

Entwicklungsgeschichte

von

Peripatus Edwardsii Blanch. und Peripatus torquatus n. sp.

I. Theil.

Von

Dr. J. K E N N E L,

Privatdocenten der Zoologie.

Mit Taf. V bis XI.

Der Arbeiten, welche die Entwicklungsgeschichte von *Peripatus* zum Gegenstande haben, sind bis heute nur sehr wenige und die darin zur Darstellung gebrachten Resultate befriedigen nur in geringem Maasse das Interesse des Zoologen, welches doch bei der merkwürdigen Organisation und der noch immer etwas zweifelhaften Stellung dieser Thiergruppe wohl erklärlich ist. Der Grund dieses Mangels ist theilweise darin zu suchen, dass bis in die neueste Zeit Exemplare von *Peripatus*, gleichviel welcher Art, immer noch zu den selteneren Thieren unserer Sammlungen zählten, dass aber, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, eine sehr grosse Zahl trächtiger Weibchen dazu gehört, um eine genügend lückenlose Serie von Entwicklungsstufen zu liefern; dazu kommt noch der Umstand, dass die Embryonen jüngerer Stadien bei Thieren, die uneröffnet conservirt wurden, durch den gegenseitigen Druck der Eingeweide verunstaltet und zur Untersuchung ziemlich unbrauchbar werden. So haben denn auch Moseley¹⁾ und Hutton²⁾, die beide lebende

¹⁾ H. N. Moseley: „On the Structure and Development of *Peripatus capensis*“ in: Proc. Roy. Soc. No. 153, 1874, und: Phil. Transactions, vol. CLXIV, 1874.

²⁾ Captain F. W. Hutton: „On *Peripatus novaezealandiae*“ in: Ann. and Mag. Nat. Hist. No. 107, November 1876. Ser. IV, vol. XVII.

Peripatus — jener capensis, dieser novaezealandiae — in grösserer Zahl zur Verfügung hatten, zur Entwicklungsgeschichte dieser Thiere nur solche Beiträge geliefert, die durch die Beobachtung späterer Stadien gewonnen werden konnten, und beide richteten ihr Hauptaugenmerk auf die Bildung der Mundtheile, wohl in der Hoffnung, hier über die Verwandtschaftsbeziehungen der räthselhaften Thiere zu Arthropoden oder Anneliden Aufschluss zu erhalten.

Erst in neuester Zeit war es Balfour geglückt, sehr frühe Entwicklungsstadien von *Peripatus capensis* aufzufinden, und eine vorläufige Mittheilung über die Resultate seiner Untersuchung, die höchst auffallende und, wie es schien, weittragende Ergebnisse lieferte, wurde der Royal Society³⁾ vorgelegt. Leider war es ihm nicht vergönnt, die auch ihm so hoch interessant erscheinende Aufgabe zu vollenden, und so kamen seine unfertigen, für ihn selbst nur orientirenden Notizen durch eine wohl zu verstehende, aber nicht sehr glücklich geübte Pietät in einem Zustand in die Oeffentlichkeit, den der tüchtige Embryologe selbst wohl schwerlich gebilligt hätte, da darin zu seinen früheren Darstellungen nichts Neues kam, wohl aber bei eingehender Untersuchung noch gar manches in anderem Licht erschienen und geändert worden wäre. Es ist das, wie ich schon einmal ausgesprochen habe,⁴⁾ um so mehr zu bedauern, als diese Publication und die darin enthaltenen Darstellungen zur Basis ungeheuerlicher Speculationen⁵⁾ gemacht wurden, deren Berechtigung auch dann noch zu beanstanden wäre, wenn sich als richtig erweisen sollte, dass bei *P. capensis* der Blastoporus selbst zur Hälfte in After, zur Hälfte in Mund des definitiven Thieres sich umbildet, eine Anschauungsweise, der ich entschieden entgegentreten muss. Obwohl ich in der Zwischenzeit durch eigene Untersuchung einiger Embryonen von *P. novaezealandiae* gelernt habe, mich über keine Absurdität in der Entwicklungsweise dieser Thiere mehr zu wundern, und vorsichtig zu sein in der Beurtheilung aller in Bezug auf *Peripatus* gemachten Angaben, so bleibe ich doch in diesem Punkte bei meiner früheren Meinung, trotzdem meine Beobachtungen an

³⁾ Proc. Royal Soc. 1883, ferner: Quart. Journ. Mic. Soc. 1883.

⁴⁾ J. Kennel: „Entwicklungsgeschichte von *Peripatus*“ in: Zool. Anzeiger, No. 150, 1883.

⁵⁾ Adam Sedgwick: „On the Origin of Metameric Segmentation and some other Morphological Questions“ in: Quart. Journ. Micr. Sc. January 1884.

einer anderen Species gemacht wurden, wie Sedgwick mir entgegenhält,⁶⁾ und trotz der wenig parlamentarischen Angriffe dieses Herrn und des Herrn Moseley,⁷⁾ auf die ich übrigens nicht weiter eingehe, da sie bereits durch einen mir leider unbekanntem Referenten zurückgewiesen wurden.

Ich werde am Ende dieser Untersuchung Gelegenheit finden, jene angedeutete Frage zu besprechen, und möchte hier nur kurz eine der hauptsächlichsten Verschiedenheiten erwähnen, die in der Entwicklung der bekannten *Peripatus*arten besteht, die geeignet ist, jeden Forscher zu überraschen, und trotzdem bisher nicht besonders erwähnt wurde. Wie aus meiner vorläufigen Mittheilung (⁴) hervorgeht, sind die Eier der westindischen *Peripatus*arten sehr klein, 0,04 mm im Durchmesser und ohne Nahrungsdotter; aus ihnen entwickeln sich aber durch besondere Befestigungs- und Ernährungsorgane im Uterus die Jungen zu einer sehr beträchtlichen Grösse. Solche Einrichtungen fehlen aber bei *P. novaezealandiae* völlig, der dagegen Eier von 1,5 mm Länge mit verhältnissmässig mächtigem Nahrungsdotter producirt, auf dessen Kosten das Wachsthum des Embryos bis zum Volumen des Eies erfolgt. *P. capensis* steht in der Mitte bezüglich der Grösse der Eier, scheint aber keinen deutlichen Nahrungsdotter zu besitzen; da dessen Junge grösser sind, als die von *P. novaezealandiae*, so müssen sie, falls die Einrichtungen der westindischen Arten fehlen, auf ähnliche Weise ernährt werden, wie die Jungen von *P. Edwardsii* in der zweiten Periode ihres Embryonallebens — durch Schlucken von Nahrung, die vom Uterus secernirt wird. Diese ungeheuren Unterschiede werden deutlicher, wenn wir, was erlaubt sein möge, ein vergrössertes Beispiel statuiren; nehmen wir an, eine unserer einheimischen Eidechsen oder Schlangen producire nackte Eier von 1 mm Durchmesser, von der Structur der Säugethiereier und amme dieselben im Uterus mittelst Placenta und Nabelstrang, umgeben von besonderen Embryonalhüllen, auf bis zu einem Drittel der Grösse der Mutter, eine andere Art derselben Gattung dagegen erzeuge ächte Reptilieneier mit Schale und grossem Nahrungsdotter von 35—37 mm Länge, die sich ganz wie bei den viviparen Reptilien weiter entwickeln, so haben wir ein völlig ana-

⁶⁾ Ibidem, pag. 14.

⁷⁾ Nature, No. 739, vol. 29 vom 27. Dez. 1883.

loges Verhalten, worüber sich gewiss ein Jeder bass verwundern würde. Selbst bei verschiedenen nah verwandten Gattungen müsste eine solche Verschiedenheit die Aufmerksamkeit erregen, wie viel mehr innerhalb einer scharf umgrenzten Gattung; trotzdem ist weder von Moseley, noch Sedgwick, noch Balfour darauf aufmerksam gemacht. Ich habe dies hier erwähnt, um zu zeigen, was mich vorsichtig gemacht hat in der Beurtheilung der auf *Peripatus* bezüglichen Angaben, und dass dies nicht der Widerspruch Sedgwicks that, dessen Angaben durch treue Reproduction der Balfour'schen Zeichnungen⁸⁾ nicht wahrscheinlicher werden.

In allen positiven Angaben der folgenden Abhandlung basire ich nur auf *Peripatus Edwardsii* und *torquatus*,⁹⁾ und bemerke gleich hier, dass ich nur eine Entwicklungsgeschichte dieser Thiere zu geben beabsichtige, da Verallgemeinerungen in diesem Falle nur mit Vorsicht gemacht werden dürfen. Wenn ich dann an diese Thatsachen auch keine grossen „Theoretischen Betrachtungen“ anhänge, so wird es immerhin gestattet sein, den Werth oder Unwerth der gefundenen *Facta*, sowie abweichender Befunde bei anderen Arten der Gattung *Peripatus* in Rücksicht auf allgemeine Anschauungen in Etwas zu beleuchten.

I. Die weiblichen Generationsorgane.

a) Anatomisches und Biologisches.

Eine Schilderung der Geschlechtsorgane wäre hier nicht am Platze, besonders da durch Grube¹⁰⁾ bereits eine ziemlich genaue und zutreffende Darstellung der gröbereren Verhältnisse derselben gegeben wurde; da aber bei der merkwürdigen Rolle, welche die Uterusäste in der Aufzucht und Ernährung des Embryos spielen, deren Verbindung mit letzterem eine ungemein innige ist, und die histologischen Umbildungen vor allem des Uterusepithels zu genann-

⁸⁾ Sedgwick: „Origin of Metam. Segmentation etc.“

⁹⁾ Die Beschreibung von *P. torquatus* mihi habe ich im Zool. Anzeiger, No. 150, 1883 gegeben und bringe hier nur noch eine Abbildung desselben nach dem Leben; ebenso von *P. Edwardsii*, Taf. V, Fig. 1 u. 2.

¹⁰⁾ Ed. Grube: „Ueber den Bau von *Peripatus Edwardsii*“ Müller's Archiv für Physiologie, 1853.

tem Zweck ganz wesentliche sind, so ist es unumgänglich nöthig, in Kürze den anatomischen Bau und die gewebliche Zusammensetzung dieser Theile vorzuschicken. Bei der erwähnten grossen Verschiedenheit der Eier bei den genauer untersuchten Arten, die auf den Gang der Entwicklung von Einfluss ist, mag auch die Schilderung des Ovariums gerechtfertigt erscheinen, um so mehr, als mit demselben einige Anhänge in Verbindung stehen, die bei *P. capensis* zu fehlen scheinen, und deren Bedeutung theilweise bis jetzt noch völlig unklar geblieben ist.¹¹⁾ Dabei werde ich vermeiden, auf histologische Einzelheiten mehr als für unsern Zweck nöthig ist, einzugehen.

Die weiblichen Geschlechtsorgane von *P. torquatus* und *P. Edwardsii* stimmen vollkommen genau miteinander überein; sie sind mit Ausnahme der Vagina und Geschlechtsöffnung durchweg doppelt, obwohl für oberflächliche Betrachtung die Ovarien in der Regel als einfacher Körper erscheinen.

Die Geschlechtsöffnung liegt auf der Bauchseite zwischen dem vorletzten Beinpaare, also im drittletzten Körpersegment, wenn das Aftersegment besonders gezählt wird, wozu aller Grund vorhanden ist, und ist ein länglicher Spalt, dessen beide Lippen mitunter etwas angeschwollen und aufgewulstet sind. Sie führt in eine sehr kurze Vagina, deren Wandungen stark muskulös und so mit Bindegewebe überzogen sind, dass sie beim Oeffnen des Thieres von der Rücken- seite her nicht frei in der Leibeshöhle, sondern fest der ventralen Wand derselben als kurzer Wulst aufliegt und innig mit derselben

¹¹⁾ Ed. Gaffron, von dem wir bereits eine sehr sorgfältige anatomisch-histologische Arbeit über einen Theil der Organe von *P. Edwardsii* besitzen (Zoologische Beiträge, herausgegeben von Dr. Anton Schneider, Bd. I, Heft 1), publicirt soeben eine vorläufige Mittheilung über seine fortgesetzten Studien an diesem Thier, welche sich zunächst auf die Geschlechtsorgane beziehen. Auch diese Arbeit entspricht an Genauigkeit und Sorgfalt der Beobachtung völlig der ersten (Zool. Anzeiger No. 170, 1884). Leider kann ich bei der Redaction des Textes die Resultate Gaffrons nicht mehr verwerthen, und muss mich darauf beschränken, in einigen Anmerkungen auf dieselben Bezug zu nehmen. Doch will ich gleich erwähnen, dass ich fast in allen Punkten zu ganz denselben Resultaten gekommen bin, wie genannter Forscher. Gerade bezüglich eines Anhanges des Ovariums weichen meine Befunde von denen Gaffrons ab, was jedoch sicherlich nur am Untersuchungsmaterial liegt, das für mich günstiger war, da ich lebende Thiere untersuchen konnte (vgl. unten).

vereinigt ist. Hier treten auch sämtliche Tracheen, welche die Geschlechtsorgane versorgen, an dieselben heran und verbreiten sich unter deren Oberfläche. Von der Vagina aus entspringen die beiden Uteri, im geschlechtsreifen Zustand der Thiere immer mit Embryonen gefüllt, als zwei lange, im Leben fleischfarbene Schläuche, reich mit Tracheen umspinnen; conservirt sind sie häufig glänzend in Folge der feinen Cuticula, welche sie überzieht. Sie beschreiben in der Leibeshöhle mehrere Windungen und Schlingen, wobei sie sich kreuzen, sodass der eine Uterusast seiner Hauptmasse nach gewöhnlich unter, der andere über dem Darm liegt, ohne dass indessen bei verschiedenen Exemplaren eine grosse Regelmässigkeit der Anordnung herrscht, die bei dem verschiedenen Füllungsgrad der Uteri und der wechselnden Ausdehnung der Leibeshöhle während der mannigfachen Contractionen der Thiere von vornherein ausgeschlossen ist; auch können die Uteri, in ihrer ganzen Länge vollkommen frei liegend, allen Bewegungen des Thieres leicht folgen. Im Allgemeinen ziehen die Uterusäste unter verschiedenen Windungen zunächst nach vorn bis gegen das vorderste Drittel der Leibeshöhle, um dann wieder ebenso rückwärts zu verlaufen; dabei wenden sie sich nach der Rückenseite und vereinigen sich nahe dem Hinterende mit dem Ovarium und seinen Anhängen. Die gefüllten Uteri sind am dicksten in der Nähe der Vagina, von wo aus sie sich allmählich verdünnen, sodass sie an ihrer Vereinigungsstelle mit dem Ovarium als sehr feine Röhren erscheinen; dabei zeigen sie in ihrem Verlauf je nach der Anzahl und Ausbildung der vorhandenen Embryonen verschiedene Anschwellungen.

In der Nähe des Ovariums zeigen sich einzelne $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ cm entfernt voneinander liegende, sehr kleine kugelige oder längliche Auftreibungen, von denen jede einen sehr jungen Embryo enthält; im frischen Zustand sind dieselben durch ein dunkel-rothbraunes Pigment besonders auffallend. Je weiter gegen die Vagina hin, desto länger und dicker werden die Anschwellungen, desto kürzer die Zwischenräume, bis endlich der letzte und weiteste Abschnitt, obwohl er mehrere hintereinander liegende Embryonen enthält, keine Einschnürungen mehr zeigt, da hier die fast reifen Jungen dicht aneinander stossen, sodass häufig der hintere mit seinem Kopfe das Hinterende des vorhergehenden überdeckt.

Vielfach kann man beobachten, dass die länglichen Uterus-

anschwellungen, die einen schon weiter ausgebildeten Embryo enthalten, in der Mitte je eine seichte Einschnürung aufweisen, gleich als wäre die Uteruswand hier durch einen Ringmuskel contrahirt; es sind das diejenigen Stellen, wo die Schleimhaut des Uterus zur Bildung der Placenta mächtig verdickt ist, wie wir später sehen werden. Eine, wie ich denke correcte Vorstellung der geschilderten Verhältnisse gibt Fig. 3, Taf. V von einem Uterus, der nicht gerade viele Embryonen enthält.

Die Ovarien liegen im hinteren Theil der Leibeshöhle, dorsal vom Darm und bilden zusammen, von einem dichten faserigen Bindegewebe umhüllt und durch dasselbe vereinigt, einen spindelförmigen etwas plattgedrückten Körper von etwa 2 mm Länge und 0,5 mm Breite, der an seinem spitzen nach hinten gerichteten Ende mit einer oder zwei langen, feinen Fasern (Muskelfäden?) an der dorsalen Mittellinie der Leibeshöhle im hintersten Theile der Leibeshöhle befestigt ist (Fig. 3 u. 4, *ov*). Zuweilen sind die beiden Ovarien mit ihren gleich zu beschreibenden Annexen völlig getrennt, jede von einer Bindegewebstunica umhüllt; auch bei der normalen Vereinigung beider trennt eine bindegewebige Wand die beiden Lumina völlig voneinander ab (Fig. 5, *S*). Jedes Ovarium ist ein am spitzen Ende geschlossener Sack, dessen Lumen sich direct in das des zugehörigen Uterus fortsetzt; die Auskleidung desselben ist ein unregelmässiges, an manchen Stellen gehäuftes Epithel, in welchem einzelne Zellen sich als jüngere und ältere Eier durch Grösse und Aussehen auszeichnen. Die Eizellen ragen nicht mit einer freien Fläche in das enge Lumen des Eierstockes vor, sondern sind von kleinen Zellen überdeckt, sodass sie gewissermaassen in einem Follikel zwischen Epithel und Bindegewebswand reifen und erst durch Auseinanderweichen der überliegenden Zellen in das Lumen gerathen können (Fig. 5, *o*). An der Uebergangsstelle der Ovarien in die zugehörigen Uteri finden sich bei *Peripatus Edwardsii* und *torquatus* je zwei kleine Anhänge, verschieden an Gestalt und histologischem Bau. Der dem Ovarium zunächst liegende ist ein kleiner zipfelförmiger Divertikel (Fig. 4, *Ah*), der in unverletztem Zustand aus einem kurzen Verbindungsgang und einem dünnwandigen spitzen Bläschen besteht, das mit grossen runden Zellen angefüllt ist. Darauf folgt an der Uebergangsstelle in den Uterus eine grössere rundliche Blase, die sich durch ihren Inhalt, eine grosse Menge von Sperma-

tozoen, als *Receptaculum seminis* erweist (Fig. 4, *RS*). Die Verbindungsweise desselben mit dem dünnen Uterus ist höchst auffallend; das Bläschen sitzt dicht dem jungen Uterus an, dessen äusserste Schicht dasselbe in etwas modificirter Structur überzieht; im Innern ist es ausgekleidet von einem dünnen Plattenepithel. Während nun das Uteruslumen continuirlich unter dem Bläschen wegzieht, treten von einer Stelle desselben zwei divergirende Verbindungsanäle mit höherem Epithel ausgekleidet in das *Receptaculum* hinein und öffnen sich, nach kurzem Verlauf an der Wandung desselben, frei in das Lumen; der eine Canal ist gegen das Ovarium, der andere gegen die Fortsetzung des Uterus gerichtet.¹²⁾

Während die Bedeutung dieses beschriebenen Anhangs keinen Augenblick zweifelhaft sein kann, so ist es nicht so leicht, über die Natur des „zipfelförmigen“ Divertikels Rechenschaft zu geben. Der Gedanke, es sei eine rudimentäre Dotterdrüse oder eine Drüse, deren Secret zur Erhaltung der Spermatozoen im *Receptaculum seminis* diene oder eine Schalendrüse, musste nach genauer Untersuchung aufgegeben werden, da die Bildung keineswegs drüsiger Natur ist. Der kurze Verbindungsgang hat eine dicke, mit deutlichem Epithel austapezirte Wandung und öffnet sich trichterförmig in den bläschenartigen Abschnitt, dessen Wandung nur eine feine, bindegewebige Membran ohne jede Epithelauskleidung ist.¹³⁾ Der Inhalt desselben besteht aus einer verschieden grossen Anzahl runder, scharf contourirter Zellen, die frei im Lumen liegen, die Grösse reifer Eicstockseier haben und in ihrem Kern und Kernkörperchen Structur-

¹²⁾ Dieses Verhältniss ist von Gaffron (l. c.) ganz richtig erkannt und sein Versuch, das Entstehen dieser Bildung zu erklären, recht plausibel. Von Hutton werden bei *P. novaezealandiae* zwei getrennte Verbindungsgänge des *Receptaculum seminis* mit dem Oviduct (Uterus) angegeben und abgebildet, was nur eine Modification der geschilderten Einrichtung bei den westindischen Arten darstellt.

¹³⁾ Dieses Bläschen hat Gaffron nicht gesehen; ich weiss aus eigener Erfahrung, dass es seiner ungemein dünnen Wandung wegen an conservirten Exemplaren sammt seinem Inhalt äusserst leicht abbricht; das scheint bei Gaffrons Präparaten der Fall zu sein, sodass er nur die schwach trichterförmige Oeffnung des kurzen Verbindungsganges (scheinbar in die Leibeshöhle) beobachten konnte. Doch glaube auch ich, dass in ihr der zu anderer Leistung umgewandelte Trichter des zum Uterus gewordenen Segmentalorgans des betreffenden Segments zu sehen sei, wie aus dem Text (weiter unten) hervorgeht.

verhältnisse zeigen, wie sie vielfach von Eiern bekannt geworden sind, die sich zur Aufnahme von Spermatozoen vorbereiten. Ich glaube daher nicht falsch zu rathen, wenn ich die fragliche Bildung als *Receptaculum ovarum* anspreche, in welchem eine grössere Zahl reifer Eier nach ihrem Austritt aus dem Ovarium so lange aufbewahrt wird, bis im Uterus wieder Platz geschaffen ist für die Aufnahme eines neuen befruchteten Eies. Vielleicht steht diese Einrichtung in Zusammenhang mit einer Periodicität in der Brunst der Thiere gegenüber einer lange Zeit continuirlich andauernden Trächtigkeit.

Bei *Peripatus capensis* scheint kein *Receptaculum ovarum* vorhanden zu sein; wir wissen aber durch Moseley, dass hier alle im Uterus befindlichen Embryonen so ziemlich auf der gleichen Stufe der Ausbildung stehen, woraus wir schliessen dürfen, dass bei Eintritt der Brunst nach der Begattung alle reifen Eier gleichzeitig in den Uterus eintreten; so verstehen wir auch das Fehlen eines *Receptaculum seminis* bei dieser Form (nach den Darstellungen des Autoren) indem nach jeder Trächtigkeitsperiode eine Zeit der Ruhe und darauf wieder neue Brunst und Begattung erfolgen wird. Auch für *Peripatus novaezealandiae* wird kein Anhang der Geschlechtsorgane angegeben, der als *Receptaculum ovarum* aufgefasst werden könnte, wohl aber von Hutton¹⁴⁾ ein *Receptaculum seminis*, das er in verzeihlichem Irrthum für den Hoden hielt, das dagegen von Moseley in ungerechtfertigt heftiger und theilweise grundloser Polemik¹⁵⁾ geleugnet wurde. Das *Receptaculum seminis* existirt aber nach eigenen Beobachtungen wirklich und sein Vorhandensein, sowie der Mangel eines Eioreservoirs stimmt vollkommen mit dem überein, was wir durch Hutton über die Fortpflanzung der neuseeländischen *Peripatus*art erfahren haben; im Uterus findet sich gewöhnlich eine grössere Zahl von Embryonen meist auf verschiedenen Entwicklungsstadien und die Trächtigkeit geht das ganze Jahr hindurch, ohne Unterbrechung durch den Winter, gleichmässig fort. Hier mögen nach der Begattung wohl auch eine grössere Zahl von Eiern reifen und in den Uterus eintreten, wie bei *P. capensis*; es können aber auch später noch allmählich reifende Eier durch das im Re-

¹⁴⁾ Hutton: Ann. and Mag. Nat. Hist. ser. IV. vol. XVII.

¹⁵⁾ Moseley: Remarks on Observations by Captain Hutton, Director of the Otago Museum, on *Peripatus novaezealandiae*, with Notes on the Structure of the Species. Ann. and Mag. Nat. Hist. ser. IV, vol. XIX.

ceptaculum seminis aufgespeicherte Sperma befruchtet und in den Uterus aufgenommen werden, da nach jeder Geburt eines oder mehrerer Jungen wieder Raum wird; denn in diesem Falle liegt der Embryo in seiner Eihaut ohne Verbindung mit dem Uterus und wenn dann auch in grösseren Intervallen neue Eier in den Uterus einrücken, so können die älteren Eier resp. Embryonen durch Contractionen der Uteruswand oder sonstwie weiter geschoben werden. Es finden also alle reifenden Eier, falls ihre Zahl nur in den naturgemässen Schranken bleibt, sofort einzeln oder zu mehreren hintereinander jederzeit Platz im Uterus.

Ganz anders liegt die Sache bei den westindischen Arten. Hier setzt sich das befruchtete Ei in kurzer Entfernung vom Ovarium an der Uteruswand fest und verwächst mit derselben aufs Innigste; an ein Verschieben ist also nicht zu denken, um so weniger, als die Uteruswandungen selbst enorme Umbildungen bei diesem Process erfahren. Da schon das erste Ei, das in den jungfräulichen Uterus gelangt, sich sofort daselbst befestigt, so können auch nicht mehrere Eier zugleich in denselben aufgenommen werden. Neuer Raum für ein Ei kann vielmehr nur durch Wachsthum des zwischen Ovarium und jüngstem Embryo liegenden Uterusstückes geschaffen werden, was nach den Unterschieden in der Entwicklung aufeinander folgender Embryonen zu schliessen nicht gerade schnell geht. Die Brunst und Begattung findet für jeden weiblichen *Peripatus Edwardsii* oder *torquatus* vielleicht im Leben nur einmal oder doch nur in laugen Zwischenräumen statt, da der mit Embryonen angefüllte Uterus keine Begattung, noch weniger Befruchtung zulässt. Reifen in Folge dieses Anlasses, wie es wahrscheinlich ist, eine grössere Zahl von Eiern auf einmal, die aber im Uterus nicht Platz finden können, so müssen sich dieselben sammt den später nachreifenden irgendwo ansammeln können. Das ist hier möglich durch Ausbildung eines *Receptaculum ovarum*.

In merkwürdiger Beziehung stehen die Uteri zum Nervensystem, wie das schon aus den Darstellungen fast sämtlicher bisherigen Untersucher hervorgeht; bei ihrem Ursprung aus der Vagina treten nämlich die beiden Uteri nicht sofort frei in die Leibeshöhle, sondern sie wenden sich etwas nach aussen, schlüpfen unter den Längsnervestämmen durch und kommen dann erst frei in den Leibesraum. Die Längsnerven, welche in ihrem ganzen Verlauf ausserhalb der Leibes-

höhle in dem Lateralsinus liegen, treten an der fraglichen Stelle plötzlich mit einer leichten Curve nach innen in die Leibeshöhle ein, ziehen mit einer Verdickung über den Ursprung der Uteri weg, um dann parallel weiter bis zum Hinterende zu verlaufen, wo sie mit schwacher Commissur den After überbrücken.

Dieses Verhalten, das sich in modificirter Form auch beim Männchen findet, kann nur dadurch erklärt werden, dass ursprünglich zwei getrennte, seitlich auf der Bauchseite gelegene Geschlechtsöffnungen vorhanden waren, die erst secundär nach der ventralen Mittellinie rückten und hier durch eine unpaare Einstülpung nach innen gedrängt wurden. In der That bestätigt die Ontogenie völlig diese Annahme, wie ich dem zweiten Theil vorliegender Arbeit vorgehend jetzt schon erwähnen will. Die beiden Uterusäste sind nichts anderes als die umgewandelten Segmentalorgane des vorletzten beintragenden Segments, deren äussere Oeffnungen sich im Verlauf der Entwicklung der Mittellinie nähern und bei der Bildung der Vagina durch Einstülpung der Körperwand nach innen geschoben werden. Indem die übrigen Theile der betreffenden Segmentalorgane sich bedeutend vergrössern, treten sie aus dem Lateralsinus, resp. der Höhlung des Füsschens heraus in die allgemeine Leibeshöhle. So liegen dann Vaginalportion und die innere Hauptmasse der Uteri in der Leibeshöhle, trotzdem aber, genau genommen, ausserhalb der Nervenstämme, wodurch das erwähnte Verhältniss verständlich wird.

