation du Règne animal. Paris.
- C. BÖRNER, Beiträge zur Morphologie der Arthropoden. I. Ein Beitrag zur Kenntnis der Pedipalpen. Zoologica. Bd. XVII. 1904.
- AUG. BRAUER, Beitr. zur Kenntnis der Entwicklungsgesch. des Skorpions. I. u. II. Diese Zeitschr. Bd. LVII. 1894—1895.
- A. F. BRUCE, Observations on the Nervous System of Insects and Spiders and some preliminary observations on Phrynus. Johns Hopkins University Circulars Baltimore. Vol. VI. 1886—87. No. 54. p. 47.
- E. CLAPARÈDE, Recherches sur l'évolution des Araignées. Utrecht 1862.
- A. CRONENBERG, Über die Mundteile der Arachniden. Archiv für Naturgesch. Bd. XLVII. 1880. S. 285—300.
- C. DAVYDOFF, Les résultats du voyage scientifique au Java etc. Trav. Labor. Zool. et Stat. biol. de Sébastopol de l'Ac. Imp. de St. Pétersbourg. No. 3. 1903. p. 1—6.
- Die phagocytären Organe der Insekten und deren morphologische Bedeutung. Biolog. Centralbl. Bd. XXIV. Nr. 13. 1904. S. 431—440.
- V. FAUSSEK, Studien über die Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Phalangiden. (Russisch.) Travaux Soc. Nat. St. Pétersbourg. XXII. Bd. 1891.
- V. FRANZ, Über die Struktur des Herzens und die Entstehung von Blutzellen bei Spinnen. Zool. Anz. Bd. XXVII. Nr. 6. 1904. S. 192—204.
- W. GADZIKIEWICZ, Zur Phylogenie des Blutgefäßsystems bei Arthropoden. Zool. Anz. XXIX. Bd. Nr. 1. 1905. S. 36—40.
- L. H. GOUGH, The Development of Admetus pumilio. Quart. Journ. of Microsc. Science. No. 180. (Vol. XLV. Part. 4.) 1902. p. 595—630.
- TH. GROOM, Early development of Cirripedia. Phil. Trans. V. 1894.
- K. HEIDER, Die Gattung Lernanthropus. Arb. a. d. Zool. Inst. d. Univers. Wien. Bd. II. 1879.

- R. HEYMONS, Mittheilungen über die Segmentierung und den Körperbau der Myriapoden. Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin. XX. 1898.
- Die Entwicklungsgeschichte der Scolopender. Zoologica. XIII. Bd. Heft 32. 1901. S. 1—244.
- A. JAWOROWSKI, Über die Extremitäten bei den Embryonen der Arachniden und Insekten. Zool. Anz. Bd. XIV. 1891. S. 164—169, 173—176.
- Über die Extremitäten, deren Drüsen und die Kopfsegmentierung bei *Trochosa singoriensis*. Ibid. Bd. XV. 1892.
- Die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen bei *Trochosa singoriensis* Lam. Tagebl. d. 66. Vers. Deutsch. Naturf. u. Arzte. Wien 1894. Nr. 6.
- Die Entwicklung der sog. Lungen bei den Arachniden usw. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894. S. 54—78.
- Zu meiner Extremitäten- und Kiementheorie bei den Arthropoden. Zool. Anz. Bd. XX. Nr. 532. 1897.
- K. KISHINOUE, On the Develop. [of Araneina. Journ. Coll. Sc. Univ. Tokyo. IV. 1891.
- Note on the Coelomic Cavity of the Spiders. Ibid. VI. 1894.
- A. A. KOROTNEFF, Bericht über eine Reise nach Niederländisch-Indien. (Russisch.) Trav. Soc. Imp. natur. St. Pétersbourg. T. XIX. 1885. (Auch im Archive de Biologie.)
- E. KORSCHULT u. K. HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Jena 1890.
- A. O. KOWALEVSKY u. M. SCHULGIN, Zur Entwicklungsgeschichte des Skorpions (*Androctonus ornatus*). Biol. Centralbl. Bd. VI. 1886—87.
- A. O. KOWALEVSKY, Sur les organes excréteurs chez les arthropodes terrestres. Congrès intern. de Zoologie à Moscou. I. 1892. p. 187—235.
- Etudes sur le cœur de quelques Orthoptères (communication préliminaire). Arch. Zool. Experim. et Générale. 3 sér. t. II. 1894. p. 485—490.
- A. LANG, Beiträge zu einer Trophocöltheorie usw. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXXVIII (31). 1903—1904. Taf. I—VII.
- RAY LANKESTER, Comparison of the muscular and endoskeletal system of *Limulus* and *Scorpio* etc. Trans. Zool. Soc. London. V. XI. 1885.
- A. LENDL, Über die morpholog. Bedeutung der Gliedmaßen bei den Spinnen. Math.-naturwiss. Ber. Ungarn. Bd. IV. 1886.
- B. D. LEPESCHKIN, Bemerkungen über den Richtungs- und Dotterkörper in dem sich entwickelnden Ei von *Moina rectirostris*. (Russisch.) Bull. Soc. Imp. amat. sc. natur., anthrop. et ethnogr. Moscou. T. XCVIII. 1900.
- A. LOCY, Development of *Agelena naevia*. Bull. Mus. of Comp. Zool. of Harvard College. Vol. XII. 1886—87.
- P. MAYER, Über die Entwicklung des Herzens usw. bei den Selachiern. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. VII. 1886—87.
- E. METSCHNIKOFF, Embryologie des Skorpions. Diese Zeitschr. Bd. XXI. 1871.
- E. MEYER, Studien über den Körperbau der Anneliden. Mitth. a. d. Zool. Stat. zu Neapel. Bd. XIV. Heft 3 u. 4. 1901.
- MORIN, Beobachtungen über die Entwicklung der Spinnen. (Russisch.) Mém. Soc. Natur. Odessa. T. XIII. 1888.
- TH. ODENSAMMER, Die Coxaldrüsen von *Thelyphonus caudatus*. Zool. Anz. Bd. XIII. Nr. 488. 1895. S. 424—425.

- P. PAPPENHEIM, Beitrag zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von *Dolomedes fimbriatus*, mit besonderer Berücksichtigung der Bildung des Gehirns und der Augen. Diese Zeitschr. Bd. LXXIV. 1903. S. 109—154. Taf. VII—VIII.
- D. PEDASCHENKO, Die embryonale Entwicklung und Metamorphose von *Lernaea branchialis* L. (Russisch.) Trav. Soc. Nat. St. Pétersbourg. T. XXVI. Livr. 4. 1898. S. 1—307. Pl. I—VI.
- S. PEREYASLAVZEVA, Les premiers stades du développement des Pedipalpes. Compt. Rend. Ac. Sciences. Paris. Vol. CXXV. 1897. p. 319—321.
 — Les derniers stades du développement des Pedipalpes. Ibid. Vol. CXXV. 1897. p. 377—380.
 — Développement embryonnaire des Phrynes. Ann. d. Sc. Natur. Zoologie. T. XIII. 8 sér. 1901. p. 116—304.
- R. I. POCOCK, Studies on the Arachnid Entosternite. Quarterly Journ. Microsc. Soc. Vol. XLVI. part 11 (No. 182). 1902. p. 225—264.
 — On some Points in the Anatomy of the Alimentary and Nervous Systems in the Arachnida Suborder Pedipalpi. Proc. Zool. Soc. London. Vol. II. Part. 1. p. 169—188. 1902.
- POKROVSKY, Noch ein Paar Kopfhücker bei den Spinnenembryonen. Zool. Anz. Bd. XXII. 1899. S. 272—273.
- F. PURCELL, Note on the Development of the Lung, Entapophyses, Tracheae and Genital Duct in Spiders. Zool. Anz. Nr. 486. 1895.
- W. SALENSKY, Die Entwicklungsgeschichte der Araneina. (Russisch.) Schrift. Ges. Naturf. Kiev. 1871.
- W. SCHIMKEWITSCH, Étude sur le développement des Araignées. Arch. de Biologie. Vol. VI. 1884.
 — Über die Identität der Herzbildung bei den Wirbel- und wirbellosen Thieren. Zool. Anz. Bd. VIII. 1885.
 — Noch etwas über die Identität der Herzbildung bei den Metazoen. Ibid. 8. Jahrg. 1885.
 — Sur les relations génétiques de quelques groupes des Metazoaires. Congrès Intern. Zool. Moscou 1892. Th. II. 1893.
 — Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung des *Dinophilus* vom Weißen Meere. Diese Zeitschr. Bd. LIX. 1895.
 — Studien über parasitische Cephalopoden. Ibid. Bd. LXI. 1896.
 — Über die Entwicklung des Darmkanales bei einigen Arachniden. (Russisch.) Trav. Soc. Nat. St. Pétersbourg. T. XXIX. Livr. 2. 1898.
 — Über Bau und Entwicklung des Endosternites der Arachniden. Zool. Jahrbücher. Abth. f. Anat. Bd. VIII. 1899.
 — Experimentelle Untersuchungen an meroblastischen Eiern. II. Die Vögel. Diese Zeitschr. Bd. LXXIII. 1902. S. 167—277. Taf. XI—XVI.
 — Über die Entwicklung von *Thelyphonus caudatus* (L.). Zool. Anz. Bd. XXVI. 1903. Nr. 707. S. 665—685.
 — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. St. Petersburg 1904. (Russisch.)
- O. L. SIMMONS, Development of the Lungs of Spiders. Tufts College Stud. No. 2. 1894. p. 49—62.
- A. STRUBELL, Zur Entwicklungsgeschichte der Pedipalpi. Zool. Anz. Bd. XV. 1892. Nr. 385—386. S. 87—93.

- J. P. STSCHEKANOVZEFF, Materialien zur Kenntnis der Anatomie der Pseudoskorpione. (Russisch.) Moskau 1903. S. 1—202.
- J. K. TARNANI, Über die Thelyphoniden aus den Sammlungen einiger russischen Museen. I. Horae Soc. Entom. Ross. T. XXIX. 1895. S. 111—121.
- Zur Morphologie des *Thelyphonus*. Zool. Anz. Bd. XIX. 1896. Nr. 498. S. 115—116.
- Anatomie de *Thelyphonus caudatus* (L.). Varsovie 1904. (Russisch.) S. 1—288. Taf. I—VI.
- H. UZEL, Studien über die Entwicklung der apterygoten Insekten. Berlin 1898.
- J. WAGNER, Die Geschichte der embryonalen Entwicklung von *Ixodes calcareatus* Bir. (Russisch.) Trav. Soc. Nat. St. Pétersbourg. 1894.
- A. WEISMANN u. C. ISHIKAWA, Über die Paracopulation im Daphnidenei, sowie über Reifung und Befruchtung desselben. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. Bd. IV. 1891.
- H. ZIEGLER, Über den derzeitigen Stand der Cölomfrage. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Erklärung der allgemeinen Bezeichnungen für die Abbildungen
im Text und auf den Tafeln.

- abdev*, Höhle der Abdominalganglien;
abdgnl, Abdominalganglien;
ad, Fettgewebe und peritonealer Belag;
adv u. *adr*, Adventitia verschiedener Organe;
an, Analöffnung;
ao, Aorta;
auhl, Höhle des Augenbeckers;
bf, Befestigungsapparat des Herzens;
blz, Blastodermzellen;
br, Kiemenblättchen;
ch, Chitinauskleidung;
chabd, Integumentvertiefung an der Grenze zwischen Cephalothorax und Abdomen, auf der Ventralseite;
chgr, Integumentvertiefung an der Basis der Cheliceren;
clk, Cloacalsack;
cm, Cumulus primitivus und die darunterliegenden Zellen;
co, Cornea oder äußerste Schicht der Linse;
coec, cephalothoracale Blindfortsätze des Mitteldarmes;
coecmd, die gleichen Fortsätze, den Cheliceren entsprechend;
coecmx, die gleichen Fortsätze, den Pedipalpen entsprechend;
coeepdI—coeepd4, die gleichen Fortsätze, den I—IV Beinpaaren entsprechend;
coel, Cölom;
crel, cardio-cöломiale Öffnungen und die ihnen entsprechenden Kanäle im Fettgewebe;
exdr, Coxaldrüsen;

- cxdt*, deren Ausführgänge;
cv, Höhlen von unbekannter Bedeutung;
do, Rückenorgan;
dtk, Dotterkerne;
dtx, Dotterzellen oder Vitellophagen;
endst, Endosternit und dessen Anlage;
ent, Entoderm;
ent₁ und *ent₂*, zwei Arten von Zellen im Mitteldarmepithel;
ept, Epithel verschiedener Organe;
esk, inneres ectodermales Skelet;
fhk, Kerne der Dotterpyramiden;
fl, Spinnwarzen;
flx, Follikelzellen der Gonaden;
fr, Stirnfortsatz und Höhle desselben;
frgr, Frontalgrube;
glfr, die Ameisensäure ausscheidenden Giftdrüsen;
glg, Lungendrüse;
glk, Glaskörper des Auges;
gn, Gonade;
gnev, Höhle der Gonade;
gnd, Genitalgänge;
gnl, Ganglienanlagen und Ganglien des erwachsenen Tieres;
gst, Gastraleinstülpung;
hp, Leberlappen des Mitteldarmes;
hpabd₁–hpabd₁₀, Leberlappen des ersten bis zehnten Abdominalsegmentes;
hr, Herz und dessen Höhle;
hrh, Haare des Integumentes und deren Anlagen;
int, Hinterdarm;
kl, Klappen des Herzens;
ktp, Kopflappen;
le, die Lungen umgebende Lacune;
lg, Anlage der Lunge;
lgbl, Lungenblättchen;
lgh, Lungenhöhle;
lqp, Wucherungspunkt der Lunge;
ls und *l*, Augenlinse;
lv, Schizocöl, dessen Überreste später die Lungenvenen bilden;
m, Muskeln;
mal, flügelartige Herzmuskeln;
mau, Anlage des medianen Auges;
maucv, Höhle in den Ganglien der medianen Augen;
maugl, Ganglien des medianen Auges;
md, Cheliceren;
mdgnl, Chelicerenganglien;
mds, dorsale Längsmuskeln;
mdv, Dorsoventralmuskeln;
ml, Längsmuskulatur;
mpc, pericardiale Muskeln des Herzens;
mpg, MALPIGHISCHE Gefäße;
mr, Ringmuskulatur;