Vergleicht man den geschilderten anatomischen Bau der Geschlechtsorgane von *Peripatus Edwardsii* und *torquatus* mit den Darstellungen Moseley's von *P. capensis* und Hutton's von *P. novaezealandiae*, so bemerkt man, dass besonders das Ovarium der Cap-Species ganz wesentlich anders gebaut ist, als bei sämtlichen sonst bekannten Formen, was Hutton in einer Replik gegen Moseley¹⁶⁾ zu der Bemerkung veranlasst, „einer von ihnen müsse das Ovarium umgestülpt haben.“ Abgesehen von dem bereits erwähnten Mangel aller Anhangsorgane und der sonderbaren Structur des Ovariums, worüber das Original verglichen werden möge, findet Moseley eine Menge Spermatozoen nicht nur im Innern der Ovarien (was ganz verständlich ist) sondern auch aussen, demselben an-

¹⁶⁾ F. W. Hutton: „On the structure of *Peripatus novaezealandiae*“. Ann. and Mag. Nat. Hist. No. 116, August 1877, Ser. IV, vol. XX.

hängend und selbst frei in der Leibeshöhle der Weibchen. Dieselben können nur auf zweierlei Weise dahin gelangt sein, entweder durch Verletzung und Druck des Ovariums oder durch eine Oeffnung der Eileiter in der Nähe oder unmittelbar am Ovarium. Schliesst man die erste Vermuthung aus, da Moseley an allen untersuchten Weibchen dieselben Verhältnisse fand, so kann man sich der Annahme zuneigen, dass bei der fraglichen Art die Trichteröffnung des zum Eileiter umgewandelten Segmentalorgans noch besteht, indem dasselbe nur theilweise mit dem Ovarium verwachsen ist und dessen Aussenseite überhaupt nicht übersieht, wodurch auch die Lage der reifen Eier in Vorstülpungen in Einklang stände. Bei *P. novaezealandiae* wäre die Umhüllung des Ovariums resp. das Hereinziehen in den Trichter vollständig geworden und dieser verschwunden; bei den westindischen Arten endlich ist das Ovarium zwar ebenfalls von der bindegewebigen Wand des Segmentalorgans umwachsen worden, der Trichter dagegen hätte sich, indem seine Oeffnung durch eine Bindegewebsmembran geschlossen wurde, in das Receptaculum ovarum umgewandelt. Leider sind noch keine genauen Untersuchungen über die Structur der besprochenen Organe, noch weniger der Entwicklung derselben bei den altweltlichen Peripatusarten publicirt, wesshalb das Gesagte nur Vermuthung, wenn auch eine sehr wahrscheinliche ist. Auf andere Differenzpunkte einzugehen, halte ich hier für nicht am Platz.

Die merkwürdige Einrichtung bei den westindischen Arten der Gattung *Peripatus*, dass die Embryonen in der ersten Zeit ihrer Entwicklung mit dem Uterus verwachsen und später, nachdem sie diese Vereinigung aufgegeben, immer noch durch einen geschlossenen Sack von Uterusepithel umhüllt werden, macht ganz aussergewöhnliche Wachsthum- und Reductionsverhältnisse der Uterusäste nothwendig. Wenn der älteste Embryo, welcher der Vagina zunächst liegt, geboren ist, so kann der nächste nicht einfach im Lumen des Uterus gegen die Geschlechtsöffnung hingeschoben werden, sondern er muss an seiner einmal occupirten Stelle liegen bleiben; um ihn aber dennoch dicht an die Vagina zu bringen, wird der ganze leer gewordene Uterusabschnitt durch Reduction seiner Gewebe, wie es scheint ziemlich rasch verkürzt und so vollständig zum Verschwinden gebracht, dass nun der nächste Embryo mit seinem Kopfende wieder unmittelbar an die Vagina stösst.

In demselben Maasse wachsen die beiden Uterusäste in der Abtheilung, die zwischen *Receptaculum seminis* und dem jüngsten Embryo liegt, in die Länge, um hier Raum für das nächste einrückende Ei zu schaffen. Dass mit dem Wachsthum der einzelnen Embryonen auch die zu jedem gehörigen Parthieen des Uterus an Länge und Dicke zunehmen, ist selbstverständlich und ein Vorgang, der für jeden wahren Uterus charakteristisch ist; die Längenzunahme wird dadurch nöthig, dass die Eier sich in kürzeren Abständen festsetzen, als die Länge eines nur halb ausgewachsenen Embryos beträgt. Ausserdem liegen die Embryonen bis zu einem gewissen Stadium ihrer Ausbildung ein- oder selbst mehrfach zusammengerollt in der ihnen zugehörigen Uterusabtheilung (vgl. Taf. VI, Fig. 35) während sie sich später gerade strecken, wodurch sie die mehrfache Länge erhalten; diese Längenzunahme muss das betreffende Uterusstück ebenfalls mitmachen.

So kommt es, dass nach einigen Geburten die in der Nähe der Ovarien durch starke Vermehrung erzeugten Zellen der Uteruswand sammt allen aus ihnen hervorgegangenen Gewebeelementen in der Vaginalportion des Uterus wieder reducirt und resorbirt werden, und dass nach den 5 bis 6 ersten Geburten der ganze Uterus ein neuer ist. Die Einzelheiten in den Umwandlungen der Uteruswand können erst bei Betrachtung der entsprechenden Embryonalstadien geschildert werden.

Höchst auffallend ist es, dass bei den verschiedenen Arten der Gattung *Peripatus*, so weit bekannt, zwischen der Grösse der Eier und derjenigen der neugeborenen Jungen ein umgekehrtes Verhältniss besteht. *P. novaezealandiae* entwickelt (nach eigenen Untersuchungen) Eier von 1,5 mm Länge und 1 mm Dicke; seine Jungen werden in einer Grösse geboren, dass ihr Volumen dem der Eier ziemlich gleich ist, was dadurch erklärt wird, dass der ganze Entwicklungsprocess innerhalb der Eihaut nur auf Kosten des mächtigen Nahrungsdotters vor sich geht. *P. capensis* hat sehr viel kleinere Eier, 0,17 mm im Durchmesser, ohne oder nur mit sehr geringem Nahrungsdotter; seine Jungen aber sind nach Moseley grösser als die der neuseeländischen Art, ein Factum, das der genannte Autor einfach auffallend fand, ohne nach einer Erklärung zu suchen. Wenn die Embryonen von *P. capensis* keinerlei Befestigung mit der Uteruswand zum Zweck der Ernährung eingehen, so müssen sie also schon

sehr frühzeitig anfangen, auf andere Weise, durch Schlucken oder Endosmose, Nahrung aufzunehmen, die ihnen durch Secretion des Uterusepithels geliefert wird. Die kleinsten Eier, ohne jeden Nahrungsdotter, besitzen die westindischen Arten (*P. Edwardsii* von 0,04 mm Durchmesser) und doch haben ihre Jungen eine Länge von 21—22 mm bei einer Breite von 2 mm, was mehr als einem Drittel von der Länge und Breite der Mutter gleichkommt.

Hier werden die jungen Embryonen eine Zeit lang durch Placenta und Nabelstrang aufgeammt und später nach Ausbildung des Schlundkopfes durch Secret des Uterus bis zu der angegebenen bedeutenden Grösse ernährt. Es scheint mir unzweifelhaft zu sein, dass wir es in der Gattung *Peripatus* mit zwei divergenten Entwicklungsrichtungen zu thun haben, die, soweit bekannt, in den westindischen Arten und der neuseeländischen Form ihre Extreme gefunden haben, womit nicht gesagt sein soll, dass damit der Abschluss erreicht ist. Der Ausgangspunkt wäre zu suchen in einer Vorfahrenform, die ihre kleinen, des Nahrungsdotters entbehrenden Eier direct, jedenfalls ins Wasser, ablegte, wo aus ihnen sich freischwimmende Larven entwickelten, die sich selbständig ernährten. Mit der Anpassung an das Landleben und der durch Umbildung in der Organisation (Tracheen etc.) bedingten Unmöglichkeit, die Eier ins Wasser abzulegen, übernahm der Eileiter die Rolle eines Brutorgans, wie wir das bei vielen, selbst hochstehenden Thieren finden; (ich erinnere nur an *Salamandra atra* als hervorragendes Beispiel). Hier ist der Anfang der Divergenz zu suchen: Zunächst, so muss wohl angenommen werden, war die Entwicklung von der freien nur wenig verschieden; die Embryonen resp. Larven ernährten sich im Uterus von dem gelieferten Nahrungssecret desselben (Beispiel: vivipare Schnecken, *Paludina*) wobei allmählich die für das freie Leben nothwendigen Larvenorgane in der Ausbildung zurückblieben und endlich ganz verschwanden; diesen Fall finden wir, vorausgesetzt, dass bei *P. capensis* keine Verbindung zwischen Embryo und Uterus besteht, in dieser Form repräsentirt, wobei wohl zu beachten ist, dass auch hier schon bei weitem keine Uebereinstimmung mehr mit der Stammform existirt.

Späterhin wurde in der einen Entwicklungsreihe die Ernährung des Embryo in immer frühere Stadien zurückverlegt und auf kürzere Zeit beschränkt, endlich in das Ei selbst, wo sich bedeutende Mengen

Nahrungsdotter ansammeln (*P. novaezealandiae*), während in dem anderen Zweige die jungen Larven, man könnte fast sagen parasitisch wurden, sich an die Uterusschleimhaut ansogen und so durch Neubildung von embryonalen Ernährungsorganen (vielleicht auch durch Umbildung vorhandener Larvenorgane) die Grundlage zu Placenta und Nabelstrang legten (westindische Arten). Die Weiterentwicklung nach dieser Richtung würde dahin führen, dass die Jungen bis zu ihrer Geburt mit dem Uterus verwachsen bleiben (wie wir ein Analogon in den placentalen Säugethieren gegenüber den Marsupialien haben) während von *P. novaezealandiae* nur ein Schritt bis zu oviparen Formen wäre. (Eine dritte Möglichkeit, die Ablage kleiner Eier zusammen mit einer grossen Menge von Nahrungsmaterial in Cocons, wie bei Landschnecken, Blutegeln, Regenwürmern etc. scheint in der Peripatusgruppe nicht realisirt zu sein.)

Es wäre gewiss nicht schwierig, für die eben kurz auseinandergesetzte Anschauung eine Menge theoretischer Gründe und eine noch grössere Zahl analoger Erscheinungen aus dem gesammten Thierreich anzuführen. Ich verzichte indessen darauf, da ich nicht glaube, ernstlichen Widerspruch zu erfahren und möchte nur noch darauf hinweisen, dass ja nothwendig alle Landthiere zuletzt von Wasserthieren abstammen müssen und dass gerade Peripatus, wenn er sich auch mit der Zeit in eigenartiger Weise umgebildet hat, vielleicht direct (höchstens durch nur sehr wenige Zwischenformen getrennt) auf Wasserbewohner zurückzuführen ist. Abgesehen von allem anderen deuten darauf seine Excretionsorgane hin, die in ähnlicher Form nur bei Wasserthieren, (speciell Anneliden) oder deren nächsten Verwandten (Oligochaeten) vorkommen, und ferner die primitive, wohl selbständig erworbene Gestaltung und Vertheilung seiner Tracheen.

b) Histologie des Uterus.

Der Uterus ist in seinem jüngsten Abschnitt ein feines Rohr, dessen Wand zunächst aus zwei scharf unterschiedenen Schichten zusammengesetzt ist, einer äusseren, aus mehreren Lagen zahlreicher kleinkerniger Zellen aufgebauten (*Uw*) und einem hohen Cylinderepithel (*Ue*, Fig. 41 u. 42), welches das enge Lumen begrenzt. Die Zellen der äusseren Schicht differenziren sich weiterhin in die aus verschiedenartigen Elementen zusammengesetzte, zum Theil sehr

complicirt gebaute bindegewebige Uteruswand, während aus der inneren Schicht trotz mannigfacher Umbildung der Zellen stets nur Uterusepithel hervorgeht.

Dieses letztere besteht in dem an das Ovarium angrenzenden Abschnitt des Uterus aus dicht gedrängten, sehr hohen und schmalen, gleichlangen Cylinderzellen, deren Protoplasma äusserst feinkörnig ist und von denen jede an ihrer Basis einen Kern enthält; alle diese Kerne liegen dicht am äusseren Ende der Zellen, sodass sie auf medianen Längsschnitten fast eine regelmässige Reihe (Fig. 41), auf Querschnitten einen einfachen Kreis bilden (Fig. 42, *Ue*). Das Epithel sitzt einer feinen Basalmembran auf, die gegen die dickeren Theile des Uterus hin stärker wird und dann der Länge nach fein gefältelt ist; dadurch erscheint dieselbe auf Querschnitten eng gewellt (Fig. 47, 48, *Bm*). Das von dem Epithel umgrenzte Lumen ist anfangs gleichmässig und gerade so weit, dass ein reifes Ei eben durchpassiren kann (vgl. Fig. 41, *Ul*). Gegen die älteren Theile des Uterus hin scheint die Vermehrung der Epithelzellen nicht gleichen Schritt zu halten mit der Vergrösserung der Fläche, die sie zu bedecken haben; sie werden in Folge dessen grösser, sowohl an ihrer Basis breiter, als auch gegen das Lumen zu keulenförmig aufgetrieben; ihr Inhalt wird lockerer und es scheint sich eine grosse Menge Zellsaft in ihnen zu entwickeln, der sich z. Th. in Vacuolen ansammelt, z. Th. aber das Protoplasma selbst so durchtränkt, dass es dünner wird und bei der Conservirung als unregelmässiges Gerinnsel in dem grossen Zellenleib suspendirt bleibt. Auch die Basalmembran bleibt nicht glatt, sondern bildet unregelmässige, gegen das Lumen vorspringende ringförmige Falten, die auf Längsschnitten wie stumpfe Zotten erscheinen, von den grossen, blasigen Epithelzellen überzogen. Es herrschen indessen in dieser Beziehung mannigfache Verschiedenheiten.

Was die äussere Uteruswand betrifft, so lassen sich in derselben zunächst zwei Schichten, wenigstens in kurzer Entfernung vom Ovarium schon, unterscheiden. Die äussere derselben ist zusammengesetzt aus einer einfachen Lage von kleinkernigen Zellen, deren Kerne anfangs senkrecht auf die Achse des Uterus gestellt sind, später aber sich abplatten und längsgerichtet flach der Uteruswand aufliegen; diese Zellen sondern nach aussen hin eine feine Cuticula ab, die den ganzen Uterus überzieht und oft auf grosse

Strecken als zusammenhängende, ungemein dünne aber feste Membran abgezogen werden kann. Auch diese Zellen scheinen sich in einiger Entfernung von dem sozusagen embryonalen Uterusende nicht mehr stark zu vermehren, da man sie um so weiter voneinander entfernt findet, je mehr man gegen die älteren Theile des Uterus hin untersucht; im Bereiche vor der ersten Embryonalanschwellung liegen die Kerne, welche dieser Schicht angehören, noch sehr dicht (vgl. Fig. 42 u. 43).

Die complicirtesten Veränderungen erfahren die zwischen den beiden eben geschilderten Schichten liegenden Zellen der Uteruswandung. Ursprünglich sind sie ungemein dicht gelagert und lassen erkennen, dass sie der Längsrichtung des Uterus parallel gerichtet sind, ja man sieht sie öfter in beinahe regelmässig concentrischen Schichten angeordnet; nur die Kerne der innersten Zellschicht stehen epithelartig auf der Basalmembran, welche sie vom Uterusepithel trennt, eine Anordnung, die bald verloren geht. Manchmal, bei guter Conservirung und Färbung (besonders mit Picrocarmin oder Alauncarmin), kann man um die Kerne herum zarte Contouren bemerken, welche spindelförmige, mit den spitzen Enden sich zwischen einander schiebende Zellkörper darstellen.

In der Gegend, wo das jüngste Ei sich festsetzt, zuweilen etwas vorher, gewöhnlich aber erst ein wenig distalwärts (vom Ovarium aus) treten in dieser Zellschicht, besonders in deren tieferen Lagen, feine lange Fasern auf, die bald stärker werden, ziemlich stark lichtbrechend sind und gestreckt in der Längsrichtung des Uterus verlaufen; öfter scheinen sie den in der Dicke der Uteruswand aufeinanderfolgenden Zellschichten zu entsprechen, und diese in schärfer gesonderte Lagen zu spalten; an ihren Enden nähern sie sich einander, überragen sich gegenseitig, vereinigen sich nicht miteinander direct, sondern verlieren sich zwischen den Zellen. Auf dem Querschnitt sind die Fasern unregelmässig stumpfeckig. Da wo sie beginnen, besonders aber gegen die Stelle hin, wo die erste deutliche Uterusanschwellung sich findet, werden auch die erwähnten Zellcontouren deutlicher und erlangen bald das Aussehen derber Membranen, die sowohl unter sich, als auch mit den Fasern in Verbindung stehen. Ich kann mir daher keine andere Anschauung bilden, als dass sowohl die Zellhäute, als auch die Fasern secundäre Differenzirungen in einer von den Zellen abgeschiedenen

Intercellularsubstanz seien, ächtes zelliges und faseriges Bindegewebe, wodurch die Uteruswand resistent und elastisch wird. Dazu kommt noch, dass in der Nähe der die Embryonen bergenden Bruthöhlen, innerhalb jeder der erwähnten Zellhäute oder Kapseln, 2, 3 und mehr, mitunter eine grosse Anzahl von runden Kernen in einer gemeinsamen Protoplasmamasse eingebettet liegen, was der ganzen Bildung ein Aussehen verleiht, das mehr an Zellknorpel als an etwas anderes erinnert (Fig. 47 u. 48, *Uw*). An den Stellen, wo solche vielkernige Kapseln in grosser Zahl zwischeneinander geschoben angehäuft sind, also in der Umgebung der Bruthöhlen, besonders vor und hinter denselben, verschwinden die erwähnten Längsfasern, indem das Maschenwerk der Bindegewebskapseln sie ersetzt. Hauptsächlich durch die Ausbildung dieses eigenthümlichen Gewebes werden die Uteruswände jederseits der Bruthöhlen derart nach innen verdickt, dass daselbst das Uterusepithel fast vollständig verdrängt und das Uteruslumen beinahe zu völligem Verschluss gebracht wird.

Die eben kurz geschilderten Umbildungen betreffen nicht die ganze Masse der ursprünglich gleichartigen Zellen der Uteruswand, sondern nur die tiefer liegenden Schichten; die paar Zellenlagen, welche unmittelbar unter den platten Zellen der Oberfläche liegen, von denen sie gleichfalls durch eine Membran geschieden sind, vermehren sich zwar auch sehr bedeutend und nehmen dabei an Grösse und Protoplasmareichthum zu; allein sie liegen nicht in grossen Nestern zusammen, sondern jede ist für sich allein, höchstens einmal zwei zusammen von einer viel zärteren Kapsel umschlossen, als das bei den inneren Gruppen der Fall ist; doch müssen auch diese Membranen als Intercellularsubstanz aufgefasst werden. Das wird besonders deutlich an den Uterusanschwellungen; hier grenzen sich die äusseren Schichten durch eine starke in unregelmässige Falten gelegte Membran von den inneren ab, und mit dieser Membran stehen die einzelnen Zellkapseln in Verbindung. In der Regel liegt zwischen der erwähnten dicken Membran und der inneren Schicht der Uteruswandung ein weiter mit Flüssigkeit gefüllter Raum, der seines constanten Vorkommens wegen als Lymphraum aufgefasst werden muss, der für die Erhaltung des Embryos von Wichtigkeit ist.

Ich glaube nicht, dass in den beschriebenen Strukturverhält-

nissen irgendwie störende Kunstproducte mit untergelaufen sind, da bei ganz verschiedener Behandlungsweise der Uteri (Osmiumsäure, Chromsäure, Sublimat, Spiritus allein) immer dieselben Bilder wiederkehrten, natürlich mit den Unterschieden, die von der Wirkung der genannten Reagentien längst bekannt sind.

Fassen wir nun das Vorstehende kurz zusammen, so finden wir, dass die Uteruswand in der Region der jüngeren Embryonen sich zusammensetzt aus: 1. einer structurlosen Cuticula (*tunica propria*), 2. einer dieselbe abscheidenden einfachen Zellenlage, 3. aus einer mächtigen Bindegewebsschicht, bestehend aus grosskernigen Zellen, die zwischen sich entweder einzeln oder in grösseren Gruppen mehr oder weniger starke Kapseln von Intercellularsubstanz ausscheiden, die theilweise in der Form längsverlaufender Fasern auftritt; diese Schicht lässt zwei Lagen unterscheiden, die an bestimmten Stellen weite Räume, mit Flüssigkeit gefüllt, einschliessen; 4. aus einer Basalmembran des Uterusepithels und 5. aus dem Epithel selbst, das wieder höchst merkwürdige Veränderungen durchmacht, die aber erst bei den einzelnen Stadien der Embryonalentwicklung beschrieben werden können.

II. Entwicklung des Embryos.

a) Die ersten Entwicklungsvorgänge bis zum Festsetzen des Embryos an die Uteruswand.

Wie bereits erwähnt, findet man im Uterus von *Peripatus Edwardsii* und *torquatus* jederseits eine grössere Zahl von Embryonen, 6—8, in seltenen Fällen einige mehr, alle auf verschiedenen Stufen der Ausbildung; und in der Regel sind die entsprechenden Embryonen der beiden Uterusäste, wenn auch nicht genau, so doch in annähernd gleichem Stadium der Entwicklung. In dieser Hinsicht bieten die westindischen Arten ein ungleich günstigeres Untersuchungsobject, als *P. capensis*, der zwar eine grosse Zahl von Embryonen gleichzeitig im Uterus birgt, aber, nach Moseley, alle auf ziemlich gleichem Reifestadium. *P. novaezealandiae* dagegen scheint bezüglich der Reifung seiner Embryonen ähnliche Verhältnisse zu bieten, wie die westindischen Arten, was offenbar damit

in Zusammenhang steht, dass nach Hutton die Entwicklung bei dieser Form das ganze Jahr hindurch stattfindet, während sich bei *P. capensis* eine enger umgrenzte Periode der Geschlechtsthätigkeit ausgebildet zu haben scheint. Erschwert wird die Untersuchung bei den westindischen Arten wesentlich dadurch, dass die Embryonen ganz früh schon mit dem Uterus innig verwachsen; es ist dadurch kaum möglich, sehr junge Stadien frisch und in unverletztem Zustand aus dem Uterus herauszupräpariren, eine Schwierigkeit, welche durch die geringe Grösse derselben noch bedeutend erhöht wird; auch sind diese jüngsten Keime ungemein empfindlich und verändern sich sofort, wenn sie in eine andere Flüssigkeit kommen, als die ihnen im Uterus geboten war. Das einzige Mittel, sie in unverletztem Zustand zu erhalten, war daher folgendes: Von dem frischen Uterus, der aus dem chloroformirten Thiere herausgenommen worden war, wurden die dem Ovarium zunächstliegenden Stücke mit zwei bis drei Anschwellungen direct in concentrirte Sublimatlösung, andere in $\frac{1}{2}$ —1% Osmiumsäure gebracht; die grösseren Embryonen dagegen, nach Herausnahme aus dem frischen Uterus, ebenfalls in den genannten Reagentien getödtet und in Alkohol verschiedener Concentrationsgrade nach und nach gehärtet. Spiritus allein, Chromsäure, Pikrinschwefelsäure und Pikrinsäure erwiesen sich als ziemlich unbrauchbar, da sie Veränderungen hervorriefen, die schon mit der Lupe sichtbar waren, während besonders die mit Sublimat behandelten Embryonen ihre Gestalt vortrefflich behielten, eine glatte Oberfläche zeigten und in histologischer Hinsicht ausgezeichnete Resultate lieferten, wobei die Osmiumsäurebehandlung zur Controlle sehr werthvoll war.

Die im Uterus conservirten Embryonen wurden nun entweder sammt demselben in Quer- oder Längsschnitte zerlegt, was leicht möglich ist, da man die in Terpentin durchsichtig gemachten Uterusanschwellungen ohne besondere Schwierigkeit nach der Lage des Embryos zum Schneiden orientiren kann, oder die einzelnen Uterusstückchen wurden an einem Ende mit einem scharfen Messer gespalten, dann mit zwei feinen Pincetten an den Zipfeln gefasst und der Länge nach auseinander gerissen. Dabei blieb allemal der Embryo in einer Hälfte der „Bruthöhle“ sitzen und konnte bei auffallendem Licht genau gezeichnet, event. auch herausgenommen werden, worauf man ihn in jeder beliebigen Richtung in Schnittserien

zerlegen konnte. Die Schnittdicke nahm ich meistens zu $\frac{1}{133}$ mm, in einzelnen Fällen $\frac{1}{200}$ mm Dicke, was bekanntlich mit den modernen Microtomen (besonders von Jung) mit fast mathematischer Genauigkeit und Zuverlässigkeit möglich ist.

Bei der innerhalb des Uterus vor sich gehenden Embryonalentwicklung ist von vorn herein die Möglichkeit ausgeschlossen, die Entwicklungsvorgänge auch nur kurze Zeit hindurch, z. B. die Furchung an einem und demselben Ei direct zu verfolgen, und man ist darauf angewiesen, aus verschiedenen zur Beobachtung kommenden Stadien die Vorgänge selbst zu erschliessen. Je mehr Zwischenstufen man aufzufinden vermag, um desto richtiger lassen sich jene reconstruieren, und desto weniger leicht verfällt man in den Irrthum, Heterogenes aufeinander zu beziehen. Hinsichtlich der Furchung der Eier kann ich nur wenige Angaben machen, die sich alle auf die gröberen Verhältnisse beziehen; bei der Kleinheit der Eier ist es schon keine leichte Aufgabe, sie überhaupt im Uterus aufzufinden und ausserdem hatten, wie ich gern gestehe, die der Furchung vorausgehenden und sie begleitenden Erscheinungen in Kern und Kernkörperchen im vorliegenden Falle weniger Interesse für mich, als die Bildung der Keimblätter und der Aufbau des Embryos selbst.

Die jüngsten im Uterus aufgefundenen Eier befanden sich in geringer Entfernung (1—1,5 mm) vom Ovarium; äusserlich zeigte der Uterus keinerlei Veränderung und die Stelle, wo das Ei lag, konnte in dem durchsichtig gemachten Abschnitt nur durch einen schmalen dunkleren Querstreifen erkannt werden, hervorgerufen durch eine schwache Ansammlung der Kerne in dem hohen Cylinderepithel des Uteruslumens (Taf. VII, Fig. 41). Die Eier, die man an diesen Stellen auf Längs- oder Querschnitten findet, haben eine ellipsoide Gestalt, eine deutliche, stark lichtbrechende, aber sehr feine Membran (in Fig. 44 etwas zu dick ausgefallen) und einen Durchmesser von 0,046 zu 0,033 mm, im Mittel also ca. 0,04 mm, was dem Durchmesser der runden Ovarialeier gleichkommt. Ich fand solche Eier mit 2, 4 und 8 Kernen, die ihrerseits 0,009 mm gross und gleichmässig körnig waren, dabei den Farbstoff intensiv aufnahmen; dagegen konnte ich keine Grenzen zwischen den Furchungskugeln nachweisen, in welche diese Eier doch offenbar zerfallen waren. Manchmal war in Folge von Schrumpfung der Dotter an einzelnen Stellen von der Eimembran abgehoben (Fig. 46). Im Allgemeinen

zeigte er eine feinkörnige Structur, und seine Masse war in der Regel um die Kerne herum etwas dichter als an der Peripherie. Das einzige, was aus diesen Beobachtungen zu schliessen wäre, ist folgendes: Das Ei von *P. Edwardsii* und *torquatus* scheidet nach seiner Befruchtung eine Dotterhaut ab und macht im Anfangstheil des Uterus eine totale und (anfangs wenigstens) äquale Furchung durch.

Immer fanden sich bei den Eiern mit zwei Kernen, mitunter auch bei solchen in 4-Theilung zwei kleine Körperchen zwischen Dotter und Eimembran, in einer Einbuchtung des ersteren liegend (Fig. 44, 45, 46 *r* u. *r'*) die manchmal sehr blass waren (Fig. 46) häufiger aber dunkelgefärbt, scharfrandig und in diesem Falle stark lichtbrechend; in wenigen Fällen kam nur ein einziges dieser Gebilde zur Beobachtung. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Körperchen als Polzellen (Richtungskörperchen) betrachtet; zuweilen liegen sie dicht nebeneinander, gewöhnlich aber auf entgegengesetzten Seiten des Dotters, wohin sie möglicherweise durch Verschiebung unter der Eihaut gerathen sind. Bei solchen Eiern, die mehr als 4 Furchungskerne enthielten, waren sie stets spurlos verschwunden; sie scheinen demnach sehr bald aufgelöst und resorbirt zu werden, da sie, von der Eihaut eingeschlossen, nicht anders wohin sich verlieren können.

Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass die Furchung in vollkommen regelmässiger Weise fortschreitet und nacheinander 16 und 32 Furchungskugeln erzeugt, obwohl solche Stadien nicht zur Beobachtung kamen; aus diesem Grund kann ich auch nicht angeben, bis zu welchem Stadium die Eihaut bestehen bleibt. Das nächste beobachtete Stadium aber lässt es als wahrscheinlich erscheinen, dass mit 32 Zellen Veränderungen beginnen, die durch die Resorption der Eimembran eingeleitet werden.

Die nächste Embryonalform zeigt höchst merkwürdige Erscheinungen, deren Wesen und Bedeutung nur schwer zu verstehen sind, zumal das vorhandene Material gerade für dieses Stadium nur sparsam war und die Darstellung desshalb nicht die gesicherte Grundlage hat, welche wünschenswerth gewesen wäre. Der Uterus ist an dem Orte, wo diese Embryonen liegen, durch Vermehrung und vor allem durch Umbildung der Elemente seiner Wandung, die oben beschrieben wurde, zwar etwas dicker geworden, zeigt aber noch keine nach aussen vorspringende Verdickung gegenüber den benach-

barten Stellen; durchsichtig gemacht lässt er im Innern keine Höhlung erkennen; dagegen sieht man eine dunkle Parthie, die auf einer nach innen vorspringenden Verdickung der bindegewebigen Uteruswand beruht; der Embryo ist nicht zu bemerken. Auf Quer- und Längsschnitten kommen nun zunächst folgende Veränderungen der Uteruswand zur Beobachtung: Vor und hinter der Stelle, wo der Embryo liegt, ist die bindegewebige Schicht der Uteruswand am stärksten verdickt, sodass zwei ringförmige, das Lumen einengende Wulste entstehen, die das Uterusepithel fast vollständig verdrängt und so den noch engen „Brutraum“ beinahe gänzlich von der übrigen Uterushöhle abgetrennt haben. In diesen Verdickungen, ebenso wie in der Peripherie des Brutraumes selbst, findet man hauptsächlich die oben beschriebenen Zellennester, umgeben von ihren Bindegewebskapseln, untermischt mit wenigen einzelnen Zellen, die der Basalmembran des Uterusepithels anliegen (Fig. 47, 48, *Uw*). Die äussere Schicht der Uteruswandung hat sich unter Vermehrung ihrer Elemente ebenfalls verdickt und von der inneren Parthie durch eine starke Membran abgegrenzt, die mit dem Balkenwerk der Binde substanz zusammenhängt. Zwischen beiden Abtheilungen hat sich im Aequator der „Bruthöhle“ ein breiter ringförmiger Spaltraum gebildet, sodass die Uteruswand auf dem Querschnitt aus zwei concentrischen getrennten Ringen besteht. Dieser Spaltraum ist im Leben mit Flüssigkeit gefüllt, die entweder zur Ernährung des Embryos beiträgt oder aber im Verein mit der Verdickung in der Uteruswand durch Elasticität die Stelle, wo der Embryo liegt, vor schädlichem Druck durch die benachbarten Organe bei den oft schnellen und heftigen Contractionen der Mutter schützen soll.

Der Embryo selbst ist nicht mehr in eine Membran eingeschlossen und hat sich ganz auffallend vergrössert, wie schon aus einer Vergleichung der Fig. 47—50, *E* mit Fig. 46, die bei der nämlichen Vergrösserung gezeichnet sind, hervorgeht; sein Durchmesser beträgt in Fig. 47 = 0,07 mm, in den übrigen 0,088 mm. Von diesen vier Embryonen des vorliegenden Stadiums ist offenbar der in Fig. 47 abgebildete der jüngste; er stellt wie auch die folgenden, eine solide Kugel dar, die nur durch die Conservirung im Uterus, wo ungleiche Druckverhältnisse obwalteten, etwas unregelmässige Gestalt annahm; sämmtliche ihn zusammensetzenden Zellen sind pyramidenförmig, stossen mit ihren Spitzen im Mittelpunkt der

Kugel zusammen, und bilden mit ihren breiten, etwas gewölbten Grundflächen die Oberfläche derselben, ein Verhalten, das in Fig. 47, *E* und 48, *E* recht deutlich ist. (Die Uterusäste, welche die in Fig. 49 u. 50 im Querschnitt dargestellten Embryonen enthielten, wurden in Chromsäure conservirt, wodurch die Zellen nicht gut erhalten wurden; die Zellgrenzen sind verwischt, das Protoplasma besonders im inneren Theile derselben geschrumpft und gegen die peripher gelagerten Kerne zurückgezogen, sodass ein centraler Hohlraum entstand, der aber keineswegs normal ist und durchaus nicht als Furchungshöhle aufgefasst werden darf. Fig. 50 ist ausserdem kein reiner Medianschnitt durch den Embryo.) Das Protoplasma der Zellen, die den Embryo constituiren, ist dünn und enthält vacuolenartige Räume, die wohl im Leben mit Flüssigkeit erfüllt waren; die Kerne sind gross (0,012 mm), der Peripherie genähert, sehr feinkörnig, mit einem, häufig zwei kleinen runden Kernkörperchen.

Der Embryo füllt das Lumen des Uterus vollkommen aus; die Zellen des Uterusepithels aber sind wesentlich verändert; während sie in Fig. 43, *Ue* zwar vergrösserte Kerne besitzen, aber ihre hohe schmale Cylinderform noch beibehalten haben, sind sie nun (Fig. 47, *Ue*) ungemein niedrig und breit geworden; es müssen im Uterusepithel Zellverschiebungen stattgefunden haben, denn auf den Umkreis des citirten Schnittes kommen nur noch wenige (ca. 12); ihr Protoplasma ist faserig oder feinkörnig geronnen und macht gegenüber seinem früheren Aussehen den Eindruck der Degeneration; die Kerne dagegen sind etwas grösser geworden, als im normalen Epithel (0,016 mm im Durchmesser). Bei den etwas älteren Embryonen werden die Epithelzellen immer spärlicher und rudimentärer; in Fig. 48 sind nur noch ganz wenige Reste (*Ue*), in Fig. 49 gar keine auf dem gezeichneten Schnitt getroffen. Damit soll indessen nicht gesagt werden, dass das Uterusepithel hier völlig verschwinde; die Zellen desselben werden nur in der nächsten Umgebung des Embryo bis auf ganz wenige, zuletzt sehr platte Elemente reducirt. Dies geschieht nicht einfach dadurch, dass der Embryo durch seine Grössenzunahme die Zellen des Uterusepithels verdrängt, sondern es wirkt dabei auch die Verdickung der bindegewebigen Uteruswand mit, welche von aussen her das Lumen verengt; während an der Stelle, wo ein in Furchung befindliches Ei liegt, z. B. in Fig. 41, der Durchmesser des Uterus von einer Basalmembran des Epithels

zur andern beinahe 0,2 mm beträgt, misst er hier nur noch 0,093 mm, also höchstens die Hälfte.

Es ist aber sehr wahrscheinlich, und der Zustand der Zellen stützt die Annahme, dass das nahezu völlige Verschwinden des Epithels der Bruthöhle nicht allein auf Druckverhältnisse zurückzuführen ist, sondern zum guten Theil durch ihre Verwendung für die Ernährung des Embryos erklärt wird; dieser resorbirt ihr Protoplasma und wächst auf ihre Kosten; damit steht vor Allem auch der Umstand in Uebereinstimmung, dass der Durchmesser der Bruthöhle bei den drei Embryonen Fig. 47—49 fast genau derselbe ist, dass aber die Grössenzunahme des Embryos mit dem Kleiner- und Seltenerwerden der Epithelzellen gleichen Schritt hält. Denn dass der Embryo von aussen her Nahrung aufnimmt, erhellt schon daraus, dass die einzelnen ihn zusammensetzenden Zellen eine Grösse haben, die sie in Folge einfacher Furchung nicht besitzen könnten; denn jede einzelne Zelle ist fast halb so gross, wie das Ei selbst (cfr. Fig. 46 mit 47 u. 48, die bei gleicher Vergrösserung gezeichnet sind). An ein blosses Aufquellen des Embryo kann man nicht wohl denken, da auch die Kerne seiner Zellen grösser und dabei von ebenso dichter Structur sind, wie die der Furchungskugeln, und Anzeichen von Vermehrung zeigen (2 Kernkörperchen). Da nun nicht wohl einzusehen ist, auf welche Weise ein junger Embryo, der aus einem kleinen Ei ohne Nahrungsdotter hervorgeht, sich zum vielfachen Volumen vergrössern könnte, wenn nicht durch Nahrungsaufnahme von aussen her, so ist nichts wahrscheinlicher unter den beschriebenen Verhältnissen, als dass er die Uterusepithelzellen grösstentheils resorbirt.

Es drängten sich nun die Fragen auf, von welchem Furchungsstadium an beginnt diese merkwürdige Ernährung und Vergrösserung des Embryos: beginnt sie immer mit derselben Anzahl Furchungskugeln oder herrschen in dieser Hinsicht Variationen, wie sie sicherlich in späteren Stadien der Entwicklung vielfach auftreten; und ferner, wie verhält es sich mit der Vermehrung der Embryonalelemente in diesem Stadium: geht sie regelmässig oder unregelmässig vor sich und in welchem Verhältniss steht ihre Zahl mit der in der nächsten, scharf abgegrenzten Entwicklungsphase vorhandenen. Die geschilderten Ereignisse scheinen sich ungemein schnell abzuspielen und es ist dies wohl der Grund, warum mir unter den vielen

Embryonen nur vier Exemplare zu Gesicht kamen, die hierher gehören, und von diesen bahnt eines (Fig. 50) schon den Uebergang zum nächsten Stadium an. Da es bei der innigen, allseitigen Anheftung dieser Embryonen an das Uterusepithel nicht möglich war, dieselben zu isoliren, so konnte ich mir in keinem Falle eine Totalansicht verschaffen und auch die Zahl der Zellen, aus denen sie bestehen, nicht durch einfaches Zählen feststellen, was sonst bei deren Grösse und Durchsichtigkeit leicht gewesen wäre; trotz des jedesmal gemachten Versuches, durch Zerreißen des betreffenden Uterusstückes den Embryo frei zu bekommen, blieb er regelmässig zum grössten Theil vom Uterus umgeben, und wurde höchstens an einer Seite freigelegt; so musste ich den Uterus sammt seinem Inhalt schneiden, und dann durch Combiniren der Schnitte die Zahl der Zellen festzustellen suchen, eine Arbeit, die keine leichte ist und deren Resultat nicht allzu genau sein kann, wie gewiss jeder mit dem Mikroskop Vertraute wohl weiss.

Um die erwähnten Fragen einigermaassen beantworten zu können, schlug ich folgenden Weg ein: Durch mehrere Messungen wurde der Durchmesser der Kerne in den Embryonalzellen festgestellt zu 0,012 mm; die Dicke der Schnitte betrug 0,007 mm. In dem Falle, dass die Kerne alle nahe ihrer Mittelebene durch die Schnitte getroffen wären, käme jeder Kern in zwei aufeinander folgenden Schnitten vor; bei weitem die meisten Kerne jedoch werden, wenn auch nur noch in einem kleinen Kugelsegment, in drei benachbarten Schnitten zu finden sein. Zählt man nun durch sämmtliche Schnitte hindurch alle sichtbaren Kerne und Kerntheile und dividirt die Summe mit 3, so wird man annähernd die wirkliche Zahl der Kerne resp. Zellen finden können, aus denen der Embryo zusammengesetzt ist. Für den in Fig. 47 im medianen Durchschnitt abgebildeten Embryo erhält man auf diese Manier 47 bis 49 Kernstücke, getheilt durch 3 gibt 16; für Fig. 48 zähle ich $88 : 3 = 29\frac{1}{3}$, was, die möglichen Fehler in Rechnung gezogen, nahe genug an 32 Zellen herankommt. Die letztere Zahl finde ich auch auf dieselbe Methode bei den jüngsten Embryonen des nächsten Stadiums, das sich sonst bedeutend von dem beschriebenen unterscheidet.

Es scheint demnach kaum zweifelhaft zu sein, dass bei *Peripatus Edwardsii* die Furchung in regelmässiger Weise von 8 zu 16 und 32 Zellen fortschreitet; es findet sich aber hier das merkwürdige

Verhalten, dass schon in dem ungemein frühen Stadium von 16 Zellen der Embryo auf Kosten ihm fremder Elemente bedeutend wächst und wesentliche Veränderungen durchmacht; ferner, dass bereits mit 32 Zellen das, was wir gewöhnlich Furchung nennen, sein Ende erreicht und der Embryo unter abermaligen Veränderungen in Structur und Grösse in gewissem Sinne zur Larve wird. Er entwickelt nämlich jetzt Organe, mittelst deren er in Verbindung zum Uterus tritt und durch die er ernährt wird, Einrichtungen, die man gewiss als aus einem freien Larvenleben herübergenommen und modificirt ansehen darf, nur mit dem Unterschied, dass hier im Uterus das Larvenleben auf einer viel früheren Stufe beginnt, als es wahrscheinlich in der Freiheit möglich war; denn eine aus nur 32 Zellen bestehende freilebende Larve, noch dazu eines hoch organisierten Thieres, ist meines Wissens nicht bekannt.

b) Die Stadien des festsitzenden Embryos.

1. Bis zur Bildung der Keimblätter.

Der Uebergang von dem eben beschriebenen Embryonalstadium zu dem nächsten ist ein ungemein schroffer und scheint sich sehr schnell zu vollziehen; unter allen beobachteten Embryonen fand ich nur ein einziges Mal eine Form, welche ein Bindeglied zwischen denselben darzustellen scheint; doch will ich nicht verhehlen, dass der Erhaltungszustand nicht ganz so tadellos war, wie es zur Erlangung genauerer Einblicke wünschenswerth gewesen wäre. Das Aussehen des Embryos selbst (Fig. 50, *E*) und der Uteruswand weisen dieses Stadium zweifellos zu den in Vorstehendem geschilderten; dagegen finden sich ausser der weiten Bruthöhle noch einige Dinge, die für das nächste Stadium charakteristisch sind und auch da gewöhnlich nicht von vorn herein vorkommen (z. B. die mit *Am* bezeichneten Zellen einer im Entstehen begriffenen Embryonalhülle). Es zeigt sich auch hier die noch öfter zu beobachtende Variabilität in der seitlichen Aufeinanderfolge der einzelnen Bildungen.

Während bisher die Embryonen in ihrem ganzen Umfang unmittelbar dem Uterusepithel anlagen, das zuletzt aus ganz wenigen platten Zellen bestand, liegen alle folgenden Stadien in einer mehr oder weniger weiten, vom modificirten Uterusepithel ausgekleideten

Höhle, die ich kurz als „Brutraum“ oder „Bruthöhle“ bezeichnen werde. Nach aussen macht sich dieselbe bemerklich durch die deutlich sichtbaren rundlichen oder ovalen, in späteren Stadien langgestreckten Anschwellungen des Uterus. Die Bruthöhlen sind öfter für das nämliche Embryonalstadium von sehr verschiedener Weite, was besonders für die sehr jungen Embryonen gilt; manchmal dürfte wohl die Conservirung an diesen Unterschieden schuld sein; indessen halte ich solche Variationen in weitaus den meisten Fällen für ganz normal. Im Allgemeinen ist als Regel aufzustellen, dass der Brutraum bei den jungen Stadien relativ viel grösser ist, als bei den älteren. Eine Zeit lang vergrössert er sich in demselben Verhältniss, in dem der Embryo wächst, sodass dieser sich immer in einem weiten Raum befindet; (bei einem Wachsthum des Embryo von 0,03 mm Durchmesser bis zu 0,1 mm nimmt der Brutraum mit Schwankungen von 0,1—0,3 mm im Durchmesser zu). Später dagegen wächst der Embryo schneller und füllt den Brutraum ziemlich aus; dieser vergrössert sich dann nur noch in dem Maasse, wie es die Grössenzunahme des Embryo verlangt. Die Bruthöhle ist im Leben mit Flüssigkeit erfüllt, die man hie und da auf Schnitten als feines Gerinnsel noch nachweisen kann; gewöhnlich aber ist keine Spur mehr davon zu sehen, woraus schon hervorgeht, dass sie sehr dünnflüssig ist und wenig gerinnbare Substanz enthält; in den späteren Stadien ändert sich das Verhältniss allerdings gänzlich und man findet dann die „Nährflüssigkeit“ des Embryos als homogen geronnenes Eiweiss, das alle Räume zwischen Uterusepithel und Embryo ausfüllt.

Was die Art der Bildung der Bruthöhle anlangt, so ist es sehr schwer, darüber sichere Angaben zu machen; wahrscheinlich sind es verschiedene Momente, die dabei zusammenwirken. Einmal kann aus den verdickten Uteruswänden Flüssigkeit in das Uteruslumen abgeschieden werden, wobei höchst wahrscheinlich die auftretenden Spalträume in denselben eine wichtige Rolle spielen, indem sie als Reservoirs für die sich ansammelnde Flüssigkeit dienen. Durch den Zerfall oder sonstige Umbildung des Uterusepithels kann die Flüssigkeit nicht erzeugt werden, da die Epithelzellen bis zur äussersten Grenze schon in den oben geschilderten Stadien resorbirt werden, ohne dass eine „Bruthöhle“ entsteht; dagegen fällt das Auftreten der Spalträume in die nämliche Zeit, sodass sie wohl die erwähnte Rolle spielen könnten. Der Raum, welcher den Embryo einschliesst,

ist ausserdem durch die Verdickungen der Uteruswand vor und hinter dem Embryo fast abgesperrt und wird es völlig, sobald die Reste des Uterusepithels anfangen, sich zu regenerieren; sie bilden dann einen allseitig geschlossenen Sack, der jede Verbindung mit dem übrigen Uterusepithel aufgibt und in toto sammt dem darin enthaltenen Embryo herauspräparirt werden kann (vgl. Fig. 8 u. 13, *Ue*). Andererseits kann der Embryo selbst mitwirken zur Bildung der Bruthöhle; während er bisher bei einem Durchmesser von 0,088 mm den ganzen Raum innerhalb der Basalmembran des Uterusepithels einnahm, zieht er sich nun plötzlich zusammen zu einem Zellhäufchen von weniger als dem halben früheren Durchmesser, wird aus einer Vollkugel zu einer Halbkugel, verringert also sein Volumen ganz beträchtlich. Das Verhalten der Embryonalzellen vor und nach diesem Process macht es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Verkleinerung des Volumens zu Stande kommt durch Ausstossen der Mengen von Zellsaft, der früher das Protoplasma der Embryonalzellen durchtränkte; so könnte der Embryo selbst den ersten Anstoss zur Bildung der Bruthöhle geben, indem er durch Resorption des Uterusepithels sich Raum schafft und dann durch Ausscheidung von Flüssigkeit sich zusammenzieht.

Dass dies jedoch nicht immer der erste Vorgang sein muss, zeigt uns der in Fig. 50 abgebildete Embryo, der noch ganz die Form und Structur der früheren Stadien hat, dennoch aber bereits in einer Bruthöhle von 0,2 mm Durchmesser liegt. Das Uterusepithel (*Ue*) bildet schon einen geschlossenen Sack, obwohl seine Zellen noch in Verbindung stehen mit denen des übrigen Uteruslumens; der Embryo selbst besteht nach genauen Zählungen aus einigen Zellen, mehr als in Fig. 48 u. 49, und zeigt auch noch sonst Variationen gegenüber dem gewöhnlichen Verhalten, wesshalb die hier zur Beobachtung gekommenen Verhältnisse als Ausnahme angesehen werden müssen.

Ueber das Verhältniss der Bruthöhle zum Embryo und zu den benachbarten Uterustheilen geben die Abbildungen, Figg. 9, 10, 11, 12, 16 u. 17, genügenden Aufschluss. Die Uteruswand ist nach wie vor verdickt und die Verdickung setzt sich aus denselben Elementen zusammen wie früher; gewöhnlich tritt jedoch in der inneren, dem Uterusepithel zunächst liegenden Schicht die Intercellularsubstanz nicht mehr in der Form dünner Kapselmembranen auf, sondern die

Kernester sind eingebettet in eine mehr gleichartige, von schwachen Faserzügen durchsetzte Grundsubstanz (Fig. 52). Oft genug aber bleiben die alten Verhältnisse, wie sie in Fig. 47 u. 48 dargestellt sind, erhalten. Ueberall ist die in unregelmässigen Falten nach innen vorspringende, stark lichtbrechende Membran vorhanden, welche die beiden Bindegewebsschichten der Uteruswand voneinander trennt (Fig. 51 u. 52).

Mit dem Wachsthum des Brutraumes hält die Dickenzunahme der Uteruswand nicht gleichen Schritt; im Gegentheil wird dieselbe durch die Ausbauchung und Dehnung, welche durch die Flüssigkeitsansammlung im Innern bedingt ist, absolut dünner und nimmt von ca. 0,1 mm Dicke ab bis zu 0,05 mm; dann aber bleibt sie sich bis zum Ende der Entwicklung trotz der bedeutenden Vergrößerung der Bruträume ziemlich gleich, indem ihre Elemente sich im richtigen Verhältniss zur Oberflächenvergrößerung zu vermehren scheinen. Die Verdickungen vor und hinter den Bruthöhlen dagegen bleiben in voller Ausdehnung bestehen und gewähren einen vollständigen Verschluss des Uteruslumens, aus dem sogar das Epithel verdrängt ist (Fig. 9 u. 10).

Wenden wir uns nun zu den festsetzenden Embryonen, die der Häufigkeit ihres Vorkommens und der Uebereinstimmung in ihrer Organisation noch zweifellos normale sind. Das jüngste Stadium derselben ist abgebildet in Fig. 51, Taf. VIII und stärker vergrössert in Fig. 52, jedesmal im Medianschnitt; wir sehen hier einen Brutraum von 0,104 mm Durchmesser, auf dem Querschnitt kreisrund, umschlossen von den in zwei Schichten gespaltenen Wandungen des Uterus, deren Details deutlich in Fig. 52 erkennbar sind. Der Brutraum ist ausgekleidet durch einen schmalen Saum von Protoplasma, in welchem einige wenige längliche, meist platte Kerne eingebettet sind (auf dem gezeichneten Schnitte 8 im Umkreis), ohne dass Zellgrenzen nachzuweisen sind. Ich will gleich hier bemerken, dass vom Festsetzen des Embryo an die Uteruswand bis zu seiner Geburt das Epithel der Bruthöhle nicht mehr aus gesonderten Zellen, sondern ausnahmslos aus einer zusammenhängenden Protoplasmaschicht mit eingelagerten Kernen besteht, die ihrerseits wieder in verschiedenen Modificationen auftritt. Diese Protoplasmaauskleidung ist entstanden aus einer Reorganisierung und Modifizierung der geringen Ueberreste des früheren aus gesonderten Zellen

bestehenden Uterusepithels; die Neuentwicklung greift sofort Platz, sobald durch Zusammenziehen des Embryos und Ansammlung von Flüssigkeit eine Bruthöhle auftritt, in welcher neben dem Embryo noch Raum für andere Bildungen vorhanden ist.

Den Embryo selbst bemerken wir als eine scheinbare kleine Verdickung der Höhlenauskleidung von 0,039 mm Breite und 0,02 mm Höhe; bei genauer Untersuchung zeigt sich, dass an der betreffenden Stelle der Protoplasmasaum des Uterusepithels continuirlich, wenn auch sehr dünn, unter dem Embryo wegzieht und dass diesem eine kleine Anzahl von Zellen, hier 6 auf dem Medianschnitt, mit deutlichen Contouren und rundlichem, grobkörnigen Kern ansitzen, die zusammen schwach gewölbt ins Lumen der Höhle vorspringen, wobei ihre äusseren Enden ein wenig convergiren. Uebersetzen wir uns dieses Bild im Zusammenhalt mit den sechs anderen Schnitten, welche den Embryo traf, in ein Totalbild, so finden wir, dass derselbe nach sorgfältiger Zählung aus 32 länglichen Zellen besteht, die in einer einzigen Schicht angeordnet eine kreisrunde Platte bilden, die nach dem Uteruslumen schwach convex gewölbt, an ihrer Ansatzfläche schwach concav ausgehöhlt ist. Die Elemente, aus denen der Embryo besteht, unterscheiden sich von denen des Uterusepithels einmal durch die ganz deutlichen, wenn auch feinen Zellgrenzen, welche die Gestalt der Zellen genau erkennen lassen; besonders nach dem Uteruslumen zu sind sie von einem hellen Saum und scharfer Linie begrenzt, was bei dem Epithel der Bruthöhle nicht der Fall ist; ferner sind die Kerne der Embryozellen dick, rundlich, grobkörnig und färben sich stark, während die anderen dem dünnen Protoplasmasaum entsprechend schmal, ausserdem blass und feinkörnig sind, auch meist ein deutliches Kernkörperchen enthalten, das den Zellen des Embryo abgeht.¹⁷⁾

Die Unterschiede zwischen dem Embryo dieses Stadiums und dem des vorhergehenden sind so bedeutend, dass man die beiden

¹⁷⁾ Dies ist immer der Fall bei Sublimatbehandlung; bei Conservirung in Osmiumsäure bieten alle Kerne andere Bilder; sie sind dann homogen und besitzen scharf contourirte Kernkörperchen, sowohl die des Uterusepithels als die des Embryos; immer aber sind deutliche Unterschiede zwischen beiderlei Elementen wahrzunehmen. Alle Angaben bezüglich der Structur von Zellen und Kernen in Folgendem beziehen sich auf in Sublimat getödtete, gefärbte und in Canadabalsam eingeschlossene Objecte; andere Behandlung ist jedesmal angegeben.

kaum aufeinander beziehen würde, wenn man sie nicht hintereinander im Uterus fände; die zweiunddreissig Zellen, welche vorher eine solide Kugel bildeten, in deren Mittelpunkt alle zusammenstiessen, haben sich in eine einschichtige schwach gewölbte Platte angeordnet, die grossen blasigen Elemente sind viel kleiner, ihr Protoplasma dicht, sehr feinkörnig geworden, ihre scharfen membranartigen Contouren haben zarten Grenzlinien Platz gemacht und auch die Structur der Kerne ist verändert. So auffallend diese Veränderungen auch sind, so stehen sie doch nicht als ganz vereinzelter Vorgang in der Embryologie da; wenigstens sind eine Anzahl Fälle bekannt, wo der Embryo in gewissen Stadien seiner Ausbildung sich ebenfalls ganz bedeutend zusammenzieht, z. B. die Embryonen der Insecten — allerdings in einem späteren Stadium.¹⁸⁾ Neuerlich machte Walter Heape¹⁹⁾ auf einen Vorgang in der Entwicklung des Maulwurfs aufmerksam, der trotz der weiten Kluft in der verwandtschaftlichen Stellung dennoch mit unserem Falle die grösste Aehnlichkeit besitzt. Das gefurchte Ei des Maulwurfs hat einen Durchmesser von 0,15—0,17 mm und besteht aus einer äusseren Lage von Zellen und einer inneren Zellenmasse, welche bei einem Durchmesser von 0,1—0,12 mm den Innenraum ganz ausfüllt. Im nächsten Stadium aber zieht sich die innere Zellenmasse, die allein zum Embryo wird, so zusammen, dass eine Höhlung auftritt, die von der äusseren Zellschicht umschlossen ist, worauf dann die „inner mass“, die nun einen Durchmesser von nur 0,06 mm hat, als kleines Zellhäufchen dem „outer layer“ ansitzt, ganz so, wie der Embryo von Peripatus seinem Uterusepithel; in beiden Fällen wird durch Zusammenziehen des Embryos ein Raum geschaffen, der sich mit Flüssigkeit anfüllt; in beiden Fällen wird zunächst die Zahl der Embryozellen nicht vermindert, sondern dieselben werden nur kleiner; auch beim Maulwurf sind sie während des besprochenen Vorganges weniger körnig geworden. Ohne an weitere Beziehungen denken zu wollen, muss die Analogie der Vorgänge auffallen.

Es war an dem vorhandenen Material nicht auszumachen, ob das eben beschriebene Embryonalstadium unmittelbar auf den soliden

¹⁸⁾ Vgl. z. B. Korotneff: „Entwicklung des Herzens bei Gryllotalpa“. Zool. Anzeiger No. 156, 1883.

¹⁹⁾ Walter Heape, The Development of the Mole (*Talpa europaea*) in: Quart. Journ. Micr. Sc. July 1883.

kugeligen Embryo folgt oder ob sich dessen Zellen zuerst in einer vollkommen ebenen Platte anordnen, die sich erst allmählich convex nach dem Uteruslumen erhebt; es liegt auch nichts daran; jedenfalls haben wir von da aus alle Uebergänge zu den weiter entwickelten Formen, wie solche in Fig. 53—57 jedesmal im Medianschnitt abgebildet sind.