- msct*, subcutane Bindegewebsschicht;
ms und *msd*, Mesoderm;
msent, Mesoentoderm;
msk, Muskelschicht verschiedener Organe;
msp, parietales Blatt des Mesoderms;
msi, Mesenterium;
mtl, Mitteldarm;
mv, ventrale Längsmuskeln;
maxgl, Pedipalpanglien;
n, Nerven und Kommissuren;
nms, mesodermale Elemente des Nervensystems;
nop, Sehnerv;
nsp, unpaarer Nerv, welcher über das Herz hinzieht;
ocp, Occipitalregion des Kopfganglions;
oes, Oesophagus;
pabd, abdominale Beine oder der denselben entsprechende Vorsprung;
per u. *pre*, Pericardium und dessen Höhle;
pd₁—pd₄, cephalothoracale Beine;
pdev, Höhlen in denjenigen Ganglien, welche den cephalothoracalen Beinen entsprechen;
pdgnl, Ganglien der cephalothoracale Beine tragenden Segmente;
ph, Blutzellen und Phagocyten;
phr, Pharynx;
pr, vorderer Keimfleck mit den darunterliegenden Zellen;
prt, perineuraler Abschnitt des Auges;
r, Rostrum;
rct, Rectum;
rs, Receptaculum seminis und der demselben beim Männchen entsprechende Teil;
rt, retinaler Abschnitt des Auges und retinale Kerne;
sau, Seitenaugen;
saugl, Anlagen der Seitenaugenganglien;
saucv, Höhlen in den Seitenaugenganglien;
sg, Saugnäpfe an den Beinen der Larve;
sgabd, vorderer Teil des Lungensegmentes;
sgh, Furchungshöhle und die intercellulären Zwischenräume;
sl, Seitenplatten des Keimes;
slp, Schwanzlappen;
so, Seitenorgan;
srx, Fettzellen mit saurer Reaktion;
st, Stäbchen der Retina;
str, Stroma der Coxaldrüse;
utr, Uterus (femininus et masculinus);
v, Gefäße;
vc, Vitellocyten;
vcx, längs der Coxaldrüse verlaufendes Gefäß;
vmd, Gefäße der Cheliceren;
vmx, Gefäße der Pedipalpen;
vpd₁—vpd₄, Gefäße der Beine;
vsfr, Blase der Ameisensäure ausscheidenden Giftdrüse;

- xxl*, Interstitialzellen der Coxaldrüse;
 1—6, Segmente des Cephalothorax mit den entsprechenden Extremitäten;
 7—15, Segmente des Abdomens;
 16—18, Segmente des Postabdomens.

Fig. 1—90 beziehen sich auf die Entwicklung von *Thelyphonus caudatus*; Fig. 91—102 auf die Entwicklung der Araneida; Fig. 103—108 auf die Entwicklung der Phalangida.

Tafel I.

Fig. 1. Durchschnitt eines Eies von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium der Dotterpyramiden.

Fig. 2. Durchschnitt eines Eies von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium, wo der Zerfall der Pyramiden und die Bildung des Blastoderms beginnt.

Fig. 3. Durchschnitt eines Eies von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium des endgültigen Zerfalles der Pyramiden und der Differenzierung des Blastoderms.

Fig. 4—9. Äußerliche Veränderungen des Keimes von *Thelyphonus caudatus*: 4, Stadium mit Cumulus und vorderem Fleck; 5, Stadium A; 6, Stadium B; 7, Stadium C; 8, Stadium D von der ventralen Seite aus gesehen; 9, Stadium D in der Lateralansicht.

Fig. 10. Sagittalschnitt durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium, wo Cumulus und vorderer Keimfleck noch nicht miteinander verschmolzen sind.

Fig. 11 u. 12. Sagittalschnitte durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* mit Gastraleinstülpung.

Fig. 13. Teil eines Schnittes durch ein Ei von *Thelyphonus caudatus* auf demselben Stadium: Bildung der Dotterzellen.

Fig. 14. Teil eines Schnittes durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium A: Bezirk der Bauchfläche.

Fig. 15. Teil eines Schnittes durch ein Ei von *Thelyphonus caudatus* auf dem gleichen Stadium A: Abschnitt der Rückenfläche mit dem rätselhaften Häufchen degenerierender Zellen.

Fig. 16. Querschnitt durch den hinteren Abschnitt eines anormal entwickelten Keimes von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium nach dem Verschwinden des Cumulus und der Gastraleinstülpung.

Fig. 17. Querschnitt durch ein Bein von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium B: Beginn der Bildung des Cöloms in den thoracalen Extremitäten.

Fig. 18. Teil eines Querschnittes durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium B: Bildung der mesodermalen vielkernigen Phagocyten.

Fig. 19. Teil eines Schnittes durch ein Ei von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium mit getrenntem Cumulus und vorderem Fleck: Schnitt durch den Cumulus mit Zellen in erhöhtem Ernährungsprozeß.

Tafel II.

Fig. 20. Teil eines Querschnittes durch den Schwanzlappen eines Keimes von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium D.

Fig. 21 A, B, C, D. Vier Querschnitte durch einen Keim von *Thelyphonus*

caudatus auf dem Stadium *B*: *A*, durch den Schwanzlappen; *B*, durch ein Abdominalsegment; *C*, durch ein Thoracalsegment; *D*, durch den Kopflappen.

Fig. 22. Querschnitt durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *C*, im Bereiche des Cephalothorax: Beginn des Verschlusses der Cölohmöhlen.

Fig. 23. Querschnitt durch das zweite Thoracalsegment eines Keimes von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*: Wucherung der Cölohmöhlen an den Seitenflächen des Keimes.

Fig. 24. Sagittalschnitt durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *C*.

Fig. 25 *A, B, C*. Drei Sagittalschnitte durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *B*: *A*, näher zur Medianlinie; *B*, näher zur lateralen Fläche; *C*, noch mehr seitlich.

Fig. 26. Teil eines Schnittes durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*: Seitenorgan.

Fig. 27 *A u. B*. Zwei Querschnitte durch das Vorderende eines Keimes von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*: *A*, durch den Kopflappen; *B*, auf der Grenze zwischen dem Kopflappen (auf der Zeichnung links) und dem ersten Thoracalsegmente (auf der Zeichnung rechts).

Fig. 28. Sagittalschnitt durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *A*.

Fig. 29. Querschnitt durch das hintere Thoracalsegment eines Keimes von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*.

Tafel III.

Fig. 30. Teil eines Schnittes durch einen im Ausschlüpfen begriffenen Keim von *Thelyphonus caudatus*: trichogene Zellen.

Fig. 31. Teil eines schiefen Längsschnittes (fast Sagittalschnitt) durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*; der Schnitt hat den Schwanzlappen und die Abdominalsegmente getroffen.

Fig. 32 *A u. B*. Zwei Querschnitte (in bezug auf den Keim Horizontalschnitte) durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*; die Schnitte haben den Schwanzlappen und die Abdominalsegmente getroffen; *A*, weiter nach vorn, *B*, weiter nach hinten zu.

Fig. 33. Sagittalschnitt durch einen Keim von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*; der Schnitt hat den Kopflappen, die Thoracalsegmente und den Schwanzlappen getroffen.

Fig. 34. Teil eines Querschnittes durch den Kopflappen eines Keimes von *Thelyphonus caudatus* auf dem Stadium *D*.

Fig. 35 *A u. B*. Zwei Stadien in der Entwicklung der Seitenaugen (im Schnitte) einer Larve von *Thelyphonus caudatus* vor deren Ausschlüpfen.

Fig. 36. Seitenaugen eines jungen *Thelyphonus caudatus* im Lateralschnitte.

Fig. 37. Kombiniertes Querschnitt durch das Bein eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 38. Ein Haar von den Cheliceren eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 39 *A u. B*. Zwei Querschnitte durch das Vorderende einer Larve im Augenblicke des Ausschlüpfens.

Fig. 40 *A u. B*. Teile von zwei Querschnitten durch den vorderen Abschnitt einer Larve von *Thelyphonus caudatus*, zwei Tage nach dem Ausschlüpfen, im Bereiche des Entstehens der Ganglien von den Seitenaugen.

Fig. 41. Teil eines Querschnittes durch den vorderen Abschnitt einer älteren Larve von *Thelyphonus caudatus*, im Bereiche des Entstehens der medianen Augen, deren Höhlen mit der Höhle des Frontalgrübchens in offener Verbindung stehen.

Fig. 42 A. Teil eines Querschnittes durch eine gleiche Larve in derselben Region.

Fig. 42 B. Schnitt durch die Anlage eines medianen Auges von einer gleichen Larve mit der charakteristischen Anordnung der Zellen des retinalen Abschnittes.

Fig. 43. Teil eines Querschnittes durch den vorderen Teil einer Larve von *Thelyphonus caudatus* im Bereiche der medianen Augen, mit bereits differenzierten Anlagen des Glaskörpers.

Fig. 44. Teil eines Sagittalschnittes durch den Hinterleib einer Larve von *Thelyphonus caudatus* im Augenblicke des Ausschlüpfens, im Bereiche der Lungenanlagen.

Fig. 45. Teil eines Querschnittes durch die weiter vorgeschrittene Lungenanlage einer Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 46. Noch weiter entwickelte Lungenanlage einer Larve von *Thelyphonus caudatus* im Sagittalschnitte.

Fig. 47. Sagittalschnitt durch die Lunge eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 48. Schematisierter Querschnitt durch die Lunge einer erwachsenen Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 49. Lateralschnitt durch das mediane Auge eines jungen *Thelyphonus caudatus* vor der letzten Häutung.

Fig. 50. Sagittalschnitt durch das ausgebildete mediane Auge eines jungen *Thelyphonus caudatus* mit dem von hinten herantretenden Nerv.

Tafel IV.

Fig. 51 A—H. Reihe von Querschnitten durch den mittleren Teil des Cephalothorax einer erwachsenen Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 52 A u. B. Querschnitte durch das Abdominalganglion einer zum Ausschlüpfen bereiten Larve von *Thelyphonus caudatus*. A, näher dem Vorderende, B, näher dem Hinterende.

Fig. 53. Teil eines Querschnittes durch den Cephalothorax einer gleichen Larve.

Fig. 54 A u. B. Zwei Querschnitte durch das Cephalothoracalganglion einer zum Ausschlüpfen bereiten Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 55. Lateraler Sagittalschnitt durch das cephalothoracale Nervensystem einer erwachsenen Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 56. Teil eines medianen Sagittalschnittes durch das Abdomen eines jungen *Thelyphonus caudatus* im Bereiche der abdominalen Ganglienmasse und des Cloacalsackes.

Fig. 57. Teil eines Querschnittes durch das cephalothoracale Nervensystem einer Larve von *Thelyphonus caudatus*, zur Demonstrierung des Eindringens der Mesodermzellen.

Fig. 58. Längsschnitt durch das Bein einer zum Ausschlüpfen bereiten Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 59. Querschnitt durch die Coxaldrüse einer erwachsenen Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 60. Querschnitt durch die abdominale Ganglienmasse einer älteren Larve von *Thelyphonus caudatus*, zur Demonstrierung der Einwucherung des Mesoderms in das Ganglion.

Tafel V.

Fig. 61. Teil eines Querschnittes durch den cephalothoracalen Herzabschnitt einer erwachsenen Larve von *Thelyphonus caudatus* mit den umgebenden Organen.

Fig. 62. Teil eines lateralen Sagittalschnittes durch das Herz eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 63 A u. B. Querschnitte durch den vorderen und mittleren Abschnitt des Herzens eines jungen *Thelyphonus caudatus*; beide im Bereiche der cardio-cölominalen Öffnungen.

Fig. 64. Teil eines Horizontalschnittes durch das Herz eines jungen *Thelyphonus caudatus* im Bereiche der cardio-cölominalen Öffnungen.

Fig. 65. Teil eines Querschnittes durch die Coxaldrüse einer zum Ausschlüpfen bereiten Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 66. Querschnitt durch den abdominalen Abschnitt des Herzens einer erwachsenen Larve von *Thelyphonus caudatus*, mit den umgebenden Organen.

Fig. 67. Teil eines medianen Sagittalschnittes durch den vorderen Teil des Herzens einer Larve von *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 68. Querschnitt durch den abdominalen Abschnitt des Herzens einer zum Ausschlüpfen bereiten Larve von *Thelyphonus caudatus*, an der Stelle wo die Herzmuskeln inserieren.

Fig. 69. Querschnitte durch das Abdomen einer zum Ausschlüpfen bereiten Larve von *Thelyphonus caudatus*. A, Teil eines Querschnittes durch den vorderen Teil des Abdomens; B, Querschnitt im Bereiche des Abgangs der MALPIGHISCHEN Gefäße; C, Teil eines Querschnittes durch den hinteren Teil des Abdomens.

Fig. 70. Lateral Sagittalschnitt durch das Abdomen eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 71. Sagittalschnitt (aus einem medianen und einem lateralen kombiniert) durch das Abdomen eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 72. Querschnitt durch die Ameisensäure ausscheidende Giftdrüse eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 73 u. 74. Teile von Querschnitten durch den Hinterleib eines jungen *Thelyphonus caudatus*: 73, im Bereiche des Uterus, 74, mehr nach hinten zu.

Fig. 75. Teil der Wandung des Leberlappens eines jungen *Thelyphonus caudatus* im Querschnitte.

Fig. 76. Teil eines lateralen Sagittalschnittes durch den Cephalothorax eines jungen *Thelyphonus caudatus*, im Bereiche der Coxaldrüse und ihres Ausführanges.

Tafel VI.

Fig. 77. Abdominaler Darmabschnitt eines jungen *Thelyphonus caudatus*, im Horizontalschnitte.

Fig. 78. Hinterdarm mit den ihn umgebenden Organen von *Thelyphonus caudatus*, im Sagittalschnitte.

Fig. 79 A u. B. Zwei Abschnitte durch den hinteren Teil des Abdomens eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 80. Querschnitt durch den Darm von *Thelyphonus caudatus* an der Eintrittsstelle der MALPIGHISCHEN Gefäße.

Fig. 81 A—D. Vier Querschnitte durch das Abdomen eines jungen *Thelyphonus caudatus*; A, vor der Genitalöffnung; B, fast bei der Genitalöffnung; C, hinter der Genitalöffnung; D, an der Eintrittsstelle der MALPIGHISCHEN Gefäße.