In diesen Stadien beginnt nun schon die Bildung eines Embryonalorgans, einer feinen zelligen Hülle, die in ihrem fertigen Zustand den Embryo von seiner Ansatzstelle am Uterusepithel an völlig umhüllt und sich dabei fest an das Letztere anlegt; ich bezeichne dieselbe ohne jede Beziehung als Amnion. Im Auftreten der ersten Anfänge dieses Gebildes herrschen ziemlich weitgehende Variationen, sodass oft bei kleinen Embryonen, die aus einer geringen Zahl von Zellen bestehen, aber offenbar jünger sind, das Amnion in seiner Ausbildung weiter vorgeschritten ist, als in älteren. Man kann daher das relative Alter der Embryonen nicht nach der mehr oder weniger vollkommenen Ausbildung des Amnions beurtheilen, sondern man muss sich dabei auf eine Summe anderer Verhältnisse stützen: Grösse des Embryos, Zahl seiner Zellen, Zustand des Uterus und seines Epithels, Weite der Bruthöhle, vor Allem Zahl der jüngeren Embryonen des nämlichen Uterusastes und deren Aussehen, mit einem Worte, auf den Habitus der Embryonen; bei längerem Studium eines Gegenstandes lässt dieser, wie bekannt, den Beobachter ein ziemlich richtiges Urtheil treffen.

Die leicht gewölbte Zellenplatte des Stadiums Fig. 52 wird unter Vermehrung ihrer Elemente, die nun nicht mehr in der regelmässigen Weise der Furchung vor sich geht, grösser und wölbt sich dabei mehr und mehr ins Innere der Bruthöhle vor; die centralen Zellen geben ihre Verbindung mit dem Uterusepithel auf, und so entsteht ungefähr eine halbe Hohlkugel von Zellen, deren Wandung sehr dick ist, da sie aus einer Lage hoher Zellen besteht, welche ein enges Lumen einschliessen (vgl. Fig. 53 u. 54). Die Halbkugel ist nur noch mit einem Kreis von Zellen am Uterusepithel angeheftet, die als Basalzellen des Embryos bezeichnet werden sollen. Die Zellen des Embryos besitzen den früheren Character, nur in Fig. 53 sehen sie etwas anders aus; die Kerne sind hier rundlich, feinkörnig und zeigen stark lichtbrechende Kernkörperchen, mitunter zwei in einem Kern; wahrscheinlich sind die Verschiedenheiten auf

Rechnung der Conservirung zu setzen. Bedenkt man indessen die rege Zellvermehrung, die in diesen Embryonen stattfinden muss, wobei ja bekanntlich der Kern vielfach den regsten Antheil unter mannigfachen Veränderungen seiner Structur nimmt, so kann dadurch das verschiedene Aussehen der Kerne in den Abbildungen, wo sie mit möglichster Naturtreue wiedergegeben sind, wohl seine Erklärung finden. Auch der Hohlraum der Halbkugel zeigt Verschiedenheiten besonders in der Grösse, die indessen bei jüngeren Embryonen nicht bedeutend sind und hauptsächlich darauf beruhen, wie eng der Kreis der Basalzellen zusammengedrückt ist; so zeigt Fig. 53 eine engere Höhle als Fig. 54. Ferner finden sich bei weiterem Wachsthum kleine Verschiedenheiten in der Gestalt des Embryos; neben der entwicklungsgemäss normalen Halbkugel, die durch Näherrücken der Basalzellen zur flachgedrückten mit einer Oeffnung versehenen Hohlkugel wird, trifft man Embryonen, die höher als breit sind (Fig. 55 u. 56); diese Form beruht wahrscheinlich auf Contractions- und Druckverhältnissen der Umgebung, die entweder in Folge der Conservirung erst eintraten, oder auch schon im Leben vorhanden waren; es ist ja durchaus wahrscheinlich, dass diese zarten und weichen Gebilde jeder Druckverschiedenheit, der sie im Körper der Mutter oft genug unterworfen sind, durch Gestaltsveränderung nachgeben, die sich wieder ausgleicht mit ihrer Ursache; dass unter vielen normalen auch solche veränderte Gestalten conservirt werden, ist verständlich, und wenn sie gerade in Folge glücklicher Zufälle beim Schneiden in richtiger Weise getroffen wurden und gute Bilder lieferten, so nahm ich keinen Anstand, dieselben trotz ihrer etwas abnormen Gestalt mitzuthemen. Druckverhältnisse in Folge der Conservirung sind es gewiss, welche das in Fig. 56 dargestellte Bild erzeugt haben, das aber in allen Einzelheiten ungemein klar ist. Der Uterus hat sich so contrahirt, dass die Bruthöhle vielfache Falten ihrer Wandung aufweist und sehr eng geworden ist. Das Uterusepithel hat sich noch stärker zusammengezogen und sammt dem ansitzenden Embryo abgehoben, sich zugleich in Folge der Contraction verdickt, wodurch die Kerne desselben rund geworden und einander näher gerückt sind. Der Embryo findet gerade noch Platz im Lumen des vom Uterusepithel gebildeten Sackes und hat seine Gestalt derjenigen des Raumes angepasst; seine innere Höhle ist sehr eng, spaltförmig geworden, aber sehr deutlich umgrenzt.

An seiner Ansatzstelle an das Uterusepithel zeigt letzteres scheinbar eine Lücke, weil es sich hier wegen der Fixirung des Embryos nicht contrahiren konnte und seine ursprüngliche Dünnhheit beibehalten musste.

Die Mehrzahl der Embryonen dieses Stadiums zeigt die Form der Halbkugel bis zur flachgedrückten Hohlkugel, die aber immer gegen das Uterusepithel offen ist. Diese Embryonen erinnern in ihrer Gestalt nur an das durch Kleinenberg²⁰⁾ bekannt gewordene junge Stadium von *Lumbricus trapezoides*, wo aus dem gefurchten Ei sich ebenfalls eine Hohlkugel (*vescichetta germinativa*) entwickelt, die sich, jedoch nicht immer, an einer Stelle öffnet. Ob man aber diese beiden Embryonalformen miteinander direct vergleichen darf, will ich nicht discutiren, da einmal das Zustandekommen sowie das Schicksal der offenen Hohlkugel ein ganz abweichendes ist, und ferner in beiden Fällen, wenigstens bei den jungen Stadien, vom ursprünglichen Entwicklungstypus offenbar ziemlich abweichende Verhältnisse Platz gegriffen haben. Vielleicht aber finden sich bei weiteren Untersuchungen noch mehr Embryonalformen dieser Art, woraus deren Bedeutung dann, möglicherweise als sehr primitive Form, erkannt werden wird.

Im Lumen der meisten Embryonen dieses Stadiums von *Peripatus Edwardsii* findet sich ein, selten mehrere glänzende Körper; solche sind abgebildet in Fig. 53, 57 u. a. Sie sind von wechselnder Gestalt und Grösse, bald rund, bald birnförmig, manchmal unregelmässig und in einzelne Brocken zerfallen. In manchen Embryonen des vorliegenden Stadiums fehlen sie, kommen indessen auch noch in etwas älteren Embryonen vor; später aber sind sie nicht mehr zu bemerken. Wahrscheinlich ist es jedesmal eine oder mehrere Zellen, die sich aus dem Verbande der übrigen losgelöst haben, ins Innere des Embryos gerathen und hier einer Metamorphose anheimfallen, so, dass ihre Zerfallsproducte und Kerne sich durch starkes Lichtbrechungsvermögen auszeichnen. Diesen Eindruck macht unter den gezeichneten Embryonen besonders der glänzende Körper in Fig. 57 und noch mehr der im Lumen eines älteren Embryos von *P. torquatus* sich findende (Fig. 70), der zweifellos eine eliminirte und degenerirte Zelle ist. Zudem kann

²⁰⁾ N. Kleinenberg: „Sullo sviluppo del *Lumbricus trapezoides*.“ Napoli 1878.

man oft genug ähnliche runde, ungemein stark lichtbrechende Kügelchen in oder zwischen den Zellen älterer Embryonen finden, wo man es meistens mit Kernbildungen zu thun hat, die im Zusammenhang mit Zelltheilungen stehen (vgl. z. B. Fig. 62); theilweise mögen es auch hier Ausscheidungsproducte von Zellen sein, welche aus dem Organismus des Embryos entfernt und später aufgelöst werden. Ein gleiches Schicksal scheint der centrale glänzende Körper zu erleiden.

In den nicht ganz frühen Phasen des Stadiums, mit dem wir es gerade zu thun haben, jedoch ebenfalls wieder mit ziemlich weitgehenden Unterschieden hinsichtlich der Zeit des Auftretens zeigt sich im Protoplasma des Uterusepithels eine Bildung, die es ausserordentlich leicht macht, die Grenze zwischen Uterusepithel und Bildungen, die vom Embryo ausgehen, mit grösster Schärfe zu erkennen. Man sieht nämlich zuerst ganz feine Körnchen (Fig. 53 u. 57), die bald zahlreicher und gröber werden (Fig. 55 u. 56 etc.), stark lichtbrechend und im frischen Uterus von brauner Farbe sind. Sie sind durch die ganze Dicke der Protoplasmaschicht vertheilt, am dichtesten jedoch um die Kerne herum und an der dem Uteruslumen zugewendeten freien Fläche angeordnet. Sie sind es, welche am frischen Uterus den jungen Bruthöhlen eine rothbraune Färbung geben, und dieselben recht auffällig machen, auch wenn die Anschwellung selbst noch sehr unbedeutend ist, dabei aber den Einblick in dieselbe völlig hindern; in Fig. 6, Taf. V ist eine solche Uterusstelle nach einem frischen Präparat unter gelindem Druck des Deckgläschens wiedergegeben. Unterstützt durch diese Körnchen sehen wir in Fig. 53 u. 58 die sehr dünne Protoplasmaauskleidung der Bruthöhle unter dem Embryo hinziehen, was in den anderen Figuren ohnedies deutlich ist. Die Kerne des Epithels sind stets frei von solchen Körnchen und gewöhnlich homogen oder sehr feinkörnig; wo in den Zeichnungen auch die Kerne die besprochenen Körnchen zeigen, sind es allemal im Protoplasma darüberliegende, nie in der Kernsubstanz auftretende Bildungen. Ebenso sind die Zellen des Embryo ausnahmslos frei von diesen Körnchen, die sich in der Reproduction durch die Zeichnung leider nicht mit genügender Deutlichkeit von der grobkörnigen Form der Kernsubstanz unterscheiden lassen, im gefärbten Präparat ist jede Verwechslung absolut ausgeschlossen.

Das Auftreten dieser Körnchen und ihre oft massenhafte Ansammlung (Fig. 56) hängt wohl mit der Ernährung, Regeneration und späteren immensen Entwicklung des Uterusepithels zusammen; ich kann mir keine andere Anschauung bilden, als dass gleichsam im Ueberschuss zugeführte Ernährungsstoffe in der Form dieser (Eiweiss-?) Kügelchen im Uterusepithel abgelagert werden, um unter allmählicher Resorption zur Bildung von neuem Protoplasma Verwendung zu finden. Im Einklang damit stünde die Thatsache, dass mit der Erstarkung und mächtigen Entwicklung des Epithels die Körnchen später wieder völlig verschwinden.

Am Embryo selbst treten nun in rascher Folge einige anfangs unscheinbare Veränderungen auf. Während die grossen Kerne seiner Zellen im Allgemeinen von lockerer, grobkörniger Structur sind, sodass sie oft in unregelmässige Krümel und Brocken zerfallen (Fig. 59 u. 60), während ihre Contouren nicht scharf hervortreten und höchstens bei Osmiumsäurebehandlung deutlich werden (Fig. 62), unterscheiden sich früher oder später die Kerne der Basalzellen bei jeder Behandlungsweise deutlich von den übrigen Elementen des Embryo dadurch, dass sie länglich, scharf contourirt, homogen sind und ein deutliches Kernkörperchen besitzen. Schon in Fig. 54 fallen sofort die Kerne der beiden im Schnitt getroffenen Basalzellen durch homogene Substanz, starke Färbung und präzise Gestalt auf, in Fig. 57 finden wir sie wieder, obschon den übrigen Kernen etwas ähnlicher, in Fig. 60 sind sie sehr deutlich und haben sich schon so vermehrt, dass sie zwei Reihen bilden. Auch in Fig. 59 sind sie vorhanden, während sie in anderen Embryonen dieser Stadien fehlen, — eine neue Variabilität im Auftreten und der zeitlichen Aufeinanderfolge von Organen in diesen frühen Entwicklungsphasen. Aus diesen Basalzellen mit ihren anders geformten Kernen gehen die Anheftungs- und Ernährungsorgane des Embryos hervor, die ich ihrer Gestalt und Function wegen als Nabelstrang und embryonale oder foetale Placenta bezeichne. Ihre Kerne unterscheiden sich für alle Folge scharf von denen des eigentlichen Embryos, wenn sie auch nicht ganz den Character beibehalten, den sie in diesem Stadium haben.

Ebenfalls nicht genau zur nämlichen Zeit in Rücksicht auf den Ausbildungsgrad des Embryos beginnt in diesem Entwicklungsstadium die Anlage der als Amnion bezeichneten Hülle des Em-

bryos, die ebenso wie Placenta und Nabelstrang provisorisches und vorübergehendes Embryonalorgan ist. Ich muss leider gestehen, dass mich die Resultate meiner Untersuchungen gerade hinsichtlich der Art und Weise, wie dieses Organ sich entwickelt, am wenigsten befriedigen, und ich bin genöthigt, hier theilweise zu Combinationen meine Zuflucht zu nehmen, die allerdings bei der Menge der beobachteten Stadien der Wahrheit ziemlich nahe kommen werden; ich werde indessen bestrebt sein, in der Darstellung Beobachtung und Vermuthung auseinander zu halten.

Die erste Andeutung einer Bildung, die dem Amnion den Ursprung gibt, ist in Fig. 57 zu bemerken; hier sitzt dem Embryo an einer Stelle nach dem Uteruslumen zu eine Zelle auf, die buckelförmig vorspringt, und offenbar im Begriff ist, sich aus dem Verband der übrigen Zellen zu lösen. Sie kann nur ein Theilungsproduct einer ächten Embryonalzelle sein, denn das Uterusepithel ist gerade bei diesem Embryo so schwach entwickelt, dass sie daher nicht stammen kann, und ausserdem sitzt sie in einer seichten Einbuchtung der Oberfläche des Embryos. Um den Kern, besonders zu beiden Seiten bemerkt man eine sehr geringe Menge von Protoplasma. Aehnliche Kerne, die sich gewöhnlich von denen des Embryos etwas unterscheiden, sieht man ferner bei den Embryonen von Fig. 55, 56 etc. und zwar von einer grösseren Menge von Protoplasma umgeben, das keine Spur einer Membran erkennen lässt. Bilder, die ich an zahlreichen anderen Embryonen erhielt, die sich indessen nicht immer zur bildlichen Darstellung eignen, machen es zur Gewissheit, dass diese Zellen in Folge von Theilungen aus dem Embryo austreten, und zwar fast gleichzeitig immer mehrere, jedoch in sehr geringer Zahl, dass dieselben sich dann selbständig vermehren, wobei sie zunächst auf dem Embryo liegen bleiben. So entstehen kleine Zellhäufchen (Fig. 53, 60) auf dem Embryo, die ihrem Aussehen nach im Leben amöboide Bewegungen ausführen konnten; sie zeigen keine Membran, dagegen allerlei längere und kürzere Fortsätze, die sich theils der Oberfläche des Embryos anschmiegen, theils von ihm abstehen, — mit einem Wort, es scheinen embryonale Wanderzellen zu sein, wie sie vielfach bei der Entwicklung der Thiere in verschiedenen Stadien bereits bekannt sind. Mitunter scheint ihre Zahl auch später noch vom Embryo aus vermehrt zu werden; wenigstens beziehe ich die in Fig. 60 deutlich zu sehende

Zelltheilung auf einen solchen Vorgang. Sie können zu gleicher Zeit an verschiedenen Stellen des Embryos austreten, immer aber an der freien Oberfläche; ihre Vermehrung und Wanderung muss eine sehr lebhaft sein, denn die Embryonen, bei denen man nur eine oder zwei Amnionzellen findet, sind recht selten.

In den meisten Fällen überziehen sie zunächst den Embryo mit einer dünnen Protoplasmaschicht, wobei sie vielleicht nur durch pseudopodienartige Ausläufer miteinander anastomosiren, was auf Schnittserien nicht gut festgestellt werden kann; die Kerne bilden in diesem Ueberzug stark hervorragende Höcker. Fast immer findet man an einer Stelle auf dem Embryo eine grössere Zahl der Kerne beisammenliegen, und es bedeutet dies vielleicht ein Bildungs- oder Vermehrungscentrum, das noch anzutreffen ist, wenn das Amnion sich schon wohl entwickelt hat. Sobald die äussersten Zellen so weit über den Embryo heruntergewandert sind, dass sie die Basalzellen bedecken, schlagen sie sich auf das Uterusepithel über und wandern an diesem entlang, wodurch allmählich die Bruthöhle von einem dünnen (vielleicht netzförmigen) Protoplasmaüberzug ausgekleidet wird, der eine geringe Zahl von Kernen enthält.

In vielen Fällen wählen die Wanderzellen von der Oberfläche des Embryos aus einen kürzeren Weg, um zum Uterusepithel zu gelangen; sie wandern, immer miteinander in Verbindung bleibend, quer durch die Bruthöhle (Fig. 59) um sich an beliebiger Stelle an jenes anzulegen; selbst wenn sie am Embryo herunterrücken, verlassen sie ihn doch mitunter, bevor sie seine Basis erreicht haben, wie dies in Fig. 60 der Fall ist. Einzelne Zellen scheinen selbst ihren lockeren Verband aufzugeben und frei durch die mit Flüssigkeit gefüllte Bruthöhle zu wandern, um erst später wieder mit anderen ähnlichen Zellen in Verbindung zu treten. Man findet nämlich hie und da in Bruträumen, welche einen Embryo mit einem Häufchen von Amnionbildungszellen enthalten, auf Schnitten mitten in der Bruthöhle oder an der dem Embryo gegenüberliegenden Wand einen oder mehrere Kerne, von einem Protoplasmahof umgeben, die genau den ersteren gleichen.

Das Resultat aller dieser Variationen desselben Vorganges ist, wie gesagt, eine feine Austapezirung der Bruthöhle durch einen zarten Protoplasmaüberzug, in welchem Zellgrenzen nicht nachzuweisen sind, und in dem um die Kerne herum etwas reichlichere

Protoplasmaansammlungen sich finden. Dieser letztere Umstand, zusammengenommen mit der grossen Zartheit des betreffenden Gewebes, sowie einige Beobachtungen an ganzen Embryonen in situ machen es mehr als wahrscheinlich, dass das Amnion anfänglich aus netzförmig zusammenhängenden Zellen besteht und erst später eine zusammenhängende Tapete bildet. Da sich das Amnion von der Uteruswand auf den Embryo überschlägt und diesen überzieht, so liegt derselbe anfangs zwischen Amnion und Uterusepithel, aber nicht im Lumen der Bruthöhle. Dieses Verhältniss ist klar zu erkennen in Fig. 63, wo sich das ganze Amnion vom Uterusepithel abgehoben hatte; die Amnionbildungszellen sind hier nicht bis zur Basis des (schon weiter entwickelten) Embryos heruntergerückt, sondern hatten sich schon früher auf das Uterusepithel übergeschlagen; die Verbindung mit den auf dem Embryo liegenden Zellen ist zweifellos. Noch deutlicher ist letzteres Verhalten in Fig. 59, wo das Amnion die Uterushöhle noch nicht ganz auskleidet, zweifellos aber seinen Ursprung von den Zellen nimmt, die den Embryo bedecken. Auch in Fig. 60 steht das Amnion in Verbindung mit dem Zellhäufchen auf der Oberfläche des Embryos; es scheint auch hier noch nicht völlig zusammenhängend zu sein, obwohl nicht ausgeschlossen ist, dass einzelne Fetzen beim Schneiden verloren wurden. Die vortreffliche Methode, die Schnitte mit Colodium-Nelkenöl aufzukleben, sichert indessen mit grosser Gewissheit vor derartigen Verlusten, und man kann annehmen, dass da, wo eine Unterbrechung der Membran zu bemerken ist, wahrscheinlich eine normale Lücke zwischen den Pseudopodien der Amnionzellen getroffen wurde, besonders, wenn im nächsten Schnitt diese Lücke ausgefüllt ist, was sich meistens so findet. In Folge der Feinheit des Protoplasmanetzes haben sich die membranartigen Verbreiterungen in den Schnitten oft umgelegt, wodurch die Unregelmässigkeiten in der Dicke sich erklären.

Der Ausschluss des Embryo aus dem Lumen der Bruthöhle durch das Amnion bleibt nicht bestehen. Mit der Umbildung der Basalzellen zu Nabelstrang und Placenta rücken die Zellgruppen von der Oberfläche des Embryo herunter, indem sie zur völligen Auskleidung der Bruthöhle verwendet werden, und das Amnion setzt sich dann direct an den Rand der Placenta an, wodurch der Embryo frei, ohne Zellenüberzug wieder in das Lumen des Brutraumes hinein-

ragt, der jetzt zu innerst vom Amnion austapeziert ist. Dann bildet letzteres sicherlich auch eine zusammenhängende protoplasmatische Membran mit eingelagerten Kernen, die sich so innig an das unterdessen veränderte Uterusepithel anlegt, dass eine Verschmelzung zu Stande kommt. Doch auch dann noch bleibt es als dichtere Grenzschicht zu erkennen, die sich mitunter ablöst; dabei bleiben gewöhnlich kleine Partikelchen des Uterusepithels an seiner Aussenseite hängen (vgl. Fig. 68), was auf die innige Verbindung hinweist.

Wenden wir uns nun zunächst der Weiterausbildung der Anheftungsorgane des Embryos zu, so bemerken wir in Fig. 60, dass die Basalzellen desselben sich bereits in der Weise vermehrt haben, dass zwei Reihen übereinander liegen. In diesem Stadium, manchmal auch schon früher, beim Vorhandensein einer geringeren Zahl von Basalzellen, rücken dieselben von allen Seiten näher zusammen und verschliessen allmählich die Oeffnung, mit welcher der Embryo dem Uterusepithel ansass; dadurch erhält die ganze Embryonalanlage die Gestalt einer allseitig geschlossenen, etwas flachgedrückten Hohlkugel, deren Wandung an der Seite, wo sie den Uterus berührt, viel dünner ist, als an den freien Seiten. In Fig. 59 sehen wir ein Stadium im Medianschnitt, wo der Verschluss der Embryonalhöhle gerade stattfindet; die Basalzellen haben sich bis zur völligen Berührung einander genähert. Weiter vorgeschritten ist dieser Process in Fig. 61, wo die Basalzellen sich schon sehr vermehrt haben (ein Kern ist in Theilung befindlich) und dadurch, dass sie einschichtig nebeneinander liegen, dem Embryo eine breite Basis verschafft haben; dasselbe Bild zeigt Fig. 62 von einem etwas vorgeschrittenen Embryo; hier sind zwar die Kerne der Basalzellen in Folge der Behandlung mit Osmiumsäure ganz gleichartig conservirt mit denen des eigentlichen Embryos, doch lassen sich erstere leicht durch ihre geringere Höhe und ihre Berührung mit dem Uterusepithel erkennen, das sich seinerseits durch die Anhäufung der Pigmentkörnchen scharf abhebt.

Während der allmählichen Weiterentwicklung des Embryos vermehren sich nun die Basalzellen sehr lebhaft und bilden bald ein kleines Polster, das dem Embryo als Basis dient; im gewöhnlichsten Falle ist die mit der Vermehrung gleichzeitig erfolgende Ausbreitung dieser Zellen keine allseitige, sondern sie überwiegt nach einer Richtung hin und zwar meistens so, dass das Zellen-

polster unter dem Embryo seitlich hervortritt und sich quer zur Längsachse des Uterus ausdehnt und im Verlauf des Weiterwachsthums anstrebt, die Bruthöhle im Sinne eines Aequators zu umspannen. Dies geschieht indessen niemals vom Embryo aus nach beiden Seiten, sondern immer nur nach einer Richtung hin, sodass der Embryo selber stets am einen Ende der ganzen Bildung ansitzt; auch steht die Richtung der so auftretenden Placenta nicht immer quer zur Längsachse des Uterus, sondern öfter unter spitzem Winkel dazu geneigt, manchmal sogar, wenigstens im Anfang, mehr der Länge nach. Eine junge Placentaanlage ist in Taf. IX, Fig. 64 wiedergegeben. Der Embryo ist in diesem Schnitt nicht median getroffen, da die Schnittrichtung nur beim günstigsten Zufall gerade durch die Längsachse der Placenta und zugleich durch die Medianebene des Embryo fällt; auch die Ansatzstelle der Placenta an den Embryo ist nur tangirt und deshalb so schmal. Dennoch ist das in Vorstehendem Gesagte deutlich an dieser Figur zu demonstrieren. Der Embryo und auch ein Theil der jungen Placenta hat sich vom Uterusepithel abgehoben; man sieht aber an den Contouren, die genau ineinander passen, dass ursprünglich beide einander fest anlagen; auch einige Amnionzellen (*a*) liegen dem Uterusepithel auf. Auf den benachbarten Schnitten ziehen sich die Placentazellen mehr unter den Embryo und stellen eine breite Verbindung her. Zellgrenzen sind in der Placenta schon in diesem Stadium nicht mehr sichtbar, obwohl man um die einzelnen Kerne eine dichtere Ansammlung von Protoplasma deutlich wahrnehmen kann; die Zellkerne sind meist homogen, scharf umrandet und enthalten ein, häufig zwei stark lichtbrechende Kernkörperchen, eine Structur, die auch bei solcher Behandlung deutlich ausgesprochen ist, bei der die Kerne der Zellen des Embryos nur einen grobkörnigen Inhalt zeigen.

Manchmal ist in diesem und auch noch späteren Stadium der Entwicklung das Uterusepithel ziemlich unverändert geblieben, d. h. es ist ein dünner Protoplasmasaum, vollgefüllt mit braunen Körnchen und führt nur spärliche langgestreckte platte Zellkerne. In einzelnen Fällen aber fängt es jetzt schon an, seine Structur etwas zu verändern; zuerst in der Nähe des Embryos, besonders in der Ausbreitung der jungen Placenta und deren Verlängerung wird es dicker und kräftiger, das Protoplasma gleichsam vollsaftiger, ungemein zart in Structur und Färbung nach Anwendung von Tinctionsmitteln; es

macht den Eindruck erhöhter Lebensthätigkeit, die Kerne werden zahlreicher, grösser, nehmen rundliche Gestalt an; dabei verschwinden die braunen Körnchen immer mehr, indem sie kleiner werden und sich fast nur noch in der Nähe der Kerne und an der innersten Grenzschicht des Epithels finden. Zellgrenzen gibt es nicht, und sie treten auch nie mehr im Epithel der Bruthöhle auf. Welche Variationen übrigens in dieser Beziehung bei den einzelnen Entwicklungsstufen herrschen können, erhellt aus einer Vergleichung von Fig. 64 und Fig. 65, wo im ersten Falle das Uterusepithel der eben gemachten Schilderung entspricht, während es bei dem zweiten, viel weiter vorgeschrittenen Embryo auf einer bedeutend ursprünglicheren Stufe steht.

Ich kann hier füglich die Schilderung eines Embryos von *P. torquatus* einschieben, der auf dem oben behandelten Stadium der Entwicklung steht, weil er in Folge seiner histologischen Structur geeignet ist, die Verhältnisse ganz besonders klar zu machen. Nächst einem in Furchung befindlichen Ei, das aber, schlecht erhalten, durch das Schneiden unbrauchbar geworden war, ist der in Taf. X, Fig. 70 im Querschnitt abgebildete Embryo das jüngste Stadium, das ich von dieser Species in vorzüglichem Zustande gewinnen konnte. Das Uterusepithel, nur in seinem inneren Theil gezeichnet, hatte sich von der übrigen Uteruswand abgehoben, was mitunter auch bei *P. Edwardsii* vorkommt.

Es besteht aus grossen Zellen mit deutlichen Membranen und ungeheuren runden Kernen und bildet in Folge seiner Ablösung von der Unterlage eine unregelmässige Höhle, in welcher der Embryo an einer Stelle angeheftet ist. Tritt schon bei *P. Edwardsii* der Unterschied zwischen Embryonal- und Basalzellen hervor, so ist er hier geradezu frappant. Der Embryo, stumpf kegelförmig, besteht aus grossen Zellen mit mächtigen Kernen von sehr feinkörniger Structur, die ein oder zwei glänzende kleine Kernkörperchen enthalten; bei vielen Kernen sieht man die Theilung eingeleitet und einzelne Zellen besitzen zweifellos zwei Kerne, was auf starke Zellvermehrung schliessen lässt. In der ziemlich weiten Höhle des Embryos liegt ein glänzender Körper, der offenbar eine aus dem Verband gelöste und degenerirte Zelle ist, was die Deutung derselben glänzenden Körper bei den Embryonen von *P. Edwardsii* als zerfallende Zellen wahrscheinlich macht.

Die sehr breite Basis des Embryos wird von einer einfachen Lage von Zellen gebildet, deren Kerne sich wesentlich verschieden gegenüber denen des Embryos selbst verhalten; sie sind viel kleiner, schärfer contourirt, von viel festerer Structur und färben sich intensiv roth mit Picrocarmin; sie entsprechen den Basalzellen von *P. Edwardsii*. Auf der linken Seite des Embryos bemerkt man eine Vermehrung und Wucherung dieser Basalzellen; mit unregelmässigen pseudopodienartigen Fortsätzen wandern sie am Uterusepithel weiter und bilden die erste Anlage der Placenta. Mit ihnen stehen auch einige Kerne in Verbindung, welche in wenig Protoplasma eingebettet, den Embryo überziehen — die Anlage des Amnion; (im gezeichneten Schnitt liegt nur ein solcher auf der einen Seite des Embryos; andere finden sich auf den vorhergehenden und nachfolgenden Schnitten). Bei einem zweiten Embryo desselben Stadiums sind genau dieselben Verhältnisse zu beobachten mit dem einzigen Unterschied, dass die Gestalt des Embryos etwas mehr flachgedrückt ist.

Man sieht, dass trotz einiger Verschiedenheiten in der Structur des Uterusepithels, das hier aus distincten Zellen, dort aus einem Syncytium besteht, dennoch in der Bildung des Embryos und seiner Annexe völlige Uebereinstimmung herrscht; denn es wird wohl Niemand zweifeln, dass Basalzellen und Placenta bei *P. torquatus* ebenso entstehen, wie bei *P. Edwardsii*, obwohl sie bei jenem eine viel grössere Verschiedenheit von den Elementen ihrer Bildungsstätte haben, als bei letzterem. Die einzelnen Maasse für den beschriebenen Embryo von *P. torquatus* sind folgende: Höhe des Embryos 0,11 mm, Breite desselben an der Basis 0,133 mm, Dicke seiner Wandung 0,034 mm, Durchmesser der Embryonalkerne $0,02 \times 0,012$ mm, Durchmesser der Kerne der Basal- und Placentazellen 0,01 mm, Durchmesser der Kerne im Uterusepithel 0,016 mm.

Kehren wir wieder zu *P. Edwardsii* zurück, um die Veränderungen zu untersuchen, welche der Embryo selbst während der geschilderten Anlage der Placenta durchgemacht hat. So gering dieselben im Ganzen sind, so wichtig ist ihre Bedeutung. Wir verliessen in der Darstellung den Embryo als einschichtige, allseitig an der Basis durch die Basalzellen geschlossene Hohlkugel mit mehr oder weniger weiter Höhlung (Fig. 59 u. 61). In dem jetzt zu be-

trachtenden Stadium wird diese Höhlung durch eine Zellenwucherung gänzlich ausgefüllt und dadurch dasjenige eingeleitet, was man allgemein als Keimblätterbildung bezeichnet. Die Einwucherung geht aber nicht, wie man vielleicht a priori erwarten könnte, von den Rändern der früheren Oeffnung des Embryos aus, sondern gerade vom entgegengesetzten Pol, von der Mitte der frei in das Lumen der Bruthöhle sehenden Oberfläche. Fig. 62 zeigt uns den ersten Anfang der Einwucherung dadurch, dass die der Ansatzstelle gegenüberliegende Wand der Hohlkugel zweischichtig geworden ist; dort also findet durch rege Zellvermehrung ein Eindringen von embryonalen Elementen in der Gestalt eines soliden Pfropfes gegen die Höhlung des Embryos statt, ein Vorgang, welcher der Einstülpung zur Bildung einer Gastrula oder der Zelleinwucherung zur Herstellung einer Planula gleichwerthig ist.

Wenn irgend etwas, so kann also nur diese Stelle dem Blastoporus anderer Embryonen verglichen werden, weil von hier die Bildung der Primitivorgane des Embryos ausgeht; es hat sich freilich allmählich eine ziemliche Verwirrung eingeschlichen in den Dingen, die mit diesem Namen belegt werden, weil häufig genug ganz einfach die erste Oeffnung, welche am Embryo auftritt, Blastoporus genannt wird, unbekümmert darum, ob von ihr irgend welche Bildung ausgeht oder nicht. Auch ist die Bezeichnung Blastoporus im Laufe der Zeit durch die Entdeckung vieler Embryonalformen, die keine reine Gastrulation durchmachen, wo also gar keine Porus an der Blätterbildungsstätte vorhanden ist, wenig zutreffend geworden und es wäre darum ganz zweckmässig, eine allgemeinere, auf alle Fälle passende Bezeichnung einzuführen. In Folgendem werde ich die betreffende Stelle Einwucherungsstelle oder, da es doch einmal eingebürgert ist, auch Blastoporus nennen.

Beim ersten Auftreten der Einwucherung ist es noch völlig unmöglich, ein „vorn“ oder „hinten“ des Embryo festzustellen, ja man ist ohne Kenntniss der späteren Stadien auch ausser Stande, zu sagen, welches Rücken- und welches Bauchseite wird; behufs leichter und klarerer Ausdrucksweise will ich indessen schon hier bemerken, dass die Ansatzstelle des Embryos der Rückenseite, die Einwucherungsstelle der Bauchfläche der späteren Stadien entspricht; die Einwucherungsstelle nimmt also im ersten Beginn den grössten Theil der Ventralseite ein. Die Vermehrung der Zellen daselbst

nimmt sehr schnell überhand, die einzelnen Elemente schieben und drängen sich zwischeneinander, wodurch bald eine mächtige Verdickung der ventralen Wand der Embryonalblase erzeugt wird. Da diese selbst unterdessen gewachsen ist und ihre Höhle sich vergrößert hat, so ist die Einwucherungsstelle mehr von den peripheren Theilen abgesetzt und der Zellenwulst springt weit in den Hohlraum des Embryos vor (Fig. 63), wodurch diese Höhlung im Quer- oder Längsschnitt halbmondförmig erscheint, im Ganzen schüsselförmig wird. Die citirte Fig. 63 könnte den Anschein erwecken, als bestünde die Einwucherung aus zwei symmetrischen Hälften; ich bemerke daher ausdrücklich, dass die übrigen Schnitte durch den betreffenden Embryo, sowie die durch andere Exemplare dieses Stadiums geführten keine derartige Anordnung erkennen lassen; es ist also wohl nur rein zufällig, dass in dem Medianschnitt, den ich bei jungen Stadien womöglich immer zur Darstellung gewählt habe, in der Mitte der Einwucherung sich eine kleine Aushöhlung befand. Indessen ist es auch nicht ganz unmöglich, dass die einwuchernden Zellen von Anfang an das Bestreben haben, sich der Wandung der Embryonalblase dichter anzulegen und in Folge dessen in ihrem Centrum weniger dicht angehäuft sind, wodurch das spätere Auftreten der Darmhöhle vorbereitet wird; in dieser Weise lassen sich auch eine Anzahl anderer Bilder von etwas weiter vorgeschrittenen Embryonen deuten, bei denen immer das Innere der Einwucherung gelockert erscheint.

Allmählich wird die ganze Höhlung des Embryos von der einwuchernden Zellenmasse ausgefüllt; aber immer kann man mit aller nur wünschenswerthen Deutlichkeit die Grenze zwischen der ursprünglichen Wandung und der inneren Zellenmasse nachweisen mit Ausnahme der einzigen Stelle, von der die Zellenwucherung ausgeht, dem Blastoporus. Dort bleibt noch lange Zeit, trotz aller Veränderungen in der Gestalt des Embryos, selbst bis zur Ausbildung der vollen Segmentzahl die Verbindung des Ectoderms mit diesem undifferenzirten Zellencomplex, aus dem sich die inneren Keimschichten herausbilden, bestehen, und von dieser Stelle wird immer neues Zellenmaterial geliefert für den Aufbau der letzteren. Man kann die Einwucherungsstelle in dieser Beziehung recht wohl dem Primitivstreifen der Wirbelthierembryonen vergleichen, wo ja auch sämtliche Keimblätter ohne Grenze miteinander vereinigt

sind, resp. auseinander sich differenzieren, — oder auch dem fortwachsenden Hinterende vieler Anneliden.

Nur in seltenen Fällen wird der Embryo von den eingewucherten Zellen völlig ausgefüllt, so lange er die Gestalt einer direct dem Uterusepithel ansitzenden Kugel hat; unter allen meinen Präparaten besitze ich nur Schnittserien von zwei Embryonen, welche dieses Verhalten zeigen; von einem derselben ist der in Fig. 64 gezeichnete Schnitt entnommen, der aber die beschriebenen Einzelheiten nicht scharf erkennen lässt, da zur Demonstration der Placentaverhältnisse nicht der mediane Schnitt gewählt wurde. Meist ist der Embryo bereits in ein Stadium getreten, das ich als das „birnförmige“ bezeichnen will. Durch starke Vermehrung der Basalzellen wurde, wie schon beschrieben, die Placenta angelegt; ein anderer Theil derselben aber, und zwar die dem Embryo zunächst liegenden, wozu vielleicht noch einige später umgewandelte ächte Embryonalzellen kommen, erzeugen durch ihre Vermehrung ein Polster, das sich zwischen Placenta und Embryo ausdehnt und indem es einen breiten Stiel für den Embryo bildet, diesen mehr und mehr in den Innenraum der Bruthöhle hineinrückt; dieser Stiel, der Nabelstrang, ist anfangs solide und besteht aus gleichartigen Elementen, die ganz denen der Placenta gleichen und sich gegen den Embryo ebenso absetzen, wie dies früher die einzige Reihe der Basalzellen that (Fig. 65). (In dieser Figur ist die Placenta nicht gezeichnet, da die Schnittrichtung senkrecht zu ihrer Längsausdehnung liegt und sie daher in den vorhergehenden Schnitten getroffen ist.) Der Embryo, von dem der Schnitt stammt, ist mit Osmiumsäure conservirt; der Stiel oder Nabelstrang ist noch kurz und relativ dick und setzt sich scharf vom Embryo ab; die Kerne seiner Zellen sind kleiner als die des Embryos, obwohl sie bei der erwähnten Behandlung im übrigen denselben gleichen. Im Embryo selbst bemerken wir, dass die Kerne im Ectoderm nicht mehr einschichtig angeordnet sind, sondern sich theilweise zwischeneinander einkeilen, theilweise in zwei Schichten übereinander liegen; da scharfe Zellgrenzen bei Embryonen dieses Stadiums bei keinerlei Behandlung mehr deutlich wahrzunehmen sind, so bin ich ausser Stand, anzugeben, ob das Ectoderm von nun an wirklich mehrschichtig ist oder ob nicht doch die Zellen desselben die ganze Dicke durchsetzen und nur ihre Kerne in verschiedener Höhe liegen. Aus verschiedenen Beobachtungen

und mehreren Gründen halte ich das Letztere für das Wahrscheinlichste, doch scheint mir die Frage von keiner besonderen Wichtigkeit zu sein. Dagegen lässt sich mit grösster Schärfe, noch unterstützt durch sehr feine dunkle Körnchen, die Grenze zwischen Ectoderm und den vom freien Pol des Embryos einwuchernden Zellen feststellen, welche die ganze Embryonalhöhle ausfüllen. Auch hier kann man gegen den Stiel zu eine Lockerung der eingewanderten Zellkerne bemerken, welche wahrscheinlich der in Fig. 63 gezeichneten und oben besprochenen entspricht; gegen den Nabelstrang grenzt sich die innere Zellenmasse durch einen feinen Spalt ab.

Der Nabelstrang bleibt nicht lange so solid, wie er in der eben citirten Figur dargestellt ist. In einem anderen Embryo (Fig. 66), der auch in Bezug auf Placenta und Umbildung des Uterusepithels weiter vorgeschritten ist, sind die Zellen des Stiels auseinander gewichen; sie haben sich epithelartig angeordnet und umschliessen einen Spaltraum im Innern; die scharfe Abgrenzung des Nabelstrangs gegen den Embryo ist verschwunden, und seine Zellen setzen sich direct in das Ectoderm des Embryos fort. Die so entstandene Höhlung des Nabelstrangs würde nun als Fortsetzung der ursprünglichen Embryonalhöhle erscheinen, wenn diese nicht durch die eingewucherten Zellen ausgefüllt wäre. Letztere haben jetzt Raum gewonnen und dehnen sich in das Lumen des Nabelstrangs aus; hier lassen sie nun deutlich erkennen, dass auch sie im Begriff stehen, auseinanderzuweichen, um eine Höhlung zwischen sich zu bilden; sie legen sich nämlich bei ihrer Wanderung allseitig der Wand des Nabelstrangs an und ebenso den Parthieen des Embryos, die direct an denselben angrenzen; immer aber bleibt die scharfe Grenze gegen das Ectoderm bestehen. Im nächsten Stadium (Fig. 67) kommt es nun wirklich zur Bildung eines Hohlraumes innerhalb der eingewucherten Zellen, der definitiven Darmhöhle; mit deren Auftreten sind in der Grundlage die drei Keimblätter des Embryos gebildet, wenn auch noch nicht scharf voneinander gesondert.

Ehe wir die innere Ausbildung des Embryos weiter verfolgen, empfiehlt es sich, einen Blick auf seine äussere Gestalt und die Verhältnisse seiner Ernährungsorgane zu werfen; denn wenn auch bisher die Grössenzunahme des Embryos eine ganz beträchtliche war, so steht dieselbe doch in keinem Verhältniss zu der nun in demselben Zeitraum folgenden, vorausgesetzt, dass man annehmen

darf, dass die in ein und demselben Uterusast vorhandenen Embryonen ungefähr um die nämlichen Zeitintervalle im Alter verschieden seien, eine Annahme, gegen die wohl kein Einwand erhoben werden kann. In Einklang mit der Grössenzunahme des Embryos und mit der Steigerung der Ernährungsansprüche desselben steht die mächtige Ausbildung der embryonalen Placenta und die derselben correspondirende Umbildung des Uterusepithels zu einer mütterlichen Placenta, die als einfache Verdickung desselben schon im vorhergehenden Stadium mitunter begann. Eine gute Vorstellung der hierbei stattfindenden Vorgänge gibt uns die bei geringer Vergrößerung gezeichnete Fig. 66. Der Stiel der im Ganzen birnförmigen Embryonalanlage setzt sich an seiner Basis an ein dickes Polster von zartem, körnchenfreiem Protoplasma an, dessen zahlreiche grosse, runde Kerne gleichfalls homogen sind und scharfcontourirte, glänzende Kernkörperchen enthalten. Deutlicher ist dies in Fig. 68 zu sehen, die bei stärkerer Vergrößerung einen etwas älteren Embryo im Medianschnitt darstellt. Viele Kerne zeigen das Bild der Theilung, oft nur durch den Besitz von zwei Kernkörperchen, manchmal aber durch die bekannte Biscuitform, und es beweist die Häufigkeit dieser Erscheinung die ungemein rege Zellvermehrung. In Folge der bei der Conservirung eingetretenen Contraction des Protoplasmas hat sich dasselbe meist um die Kerne angesammelt, wodurch vielfach Lücken in der Placenta entstehen, die wohl im Leben nicht vorhanden sein werden, man müsste denn annehmen, die Placentazellen seien amöboid, was immerhin möglich ist. Während auf günstig geführten Querschnitten des Uterus die Placenta auf der einen Seite des Embryos in kurzer Entfernung endet oder gar nicht ausgebildet ist, erstreckt sie sich auf der anderen Seite eine beträchtliche Strecke über die Innenfläche des Uterusepithels hin, wobei sie ganz allmählich an Dicke abnimmt. Je nach dem Alter des Embryos umspannt so die embryonale Placenta ein Drittheil bis etwa die Hälfte der Bruthöhle als mehr oder weniger breites Band, das im Allgemeinen auf Querschnitten des Uterus in seiner ganzen Länge getroffen wird. Am ganzen freien Rand der Placenta setzt sich die feine Protoplasmamembran des Amnion an, das mit seinen langen spindelförmigen Kernen, die bedeutend kleiner sind, als die der Placenta, die ganze übrige Bruthöhle austapezirt. In Fig. 66 ist es theils vom Uterusepithel abgehoben und auch nicht im Zusammen-

hang erhalten, was bei seiner geringen Dicke nur bei der vortrefflichsten Conservirung und Behandlung erreicht werden kann; fast ganz intact und ebenfalls zum grössten Theil abgehoben ist es in Fig. 68.

In dieser Abbildung ist auch die oben gemachte Bemerkung zu constatiren, dass das Amnion eine innige Verbindung mit dem Uterusepithel eingeht; denn einmal erscheint es da, wo es noch in Berührung mit demselben steht, nur als Saum des Syncytiums, andererseits hängen ihm an den losgelösten Stellen noch einige von den feinen Körnchen an, die für das Epithel des Brutraumes so charakteristisch sind.

Dieses letztere besitzt in Fig. 66 im grössten Theil der Bruthöhle dieselbe Verdickung, wie sie schon in Fig. 64 zur Beobachtung kam; auch an der Ansatzstelle des Embryos ist keine Veränderung zu bemerken; dagegen ist es ganz bedeutend verdickt in derjenigen Region der embryonalen Placenta, in welcher dieselbe allmählich sich ausdünn, und auch noch eine Strecke weiterhin, sodass die Verdickung des Uterusepithels den verstärkten Gürtel in der Wand der Bruthöhle noch über die embryonale Placenta hinaus fortsetzt bis zur Hälfte resp. (in älteren Stadien) über zwei Drittheile des Umfangs derselben. Diese Verdickung ist die mütterliche oder uterine Placenta; sie ist deutlich zu erkennen in Fig. 13, Taf. V, sowie in Fig. 17; im Querschnitt in Fig. 68.

Die verschmolzene Protoplasmamasse, welche in diesen Stadien das Uterusepithel ersetzt und die uterine Placenta bildet, ist völlig homogen und färbt sich ganz gleichmässig und sehr zart in Picrocarmin; anfangs enthält sie noch die mehrfach erwähnten braunen Pigmentkörnchen, die sich mehr und mehr an ihrem inneren Saume unter dem Amnion ansammeln, aber immer kleiner werden, bis sie nur noch als feine Punktirung der betreffenden Theile des Protoplasmas erscheinen (Fig. 68). Es darf also wohl die früher gemachte Bemerkung als richtig gelten, wonach diese Körnchen als condensirte Nahrungsstoffe zu betrachten wären, die allmählich bei der massigen Protoplasmabildung aufgezehrt werden, um fernerhin dem Embryo zur Vermehrung seiner Elemente und zum weiteren Wachsthum nutzbar gemacht zu werden.

Während der ungeheuren Vermehrung der Protoplasmamasse hat sich auch die Zahl der Kerne in derselben sehr vergrössert;

in den nicht zur Placenta ganz besonders verdickten Parthien liegen sie als grosse längliche Körper in einfacher Reihe nebeneinander, in der Grösse oft sehr verschieden (Fig. 68); in der uterinen Placenta dagegen sind sie meist von kugeligter Gestalt und liegen in mehreren Schichten unregelmässig übereinander. Sie sind feinkörnig und enthalten wie die Kerne der embryonalen Placenta ein oder zwei stark lichtbrechende kleine Kernkörperchen. Der Eindruck, den das Uterusepithel dieser Stadien auf Schnitten macht, ist ein so eigenartiger, dass er kaum mit dem eines sonst bekannten Gewebes verglichen werden kann. Ein Bild von solcher Gleichförmigkeit und Zartheit in Structur und Tinction gibt höchstens das geronnene Weisse eines Vogeleies oder Blutplasma.

Den bisher geschilderten Verhältnissen bei *Peripatus Edwardsii* entsprechen im Allgemeinen die bei *P. torquatus* insofern, als wir auch hier die Bildung von Placenta und Nabelstrang, sowie die Umwandlung des deutlich zelligen Uterusepithels in ein gleichmässiges Syncytium beobachten. Es machen sich jedoch sowohl in anatomischer wie histologischer Hinsicht und auch in Bezug auf die Zeit der Umbildung einige Unterschiede bemerkbar, die hier nachgetragen werden sollen. Was zunächst die zeitlichen Differenzen betrifft, so finden wir bei *P. torquatus*, dass noch in einem Stadium, wo bei *P. Edwardsii* das ganze Uterusepithel bis auf einen dünnen Protoplasmasaum mit wenigen Kernen umgewandelt resp. resorbirt ist, das Epithel in fast unveränderter Stärke existirt, obwohl die einzelnen Zellen desselben nicht mehr ihre frühere regelmässige Gestalt besitzen, und ihre Kerne bedeutend an Grösse zugenommen haben (Fig. 70); es scheint demnach, da dieser Embryo gegenüber dem Ei um das vielfache gewachsen ist, bereits dem Uterus fest ansitzt und zahlreiche Basalzellen, den Anfang der embryonalen Placenta und Amnionzellen entwickelt hat, dass überhaupt bei dieser Species eine so völlige Resorption des Epithels der Bruthöhle gar nicht zu Stande kommt, wie bei *P. Edwardsii*. Betrachten wir uns, um die anatomischen Unterschiede kennen zu lernen, Fig. 7, welche eine Totalansicht des geöffneten Uterusabschnittes gibt, dem Fig. 70 entstammt; der Uterus ist der Länge nach auseinandergerissen, wobei das Uterusepithel im Bereich der Bruthöhle nicht mitgespalten wurde, sondern in toto in der einen Uterushälfte liegen blieb, wodurch der Einblick in den Brutraum selbst gehindert ist. Die Uterusanschwell-

lung ist im Verhältniss zu einer gleichalterigen von P. Edwardsii mehr in die Länge gestreckt, wodurch auch der Brutraum sehr lang ist, verglichen mit seinem Querdurchmesser. Das Uterusepithel der Bruthöhle ist fast vollständig abgehoben von den Bindegewebswandungen des Uterus, und auch an beiden Enden nicht mehr in Verbindung mit dem übrigen Uterusepithel, sondern stellt einen völlig geschlossenen Sack vor von spindelförmiger Gestalt mit ziemlich spitzen Enden. Derselbe ist nicht glatt, wie etwa Fig. 8 oder 13 von P. Edwardsii, sondern zeichnet sich aus durch mehrere (vier) breite etwas unregelmässige Ringwülste, die durch tiefe Ringfurchen voneinander getrennt sind. Während die Wülste bei auffallendem Lichte und schwacher Vergrösserung weiss und feinkörnig rauh erscheinen, sind die anderen Stellen durchscheinend und glatt; den Furchen entsprechen ebensoviele ringförmige scharfe Leisten der innersten bindegewebigen Uteruswand, welche bei fest anliegendem Epithel in normalem Zustand in die Ringfurchen eingreifen, alles Bildungen, die bei P. Edwardsii vollständig mangeln.

Bei Untersuchung auf Schnitten mit starken Vergrösserungen zeigt sich, dass die feinkörnige undurchsichtige und bei auffallendem Licht weisse Substanz, welche die äusserlich sichtbaren Wülste des Epithels überkleidet, aus einer Unmenge dicht gelagerter Büschel von feinen nadelförmigen Krystallen oder Krystalloiden besteht, die in dem Stadium von Fig. 7 resp. Fig. 70 der äusseren Seite der Epithelzellen der Bruthöhle aufgelagert und zum grossen Theil in dieselben eingebettet sind, also theilweise zwischen diesen und der bindegewebigen Uteruswand liegen. Eine kleinere Zahl bleibt bei der Trennung beider Gewebe auch an letzterer hängen. Die Krystallklumpen werden nach Behandlung mit absolutem Alkohol und Terpentinöl nicht durchsichtig, sondern erscheinen auch auf den dünnsten Schnitten oder isolirt bei durchfallendem Licht schwarz, bei auffallendem weiss und wachsartig glänzend; sie stellen kugelförmige Körper vor, die auf ihrer ganzen Oberfläche mit kleinen, verschieden langen Spitzen und Nadeln besetzt sind, die etwas weniger undurchscheinend sind, als die Hauptmasse. Der Durchmesser der fraglichen Körper ist ungefähr 0,018 mm (Fig. 71). Wenn in der Folge das Epithel der Bruthöhle zu der gemeinsamen Protoplasmamasse verschmilzt, werden diese Krystallbüschel sämmtlich in dieselbe aufgenommen; man findet dann auf Schnitten ganze Nester derselben in

das Syncytium eingebettet, andere aussen anhängend, und es scheint, da sie bei älteren Embryonen nach und nach verschwinden, dass sie dieselbe Rolle spielen, wie die kleinen braunen Pigmentkörnchen im Epithel des Brutraums bei *P. Edwardsii*, dass sie zur Ernährung des Embryos verbraucht werden. Ob sie vielleicht bei beiden Arten aus derselben chemischen Verbindung bestehen, bei *P. Edwardsii* nur sehr viel kleiner und durch unwesentliches Pigment gefärbt sind, kann ich nicht angeben. Jedenfalls ist, wenn auch ihr Schicksal identisch, ihre Form, ihre Grösse und der Ort ihres Auftretens verschieden.

Uebrigens sind diese Abweichungen bei beiden Arten *Peripatus* doch nur von untergeordneter Bedeutung und ich habe sie nur der Vollständigkeit wegen hier eingeschaltet; die Ausbildung des Embryos und seiner accessorischen Organe ist im Rahmen der bei verschiedenen Species zu erwartenden Variationen ganz gleichartig, was wir auch in der Folge noch öfter werden constatiren können.

Um von den verschiedenen Embryonalstadien neben den Durchschnittsbildern auch Totalansichten zu gewähren, wurden auf Taf. V eine Anzahl von Abbildungen zusammengestellt, welche bei schwacher Vergrösserung und auffallendem Licht gezeichnet sind, und, wie ich glaube, eine richtige Vorstellung der Uterusverhältnisse, sowie der Gestalt und Verbindungsweise des Embryos zu gestatten vermögen; wenigstens habe ich mir angelegen sein lassen, die Natur so getreu mir möglich war, zu copiren. Die Zeichnungen stellen Stückchen des Uterus dar, welcher der Länge nach gespalten wurde, sodass sein Lumen und die Bruthöhle geöffnet sind. Für die bisher abgehandelten Entwicklungsstadien kommen die Figg. 9, 10 u. 11, sowie Fig. 8 in Betracht, letztere die in frischem Zustande herauspräparirte Epithelauskleidung einer Bruthöhle mit jungem Embryo darstellend. (Fig. 10 ist nach einem Trockenpräparat nach *Semper'scher* Methode gezeichnet, das später geschnitten wurde und ganz vortreffliche histologische Bilder gab.) In keiner der Figuren ist die Placenta zu bemerken, die auch nur bei dem birnförmigen Embryo Fig. 11 angelegt war, jedoch auch hier nicht als besondere nach innen prominirende Verdickung sich geltend machte. Dagegen sind besonders in Fig. 9 u. 10 die Kerne des Uterusepithels recht deutlich, hier als kleine Höckerehen, dort als helle Stellen zwischen

den feinen Pigmentkörnchen des Protoplasmas. Fast überall sind die Spaltungen der Uteruswand in der Region der Bruthöhle deutlich ausgeprägt, sowie die Isolirung der letzteren vom übrigen Lumen des Uterus; häufig hat sich die äusserste Schicht des Uterus als dünne Membran weit abgehoben und besonders in den nächsten Stadien (z. B. Fig. 12) ist auch das ganze Epithel des Brutraums von seiner Unterlage losgelöst.