Fig. 82. Querschnitt durch einen jungen *Thelyphonus caudatus* an der Grenze zwischen Cephalothorax und Abdomen.

Fig. 83. Querschnitt durch eine erwachsene Larve von *Thelyphonus caudatus* in der Höhe des dritten Beinpaars.

Fig. 84. Bezirk der Ameisensäure ausscheidenden Giftdrüse eines jungen *Thelyphonus caudatus* im Längsschnitte.

Fig. 85 A—H. Querschnitte durch verschiedene Stellen des Oesophagus eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 86. Teil eines Querschnittes durch die erwachsene Larve von *Thelyphonus caudatus*, bei welcher das Gewebe des Endosternites sich zu modifizieren beginnt.

Fig. 87. Schematischer Querschnitt durch den Saugmagen eines jungen *Thelyphonus caudatus* zur Demonstrierung der Muskulatur dieses Magens.

Fig. 88. Larven von *Thelyphonus caudatus*, von der Dorsalseite aus betrachtet.

Fig. 89. Querschnitt durch den Darm eines jungen *Thelyphonus caudatus* an der Übergangsstelle des Vorderdarmes, d. h. des Oesophagus, in den Mitteldarm.

Fig. 90 A. Teil eines Querschnittes durch die Coxaldrüsen eines jungen *Thelyphonus caudatus*.

Fig. 90 B. Bein der Larve von *Thelyphonus caudatus* mit dem Saugnapfe, im Längsschnitte.

Tafel VII.

Fig. 91. Ei von *Agroeca haglundii* vor der Zusammenziehung des Blastoderms und während der Bildung der Dotterzellen, im Schnitte.

Fig. 92. Ei von *Agroeca haglundii*, auf dem Stadium der Bildung des *Cumulus primitivus*, im Schnitte (vgl. Fig. 93 A u. B).

Fig. 93 A—E. Äußerliche Veränderungen der ursprünglichen Embryonalanlagen von *Agroeca haglundii*.

Fig. 94 A—E. Fünf Schnitte aus einer Serie durch das Ei von *Agroeca haglundii* (vgl. Fig. 93 D u. E); A u. B, im Bereiche des *Cumulus*; C, D, E, im Bereiche des vorderen Fleckes.

Fig. 95 A u. B. Zwei Schnitte einer Serie durch ein Ei von *Agroeca haglundii* nach dem Verschwinden des *Cumulus* und der Gastraleinstülpung, A, im Bereiche des vorderen Fleckes, B, im Bereiche des *Cumulus*.

Fig. 96 A u. B. Zwei Querschnitte durch das hintere Ende eines Keimes von *Agroeca haglundii* mit Andeutung der Segmentierung des Mesoderms, um die Anordnung der Entodermanlage zu zeigen.

Fig. 97. Querschnitt durch den hinteren Teil des Abdomens des Keimes von *Agroeca haglundii* auf dem Stadium der ersten Anlage der cephalothoracalen Beine.

Fig. 98. Teil eines Querschnittes durch das Abdomen eines zum Ausschlüpfen bereiten Keimes von *Agroeca haglundii*.

Fig. 99. Horizontalschnitt durch das Abdomen eines reifen Keimes von *Agroeca haglundii* (kombinierte Zeichnung).

Fig. 100. Schnitt durch den Leberlappen eines reifen Keimes von *Lycosa sp.*

Fig. 101. Horizontalschnitt durch den hinteren Teil des Abdomens eines Keimes von *Lycosa sp.* in der hinteren Mitteldarmregion (*ent.*). Stadium mit ventralwärts gebogenem Abdomen, aber vor der Bildung der Leberlappen.

Fig. 102 A. Querschnitt durch die Scheitelgegend eines Keimes von *Pholcus phalangioides*, Stadium mit Cephalothoracal- und Abdominalbeinen und nach vorn umgeschlagenen hinteren Abdominalsegmenten; der Schnitt geht durch den vorderen Teil des Dorsalorgans.

Fig. 102 B. Querschnitt durch den hinteren Abschnitt des Dorsalorgans eines Keimes von *Pholcus phalangioides* auf demselben Stadium; der Schnitt geht durch den hinteren Teil des Dorsalorgans.

Tafel VIII.

Fig. 103. Schnitt durch ein Ei von *Phalangium sp.* auf dem Stadium der Blastomerenbildung.

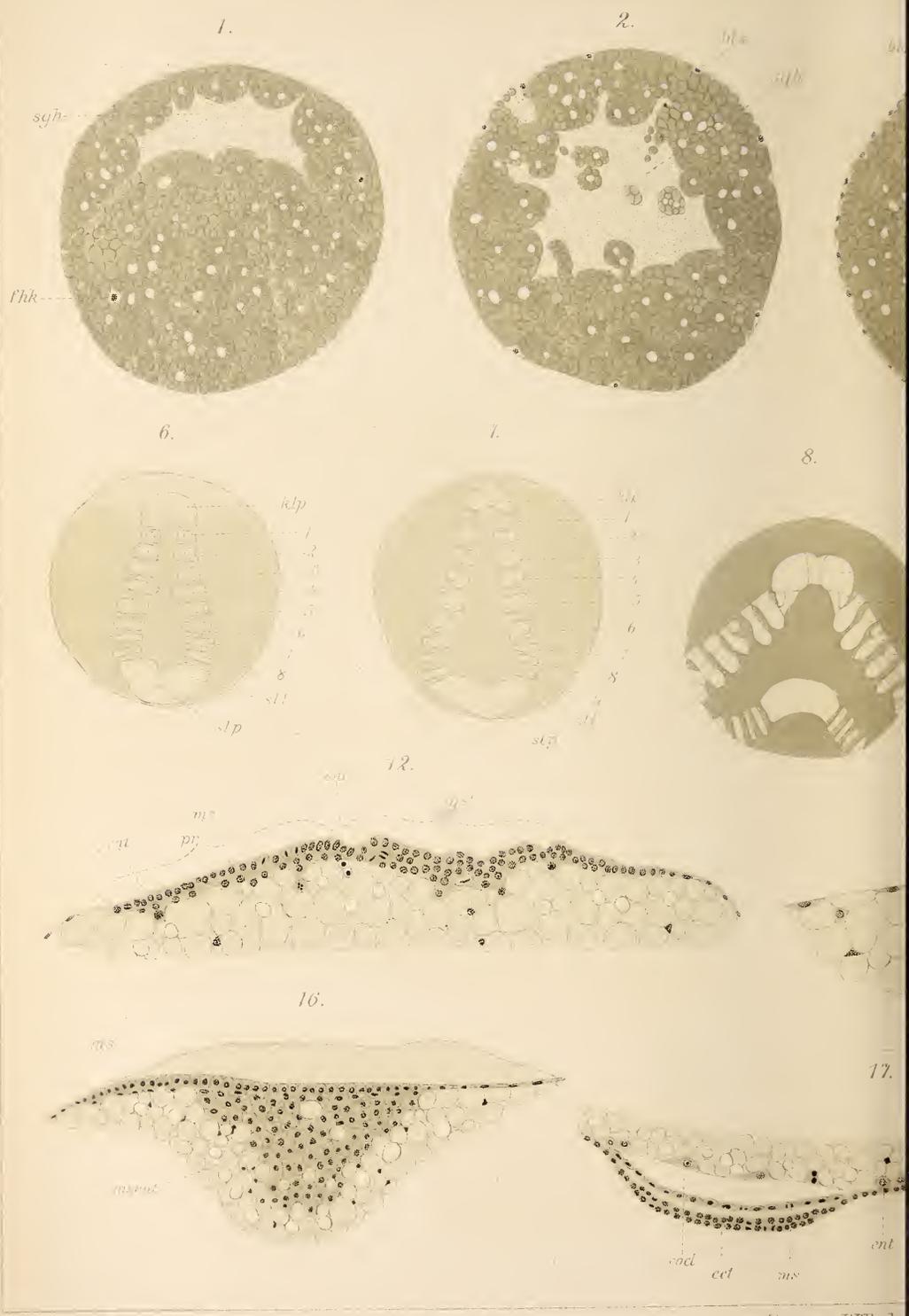
Fig. 104. Schnitt durch ein Ei von *Phalangium cornutum*; Stadium der Zusammenziehung des Blastoderms und des beginnenden Vortretens des Cumulus.

Fig. 105. Schnitt durch das Ei von *Phalangium parietinum* mit weiter entwickeltem Cumulus und Blastoderm; Beginn der Mesodermbildung.

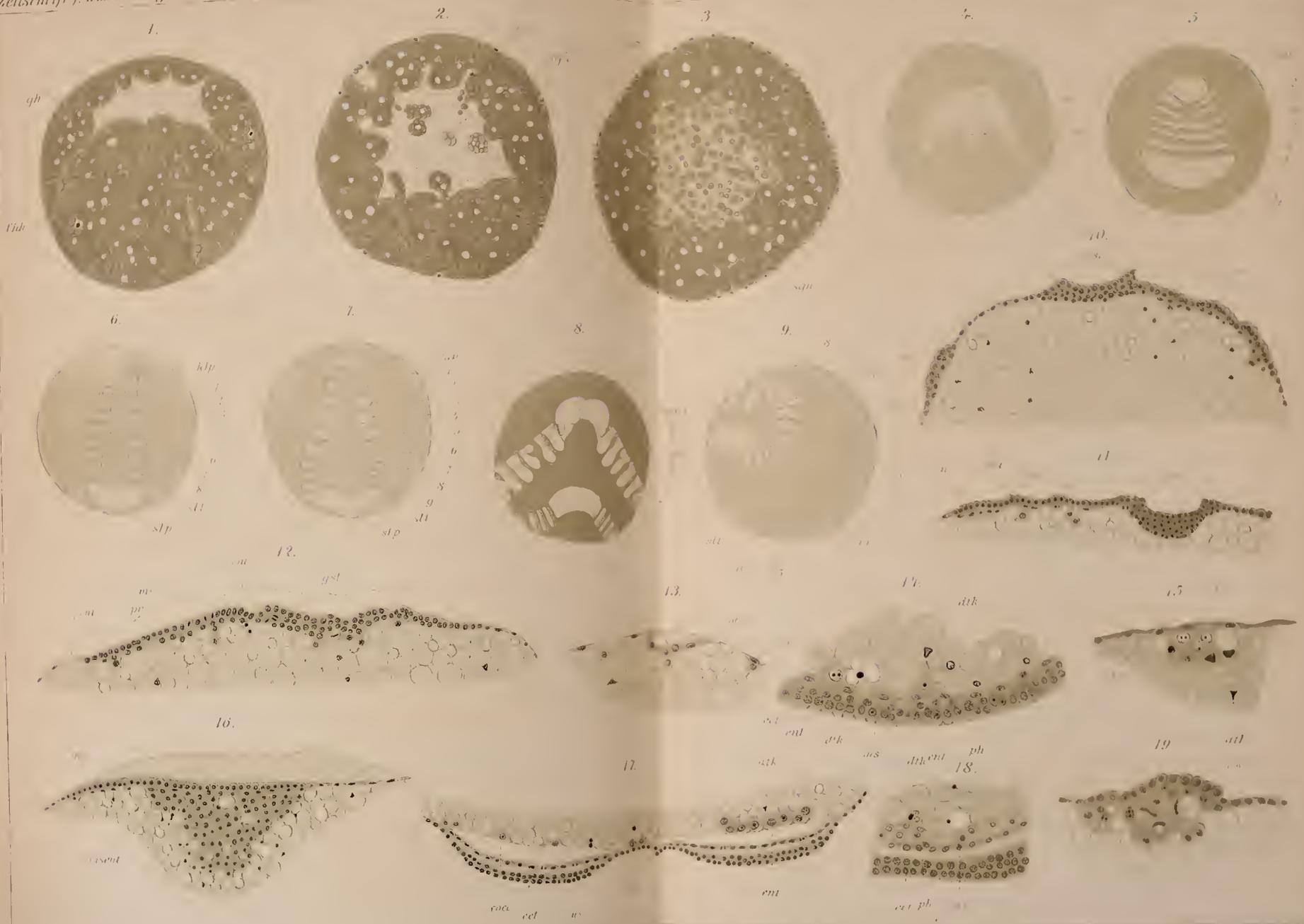
Fig. 106. Horizontalschnitt durch den hinteren Teil eines Keimes von *Phalangium parietinum* bei eingetretener Segmentierung des Mesoderms.

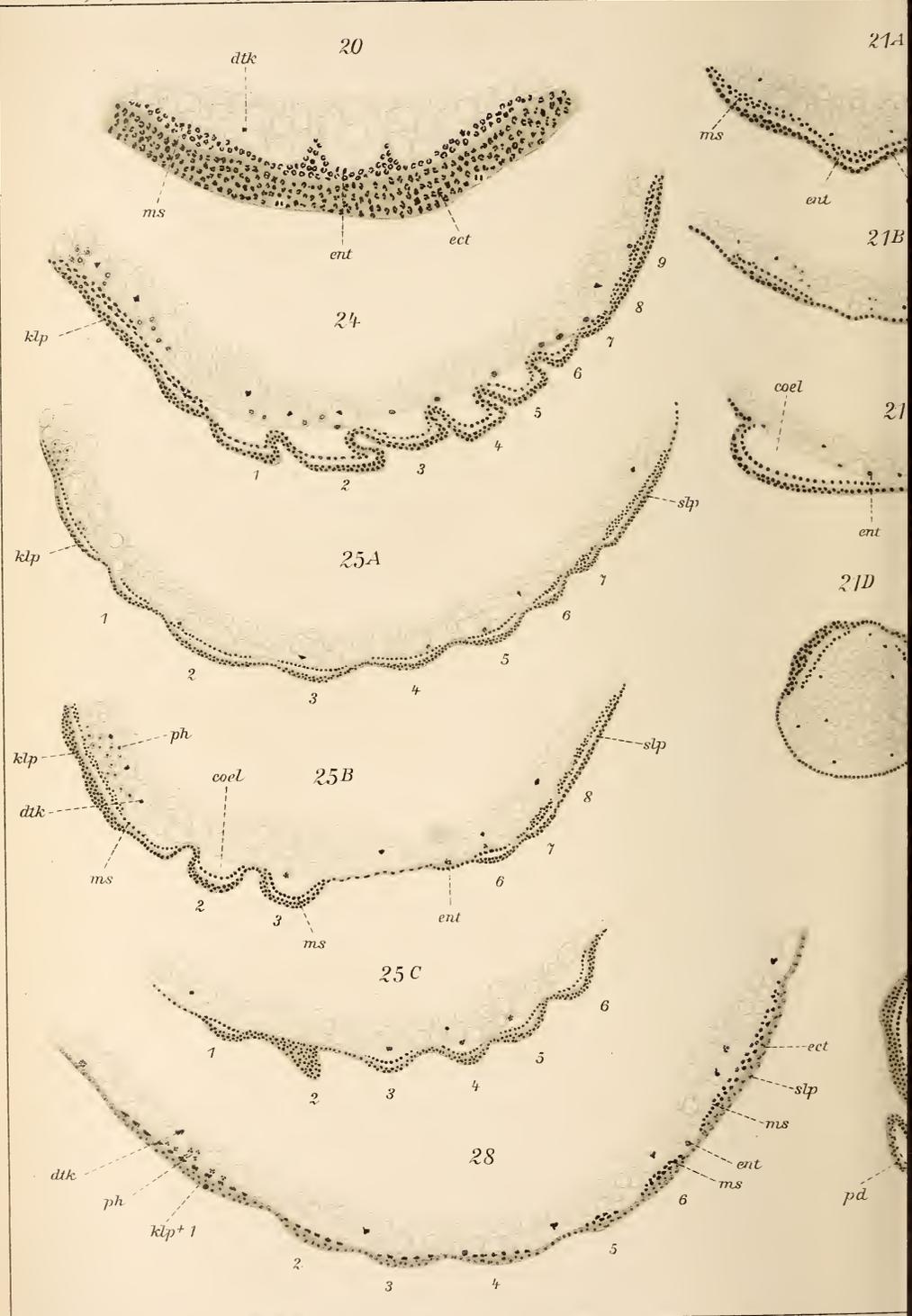
Fig. 107. Querschnitt durch einen Keim von *Phalangium cornutum* mit bereits entwickelten Extremitäten im Gebiete der Genitalanlage (vor der Umwachsung derselben durch das Mesoderm von unten).

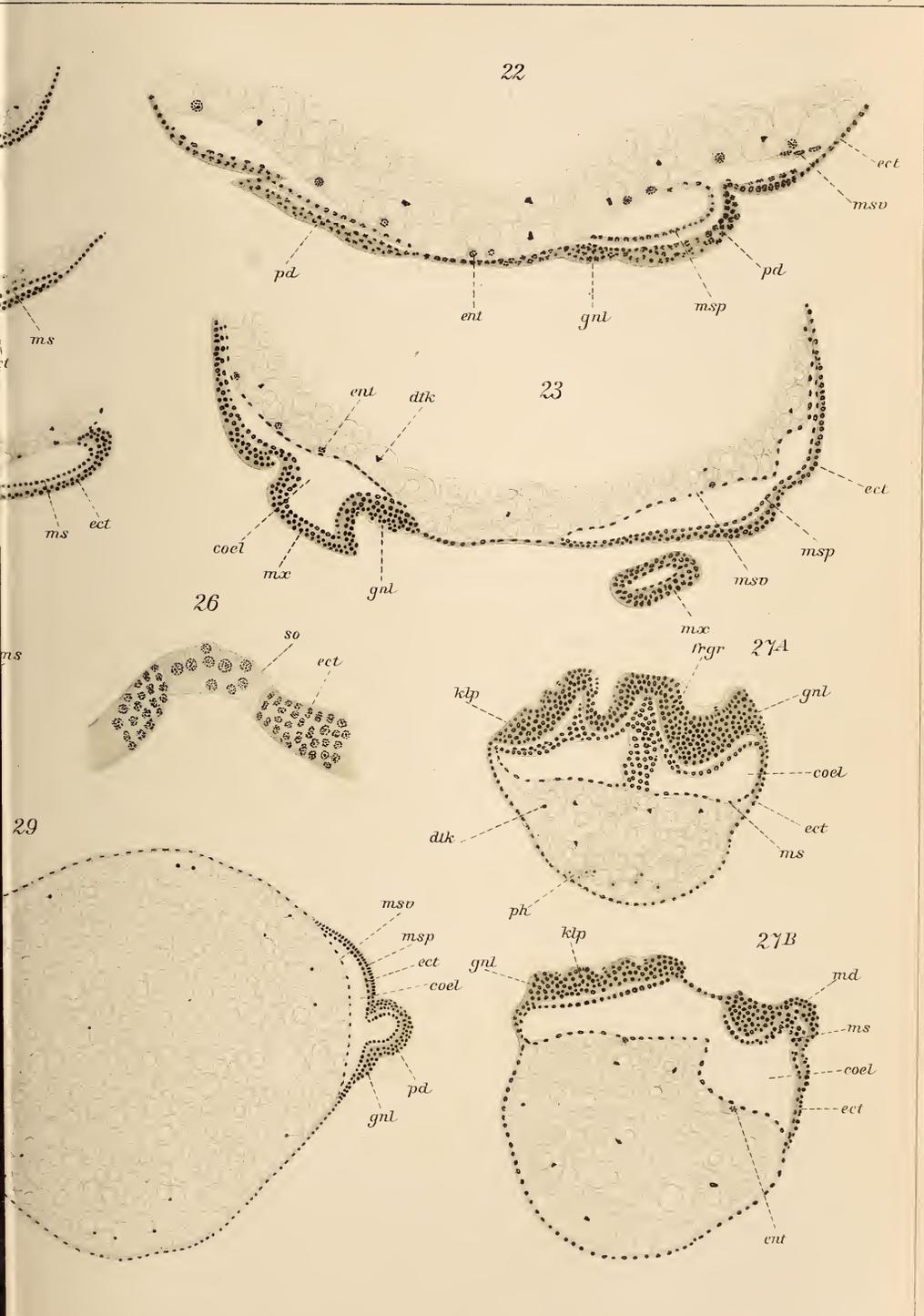
Fig. 108. Teil eines Querschnittes durch einen Keim von *Phalangium cornutum* mit wohl entwickelten Extremitäten im Gebiete der Genitalanlage und der Anlage der Genitalgänge.