Was nun die nächsten Gestaltveränderungen des Embryos betrifft, so setzt sich der eigentliche Körper desselben von seinem Stiel, in welchen er bisher allmählich übergang, schärfer ab und zwar unterschiedlich bald nach einer Seite hin, wodurch die ganze Bildung die Gestalt von Fig. 12, das Aussehen eines Pistolenschafes annimmt, bald aber ringsum, sodass bei einiger allseitigen Verbreiterung des Embryos dieser seinem Stiel wie ein rundlicher Pilzhut aufsitzt, wesshalb man dieses Stadium das „pilzförmige“ nennen kann. Auch der „pistolenschafthörmige“ Embryo geht später durch Ausgleichung der einseitigen Ausdehnung in das pilzförmige Stadium über. Am schärfsten ausgesprochen ist letzteres bei *P. torquatus*, wo (Fig. 18 a u. b) ein Gebilde wie ein Pilzhut mit stark concaver Seite dem langen, dünnen und gekrümmten Nabelstrang aufsitzt. Fig. 18 a stellt den Embryo an einem Stückchen Uterusepithel ansitzend ziemlich genau im Profil dar, während Fig. 18 b denselben Embryo, etwas schwächer vergrössert, mit durchschnittenem Nabelstrang von der concaven Seite wiedergibt. Die von *P. Edwardsii* stammenden Figg. 13 u. 14 entsprechen ihrer Gestalt nach diesem Stadium, sind aber viel weiter entwickelt; dagegen steht der ebenfalls etwas pilzförmige Embryo, dem Fig. 68 entstammt, auf annähernd dem gleichen Stadium wie Fig. 18. Der Embryo von Fig. 68 ist seiner Entwicklung nach jünger, als Fig. 12, woraus hervorgeht, dass durch kleine Wachstumsverschiedenheiten bedeutende Modificationen im äusseren Aussehen auch in diesen Entwicklungsstufen erzeugt werden. Um daher durch eine kurze Bezeichnung in Folgendem ein bestimmtes Entwicklungsstadium präzisiren zu können, ist man genöthigt, von den Variationen in der Gestalt abzusehen und den Namen von der für das betreffende Stadium häufigsten Form zu wählen; ich bezeichne daher alle jüngeren Embryonen als Fig. 12 mit dem Ausdruck „birnförmiges“ Stadium (worunter dann auch Fig. 18 u. 68 fallen), die älteren, auch bei *P. Edwardsii*

ausgesprochen pilzförmigen mit bedeutend vorgeschrittener Ausbildung als „pilzförmige“ Embryonen. War es unter Zuhilfenahme älterer Embryonen bei dem birnförmigen und früheren Stadien nur möglich, zu sagen, dass die Stielseite dem Rücken, die Einwucherungsstelle der Ventralfläche des späteren Embryos entspricht, so kann man schon bei Formen wie Fig. 12, mit grösster Sicherheit aber beim pilzförmigen Stadium auch das Kopf- und Schwanzende des Thieres bestimmen. Bei der Pistolenschaftform nämlich finden wir die Einwucherungsstelle durch einseitiges Wachsthum so verschoben, dass sie nun nicht mehr in der Achse des Stieles, sondern am stumpfen Ende des Schaftes liegt. (Man vergleiche hierzu die Schemata Fig. 80 u. 81); dass sich hier nicht einfach der Embryo auf seinem Stiel gesenkt oder umgeknickt hat, sondern diese Form durch Wachsthumsvorgänge annahm, erhellt genügend aus den im Innern vorgegangenen Veränderungen, besonders in der Gestalt der Darmhöhle; der Embryo ist nun bilateral symmetrisch geworden und sein Hinterende wird durch die Einwucherungsstelle bezeichnet, die unmittelbar davor auf der Ventralseite liegt. Es hat also zunächst die Anlage der später vom Nabelstrang aus nach hinten liegenden Körpertheile begonnen, während die vorderen Parthien in der Region zu sehen sind, die jetzt in der Verlängerung des Stieles liegt; bei der folgenden Streckung des Körpers entsteht nun der ganze Rumpfteil durch Verlängerung der Zone, welche zwischen Nabelstrang und Einwucherungsstelle liegt, während letztere ihre Entfernung vom wirklichen Hinterende fast unverändert beibehält.

Hat sich durch Wachsthum des Kopftheils des Embryos (cfr. Fig. 81) dieser letztere allseitig vom Nabelstrang abgesetzt, so ist seine Orientirung noch viel leichter; der Pilzhut ist von der Ventralseite gesehen nicht rund, sondern oval (Fig. 15) mit einem spitzeren und einem stumpfen Ende (vgl. auch Fig. 83). Vor letzterem, dem Hinterende, bemerkt man eine seichte Einsenkung, die Einwucherungsstelle (oder den Blastoporus Fig. 15, *w*), die nach vorn und den Seiten hin von einem flachen Walle umzogen ist. Von diesem Stadium an kann man zum Studium der feineren Organisation und der Entwicklungsvorgänge innerhalb des Embryos diesen mit Genauigkeit in Querschnitte zerlegen, da die bilaterale Symmetrie jetzt vollkommen deutlich ausgesprochen ist, die man im birn-

förmigen Stadium höchstens, aber durchaus nicht mit Sicherheit, durch eine leichte Krümmung des Nabelstranges angedeutet fand (cfr. Fig. 11). Für Medianschnitte war es gleichgültig, in welcher Ebene dieselben geführt wurden, wenn sie nur in der durch Stiel und Einwucherungsstelle gelegten Achse lagen.

Wir verliessen den birnförmigen Embryo in dem Stadium, wo durch die Zelleneinwucherung von dem antiplacentalen Pol die ganze frühere Höhle mit Zellen ausgefüllt ist, die nur in der Nähe der Einwucherungsstelle etwas dichter gelagert sind, als gegen den Nabelstrang zu (Fig. 66). Das nächstfolgende Stadium, repräsentirt durch den Medianschnitt Fig. 67 (bei stärkerer Vergrößerung dargestellt), gleicht äusserlich dem vorhergehenden ganz genau. Im Innern dagegen ist in der Zelleneinwucherung, und zwar in deren weniger dichtem Theil gegen den Stiel zu, eine Höhle aufgetreten, wodurch die eingewucherten Zellen in einschichtiger Lage an der Wand des Embryos und des Stieles angeordnet werden, während sie an der Einwucherungsstelle selbst eine vielschichtige Ansammlung bilden. Diese Höhle ist die definitive Darmhöhle, welche sich zunächst in den Stiel hinein erstreckt bis zur Placenta, was besonders in der Fig. 68 sehr deutlich ist, die einem nur wenig weiter entwickelten Embryo entstammt, dessen hauptsächlichster Unterschied in der schärfer ausgesprochenen Abgrenzung von Embryo und Stiel besteht. Während jedoch die zellige Auskleidung der Darmhöhle im eigentlichen Embryo vollkommen continuirlich ist, liegen in der Höhle des Stiels nur wenige aus der Einwucherung stammende Zellen und diese scheinen durch pseudopodienartige Ausläufer miteinander in Verbindung zu stehen und also keine epithelartige Anordnung zu besitzen. Je mehr die Abgrenzung des Embryos vom Nabelstrang an Schärfe gewinnt, um so mehr ziehen sich diese Zellen aus letzterem wieder zurück und die Darmhöhle schliesst sich gegen das Lumen desselben ab. In Folge dessen ist der Nabelstrang später ein enges Zellenrohr, dessen Wandungen nur mit dem Ectoderm des Embryos in continuirlichem Zusammenhang stehen (Figg. 85, 76, 75, cfr. auch das Schema Fig. 82).

Sobald die Darmhöhle aufgetreten ist, sind wir berechtigt, die zellige Umgrenzung derselben als Entoderm zu bezeichnen, und überall da, wo nur eine einzige Zellenlage vorhanden ist, wie an den Seiten des Embryos, sind wir nicht im Zweifel, was wir so zu

nennen haben. An der Einwucherungsstelle jedoch hat sich noch keine Zellschicht als innerste scharf gesondert und es steht also hier das Entoderm durch eine grössere Zellengruppe in directer Verbindung mit dem Ectoderm, dessen Elemente jene erzeugt haben und noch lange Zeit hindurch fort und fort erzeugen. An der Einwucherungsstelle, dem Blastoporus, bleibt diese Indifferenz der Keimblätter so lange bestehen, als überhaupt die Bildung neuer Elemente der inneren Blätter vom Ectoderm her stattfindet; immerhin können wir auch an dieser Stelle die innerste Zellenlage trotz ihrer mangelnden Abgrenzung nach Aussen hin als Entoderm, die zwischen ihr und dem Ectoderm liegende Zellenmasse als Mesoderm bezeichnen, wobei wir die Dicke des Ectoderms nach den benachbarten Parthieen desselben, wo es vom Entoderm deutlich abgegrenzt ist, bestimmen mögen. Da, wo man, wie in Fig. 67 und späteren Figuren, zwischen Ectoderm einerseits und den inneren Keimblättern andererseits kleine oder grössere Spalträume findet, müssen dieselben immer als künstliche betrachtet werden, die in Folge der Conservirung manchmal entstanden sind, und z. Th. bedeutende Dimensionen annehmen; das Mesoderm und, wo dieses noch nicht zur Ausbildung gekommen ist, das Entoderm liegen im normalen Zustand dem Ectoderm dicht an, wie aus vielen Präparaten hervorgeht, und die auftretenden Spalträume beweisen nur, dass mit Ausnahme des Blastoporus keine feste Verbindung der Keimblätter besteht.

Die vom Ectoderm eingewucherten Zellen des Meso- und Entoderms sind anfangs nur wenig von denen ihrer Ursprungsstätte verschieden; Zellgrenzen lassen sich in den vorliegenden und nächstfolgenden Stadien niemals nachweisen, und die Kerne nehmen nur in Folge des geringeren Druckes von Seiten der Nachbarschaft eine mehr rundliche Gestalt an; z. Th. färben sie sich weniger stark, wie in Fig. 67, was indessen kein constanter Unterschied ist. Sobald aber durch stärkeres Wachsthum des Embryos die Einwucherungsstelle relativ kleiner und mehr localisirt wird, und die älteren Theile der inneren Blätter mehr von ihrer Bildungsstätte entfernt sind, nehmen die Entodermelemente resp. deren Kerne eine charakteristische Gestalt an: sie werden platt und spindelförmig, da sich das Entoderm zu einer ganz dünnen Auskleidung der Darmhöhle ausbildet, die man beim Vorhandensein deutlicher Zellgrenzen als Plattenepithel bezeichnen würde. Andeutungen zu dieser Diffe-

renzung zeigt bereits Fig. 68 deutlich; vollkommen erreicht ist sie in Figg. 74, 75, 85 u. a.

Von *Peripatus torquatus* besitze ich nur einen einzigen Embryo, der seiner Entwicklung nach zu den eben abgehandelten Stadien gehört; es ist der in Fig. 18 abgebildete und bereits S. 148 erwähnte. Fig. 72 stellt den mittleren Schnitt der durch denselben gelegten Serie dar. Man erkennt an letzterem sofort, dass trotz der abweichenden äusseren Gestalt der Embryo doch dem birnförmigen Stadium von *P. Edwardsii* entspricht, wie es in Fig. 67 dargestellt ist. Die grösste Verschiedenheit von diesem liegt darin, dass die Hauptmasse der eingewucherten Zellen sich bereits in deutliches Entoderm ausgebildet hat und die als Mesoderm zu bezeichnenden Zellen, die das Ectoderm mit dem Entoderm verbinden, nur äusserst wenige sind. Letzteres hat sich vom Ectoderm abgehoben und ist durch einen weiten Raum von ihm getrennt; dass es aber im normalen Zustand demselben fest anlag, beweisen einige feine, stark lichtbrechende Körnchen in der rechten Hälfte des Schnittes, von denen ein Theil der Innenseite des Ectoderms, ein anderer der Aussenfläche des Entoderms anhängt, die offenbar früher eine einzige Reihe auf der Grenze beider Keimblätter bildeten. Durch das Zurückziehen der Entodermzellen wurden die „intermediären“ Zellen an der Einwucherungsstelle zu einem längeren Verbindungsstrang ausgezogen; denkt man sich das Entoderm fest dem Ectoderm anliegend, so entsteht ein Bild, das von dem in Fig. 67 oder 68 nicht sehr verschieden ist. Immerhin ist der Blastoporus bei diesem Embryo auffallend kleiner als bei dem entsprechenden Stadium von *P. Edwardsii*. Was das Verhalten des Entoderms zu dem sehr langen und dünnen Nabelstrang anlangt, so zeigt ein Blick auf die beiden entsprechenden Figuren die völlige Uebereinstimmung zwischen denselben; auch hier ist das Lumen desselben ausgekleidet von wenigen, wie es scheint, durch pseudopodienartige Anastomosen miteinander in Verbindung stehenden Zellen des Entoderms, die sich später daraus zurückziehen.

Die Uebereinstimmung ist also auch in diesem Stadium, abgesehen von Unterschieden in der äusseren Gestalt der Embryonen, in der Grösse der Zellen resp. Kerne, eine so vollständige, wie man sie zwischen zwei Arten derselben Gattung nur zu finden hoffen kann.

Ziemlich dieselben Verhältnisse, wie die von den birnför-

migen Embryonen geschilderten, begegnen uns im nächsten Stadium, das die Gestalt eines Pistolenschafes hat; die Unterschiede bestehen fast nur in einer Verlagerung der Theile, bedingt durch ungleichmässiges Wachstum, wodurch die Einwucherungsstelle aus der durch den Nabelstrang gelegten Achse des Embryos nach einem Ende desselben, und zwar gegen das Hinterende hin verschoben wird. Leider sind die Schnitte, die ich durch den einzigen frei präparirten Embryo dieses Stadiums in der Längsrichtung legte, nicht genau senkrecht gefallen, sodass in dem in Fig. 69 reproducirten Schnitt wohl der Blastoporus, aber nicht die Ansatzstelle des Nabelstrangs in ganzer Ausdehnung getroffen wurde — letzterer ist nur tangirt. Alle übrigen Embryonen auf dieser Stufe der Ausbildung wurden im Uterus geschnitten und da die Längenausdehnung des Embryos im Sinne der Längsachse des Uterus stattfindet, so wurden nur Querschnitte erhalten, die zwar sehr instructiv sind, von denen man aber eine ganze Serie abbilden müsste, um eine Vorstellung des Ganzen zu gewähren.

In Fig. 69 ist die gegen das Hinterende verschobene Einwucherungsstelle in voller Ausdehnung getroffen und zeigt eine gute Entwicklung; neu ist eine derselben entsprechende Einsenkung des Ectoderms, die später immer deutlicher wird und so lange bestehen bleibt, als die Einwucherung neuen Zellenmaterials zur Bildung der inneren Keimschichten andauert. Vielleicht entsteht dieselbe auf rein mechanischem Wege durch den Zug, welcher durch das Meso- und Entoderm an ihrer Vereinigungsstelle mit dem Ectoderm auf letzteres bei dem Längenwachstum des Embryos ausgeübt wird. Wie schon erwähnt, findet die folgende Verlängerung des Embryos fast allein durch Wachstum der zwischen Stiel und Blastoporus liegenden Körperzone statt; auch das hinter dem Blastoporus liegende letzte Ende vergrössert sich noch ein wenig, sodass die Einwucherungsstelle nicht das Körperende bezeichnet. Ja, es findet sich schon in Fig. 69 hinter derselben eine Ausstülpung der Darmhöhle, woraus sich ergibt, dass man auf Querschnitten auch hinter dem Blastoporus und hinter dem später auftretenden After noch eine Fortsetzung der Darmhöhle antreffen kann. Eine sehr reichliche Zellvermehrung besonders vor dem Blastoporus, wodurch dessen Verschiebung nach hinten hauptsächlich bedingt wird, scheint ihren Ausdruck zu finden in den zahlreichen, kleinen, runden Kernen,

die sich stark färben, und deren jedesmal zwei beisammenliegen (wenn auch nicht in demselben Schnitt getroffen); es sind wohl solche Kerne, die behufs der Zelltheilung ihre bekannten Umwandlungen durchmachen, und noch nicht zu ihrer normalen Ruhegestalt zurückgekehrt sind. Das Entoderm ist noch ganz auf seinem früheren Stadium und erstreckt sich noch in den Stiel hinein, was in dem gezeichneten Schnitt allerdings nicht zu sehen ist.

Die durch das ungleichmässige Wachstum einzelner Regionen des Embryos hervorgerufenen Gestalts- und Lagerungsverhältnisse werden vielleicht am besten illustriert durch einige schematische Zeichnungen, welche mediane Sagittalschnitte durch mehrere Stadien darstellen, gewonnen durch genaue Combination von Querschnittserien, wobei die relativen Grössen von Fig. 11, 12 u. 14 zu Grunde gelegt sind. Vgl. die Fig. 78 bis 82 und deren Erklärung in der Tafelerklärung.

Verfolgen wir nun die innere Ausbildung des in Fig. 14 u. 15 abgebildeten Embryos an Querschnitten, so empfiehlt es sich, von derjenigen Stelle auszugehen, die uns ein schon bekanntes Bild liefert; es ist dies der Blastoporus. Ein Schnitt, durch diese Region gelegt (Fig. 74, Taf. X), zeigt uns die der Einwucherungsstelle entsprechende Einsenkung des Ectoderms, deren seitlicher Wall auf einer Seite höher ist als auf der andern, (vielleicht sind die $\frac{1}{200}$ mm dicken Querschnitte ein wenig schräg zur Längsachse gefallen). Das Ectoderm steht hier durch einen starken Zellenwulst in Zusammenhang mit dem Entoderm, das an allen übrigen Stellen als dünne Lamelle mit spärlichen Kernen deutlich ausgebildet, und vom Ectoderm etwas abgelöst ist; an der Einwucherungsstelle aber gehen seine Elemente so continuirlich in diejenigen der indifferenten Zellennasse über, dass man nur mit einigem Zwang eine Sonderung erblicken kann. Die Einwucherungsstelle selbst, obwohl sie ihre frühere Ausdehnung beibehalten hat, nimmt in Folge des Wachstums des Embryos nur noch einen kleinen Theil der Ventralseite des Querschnitts ein.

Sobald man in der Querschnittserie von hinten nach vorn über den Blastoporus hinaus gelangt ist, ändert sich das Bild sofort (Fig. 75 von demselben Embryo am Hinterrande des Nabelstrangansatzes). Die Verbindung der inneren Keimblätter mit dem Ectoderm hat völlig aufgehört, und letzteres ist ringsum scharf gesondert.

Aber auch das Entoderm lässt sich in seiner charakteristischen Gestalt als schmaler Protoplasmasaum mit meist flachen, spindelförmigen Kernen überall, auch im ventralen Theil deutlich erkennen, obwohl dort sein Zusammenhang mit den Elementen des Mesoderms inniger zu sein scheint, als in den übrigen Theilen mit dem Ectoderm. Gegen das Lumen des Nabelstrangs hat sich die Darmhöhle dadurch abgeschlossen, dass die Entodermzellen, welche früher denselben auskleideten, sich aus ihm zurückgezogen haben und mit den übrigen zur Herstellung eines allseitig geschlossenen Sackes in innige Verbindung getreten sind. Das Mesoderm endlich tritt uns hier zum ersten Mal als völlig selbständige Zellschicht entgegen und nimmt mit zwei symmetrischen Verdickungen die ganze Ventralfläche zwischen Ectoderm und Entoderm ein, wobei es in der Mittellinie noch durch eine schmale Brücke verbunden ist. Es erreicht für dieses Stadium in der Gegend des gezeichneten Schnittes seine mächtigste Entwicklung und nimmt weiter nach vorn hin an Masse ab. Die beiden symmetrischen Hälften sind ganz solid und stehen nach hinten mit der unpaaren Einwucherungsstelle in Verbindung, der sie ihre Entstehung verdanken. Construiert man sich ein Uebersichtsbild von der Gestalt der Mesodermanlage dieses Stadiums, so zeigt sich also, dass von der indifferenten Zelleneinwucherung aus eine Lage von Zellen sich zwischen wohlgesondertem Ectoderm und Entoderm an der Ventralfläche des Embryos nach vorne schiebt, dabei an Breite zunimmt und zwei symmetrische Verdickungen bildet; im hinteren und mittleren Theil des Embryos stehen diese Mesodermwülste noch durch eine dünne Zellschicht in der ventralen Mittellinie in Verbindung; nach vorn hört dieselbe auf, wie wir gleich sehen werden, und die Mesodermhälften streichen getrennt bis zum Vorderende des Embryos, wo sie stumpf enden.

Die Ähnlichkeit dieser Bildung mit der Entstehung des Mesoderms vom Primitivstreifen aus bei Vertebraten liegt auf der Hand und kann zur Verständlichmachung beispielsweise herangezogen werden. Es dürfte fast überflüssig sein, zu bemerken, dass diese Entfaltung des Mesoderms nur stattfinden kann, wenn die Mesoderm-elemente nach ihrer Isolirung von der Einwucherungsstelle sich selbst stark vermehren und dass trotz des langen Bestandes des Blastoporus nicht alle Zellen des Mesoderms direct vom Ectoderm einwuchern.

Gehen wir noch einige Schnitte weiter nach vorn (Fig. 76, vorderer Rand des Nabelstrangs), so finden wir die beiden Mesodermstreifen bereits voneinander isolirt und in jedem den Anfang einer Höhlung; damit ist der Beginn der Segmentirung des Embryos eingeleitet und wir können die auftretenden Mesodermhöhlen als Segmenthöhlen bezeichnen. Sie entstehen dadurch, dass die Elemente der Mesodermstreifen auseinander weichen, und sich epithelartig, einschichtig um den sich bildenden Hohlraum anordnen, wobei sich die innere Wand der Segmenthöhle dem Entoderm, die äussere dem Ectoderm anlegt, sodass man leicht von einem Hautfaserblatt und Darmfaserblatt sprechen könnte. Mit dem Wachsthum des Embryos treten von vorn nach hinten in der Mesodermanlage jederseits eine Reihe solcher Segmenthöhlen isolirt voneinander auf, die in ihrem Entstehen und ihrem Aussehen an keine andere Bildung mehr als an die sogen. Urwirbel und Urwirbelhöhlen der Wirbelthiere erinnern; wir werden sie später genauer zu würdigen haben. Während also die Entstehung des Mesoderms von hinten nach vorn fortschreitet, tritt die Differenzirung innerhalb desselben, hier die Segmentirung, von vorn nach hinten auf; letzteres Verhalten ist für alle segmentirten Thiere gültig und daher das vorderste Segment das älteste, sofern nicht getrennte Kopf- und Rumpffeime vorkommen, deren Segmentirung unabhängig voneinander in derselben Weise auftritt.

In dem vorliegenden Stadium beginnt auch die Bildung einer Mundöffnung, die aber weder in diesem noch in dem nächstfolgenden zur vollen Entwicklung kommt. Auf dem in Fig. 76 abgebildeten Schnitt bemerkt man eine Einwucherung vom Ectoderm her, die sich zwischen die beiden Mesodermstreifen eindrängt, und gleich von vornherein das Aussehen hat, als wollte sich von aussen nach innen ein Lumen durch Einstülpung in ihr bilden; besonders auf der rechten Seite ist die Einfaltung des Ectoderms recht deutlich. Indessen liegen sowohl die Lippen dieser Einfaltung als auch die Zellen in der Tiefe des Ectoderms fest aneinander und nur die Richtung der Zellen, resp. ihrer Kerne lässt etwas von dem später folgenden Lumen vermuthen. Die Einwucherung strebt von hinten und aussen nach vorn und innen und öffnet sich einige Schnitte weiter nach vorn deutlich in die Darmhöhle, indem die Zellen des Entoderms mit denen des Ectoderms sich vereinigen (Fig. 77). Dem

Aussehen der Kerne und der deutlichen Zellen nach zu schliessen, stammt der ganze innere Theil der Mundbildung, soweit diese jetzt schon ein Lumen besitzt, vom Darmepithel her, das mit einer trichterförmigen Ausstülpung der noch soliden Ectodermeinwucherung entgegenkommt.

Das Mesoderm ist auf diesem Schnitt noch in seinem vordersten stumpf abgerundeten Ende tangirt, was, wie gewöhnlich bei Tangentialschnitten, ein etwas unklares Bild erzeugt; ein solches kann leicht bei weniger genauer Verfolgung der Vorgänge und beim Studium vereinzelter Embryonalstadien Veranlassung geben, hier eine Bildung des Mesoderms von den Rändern der Mundöffnung her zu sehen, oder gar ein Entstehen der Mesodermhöhlen durch Ausstülpung vom Darm zu demonstrieren. Ich betone daher ausdrücklich, dass die Ausbildung des Mesoderms und auch der ersten (vordersten) Segmenthöhle ganz unabhängig von der Mundöffnung vor sich geht, dass diese letztere nur eine secundäre Vereinigung von Ectoderm und Entoderm zwischen den schon vorhandenen Mesodermhälften hindurch ist, was genau auch von der Afterbildung gilt, die später auftritt. In dem Schema Fig. 82 ist das Verhalten der Mundöffnung auf dem Längsschnitt dargestellt.

Mit diesem Stadium ist die Ausbildung und Selbständigkeit der drei Keimschichten im grössten Theil des Embryonalkörpers perfect geworden, und nur der Blastoporus steht auf der früheren indifferenten Stufe.

2. Ausbildung der Körperform und Segmentirung.

Die nächsten, direct an das pilzförmige Stadium sich anschliessenden Embryonen, die in Folgendem geschildert werden, stammen alle von *Peripatus Edwardsii* und kamen, wie alle späteren Stadien, in grosser Zahl zur Untersuchung, sodass von nun an kein Punkt irgendwie zweifelhaft blieb; auch war es möglich, diese Embryonen frisch aus dem Uterus herauszupräparieren und isolirt zu conservieren, wodurch bei ihrer deutlich ausgeprägten Gestalt die Orientirung der Schnittrichtung bedeutend erleichtert wurde. Die Schwankungen und Differenzen in der inneren Ausbildung gleich ausschender Embryonen haben ihr Ende erreicht oder sie sind bei der Grösse der Embryonen weniger auffallend. Dabei kommt ein höchst merkwürdiger Umstand

der Untersuchung in mancher Richtung zu statten: die histologische und anatomische Differenzirung des Embryos bleibt von dem nächsten Stadium an, wie es beispielsweise Fig. 16 oder 17 darstellt, fast vollkommen unverändert bis zu Embryonen von bedeutender Grösse mit 12 bis 15 äusserlich deutlichen Segmenten und mit der vollen Zahl innerer Segmente, wie sie dem geburtsreifen Thier zukommt, sodass es beinahe ganz gleichgültig ist, ob man einen guten Schnitt durch einen Embryo, wie er in Fig. 17 oder wie er in Fig. 27 dargestellt ist, von entsprechender Stelle abbildet. Die sämtlichen nächsten Vorgänge concentriren sich auf das allgemeine Grössenwachsthum, die Differenzirung des Mesoderms und die Ausbildung der inneren und äusseren Gliederung; es treten keine Organe in irgend einem Keimblatt auf, und die einzigen vorhandenen Organe, die eine geringe Aus- und Umbildung erfahren, ist der Mund und der After. Ich nannte dieses Verhalten ein höchst merkwürdiges, und ich glaube, darin in Uebereinstimmung mit allen Embryologen zu sein, welche sich mit der Entwicklung gegliederter Thiere beschäftigt haben. Denn überall — bei Anneliden, Arthropoden, und selbst Wirbelthieren — tritt entweder vor oder zugleich mit der entstehenden Gliederung des Körpers das Nervensystem, die Anlage der Muskulatur, die Excretionsorgane in gegliederter Form auf und die Segmentirung dieser Organe bedingt gerade die Gliederung des Körpers; die Ausbildung der Keimblätter geht Hand in Hand mit deren Differenzirung in Organe. Hier dagegen haben wir ausser den Segmenthöhlen keine Spur einer Differenzirung innerhalb der Keimschichten, bis der Embryonalkörper seine volle Segmentzahl und eine Länge von fast 2 mm, also die fünfzigfache Länge des Eies erlangt hat, und schon deutlich die Peripatusgestalt erkennen lässt. Wahrscheinlich hängt auch diese Absonderlichkeit in der Entwicklung mit den denkbar günstigsten Ernährungsverhältnissen im Uterus zusammen, wodurch zunächst das allgemeine Grössenwachsthum in ungewöhnlichem Maasse gefördert wird, und erst spät die einzelnen Organensysteme des definitiven Thieres, dann aber fast gleichzeitig im ganzen Körper, auftreten und zwar gleich nach dem Zeitpunkt, wo in Folge der Ablösung des Embryos vom Nabelstrang dessen freies Leben im Uterus beginnt.

Von den Embryonen, die wir zunächst zu betrachten haben, sind zwei fast gleichalterige in Fig. 16 u. 17 in ihrer normalen

Lage im Uterus abgebildet; die Bruthöhle ist dem Wachsthum des Embryos entsprechend grösser, besonders länger geworden, zeigt aber im übrigen dieselben Verhältnisse, wie im vorhergehenden Stadium; nur hat sich das umgebildete Uterusepithel noch auffallender verdickt, und besonders ist die Zone der uterinen Placenta als verdickter, an einer Stelle durch weniger verdicktes Epithel ersetzter Ring an beiden Figuren deutlich zu erkennen. In welcher enormen Weise die Placentarverdickung des Uterusepithels zugenommen hat, ergibt sich aus einer Vergleichung der Figuren 68 und 73, welche letztere, von Fig. 17 stammend, bei viel schwächerer Vergrößerung gezeichnet ist. Nicht nur die Protoplasmamasse hat um das Mehrfache, besonders an der dem Nabelstrang und der embryonalen Placenta gegenüberliegenden Seite (bis zur Dicke von 0,151 mm) zugenommen, auch die Zahl der eingebetteten Kerne ist beträchtlich vermehrt worden, und man macht die Beobachtung, dass die Kerne im Allgemeinen um so kleiner sind, je mehr die Region, in der sie liegen, verdickt ist. Die embryonale Placenta, von der in Fig. 73 noch ein Stückchen zu sehen ist, und das Amnion haben keine merklichen Veränderungen durchgemacht.

Die Embryonen selbst haben sich nun in die Länge gestreckt, und man kann jetzt ohne Weiteres in der Seitenlage das dickere und rundlich angeschwollene Vorderende von dem spitzeren Hinterende unterscheiden; dabei fällt sofort in die Augen, dass vom Nabelstrang an, diesen als fixen Punkt gerechnet, die hintere Abtheilung des Embryos ungleich stärkeres Wachstum zeigt, als das Vorderende; dieses bis zur Ausbildung der definitiven Gestalt gleichbleibende Verhältniss basirt ohne Zweifel grösstentheils auf der ununterbrochenen und regen Zellvermehrung und Keimblätterdifferenzirung an dem Blastoporus, der jetzt beinahe mit dem hinteren Körperende identisch ist; es existirt also hier das für die meisten Anneliden, nicht andauernd, so doch lange Zeit ihres Lebens charakteristische „fortwachsende Hinterende“, nur mit der Einschränkung, dass die Art und Weise, sowie die Ursache des Wachstums in manchen Punkten verschieden sind. Selbstverständlich findet auch überall im Embryo in allen seinen Theilen ein, ich möchte sagen, interstitielles Wachstum statt, ohne welches die Zunahme des Vorderendes, sowie die Ausdehnung in Breite und Dicke ja nicht zu erklären wäre.

Bei der Betrachtung der Embryonen etwas schräg von der Seite bemerkt man längs des Rückens eine flache Furche, die sich ebenso auch auf der Bauchseite findet und anzeigt, dass die Seitentheile des Embryos, wohl in Folge der Mesodermentwicklung und der in demselben auftretenden Höhlenbildungen, sowie durch Verlagerung der Mesodermstreifen in die Seitentheile, im Wachstum gegenüber den dorsalen und ventralen Mitteltheilen überwiegen; die Furche ist zunächst noch sehr flach und wird so deutlich wie in den Zeichnungen nur bei der scharfen einseitigen Beleuchtung, die bei Anwendung von auffallendem Licht unter dem Mikroskop immer vorhanden ist. Ferner bemerkt man an den erwähnten Embryonen an dem verdickten Vorderende einige quere, sehr schwach ausgeprägte Einkerbungen, die ersten Andeutungen von äusserer Segmentation. Durch die vordere (besonders in Fig. 17 deutliche) Furche grenzt sich das Kopfsegment²¹⁾ von dem übrigen Embryonalkörper ab; die zweite Einsenkung bezeichnet noch keine Segmentgrenze, sondern ist nur der Ausdruck einer allgemeinen Verschmälerung des Körpers, was deutlicher wird aus den Figg. 19—23, welche frei präparirte Embryonen dieses Stadiums darstellen. Fig. 19 bis 22 ist ein und derselbe Embryo in verschiedenen Stellungen gezeichnet, Fig. 23 ist der Embryo von Fig. 16, isolirt von der Rückenseite gesehen, nachdem er gefärbt und mit Terpentinöl durchsichtig gemacht war. Vergleichen wir diese Embryonen mit dem in Fig. 15 dargestellten, so werden wir die Unterschiede recht bedeutend finden; das früher ganzrandige, etwas schmälere Vorderende hat sich verbreitert und ist durch eine vordere mediane Einkerbung, welche sich sowohl in die dorsale wie ventrale Furche fortsetzt, seicht ausgebuchtet, wodurch das Kopfsegment deutlich aus zwei symmetrischen rundlichen Anschwellungen zusammengesetzt erscheint. Von der Ventralseite gesehen setzt sich dasselbe auch deutlich gegen den übrigen Körper ab; dieser zeigt gleich hinter dem Kopfsegment eine stumpfe Verbreiterung, um sich dann mehr oder weniger stark (cfr. Fig. 22 u. 23) zu verschmälern; gegen das Hinterende zu dagegen weitet sich der Körper wieder aus und rundet sich stumpf ab. Schräg von der Ventralseite gesehen, bemerkt man (Fig. 21) deutlich

²¹⁾ Ich gebrauche den Ausdruck „Kopfsegment“ mit Ausschluss jeder Consequenz für das vorderste Körpersegment, indem besondere Entwicklungen sich geltend machen.

den Blastoporus als schwach eingesenkte Stelle, die hinten rund, vorn dagegen spitz ausläuft gegen den sie umziehenden Wall hin; in Fig. 23 erscheint der Blastoporus als hellere Stelle (*w*).

Völlig neu ist das Vorhandensein eines Afters, der als feiner Längsspalt unmittelbar vor der Einwucherungsstelle, auf dem dieselbe umziehenden Walle bemerkbar ist. Nothdürftig zu erkennen ist auch eine Andeutung einer schwachen Einsenkung an der Grenze zwischen Kopfsegment und Rumpf, die Stelle, wo die Mundbildung so ziemlich auf der Stufe, wie im vorhergehenden Stadium zu finden ist. Grosse Unterschiede gegenüber dem jüngeren Stadium machen sich aber erst bemerkbar, wenn die Embryonen durchsichtig gemacht werden, sodass man im Stande ist, „optische Schnitte hindurch zu legen.“ Man sieht dann im Innern des Embryos, und zwar im Mesoderm, das sich unterdessen von der Ventralseite in die Seitentheile hereingezogen hat, segmental hintereinander liegende Höhlungen, deren vorderste im Kopfsegment die grösste ist, während die anderen nach hinten zu an Umfang abnehmen. In Fig. 23 ist das aufs Deutlichste zu sehen; obwohl in Fig. 22 nur die Kopfhöhlen sichtbar waren, zeigten sich doch auf der Querschnittserie eine ganze Anzahl folgender Segmenthöhlen mit aller nur wünschenswerthen Deutlichkeit, ein schlagender Beweis für die Zuverlässigkeit solcher „optischen Schnitte“.

Das Mesoderm zieht in diesem Stadium von seinem Entstehungs-orte, dem Blastoporus aus, in der Gestalt von zwei symmetrischen Zellenmassen jederseits nach vorn, und nimmt allmählich die ganzen Seitentheile des Embryos zwischen Ectoderm und Darm ein; in der dorsalen und ventralen Medianlinie steht es (abgesehen vom Blastoporus) nirgends in Verbindung; es wird sogar mit dem weiteren Wachsthum des Embryos die Region der Rücken- und Bauchseite, wo unmittelbar unter dem Ectoderm das Entoderm liegt, beträchtlich breiter; mit anderen Worten die beiden, das Mesoderm mit seinen Höhlungen enthaltenden Seitentheile des Embryos rücken auseinander, wobei die medianen Parthieen des Körpers öfter als dorsale und ventrale Längsfurche schwach einsinken, was besonders in den spiralig aufgerollten Schwanztheilen der Embryonen Fig. 28, 29, sowie in Fig. 35, aber auch in den meisten übrigen Zeichnungen zu bemerken ist. In Fig. 19 und noch besser in Fig. 22 ist der mesodermfreie mediane Theil des Embryos deutlich zu sehen. Im

Kopftheil des Embryos, wo das erste Höhlenpaar im Mesoderm auftritt, das sehr bald an Grösse bedeutend zunimmt und für immer alle übrigen an Ausdehnung übertrifft, werden die Wandungen der Mesodermhöhlen so auseinandergedrängt, dass sich die beiderseitigen Mesodermhälften in der dorsalen wie ventralen Mittellinie einander mehr nähern, als im übrigen Körper, ohne sich aber zu berühren. Dadurch erscheint der Kopftheil des Embryos viel solider und undurchsichtiger als alle übrigen Parthieen desselben (abgesehen von der Einwucherungsstelle).

Nachdem im Mesoderm jederseits die vorderste oder Kopfhöhle durch Auseinanderweichen der Elemente zur Ausbildung gelangt ist, folgen schnell nacheinander von vorn nach hinten eine weitere Anzahl solcher Höhlen in immer kleineren Abständen und selber an Grösse abnehmend (Fig. 23); und je mehr der Embryo in die Länge wächst, um so mehr Segmenthöhlen gelangen zur Entwicklung, und allmählich zu grösserer Entfaltung. Bei durchsichtig gemachten Embryonen lässt sich der wirkliche Umfang derselben jedoch nicht genau feststellen, da sie gegen ihre Ränder hin so spaltförmig eng werden, dass sie sich nicht mehr durch grössere Durchsichtigkeit vor ihrer Umgebung auszeichnen, und man kann erst durch Schnittserien über ihre wirkliche Ausdehnung und gegenseitige Lagerung Aufschluss erhalten. Da zeigt sich denn, dass die Segmenthöhlen nicht einfach hintereinander liegen, sondern dass jedesmal die hintere mit einem schmalen und spitzen Zipfel die vordere um ein Geringes überragt, dass sie sich also gegenseitig ein wenig decken. Daher kommt es, dass man bei jungen Embryonen, wo die Höhlen noch dichter gedrängt aufeinanderfolgen als später, häufig auf demselben Schnitt zwei Höhlungen übereinander liegend findet, von denen die untere in der Schnittfolge von vorn nach hinten schnell abnimmt und stumpf endigt, während die obere allmählich grösser wird, und nachdem sie ihre bedeutendste Ausdehnung erlangt hat, schon wieder über sich den spitzen Anfang der nächsten erkennen lässt. So sind auch in dem in Fig. 85 abgebildeten Schnitte, der dem Embryo von Fig. 17 entnommen ist, auf jeder Seite Stücke von zwei Segmenthöhlen getroffen. Je mehr diese Höhlen sich ausbilden, um so mehr verliert die Mesodermanlage den Character zweier continuirlichen Zellenwucherungen; ihre Elemente gruppieren sich zu einem regelmässigen, die Segmenthöhlen umschlies-

senden Epithel und die paarigen Mesodermstreifen lösen sich auf in Mesodermsäcke, welche als einschichtige Zellenblasen die Segmenthöhlen umfassen und nur noch dadurch in Verbindung stehen, dass sie an den Berührungstellen sich dicht aneinanderlegen, aber nicht mehr wirklich verwachsen sind.

In einer solchen wohl entwickelten Segmentblase des Mesoderms sind nicht alle Wandungen von gleicher Dicke; während die dem Darm anliegende Seite sich aus dünnen Plattenzellen zusammensetzt, haben die Zellen, welche die laterale, dem Ectoderm folgende Wandung bilden, eine grössere Höhe, liegen dichter gedrängt und gewähren das Aussehen eines Cylinderepithels. Ein typisches Bild der Segmenthöhlen im Querschnitt gibt Fig. 96, dem hinteren Abschnitt eines etwas älteren Embryos entstammend; da die Differenzierung des Mesoderms in Segmenttaschen von vorn nach hinten erfolgt, so findet man natürlich im hinteren Theil älterer Embryonen dieselben Verhältnisse, wie bei jüngeren Individuen weiter vorn, nur in Folge der grösseren Längsstreckung deutlicher ausgeprägt und mehr isolirt.

Untersucht man nun einen Embryo von der in Fig. 19 dargestellten Entwicklungsstufe auf Querschnitten, so findet man am Hinterende die Einwucherungsstelle der inneren Blätter genau in der nämlichen Form, wie sie in Fig. 74 von dem vorhergehenden Stadium abgebildet sind. Unmittelbar davor jedoch auf dem Walle, welcher den Blastoporus vorn begrenzt, treffen wir die neu entstandene Afteröffnung als schmalen Längsspalt, durch den das Darmlumen mit der Umgebung communicirt; der Schnitt Fig. 84, Taf. XI ist einer von denen, welche durch den Afterspalt gelegt sind. Man sieht hier, dass das Entoderm in den seitlichen Theilen sich noch nicht scharf vom Mesoderm gesondert hat, obwohl in letzterem bereits die Bildung der hintersten dichtgedrängten Segmenthöhlen beginnt. An der Afteröffnung aber ist das Ectoderm eingefaltet und geht direct in die innerste Zellschicht über, welche das Darmlumen begrenzt. Ob hier eine wirkliche Einstülpung des Ectoderms den Vorgang einleitet oder ob einfach eine Spaltbildung auftritt mit nachfolgender Verlöthung der innersten und äussersten Schicht, ist schwer zu beantworten, da die Elemente ganz allmählich ineinander übergehen. Nur das scheint sicher zu sein, dass einige Ectodermzellen, welche den Spalt seitlich begrenzen, wenn auch secundär,

sich nach innen einsenken, wodurch die ganzen Lippen der Oeffnung vom Ectoderm gebildet werden. Ausser allem Zweifel aber ist es, dass die Afteröffnung nicht mit dem Blastoporus identisch ist und auch nicht an seine Stelle tritt, da derselbe lange vor Bildung jener bestand und auch noch in unveränderter Weise fortbesteht. Das Mesoderm hat von allen Schichten des Embryos gegenüber dem früheren Stadium die mächtigste Ausbildung erfahren; schon unmittelbar vor dem Blastoporus nimmt es die ganzen Seitentheile des Embryos ein, und weiter nach vorn hat es sich ebenfalls von der Ventralfläche mehr nach den Seiten und dem Rücken hin gezogen, wie eine Vergleichung von Fig. 75, Taf. X und 85, Taf. XI ergibt, die sich der Region nach, der sie entnommen sind, entsprechen. Die Segmenthöhlen im Mesoderm sind viel zahlreicher, als Fig. 23 erwarten lässt, da sie bis zur Afteröffnung hin schon angelegt sind; der Umstand, dass dort, also unmittelbar vor dem Blastoporus die nächst folgenden entstehen müssen, beweist, dass das Längenwachsthum des Embryos grossentheils auf der Zellvermehrung im Blastoporus beruht. Nach vorn hin (Fig. 85) sind die Segmenthöhlen schon gut ausgebildet, wenn auch noch schmal, und man trifft in Folge des Uebereinanderschiebens derselben, wie schon erwähnt, auf demselben Schnitt oft zwei hintereinanderliegende; so hier auf der rechten Seite eine wohl ausgebildete und den dorsalen Zipfel der nächst hinteren gerade tangirt; auf der linken Seite dagegen diese letztere mehr in der Mitte getroffen und von der ventralen resp. vorderen nur noch einen Rest (der Schnitt war also nicht ganz exact quer geführt). Mächtig entwickelt sind bereits die Mesodermhöhlen des Kopfsegments, Fig. 86; der Schnitt ist nicht weit von der Stelle geführt, wo die Mundbildung, noch auf dem vorhergehenden Stadium verharrend, stattfindet, wesshalb im Entoderm auf der Ventralseite noch eine schwache Verdickung zu sehen ist. Die Mesodermhöhlen sind hier weite Blasen von einschichtiger Zellenlage mit epithelialer Anordnung umschlossen; sie haben sich etwas vom Ectoderm abgehoben, was dem normalen Verhalten nicht entspricht, wo sie demselben ebenso dicht anliegen, wie dem Entoderm. Auf der Rückenseite beginnt eine Einsenkung sich bemerkbar zu machen, welche in der Folge stärker wird und die Kopfanlage als aus zwei kugelförmigen Hälften zusammengesetzt erscheinen lässt.

Der ganze Embryo ist in diesem Stadium seiner Längenzu-

nahme entsprechend auch dicker geworden, und besonders sein dorso-ventraler Durchmesser hat gegenüber dem pilzförmigen Stadium bedeutend zugenommen, was aus einer Vergleichung der Querschnitte leicht ersichtlich ist.

Die weiteren Umwandlungen des Embryos, insofern sie innerhalb der Grenzen dieses Theiles der Untersuchung liegen, beziehen sich zunächst auf die allgemeine Körperform bis zu dem Stadium, wo der junge Peripatus deutlich als solcher erkennbar ist; dann auf die Aus- und Umbildung des Mundes und Schlundes und das Schicksal der Afteröffnung. Alle übrigen inneren Verhältnisse bleiben, abgesehen von der entsprechenden Grössenentfaltung, im Grunde dieselben, wie in dem geschilderten Stadium; die unwesentlichen Veränderungen sollen gelegentlich geschildert werden.

Hinsichtlich der allgemeinen Gestaltsverhältnisse lässt sich in den folgenden Stadien, die in Fig. 24 bis 40 in allen nöthigen Zwischenstufen und Ansichten dargestellt sind, zunächst ein starkes Längenwachsthum beobachten, mit dem jedoch, besonders in den vorderen Abschnitten, eine entsprechende Dickenzunahme verbunden ist. Schon sehr bald hält die Ausdehnung der Bruthöhle nicht gleichen Schritt in ihrer Vergrößerung mit der Verlängerung des Embryos; dieser findet in gestrecktem Zustand keinen Raum mehr und muss sich desswegen krümmen. Das Hinterende zeigt zunächst eine leichte bis rechtwinklige Krümmung nach der Ventralseite zu, die sich zur Gestalt eines kurz eingebogenen Hakens weiter bildet (Fig. 24 u. 25). Mit dem weiteren Wachsthum wickelt sich das Hinterende, das allmählich einen immer grösseren Körpertheil umfasst, zuerst in einfacher, dann mehrfacher Tour unregelmässig spiralig auf, wobei die einzelnen Windungen sich wegen der Enge des Raumes dicht aneinander schmiegen. Wird der Embryo lebend aus der Bruthöhle herausgenommen, so lockern sich in Folge der Elasticität der Gewebe die Windungen und nehmen in aufeinanderfolgenden Stadien die Gestalten von Fig. 26, 27 u. 29 an. Dagegen stellt Fig. 35 einen Embryo von *P. torquatus* dar, der erst nach der Conservirung dem Uterus entnommen wurde, und den aufgewundenen Körpertheil so zeigt, wie er normaler Weise im Uterus angeordnet ist.

Gleichen Schritt mit der Verlängerung des Körpers hält die Segmentirung desselben; die äussere Gliederung des Embryos,

welcher die innere, durch Ausbildung der Segmenthöhlen bedingte, beträchtlich vorausschneit, zeigt sich zuerst durch das Auftreten schwacher Querschnitte (Fig. 24); die vorderste scheidet das Kopfsegment vom Rumpf; die zweite und die folgenden trennen die einzelnen Körpersegmente voneinander, entsprechen aber nicht genau der Grenze der inneren Segmente; denn da diese, die Segmenthöhlen, sich übereinanderverschieben, so würden die Scheidewände, welche man sich durch die äusseren Furchen gelegt denkt, immer den vorderen Zipfel der Höhle des nächsten Segments abschneiden; die äusseren Furchen bezeichnen also jedesmal das stumpfe Hinterende einer Segmenthöhle, das sich in der Folge nach aussen verwölbt. Im nächsten Stadium (Fig. 25) hat sich das Kopfsegment schon scharf vom Rumpf abgesetzt, und das nämliche thun in der Folge die Glieder des Rumpfes dadurch, dass die Furchen tiefer einschneiden. Dies letztere aber wird nicht bedingt durch actives Eindringen der Furchen, sondern gerade umgekehrt durch seitliches Ausbauchen und Hervortreten der Segmente selbst. Dessenwegen greifen auch die Furchen nicht ringförmig um den ganzen Embryo herum, sondern erstrecken sich nur auf die lateralen Parthien, während auf der Rücken- wie Bauchseite ein ziemlich breiter Streifen in der Breite des Darmes ungegliedert bleibt, was besonders deutlich an Fig. 31, sowie an den rein dorsalen oder ventralen Ansichten anderer Embryonen ersichtlich ist. Die segmentalen seitlichen Ausbuchtungen machen nämlich ganz den Eindruck, als seien sie verursacht durch das Wachstum der Segmenthöhlen, welche gegen die Körperoberfläche hin den geringsten Widerstand finden und dort das Ectoderm vor sich her wölben; so kommt es auch, dass die Verwölbungen sich auf die Seitentheile der Ventralfläche, und in geringerem Maasse der Rückenseite erstrecken (Fig. 29 u. 36). In Folge dieser Entstehung ziehen dann die Trennungsfurchen bald nicht mehr quer zur Längsachse des Körpers, sondern schräg nach vorn, der Gestalt der Segmenthöhlen entsprechend (Fig. 29). Besonders deutlich sind diese Verhältnisse in Fig. 28, welche den in Terpentin durchsichtig gemachten Embryo Fig. 29 darstellt.

Diese segmentalen seitlichen Vorwölbungen sind die Anlagen der Extremitäten; aus ihnen entwickeln sich lediglich die Füsschen mit ihren Theilen und die Segmenthöhlen werden fast gänzlich in dieselben hineingezogen und zu besonderen Organen um-

gebildet. Die definitive unsegmentirte Leibeshöhle des erwachsenen Thieres ist, wie ich vorgreifend bemerke, eine völlige Neubildung. Die mit den Extremitätenanlagen anfangs in Verbindung stehenden ventralen Vorragungen bleiben dem eigentlichen Stamme der Körperanlage erhalten und in ihnen tritt später das Nervensystem auf.

Die Anlagen der Extremitäten treten mit dem weiteren Wachsthum des Embryos immer mehr seitlich hervor (Fig. 29, 31 u. 35) und werden nach und nach durch stärkeres Wachsthum der Zwischenräume immer weiter voneinander entfernt, wobei sie sich schärfer vom Körper absetzen, etwas spitze Form annehmen und allmählich eine deutliche Ringelung zeigen (Fig. 37, 39 u. 40), wodurch sie sich den definitiven Füsschen des Peripatus in der Gestalt nähern. Schon ziemlich frühe (Fig. 27, 28, 30) macht man die Bemerkung, dass das 2. Extremitätenpaar resp. das ganze zweite (Rumpf-) Segment an Grösse nicht nur die nachfolgenden, sondern auch das vorhergehende bedeutend übertrifft; auch nimmt es bald eine von den übrigen abweichende Gestalt und Stellung an; seine freie Kuppe ist (Fig. 33 u. 34) nicht rund, sondern stumpf abgestutzt, und während alle anderen mehr oder weniger ausgesprochen nach hinten gerichtet sind, stellt es sich quer zur Längsachse des Körpers und mitunter ein wenig nach vorn gerichtet. Aus ihm werden die jederseits des Kopfes befindlichen Papillen des erwachsenen Thieres, auf deren Spitzen die mächtigen Schleimdrüsen münden, welche frei in der Leibeshöhle liegen und mit ihren Verästelungen den Darm umspinnen.

Das erste Extremitätenpaar erleidet eine andere Umwandlung: es wird zu den Kiefern des Thieres. Schon in Fig. 29 u. 30, noch mehr in Fig. 33 u. 34 beobachtet man, wie es an Grösse hinter dem 3. und 4. Rumpfsegment zurückbleibt und sich mehr und mehr auf die Ventralseite nach vorn gegen das Kopfsegment zu schiebt; richtiger ist es vielleicht, wenn man sagt, dass es durch die mächtige Entwicklung des Kopfsegments dorsal theilweise überdeckt wird; indessen scheinen beide Wachsthumsvorgänge einander in die Hand zu arbeiten. Durch einen höchst merkwürdigen Umwachsungsprocess, der weiter unten ausführlicher besprochen werden soll, wird es immer mehr auf die Bauchfläche und in eine grosse secundär (richtiger tertiär) gebildete Mundhöhle hineingezogen.

Vor der Besprechung der Umformungen, welche das Kopfsegment eingeht, sind noch einige Worte über das Hinterende des Embryos zu sagen. Das hinterste Ende des Körpers ist bis zu dem Stadium, wo die volle Segmentzahl desselben erreicht und äusserlich zum Ausdruck gekommen ist, von der Seite gesehen knopfartig verdickt (Fig. 24, 25, 30, 31), von der Fläche betrachtet auch ein wenig verbreitert und am hinteren Rande leicht ausgebuchtet (Fig. 26, 28, 29). Die knopfförmige Verdickung enthält auf ihrer Ventralseite eine mediane Vertiefung, den Blastoporus, der auf derselben Stufe, wie in Fig. 74 immer noch besteht, und seine seitlichen Wälle geben eben in der Seitenansicht das Bild der Verdickung. Der vordere Theil des Walles dagegen, welcher auf seinem gegen den Blastoporus abfallenden Rande die Afteröffnung trägt, verlängert sich nach vorn zu einer Art von medianem Kiel, der in jüngeren Stadien (Fig. 24 u. 25) stark vorspringend eine kleine Strecke die ventrale Mittellinie entlang zieht. Später jedoch verstreicht er im Zusammenhang mit Umwandlungen der Afteröffnung und ist schon in Fig. 26 u. 27 nicht mehr zu erkennen.

Der Nabelstrang befestigt sich, wie jetzt deutlich zu erkennen, an der Rückenseite des ersten Rumpfsegments (Fig. 24, 26, 36, *N*) in jüngeren Stadien gegen das zweite Segment hin verschoben. Gewöhnlich reisst er beim Freipräpariren der Embryonen kurz vor seiner Verbindung mit dem Embryo ab, ist aber, so lange er überhaupt existirt, auf Schnittserien immer sicher zu finden. Anfangs relativ kurz und dick, wird er allmählich im Verhältniss zum Embryo, ohne anfangs wirklich an Stärke abzunehmen, dünner, dabei aber factisch länger. Mit der Umbildung des Mundes, die in Folgendem geschildert werden wird, degenerirt er nach und nach und ist in der Regel in dem Stadium von Fig. 31 nicht mehr zu finden; die Stelle seiner Vereinigung mit dem Embryo ist glatt geschlossen. Ausnahmsweise aber erhält er sich, obwohl in offenbar rückgebildetem Zustand noch bis in spätere Stadien, selbst bis zum Auftreten des Nervensystems (Fig. 36). Solange er in voller Ausbildung vorhanden ist, findet man den Darm der Embryonen ausnahmslos völlig leer von Nahrungsstoffen; mit seiner Rückbildung aber und der Hand in Hand damit erfolgenden Ausbildung des Schlundes füllt sich der Darm mit einer zarten homogenen Eiweissmasse, die sich schwach färbt und genau demjenigen Stoff entspricht, welchen man von da

an auch ausserhalb des Embryos in der Bruthöhle als Secret des Uterusepithels findet. Es ist also wohl sicher, dass der Embryo in diesem Stadium anfängt, die vom Uterus gelieferte Nahrung durch den Mund aufzunehmen und dass in Folge dessen der Nabelstrang überflüssig wird und zu Grunde geht; sein ausnahmsweise längeres Bestehenbleiben ist wohl kaum als Tendenz zu einer Verlängerung der bis dahin bestehenden Art der Ernährung aufzufassen, wodurch allmählich die spätere selbständige Nahrungsaufnahme ausgeschlossen werden könnte.

Das Kopfsegment hat sich, wie wir gesehen haben, durch die erste und vorderste Ringfurche vom Rumpf abgegrenzt und geht nun seinen eigenen Entwicklungsgang, der sich in der ersten Zeit allerdings nicht sehr wesentlich von dem der Rumpfsegmente unterscheidet. Zunächst nimmt es, durch die starke Ausbildung seiner Mesodermhöhlen, an Umfang so bedeutend zu, dass es schon in Fig. 24 die Rumpfsegmente an Grösse weit übertrifft; zugleich wird seine Absonderung vom Rumpf durch tieferes Einschneiden der Grenzfurche immer deutlicher. Die Anschwellung der Seitentheile bedingt aber auch, dass die beiden Kopfhälften sich schärfer voneinander absetzen, indem sie sich sowohl dorsal und ventral über die Medianlinie erheben, als auch nach vorn durch eine immer tiefer werdende Einbuchtung voneinander trennen. So setzt sich allmählich der Kopf aus zwei etwas mehr als halbkugligen Anschwellungen zusammen, deren Verbindungslinie besonders dorsal immer tiefer einsinkt (Fig. 25 u. 26). Endlich tritt die dorsale Seite jeder Kopfhälfte noch mehr über das gewöhnliche Niveau hervor, indem sich auf den beiden Halbkugeln abermals stumpfe Hervorragungen bilden (Fig. 30, *T*, 31, 33, *T*): die ersten Anlagen der Tentakel; sie entstehen, wie aus Fig. 33 am deutlichsten hervorgeht, zunächst der dorsalen Medianlinie und grenzen sich erst nach und nach gegen die Seite hin schärfer ab. In dem Stadium, wo die Extremitäten sich scharf absetzen und ihre Ringelung erhalten (Fig. 37), sind auch die Tentakel bereits stumpf kegelförmig, deutlich durch eine Furche vom Kopf abgegrenzt und fangen ebenfalls an, von der Spitze nach der Basis zu durch Ringfurchen eine Art von Gliederung aufzuweisen, die weiterhin (Fig. 39, *T*) recht deutlich wird. Der Frage, ob man die Tentakel als Extremitäten auffassen darf, wird später näher getreten werden. Der Darm reicht in allen auf Taf. VI abgebildeten

Embryonen in das Kopfsegment hinein und endet blind am vordersten Körperende, wo er direct an das Ectoderm anstösst, da das Mesoderm vorn ebenso wenig wie in dorsaler und ventraler Mittellinie in Verbindung steht.