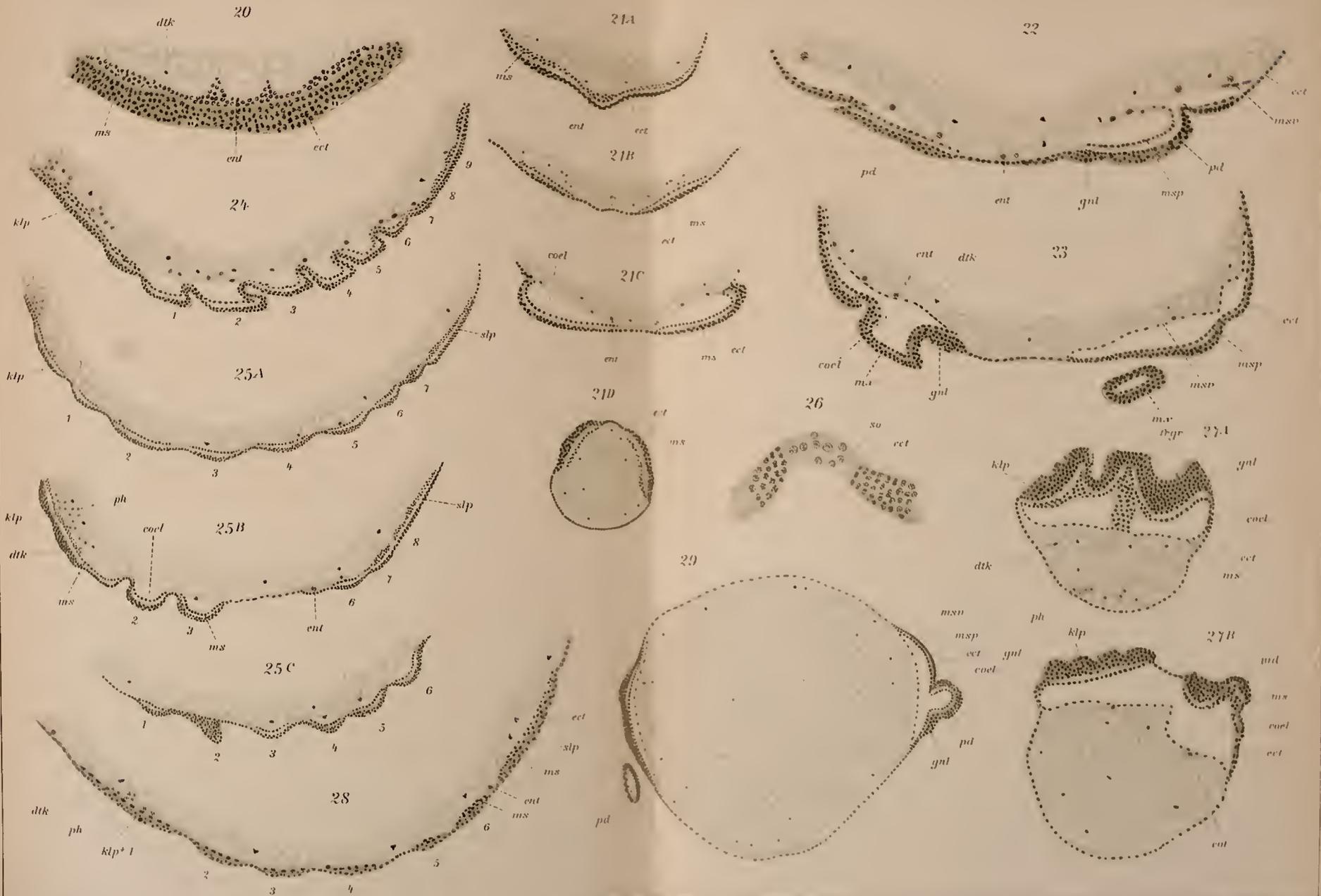


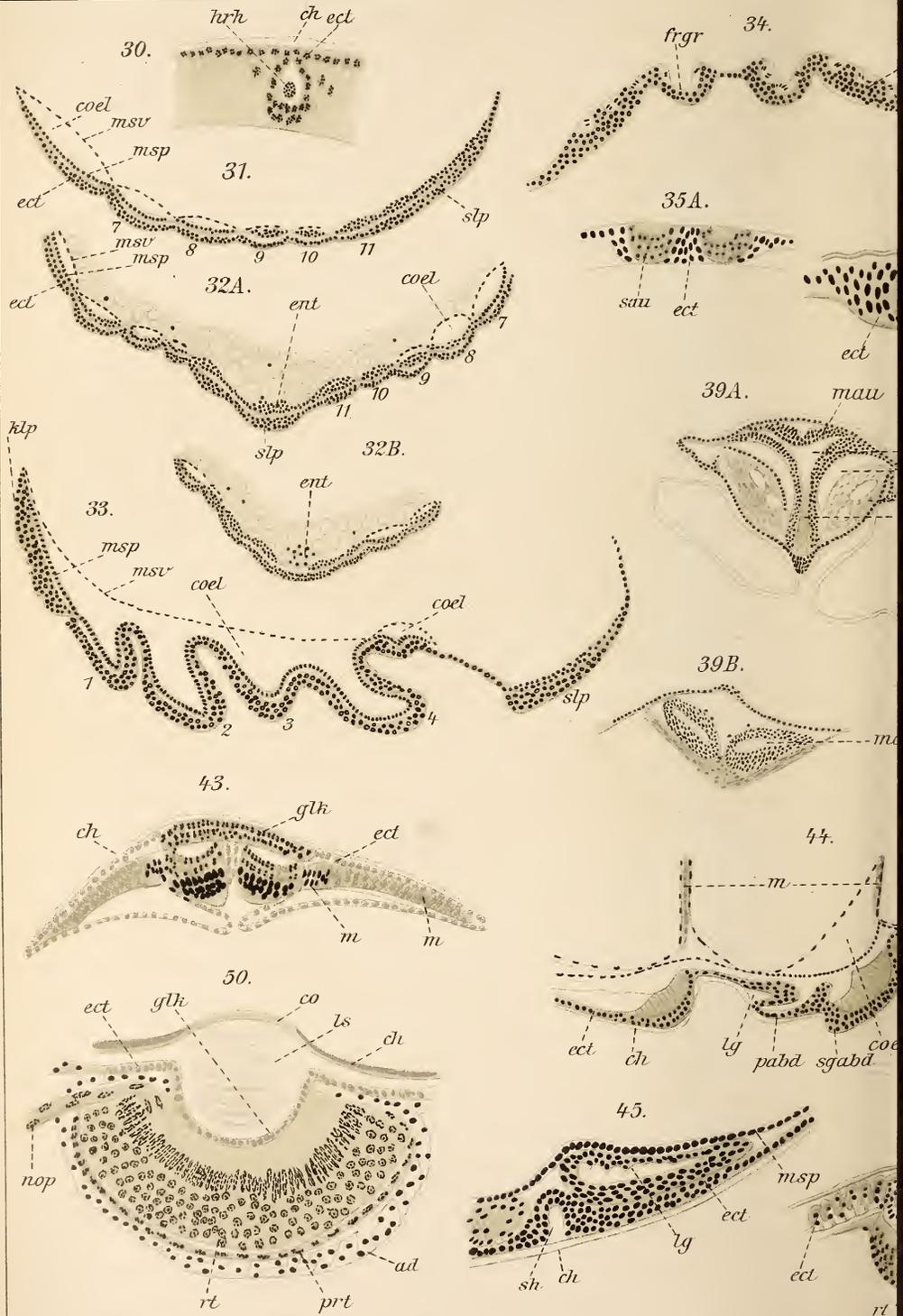


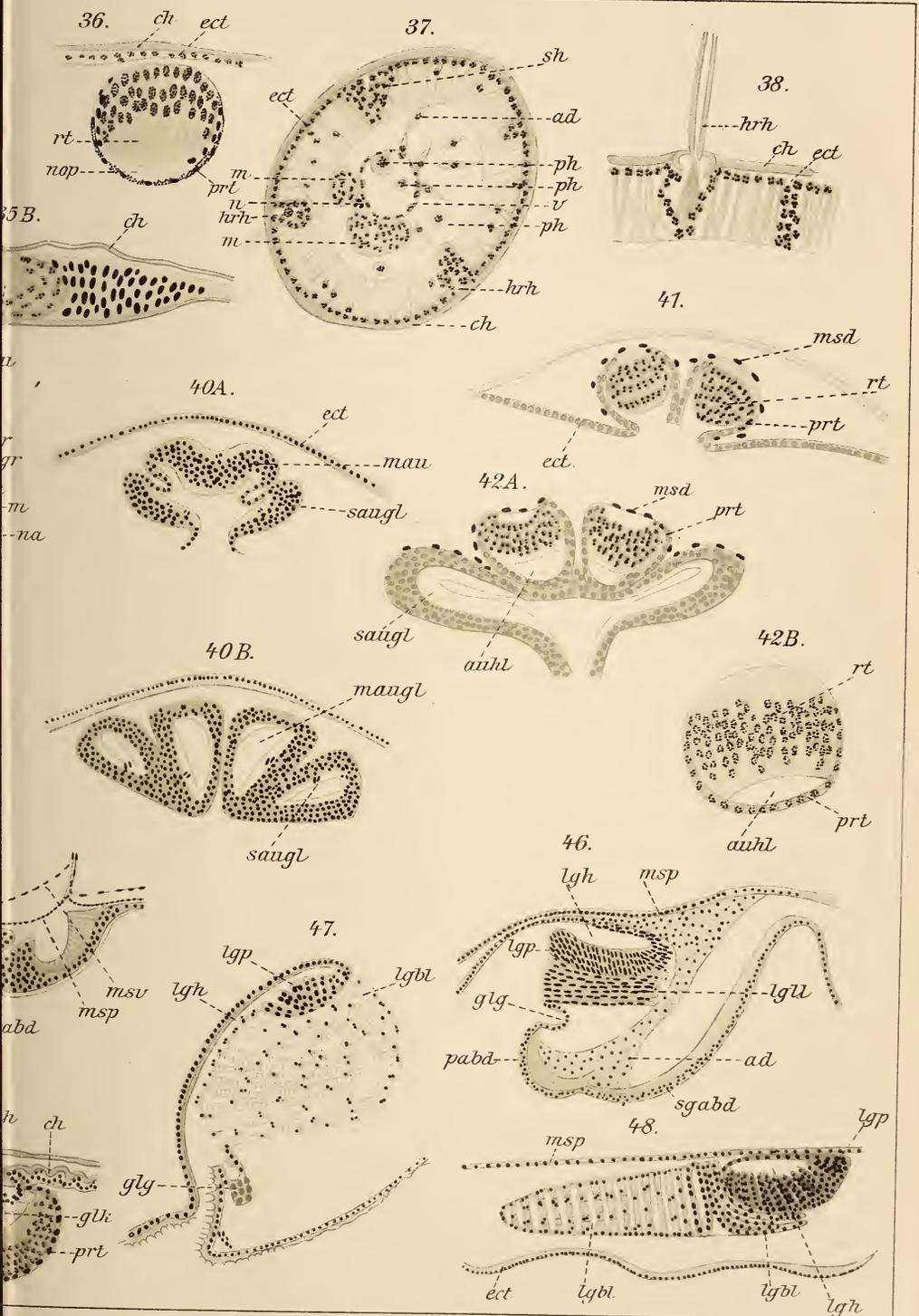


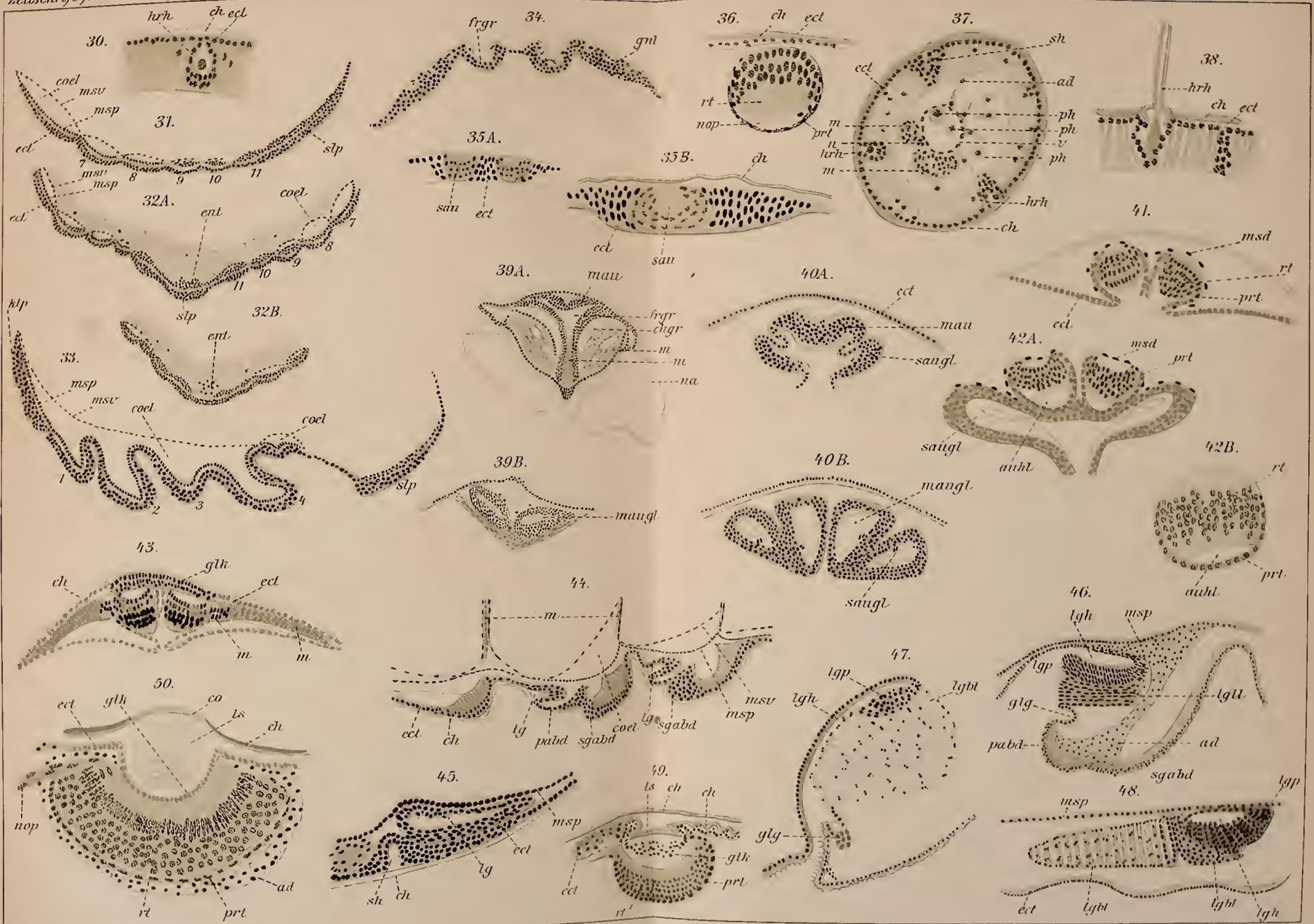


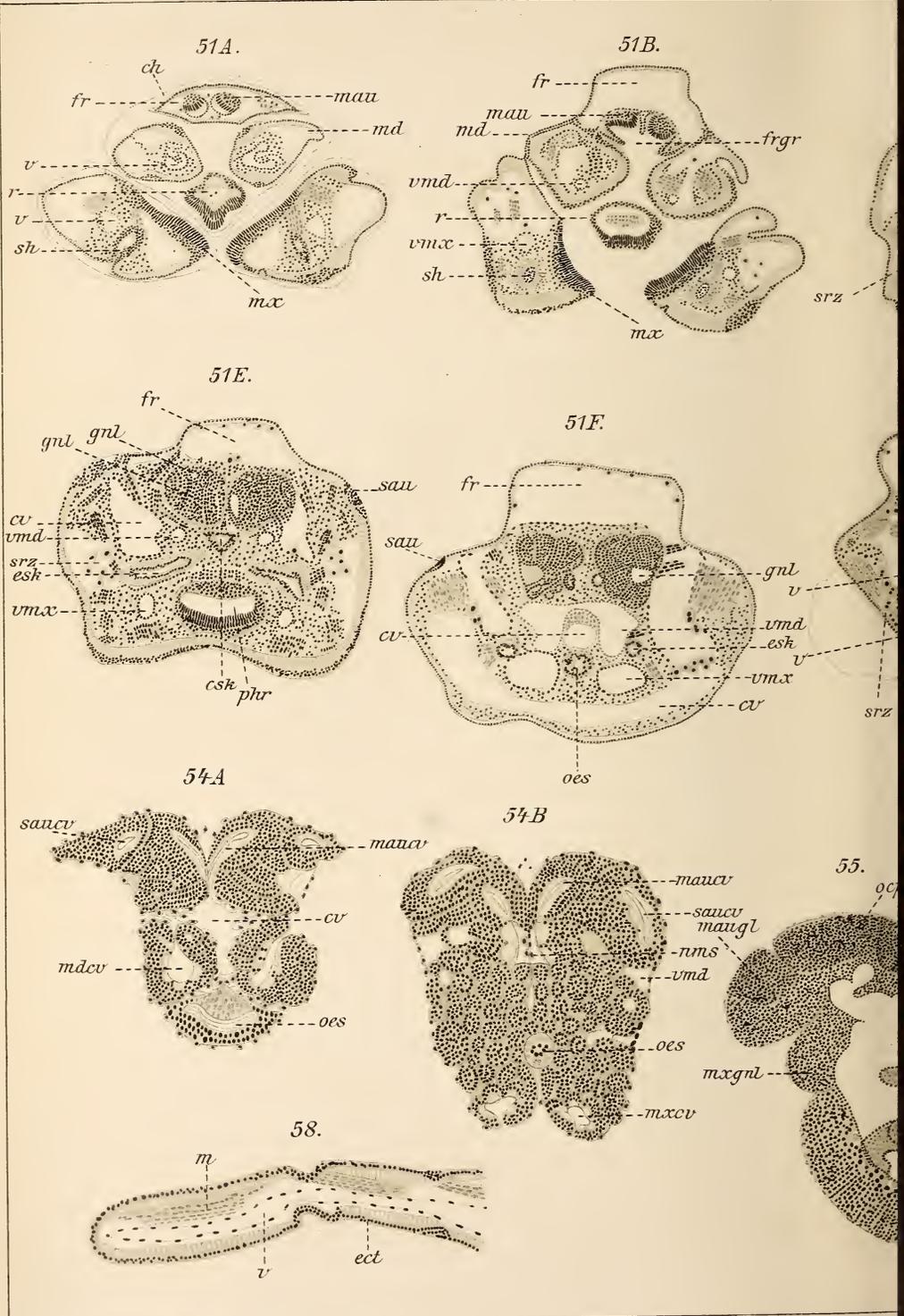




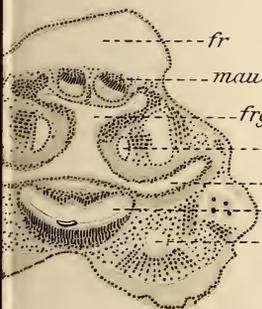




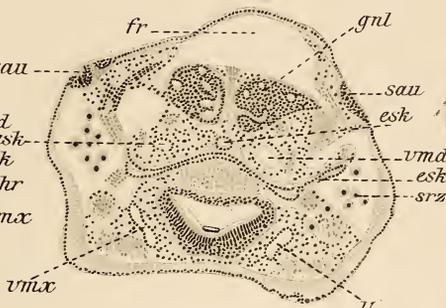




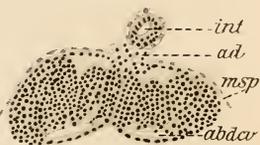
51C.



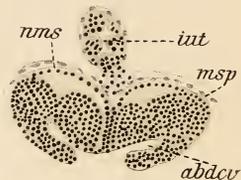
51D.



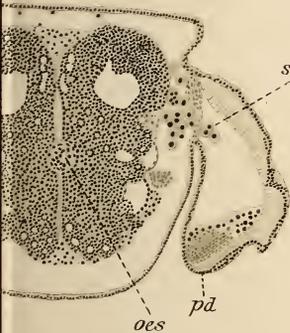
52A.



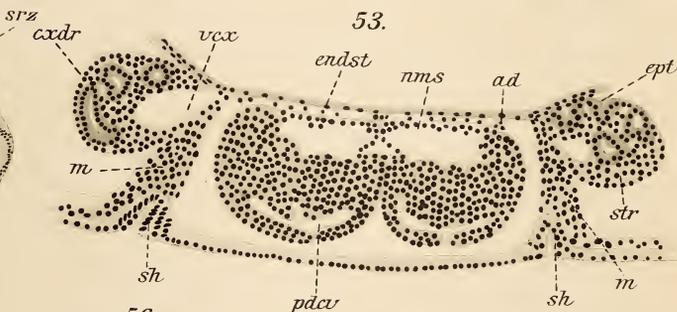
52B.



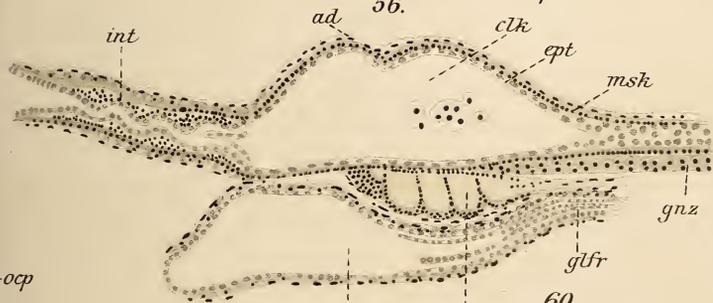
51H.



53.



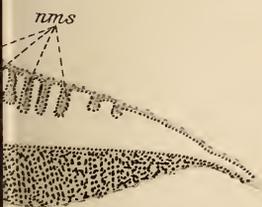
56.



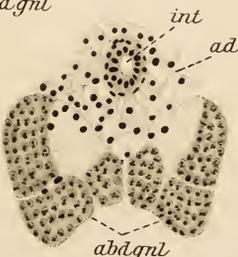
57.

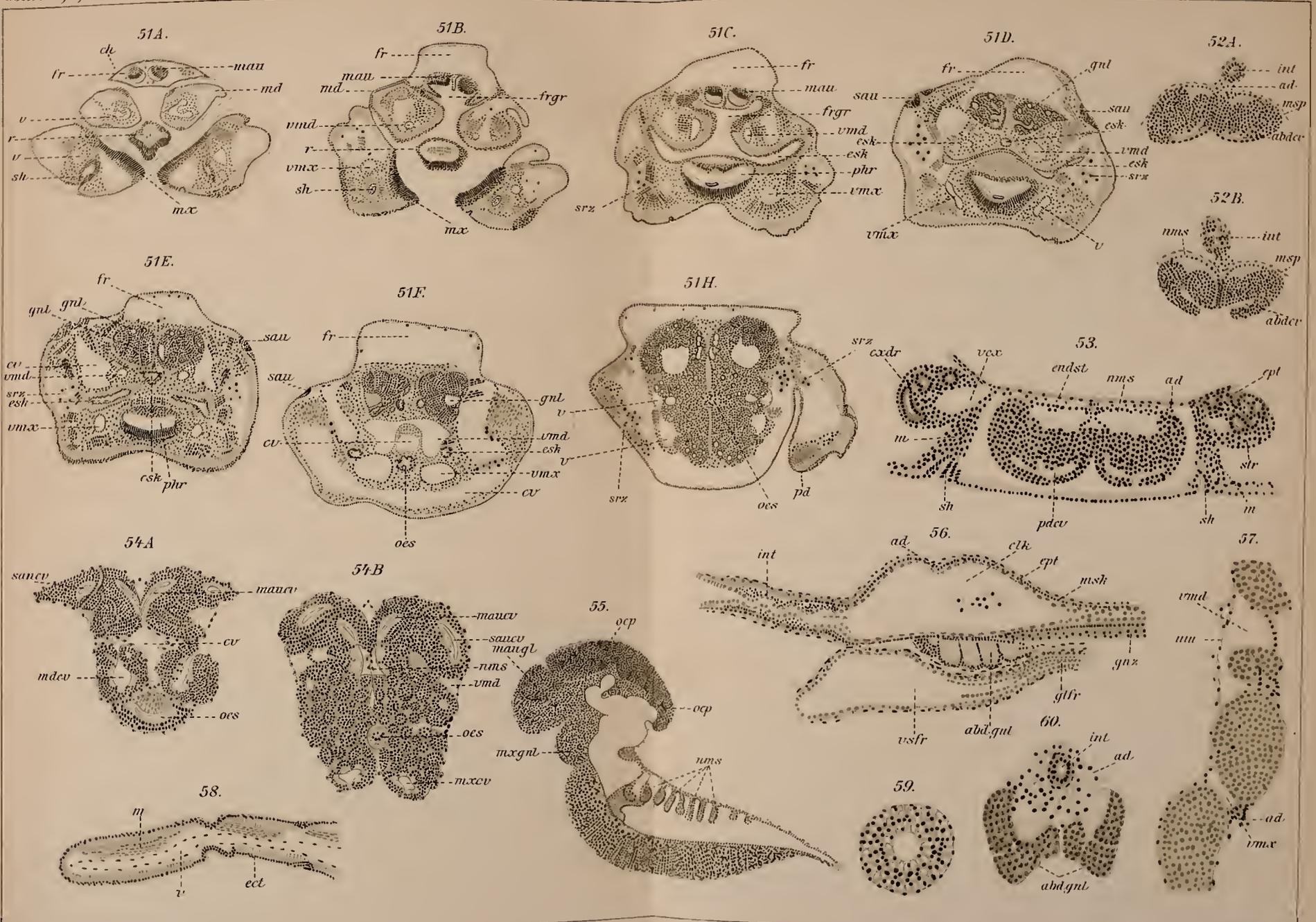


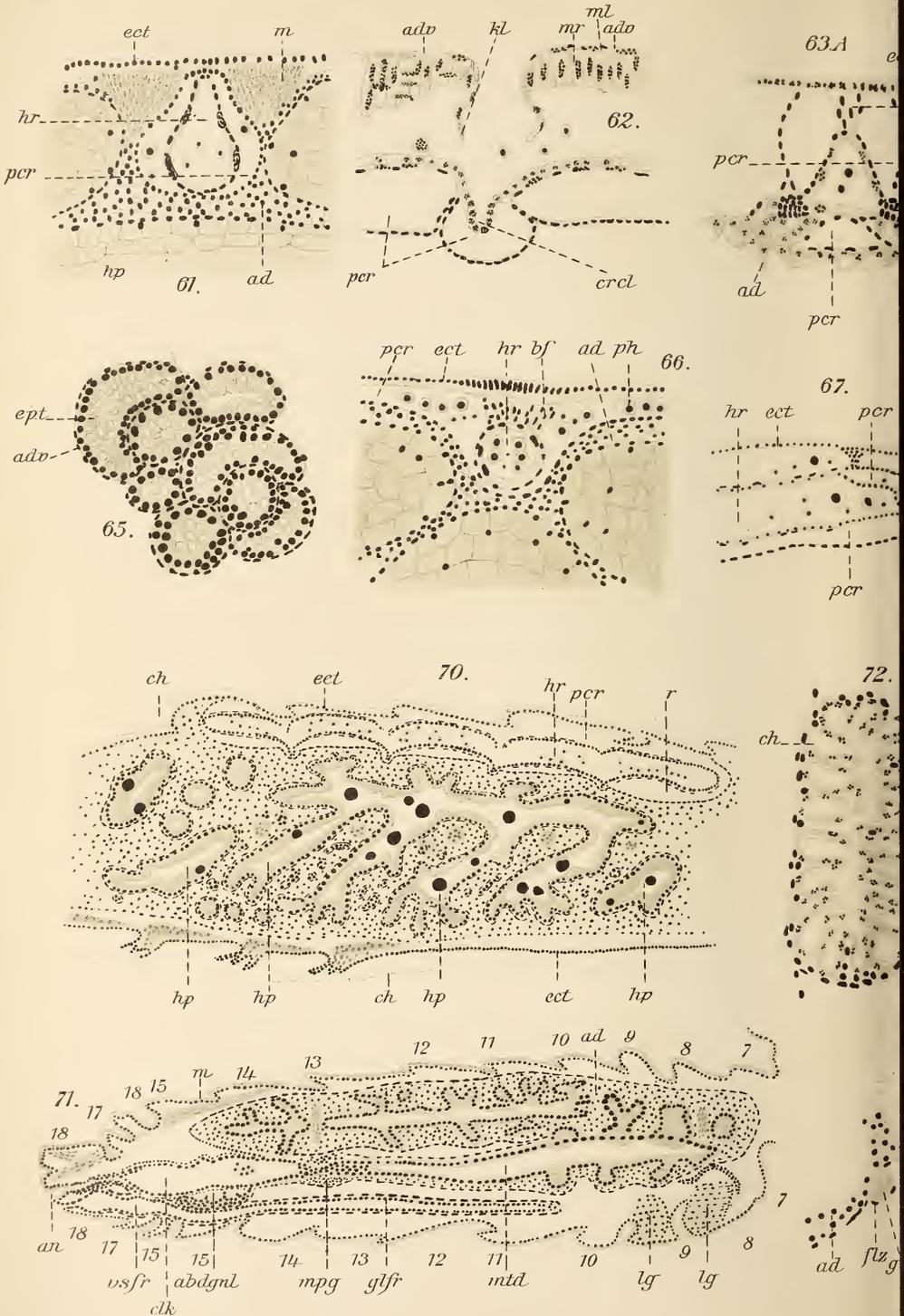
59.

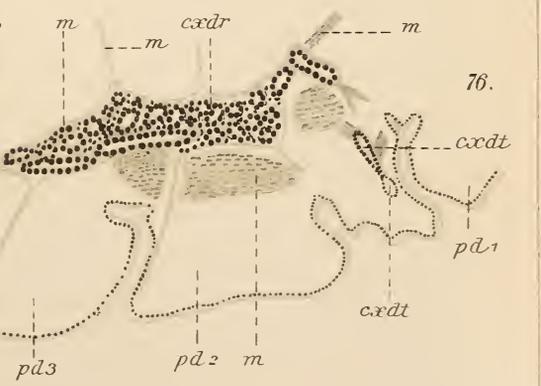
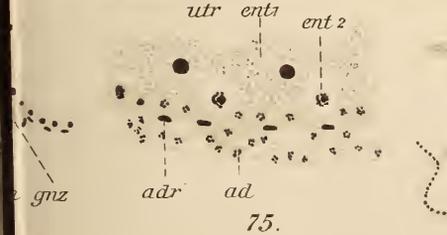
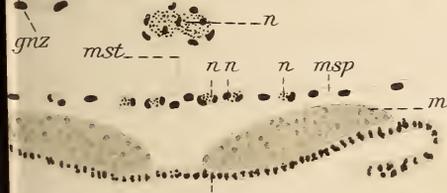
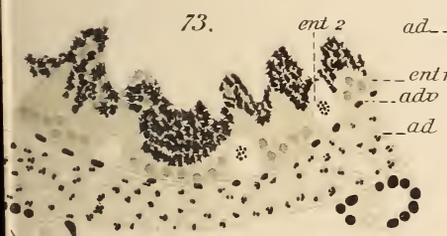
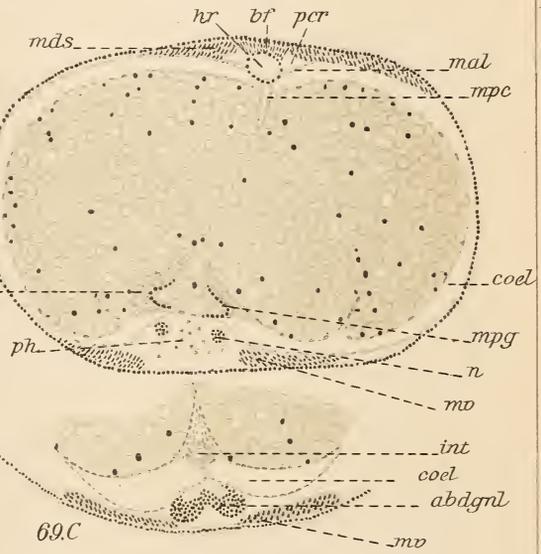
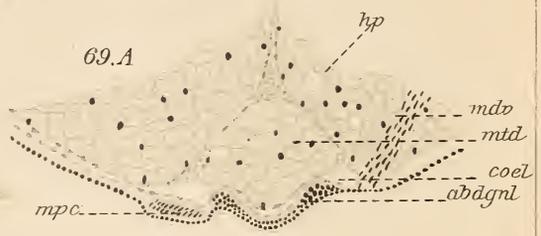
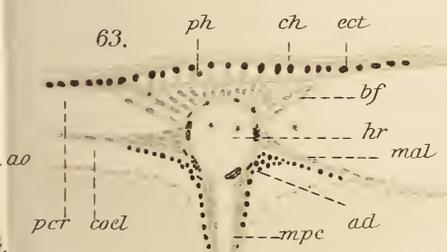
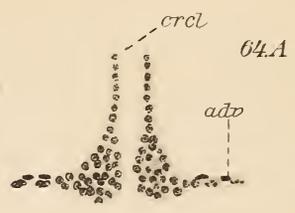
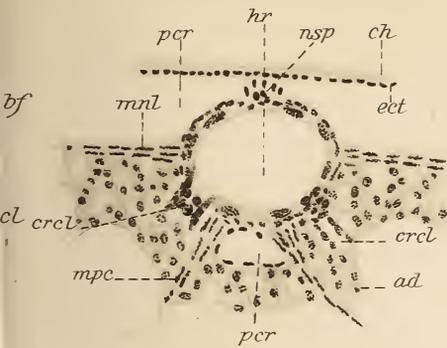


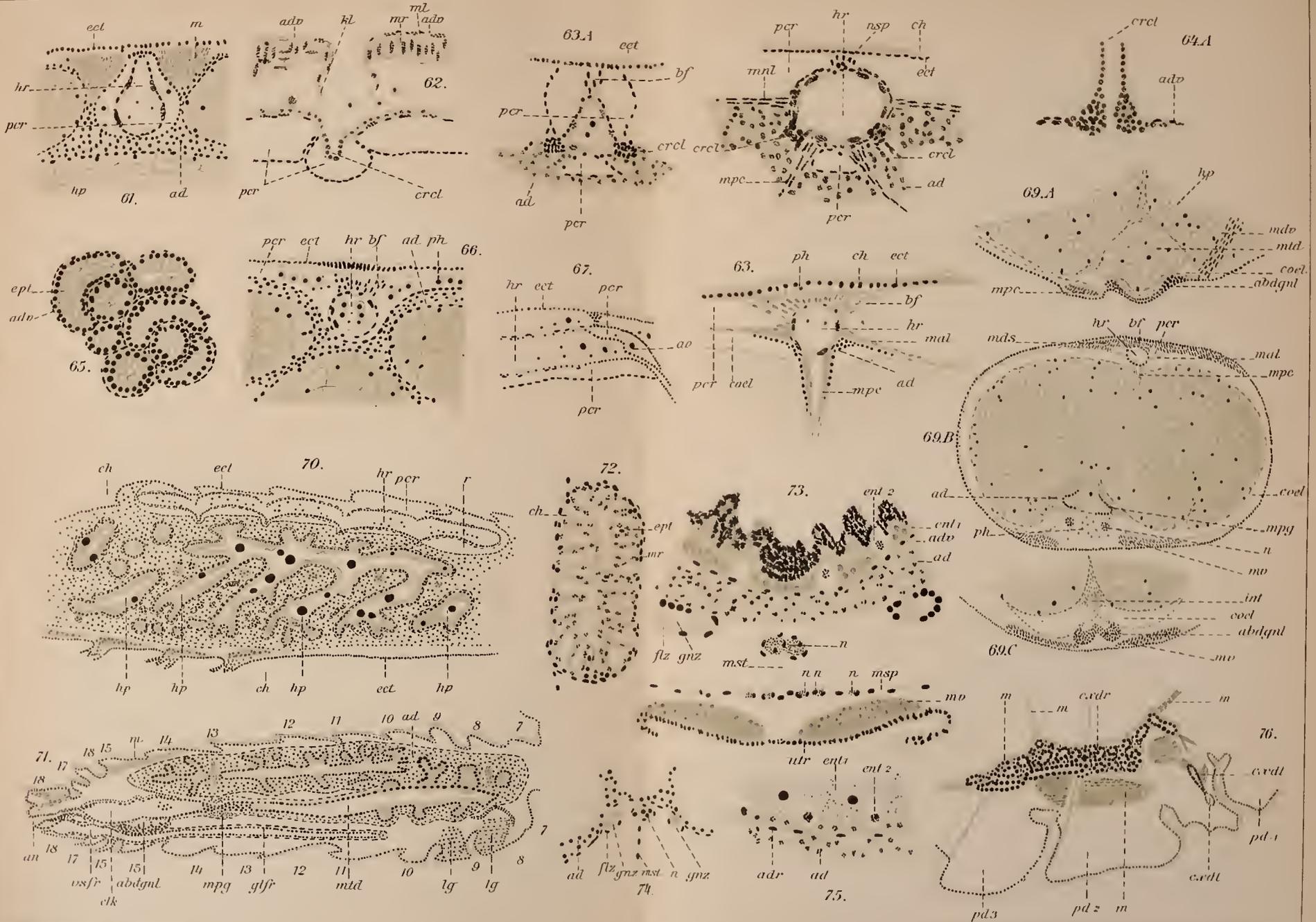
60.

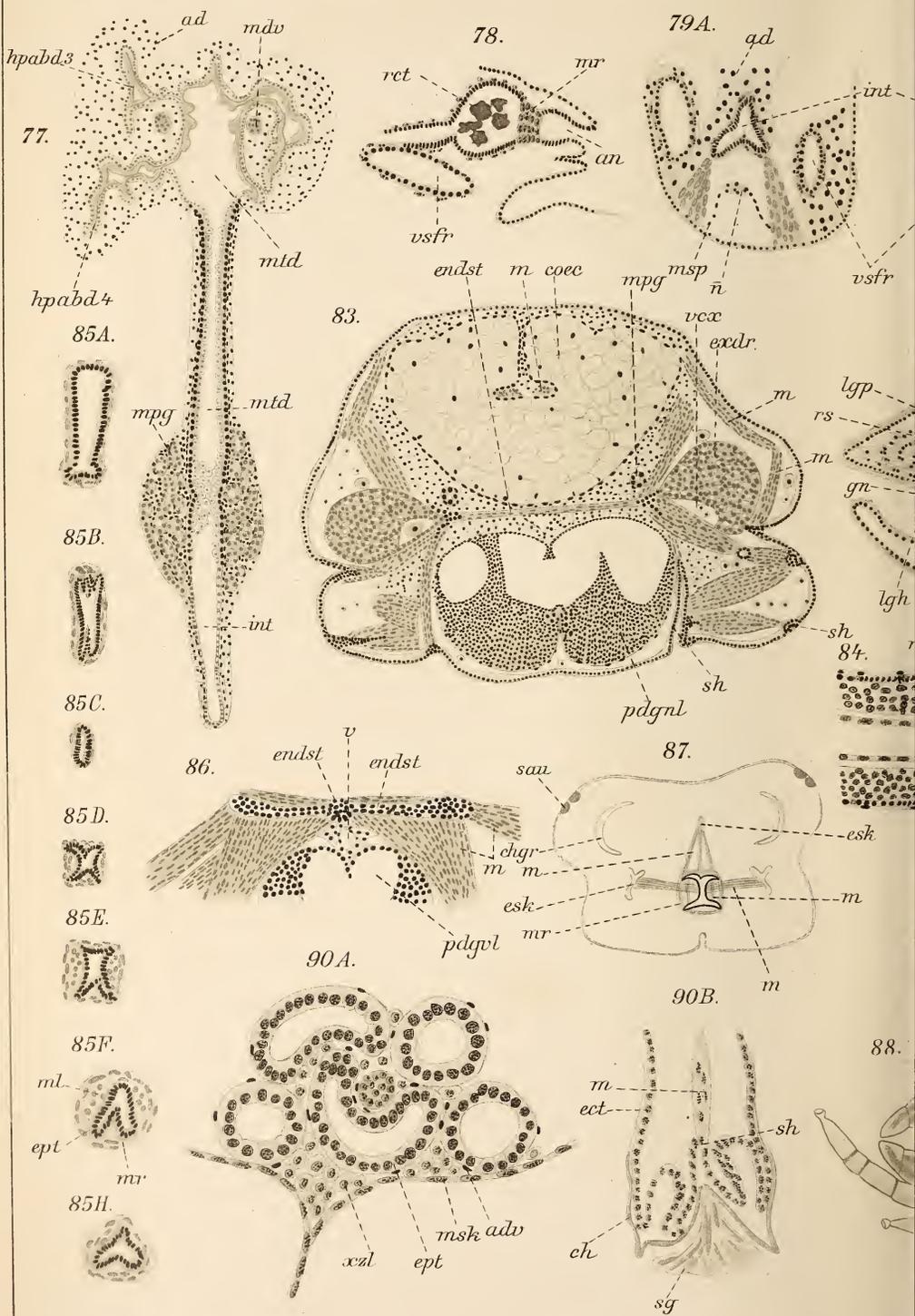


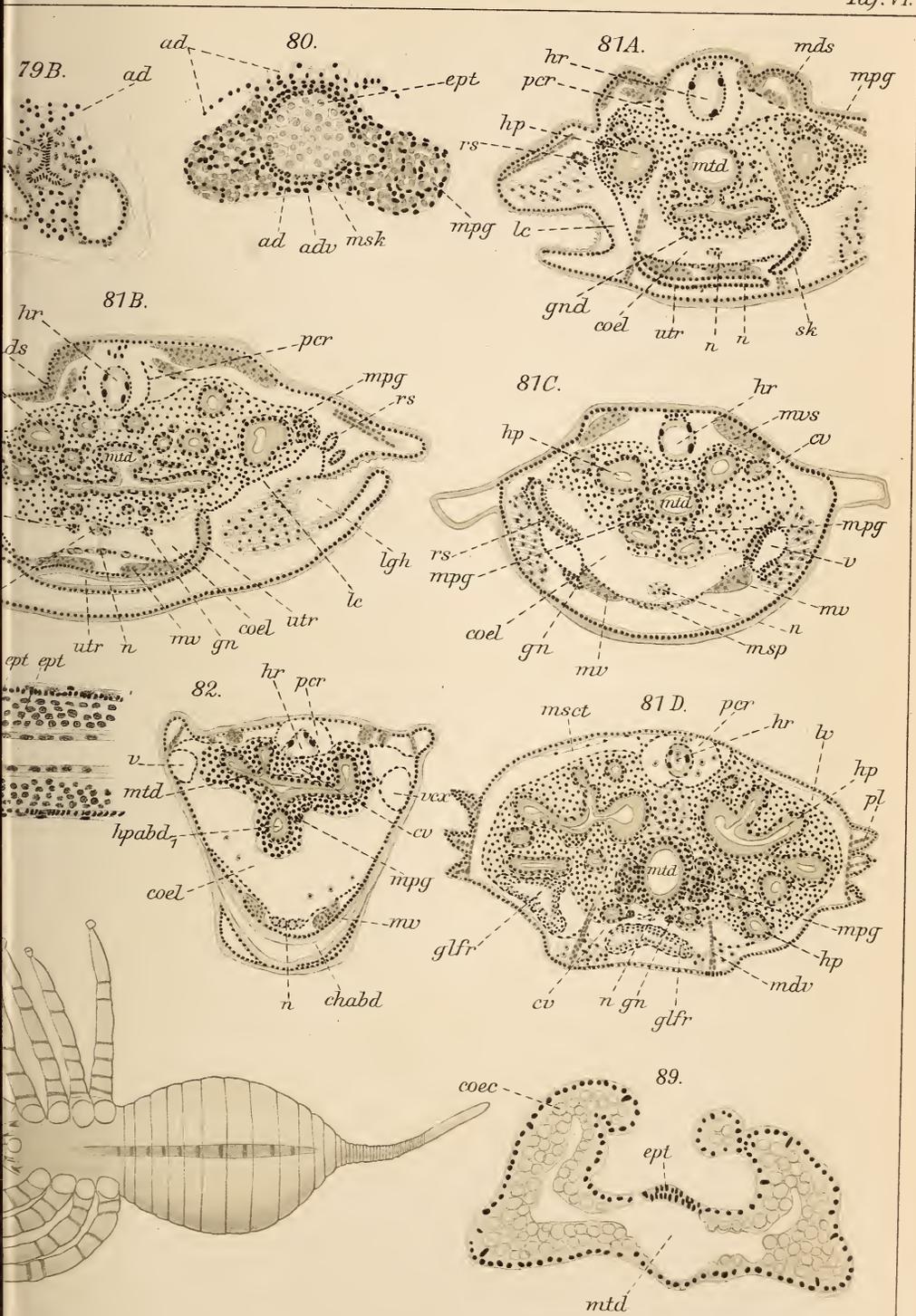


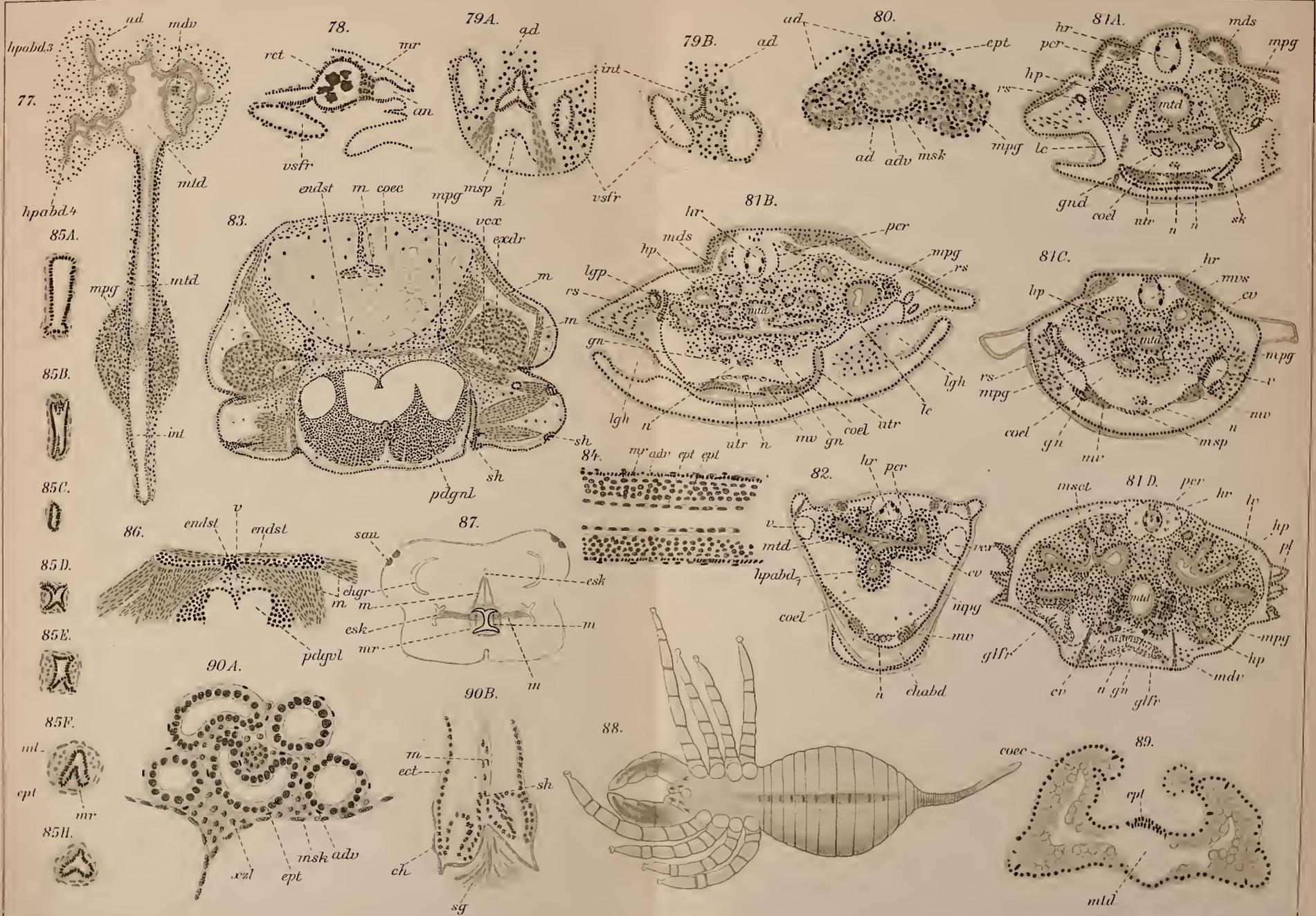


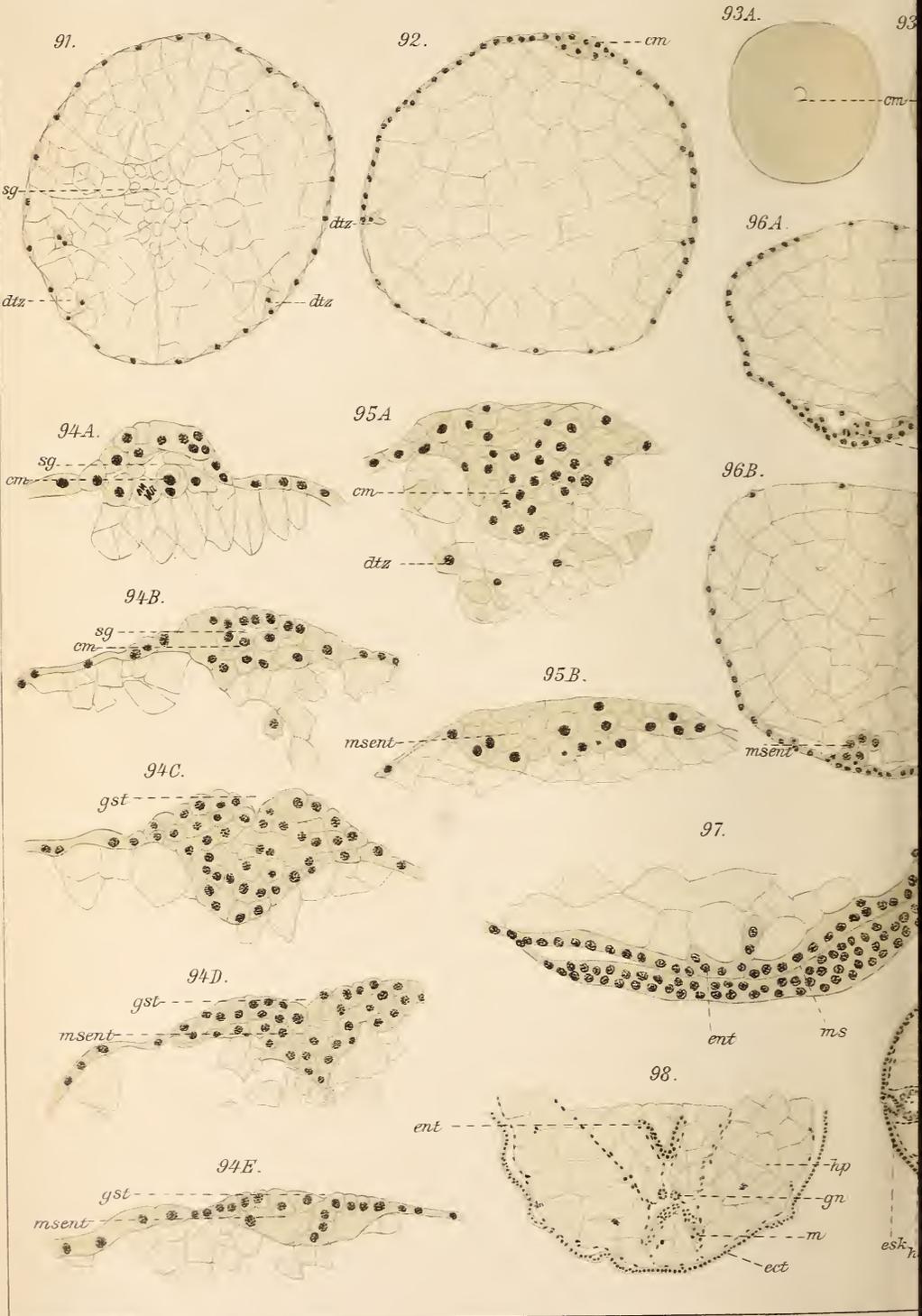


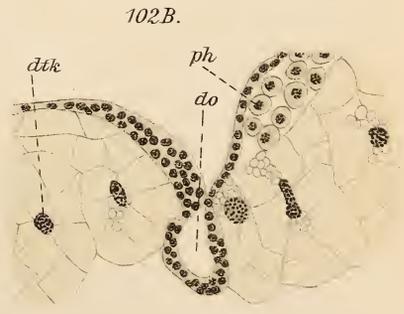
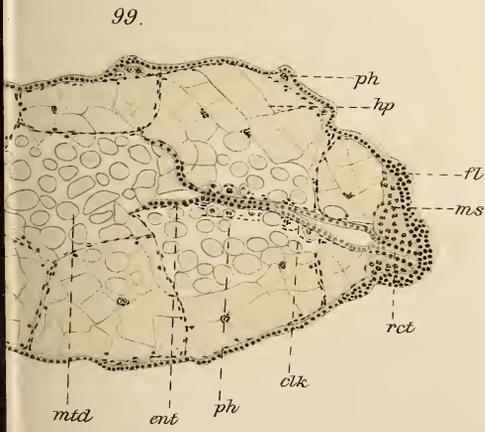
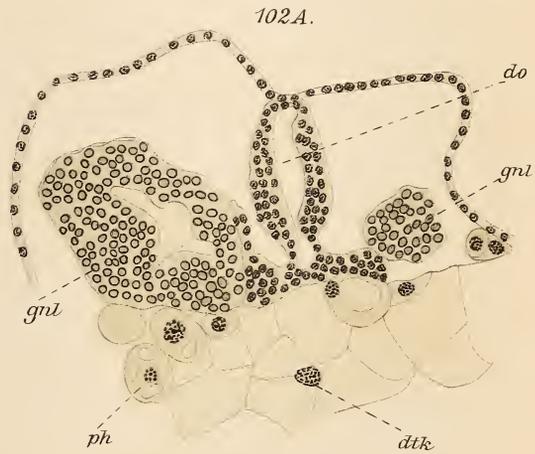
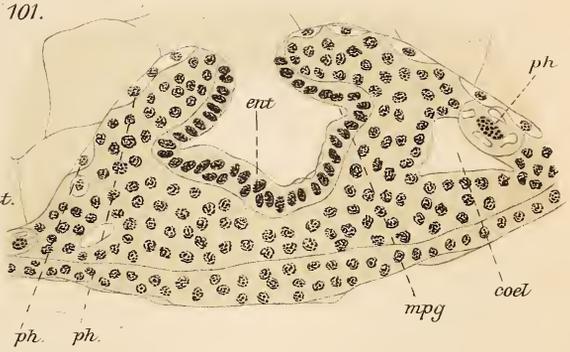
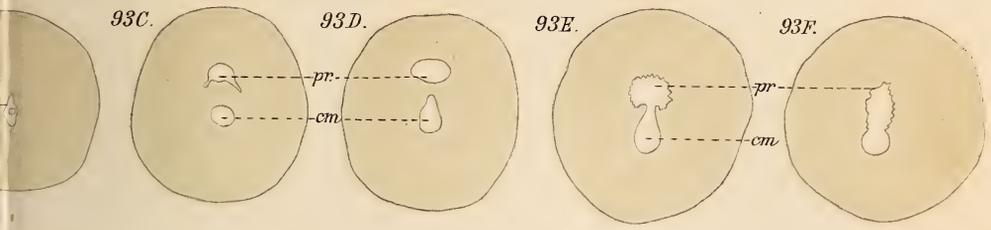


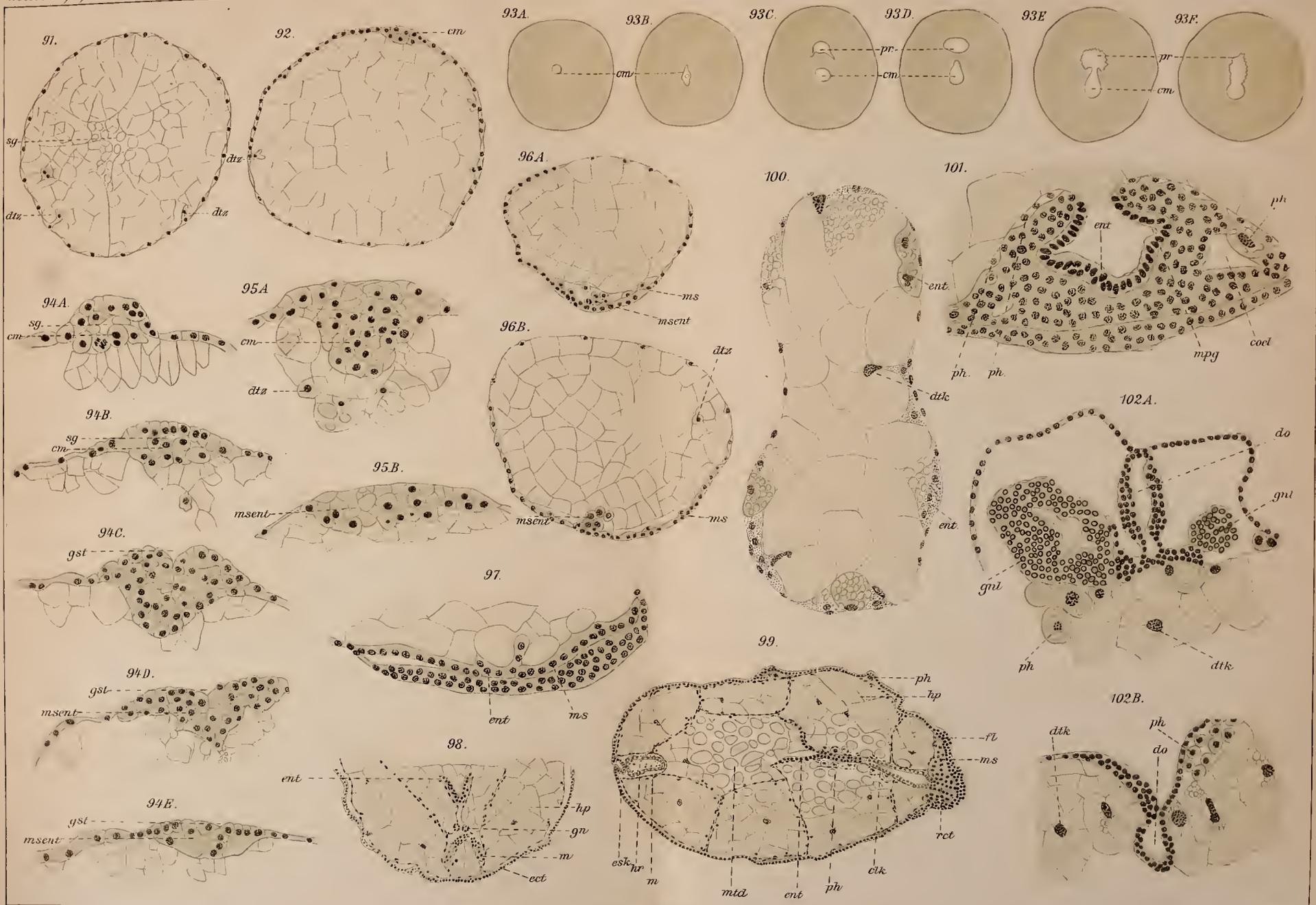




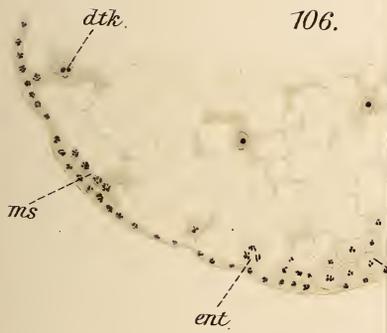
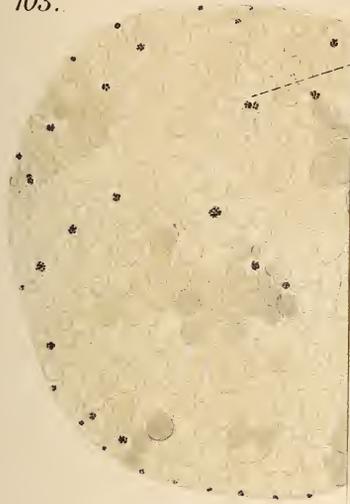




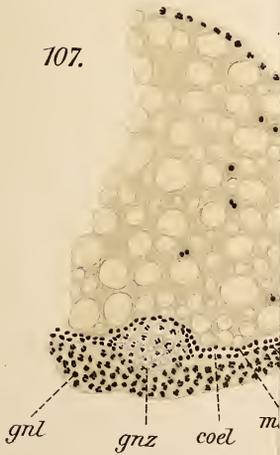




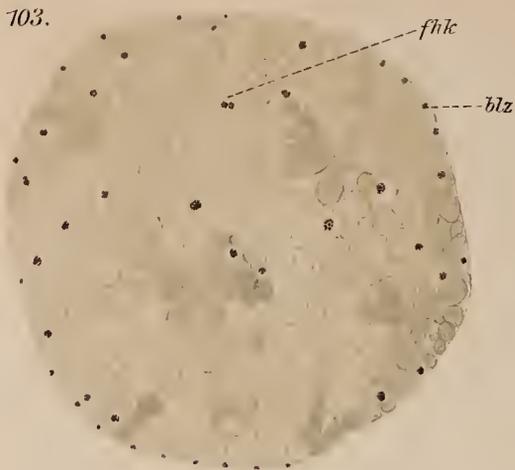
103.



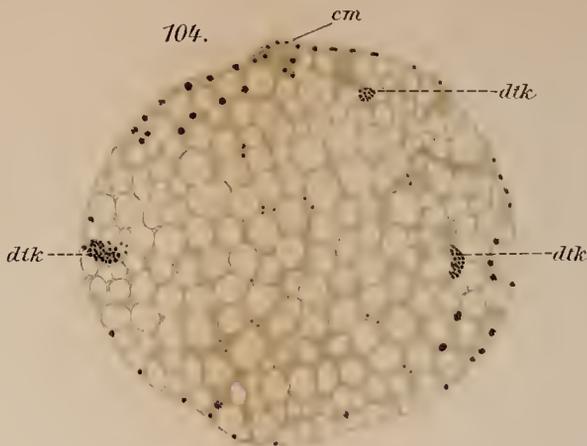
107.



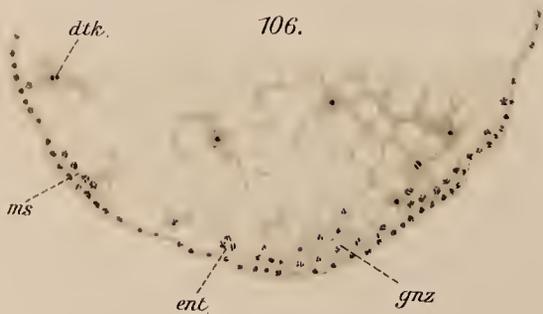
103.



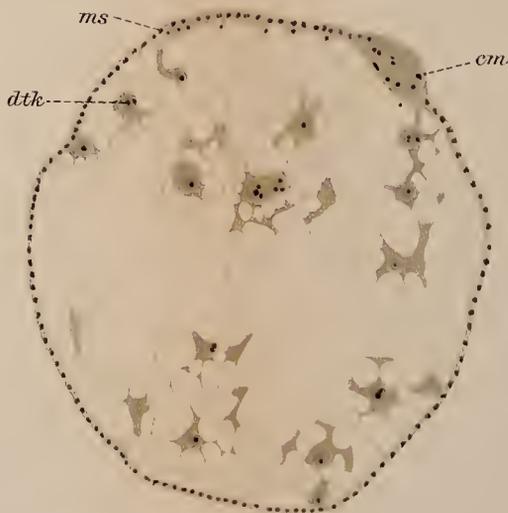
104.



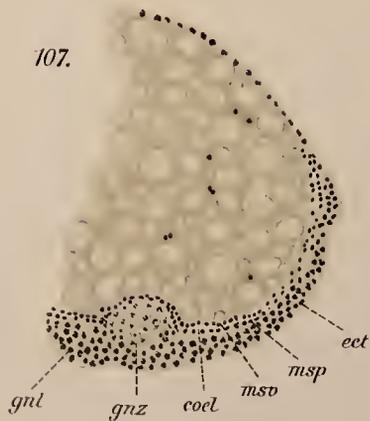
106.



105.



107.



108.