Die geweblichen Veränderungen in den Embryonen bis zu dem in Fig. 33 dargestellten Stadium sind höchst unbedeutender Natur und sind höchstens durch geringe Verschiebungen der Zellenmassen in Verbindung mit dem allgemeinen Grössenwachsthum und der Gestaltveränderung characterisirt. Der Blastoporus ist unverändert; das Ectoderm zeigt denselben Character wie in den früheren Stadien, die durch Schnittabbildungen illustriert sind; nur in der dorsalen und ventralen Fläche, welche in der Ausdehnung, wo das Entoderm direct dem Ectoderm anliegt, an der Gliederung des Körpers nicht Theil nimmt, wird die Zellschicht des Ectoderms dünner, was schon in Fig. 85 u. 86 oben zum Ausdruck kommt, und zuletzt liegt hier nur eine einzige Reihe von Kernen nebeneinander, während überall sonst mehrere Lagen sich zwischeneinander schieben. Es scheint demnach, dass die Zunahme dieser Regionen in der Breite nicht auf einer Zellvermehrung, sondern lediglich auf einer Verschiebung der vorhandenen Elemente beruht, bedingt durch den Zug, der von den mächtig sich entwickelnden Seitentheilen ausgeübt wird. Dem Grössenwachsthum der segmentalen Ausstülpungen entsprechen natürlich Vergrösserungen der Segmenthöhlen, wodurch die Querschnittsbilder deutlicher werden, da man leichter eine einzige Segmenthöhle auf dem Querschnitt trifft, wie Fig. 96 zeigt, welches einen geradezu schematischen Querschnitt, obwohl in möglichster Naturtreue nach dem Präparat gezeichnet, wiedergibt. In den Kopfhöhlen finden wir dasselbe Bild, wie in den Segmenthöhlen des Rumpfes, nur ist die Mesodermauskleidung bei der grösseren Weite der Höhlen relativ dünner und zeigt nur beim Beginn der Tentakelausstülpung an der betreffenden Stelle eine schwache Verdickung. Fig. 88 u. 89 zeigen die Kopfhöhlen in ganz indifferentem Zustand und lassen zugleich den tiefen Medianeinschnitt auf der Dorsalseite erkennen.

Weitaus die grössten Veränderungen treffen den Mund, wo eine ganze Reihe von Neubildungen und Umformungen eintreten. In dem Stadium, welches in Fig. 24 dargestellt ist, erhält die bis dahin nur angedeutete Mundeinstülpung ein deutliches Lumen und bildet sich zu einem schmalen und sehr kurzen Längsspalt aus, der

von aussen zunächst ein wenig schräg nach innen und vorn sich einsenkt. Bald aber wird die Oeffnung desselben deutlicher und dringt senkrecht ins Innere ein. Ein Embryo, wie er in Fig. 25 abgebildet ist, zeigt bezüglich des Mundes auf dem Querschnitt bereits folgendes Verhalten (Fig. 87); ein schmaler Spalt verbindet das Darmlumen mit der Aussenwelt; das Ectoderm hat sich deutlich eingesenkt und bildet die Wandung des Mundkanals, um im Innern mit dem Entoderm in Verbindung zu treten. Besondere Verdickungen, die einen Schlundkopf darstellen, sind nicht vorhanden. Die Mundöffnung liegt nicht am vordersten Ende des Darmes, sondern am Hinterrande des Kopfsegments, während der Darm blindsackartig durch dieses hindurch nach vorn reicht, wo er in der vorderen Einkerbung zwischen den beiden Kopfanschwellungen direct an das Ectoderm stösst. Fig. 88 ist ein Querschnitt durch denselben Embryo (schwächer vergrössert) einige Schnitte weiter nach vorn und zeigt das Entoderm in typischer Form, als enges Rohr mit einschichtiger Wandung, dessen Zellen sich deutlich von denen des Ectoderms durch ihr helles, fein gekörneltes Protoplasma unterscheiden.

Dieser Mund scheint noch nicht im Stande zu sein, Erweiterungen und Verengungen zum Zweck des Nahrungsschluckens auszuführen, denn man findet den Darm immer völlig leer, und der Nabelstrang ist auf der Höhe seiner Ausbildung, woraus man schliessen darf, dass die Ernährung des Embryos gänzlich durch letzteren erfolgt.

Während der in Fig. 26 dargestellte Embryo bezüglich der Mundbildung keine bemerkenswerthe Veränderung erkennen lässt, ist eine solche im nächsten Stadium (Fig. 27) deutlich vorhanden; die Mundöffnung selbst ist auf der bisherigen Stufe der Ausbildung stehen geblieben, aber die Ectodermeinstülpung ist in der Tiefe und nach vorn eingedrungen und hat den ganzen entodermalen Darmblindsack, der vor der Mundöffnung lag, verdrängt. Auf allen Schnitten vor dem Mund findet man an Stelle des früheren gut characterisirten einschichtigen Entodermrohres mit seinen hellen, wenig zahlreichen Zellen jetzt einen präcoralen Darmblindsack, dessen Lumen schmal, spaltförmig, von den Seiten stark comprimirt ist und dessen Wandungen aus zweifellosen, in mehreren Schichten über- und zwischeneinander liegenden Ectodermzellen bestehen (Fig. 89). Die Schnittserien lehren, dass, während die hintere Wand

der Mundeinstülpung unverändert blieb, die vordere und die seitlichen Wandungen derselben unter ausgiebiger Vermehrung ihrer Elemente in die Tiefe und nach vorn einwucherten und an Stelle des Entoderms traten. Nun reicht von der Mundöffnung an ein ectodermaler Schlund mit verdickten Wandungen nach vorn und stösst mit seinem vorderen stumpf abgerundeten Ende direct an das Ectoderm in der medianen Einsenkung zwischen den Kopfhälften an. Dieser Schlund oder Schlundkopf scheint nun die Fähigkeit zu besitzen, Schluckbewegungen zu machen, obgleich keine Muskulatur in ihm ausgebildet ist, sondern seine Zellen sämmtlich gleichartigen embryonalen Typus bewahrt haben; denn von jetzt an bildet sich der Nabelstrang offenbar zurück, indem sein Lumen sich gegen das Ectoderm des Embryos zu abschliesst, worauf er degenerirt und der Embryo abfällt, und im Darm des Embryos findet man eine zarte, dünnflüssige Eiweissmasse, die sich schwach färbt und genau derjenigen entspricht, welche von diesem Zeitpunkt an am Epithel der Bruthöhle in dieselbe abgesondert wird. Die Ernährung des Embryos wird demnach mit der Entwicklung eines ectodermalen Schlundkopfes, wenn auch primitivster Art, eine wesentlich andere gegen früher. Ich habe schon weiter oben erwähnt, dass der Nabelstrang mitunter noch länger in scheinbar gutem Zustand erhalten bleibt, so z. B. in Fig. 36, *N*; allein diese Thatsache ändert nichts in dem eben geschilderten Verhalten und ist nur eine fernere Variabilität in der Entwicklung unserer Peripatusarten; statt sich vom Embryo abzulösen, bleibt der Nabelstrang hier mit ihm in Verbindung, streckt sich aber so stark in die Länge unter gleichzeitigem Dünnerwerden, dass seine Unfähigkeit zu fernerer normaler Function doch sehr wahrscheinlich ist; er folgt hier dem Zug, der beim Wachsen des Embryos durch die Verschiebung seiner Ansatzstelle an diesem auf ihn ausgeübt wird und atrophirt dadurch ebenso wie der andere, der dem Zug nicht folgte, sondern abriess.

Mit dem weiteren Wachsthum des Embryos macht auch der Schlund weitere Fortschritte; in dem Stadium, das in Fig. 28, 29 u. 30 in verschiedenen Ansichten dargestellt ist, beginnt für den Embryo eine neue Phase der Ausbildung. Er hat jetzt, wenn auch äusserlich noch nicht sichtbar, durch Ausbildung der definitiven Zahl von Segmenthöhlen seine volle Gliederung erreicht, und es treten nun schnell nacheinander, beinahe zu schnell für die Untersuchung,

Differenzirungen in den einzelnen Keimblättern, besonders im Ectoderm und Mesoderm, auf, sowie Verschiebungen der bis dahin angelegten einfachen Organe gegeneinander, welche das Bild eines Querschnittes auf einmal ungemein compliziren. Lassen wir zunächst alles andere ausser Acht, um die Weiterbildung des Mundes zu verfolgen, so bemerken wir, dass die äussere Mundöffnung nicht mehr ein schmaler Längsspalt, sondern eine fast kreisrunde Einsenkung geworden ist, die aber in der Tiefe durch seitliche Comprimirung der Wandungen ein spaltförmiges Lumen hat; ersteres ist in Fig. 29, letzteres an demselben Embryo, nachdem er durchsichtig gemacht wurde, in Fig. 28 zu sehen. Allein die ectodermale Einwucherung mit dem spaltförmigen Lumen erstreckte sich von der Mundöffnung aus nach vorn und überwölbte bisher im Innern die Mundöffnung nicht; jetzt aber beginnt dieselbe, während die hintere Lippe des Mundes noch auf ihrem ursprünglichen Stadium verharret, so nach hinten zu wachsen, dass sie wie ein Dach die Mundöffnung innen überwölbt und über dieselbe nach hinten ragt; sie erscheint nun bei einem Einblick ins Innere der Mundhöhle als zwei Wülste, geschieden durch eine schmale Längsspalte (Fig. 34, *Sch*). Bei diesem Wachstumsprocess wurde aber nicht, wie früher, das Entoderm verdrängt, sondern das obere Schlunddach und die seitlichen Wandungen desselben haben sich in den entodermalen Darm von vorn nach hinten so eingestülpt, dass dorsal davon ein kurzer Blindsack des ursprünglichen Darmes den Schlundkopf überlagert; dabei zeigt der neue Schlundkopf das stärkste Wachstum in seiner dorsalen Medianlinie, welche die Mundöffnung schon weit überragt, während die hinteren Ränder des Schlundkopfes in den Seitentheilen schräg nach vorne bis zur Mundöffnung reichen und sich überall direct in das Entoderm fortsetzen. Fig. 90, ein Querschnitt von dem in Fig. 29 gezeichneten Embryo, hinter der Mundöffnung geführt, da wo das erste Rumpfsegment bereits auf der Ventralseite das Kopfsegment bedeckt, zeigt dieses Verhalten deutlich. Der Darm, ein dorso-ventral plattgedrücktes Entodermrohr trägt in der dorsalen Mittellinie als Aufsatz das hinterste Ende der ectodermalen Schlund-einstülpung, über welcher der blinde Darmzipfel liegt, der durch die Einstülpung des Schlundes entstanden ist; je weiter nach vorn, desto mehr nimmt der ectodermale Theil des Darmes an Umfang zu; er bildet bald die ganze dorsale Hälfte und erstreckt sich noch

weiter nach vorn auf die Seitenparthieen, bis endlich in der Mundöffnung auch im ventralen Theil das Entoderm sich mit dem hinteren Mundrand verbindet.

Jetzt beginnt auch der hintere Mundrand die bis dahin versäumte Einstülpung nachzuholen und wächst im Anschluss an die seitlichen Schlundwandungen ebenfalls nach innen, wobei er sich auch ein wenig in den Darm einstülpt. Den durch diese Vorgänge erzielten Effect illustriert am besten ein genau in der Medianebene geführter verticaler Längsschnitt, wie er in Fig. 91 dargestellt ist: hier ist ein weiter (im Querschnitt aber eng spaltförmiger) Schlundkopf, der dem Ectoderm entstammt, so in den Anfangstheil des Darmes eingestülpt, dass sowohl seine dorsale als auch seine ventrale Wand, (ebenso natürlich auch die Seitenwände) auf ihrer Aussenfläche eine Strecke weit vom Entoderm bekleidet sind, und dass ein entodermaler Darmblindsack dorsal den Schlund überragt. Denkt man sich den so gebildeten Schlundkopf wieder reducirt, so ist klar, dass seine innere Mündung in den Darm an Stelle der äusseren Mundöffnung zu liegen käme, und es wird so völlig deutlich, dass die jetzt vorhandene Mundöffnung nicht identisch mit der zuerst aufgetretenen ist; diese ist durch Einstülpung in die Tiefe gerückt, ist zur Oeffnung des später muskulösen Schlundkopfes in den Darm geworden, während die neue Mundöffnung eine Neubildung ist. Denn dass hier die Bildung des Schlundkopfes nicht lediglich durch eine Vermehrung derjenigen Zellen zu Stande kommt, welche früher den primären Mundkanal auskleideten, sondern dass wirklich eine Einstülpung von aussen damit verbunden ist, geht schon daraus, wie mir scheint, zweifellos hervor, dass mit dem Auftreten und der Weiterbildung des Schlundkopfes die Mundöffnung immer grösser wird, was nur durch ein Einfalten ihrer Ränder geschehen kann. Verweilen wir noch ein wenig bei dieser secundären Mundöffnung, deren weitere Schicksale erst in dem später folgenden II. Theil dieser Untersuchung bei der Organentwicklung eingehend studirt werden sollen, und verfolgen dieselbe nur ganz oberflächlich an der Hand der Fig. 37 bis 40, so sehen wir, dass auch sie nicht äussere Mundöffnung bleibt. Das erste Rumpfsegment hat sich längst in auffallender Weise unter dem Kopfsegment nach vorn geschoben (cfr. Fig. 29, 34 etc.); nun treten auf den Seitenflächen dieses Segments, gegen den Rücken zu und im Anschluss an das Kopf-

segment, dorsal von dem unterdessen weiter entwickelten Extremitätenstummel einige warzenförmige Wucherungen auf, die sich zu einem Wall verbinden (Fig. 37); diese umfassen von den Seiten, und zuletzt auch auf der Ventralfläche von hinten her das erste Extremitätenpaar und drängen dasselbe gegen die Mittellinie und die Mundöffnung zu (Fig. 38—40). Durch immer stärkere Erhebung der Wälle, durch ihre Vereinigung in der ventralen Mittellinie und durch immer engeres Zusammenrücken entsteht die dritte definitive Mundhöhle, in welche das erste Extremitätenpaar als Kiefer des ausgebildeten Thieres hineingezogen wird, während die Papillen des Walles zu den längst bekannten Mund- oder Schlundpapillen werden. Zugleich tritt vor der bis dahin bestandenen Mundöffnung eine mediane (in den Figuren mit z bezeichnete) Papille auf, die immer grösser wird, und eine wesentliche Rolle bei der Bildung des neuen Mundes und seiner Organe spielt. Kurz erwähnt mag noch sein, dass auch die äussere Oeffnung des eben angelegten Segmentalorgans des zweiten Rumpfsegments durch Umwallungen mit in die Mundhöhle hineingezogen wird, wobei sich später das Segmentalorgan selbst in die grosse, den ganzen Körper im Lateral-sinus durchziehende und in die Mundhöhle mündende Drüse umbildet. Alle diese, und viele andere Verhältnisse müssen zur genaueren Darstellung für den II. Theil dieser Entwicklungsgeschichte verspart werden.

Ebenso kurz, wie diese Vorgänge, mögen noch einige andere Verhältnisse der letzten Embryonalstadien, die für diesen Theil in Betracht kommen, besprochen werden, weil sonst die Verständlichkeit der Abbildungen erschwert würde. Für alle bisher untersuchten Embryonen war es charakteristisch, dass der Darm sich in seiner ganzen Ausdehnung überall dicht an die innere Wand der Segmenthöhlen oder, in der dorsalen und ventralen Fläche, an das Ectoderm anlegt, und überall, wo er davon getrennt war, hatten wir es mit künstlichen Hohlräumen zu thun, wie aus reichem, wohl conservirtem Material hervorging. Von dem Stadium des in Fig. 29 abgebildeten Embryos an ist das nun anders. In den ventralen Theilen der segmentalen Ausstülpungen, die in ihren lateralen Abtheilungen zu den Füsschen werden, tritt eine Wucherung des Ectoderms auf, welche deutlich in Fig. 92 zu sehen ist; wie es scheint wegen Mangel an Raum springt dieselbe gegen die Oberfläche zu vor und erzeugt so

einen verdickten Streifen jederseits der ventralen Mittellinie, in welchem die Segmentirung verschwindet (Fig. 34, 38, *n*, 39) und welcher stumpf abgerundet an das Kopfsegment stösst; es ist die Anlage des Nervensystems, die sich bald vom Ectoderm sondert (schon in Fig. 92 zu bemerken).

Ferner treten in der ventralen Wand der Segmenthöhlen Zellenwucherungen auf (Fig. 92) wodurch die Höhlen selbst eingeengt und zu kanalartigen, gewundenen Räumen werden, die wir jetzt nicht weiter verfolgen wollen. In derselben Figur ist aber weiter zu sehen, dass der Darm, zunächst ventral, sich vom Ectoderm sowohl, als auch von der inneren Wand der Mesodermblasen abhebt, eine Spaltbildung, die völlig normal ist und schnell an Ausdehnung zunimmt; sie ist ebenso, wenn nicht in schärferer Ausbildung einige Schnitte weiter vorn in Fig. 90 zu sehen. Der Darm hebt sich auf diese Weise bald in seiner ganzen Ausdehnung von seiner Umgebung ab und bleibt nur noch längere Zeit mit den vorderen Zipfeln der Segmenttaschen, mit denen sich dieselben übereinander schieben, in schmaler Verbindung. Abgesehen von diesen beiden seitlich-dorsalen Berührungslinien liegt dann das entodermale Darmrohr ohne Mesodermumkleidung frei in einer neu entstandenen Höhle, der definitiven Leibeshöhle, die nichts mit den Segmenthöhlen gemein hat. Letztere werden später gänzlich in den Lateralsinus und die Höhlung der Füsschen umgewandelt und geben den Hohlorganen daselbst, besonders den Segmentalorganen z. Th. den Ursprung; die späteren Lücken, wodurch dieselben mit der Leibeshöhle in Verbindung stehen, sind secundäre Bildungen. Die dünne mesodermale Darmbekleidung des erwachsenen Thieres rührt, so viel ich bis jetzt sehe, von Zellen her, die theils von der letzten Verbindung des Darms mit den Segmentblasen aus ihn umwuchern, theils von Wanderzellen, welche sich aus dem Mesoderm lösen und in die Leibeshöhle gerathen. Sehr klar werden die geschilderten Verhältnisse durch den medianen Längsschnitt, Fig. 91; hier ist der Darm dorsal und ventral durch einen weiten Raum von der Körperwand getrennt; im ventralen Theil dieser Leibeshöhle ist keine Spur von Mesoderm zu finden, weder ein Hautfaserblatt noch eine Darmbekleidung, während die dorsale Wand der Leibeshöhle von schwachen Zellenwucherungen austapeziert ist, die von der Wand der Segmentblasen herrühren; auch bemerkt man frei in der Leibeshöhle suspendirte

Zellen, die vorhin erwähnten Wanderzellen. Von stärkeren zusammenhängenden Mesodermanlagen sind in dem citirten Schnitt nur einige Communicationen der beiden Mesodermhälften im vorderen Theil des Kopfes zu bemerken, wo auch eine Commissur des Nervensystems bereits zur Ausbildung gekommen ist.

Es erübrigt nun noch, einen Blick auf das hintere Ende des Körpers zu werfen, wo ebenfalls schon frühzeitig ein Organ, der After, aufgetreten war. Der Blastoporus, die Keimstelle der inneren Blätter, verschwindet, wie gesagt, erst, wenn wenigstens im Innern durch Ausbildung der Segmenthöhlen die volle Segmentzahl des Körpers erreicht ist, doch lässt sich eine indifferente Fortwachungsstelle mitunter auch später noch nachweisen. Der After war ein schmaler Längsspalt vor diesem bedeutungsvollen Ort (Fig. 22, 23 u. 84). Diese ursprüngliche Afteröffnung wird nicht zum definitiven After des Thieres, auch nicht in der Weise, dass sie ähnlich wie die Mundöffnung in die Tiefe rückt und zum Eingang eines neugebildeten Enddarms in den entodermalen Darm wird. Sie verschwindet einfach, und die definitive Afteröffnung sammt dem vom Ectoderm stammenden Enddarm, der auch im ausgebildeten Zustand durch sein histologisches Verhalten vom übrigen Darm wesentlich abweicht, sind völlige Neubildungen. Schon in dem Stadium von Fig. 27 beginnt der früher beschriebene ventrale Längswall, an dessen hinterer Böschung die Afteröffnung liegt, und der noch in Fig. 24 u. 25 sehr deutlich ist, flacher zu werden, um bald ganz zu verschwinden. Zugleich werden die Lippen des Afterspaltes weniger scharf; sie legen sich mehr aneinander, und in einem Stadium, wie Fig. 37 es darstellt und noch früher, sind sie völlig miteinander verschmolzen; doch kann man die frühere Trennung noch sehen. Fig. 93 zeigt dies Verhalten von dem in Fig. 37 dargestellten Embryo. Obwohl die Afteröffnung verschwunden ist, documentirt sich die Stelle, wo sie bestanden hatte, noch dadurch, dass das Entoderm daselbst nicht continuirlich das Ectoderm innen überzieht, sondern mit demselben an den früheren Lippen des Spaltes in Verbindung steht. Einige Schnitte weiter vorn aber zeigt sich eine neue Einsenkung, deren Ränder wulstig vorgewölbt sind (Fig. 94); diese schliessen sich noch weiter vorn zusammen und bilden eine röhrenförmige Ectodermeinwucherung, welche von da aus unter dem Darm, zwischen diesem und dem Ectoderm nach vorn eindringt und

bald blind endigt. Dies ist der Enddarm, und seine Mündung der definitive After, welcher jetzt noch verhältnissmässig weit vorn auf der Bauchfläche liegt. Vielleicht wird er durch Verschiebung, durch ungleichmässiges Wachsthum später weiter nach hinten verlagert; doch auch ohne dies liegt er hinsichtlich seines definitiven Ortes weit genug hinten, wenn nur die postanale Parthie nicht mehr erheblich wächst. Später setzt sich der Enddarm mit dem entodermalen Darmrohr in offene Communication und letzteres zieht seinen dahinter liegenden kurzen Blindsack ein, worauf dann der Enddarm als einfache Fortsetzung des Chylusdarmes erscheint.

Mit diesen zuletzt beschriebenen oder kurz erwähnten Organenanlagen hat der Embryo bereits diejenige Periode überschritten, welche wir als die Periode der Bildung der Keimblätter und der allgemeinen Körpergestalt bezeichnet haben; wir nehmen aber auf den Anfang der inneren Umwandlungen und Differenzirungen, die zeitlich mit der Entstehung des Enddarms und der complicirten Mundhöhle zusammenfallen, hier keine Rücksicht, sondern verlassen den Embryo auf folgender Entwicklungsstufe: Die allgemeine Körpergestalt ist bereits die für den ausgebildeten Peripatus charakteristische; der Kopf dagegen, zunächst nur aus dem vordersten Segment des Körpers bestehend, zeigt noch die doppelte kugelige Anschwellung seiner ersten Anlage und trägt auf seiner Dorsalseite die Tentakel als hohle, äusserlich schwach queringelte Fortsätze von stumpf kegelförmiger Gestalt; ihre Höhlung ist eine Fortsetzung der Kopfhöhlen und sie sind ausgekleidet von einem Blindsack der Mesodermblasen des Kopfes. Der Rumpf des Embryos ist rundlich, etwas plattgedrückt, besonders auf der Ventralseite, und trägt seitlich die kegelförmigen, ebenfalls geringelten Beinpaare, in welche die ursprünglichen Segmenthöhlen fast ganz hineingerückt sind; auch gegen den Rücken zu beginnt eine unregelmässige Ringelung durch Auftreten von Querfalten sich bemerkbar zu machen. Der Darm hat sich dorsal und ventral weit von der Körperwand und dem Mesoderm abgehoben, während er lateral noch mit den vorderen Zipfeln der Segmentblasen in segmentaler Berührung steht; es hat sich hierdurch die ungegliederte definitive Leibeshöhle gebildet und der Darm durchzieht dieselbe als gerades, in jedem Segment lateral schwach ausgebuchtetes Rohr (in Folge seiner Befestigung an den Mesodermblasen), das lediglich aus Entodermzellen besteht. Der

primäre After ist durch Verlöthung seiner Ränder geschlossen; der Enddarm hat sich als ectodermale Einstülpung angelegt, ist aber noch nicht in Communication mit dem Darmlumen getreten. Der primäre Mund ist in Folge einer starken von den Seiten comprimierten Ectodermeinstülpung in die Tiefe gerückt, und stellt nun den Eingang des dadurch neu gebildeten Schlundkopfes in den Darm dar, welcher letzterer mit einem engen Blindsack jenen nach vorn überragt. Dieser Schlundkopf wird abermals in die Tiefe gedrängt durch die Bildung einer neuen Mundhöhle, in welche durch Umwachsung von den Seiten und hinten her das gesammte erste Extremitätenpaar als Kiefer und ausserdem noch manches andere hineingezogen wird. Das Nervensystem beginnt in seinen Anfängen als paarige Verdickung des Ectoderms auf der Ventralseite bemerklich zu werden. Von inneren Organen ist demnach ausser Schlund und Enddarm, sowie der Mesodermhöhlen nichts auch nur einigermaßen ausgebildet. Die Keimblätter allein sind völlig differenzirt, ohne noch in Organe zerlegt zu sein; und dabei hat der Embryo, der aus einem Ei von 0,04 mm Durchmesser hervorging, eine Länge von fast 4 mm erreicht, ein Fall, der meines Wissens völlig vereinzelt und deswegen ungemein auffallend ist, da doch nach allen Erfahrungen bei gegliederten Thieren mit der Differenzirung der Keimblätter nicht nur die Segmentirung des Körpers, sondern zugleich das Auftreten der verschiedensten Organsysteme Hand in Hand geht.

Hier dagegen sehen wir, dass die Ausbildung der Körpergestalt und die Anlage der einzelnen Organe zeitlich ungewöhnlich stark auseinandergezogen sind. Wie ich weiter oben schon andeutete, lässt sich dieses merkwürdige Verhalten vielleicht in der Weise zurechtlegen, dass man annimmt, bei den denkbar günstigsten Ernährungsverhältnissen im Uterus durch Placenta und Nabelstrang konnte die Entwicklung der Organe, die bei einem freien Larvenleben zur Existenzfähigkeit nothwendig sind, zurückbleiben und allmählich in der aufeinanderfolgenden Reihe von Generationen immer mehr hinausgeschoben werden, sodass das Grössenwachsthum und die Ausbildung der Gestalt allein mächtig gefördert wurde. Dies gilt sowohl für allenfalls vorhandene Larvenorgane, die entweder ganz unterdrückt oder zu anderer Function umgebildet wurden, als auch für die Differenzirung des definitiven Körpers; erst mit ziem-

licher Vollendung der Gestalt des nur aus den Keimblättern bestehenden Embryos beginnt, sobald die Anforderung selbständiger Thätigkeit auftritt, dann aber überall fast gleichzeitig und mit grosser Energie, die Anlage und Ausbildung der einzelnen Organe. Ob diese Anschauungsweise das Richtige trifft, wird wohl schwer mit Sicherheit auszumachen sein; eine Stütze erhielte sie dann, wenn sich zeigen sollte, dass bei den Peripatusarten, welche die complicirten embryonalen Ernährungsorgane nicht besitzen, die Entwicklungsvorgänge mehr im Anschluss an diejenigen anderer gegliederter Thiere sich abspielten, besonders dass die Differenzirung der Keimblätter in Organe schon in früheren Embryonalstadien stattfände. Doch auch jetzt schon scheinen manche Gründe für die Wahrscheinlichkeit der vorgebrachten Ansicht aufgeführt werden zu können; das Verschwinden oder das Rudimentärwerden von Larvenorganen bei Entwicklungsvorgängen, die sich im Uterus oder in Eiern mit grossem Nahrungsdotter abspielen, ist eine anerkannte Thatsache; ausserdem wird nur ein einziges Postulat gestellt, dass nämlich Organe, die nicht gebraucht werden, in der Entwicklung zurückbleiben können, und dieselbe später nachholen — ein Vorgang, der durch zahlreiche Beispiele belegt werden kann. Der Einwand, dass viele andere Thiere, so vor Allem die placentalen Säugethiere im nämlichen Falle seien, und dennoch ein anderes Verhalten zeigen, kann nicht wohl ernstlich gemacht werden; denn einmal muss die günstige Ernährungsweise und der Mangel der Nothwendigkeit eine solche Verzögerung im Auftreten der Organe nicht bedingen, sondern kann es nur thun; andererseits stehen wohl die Thiere, welche man als Gegenbeweise anführen könnte, schon so fern von den Vorfahren mit den gemeinsamen freien Larvenformen, dass die verschiedenartigsten Einflüsse ihre Entwicklung bereits bedeutend modificirt haben können. Es kann daher eigentlich nur von den auffallenden Abweichungen in der Entwicklungsweise des Peripatus und derjenigen der Anneliden einerseits, sowie der Tracheaten andererseits die Rede sein, und dafür dürfte der obige Erklärungsversuch wohl gerechtfertigt erscheinen.

III. Die Entwicklung von *P. Edwardsii* im Vergleich zu *P. capensis* und *P. novaezealandiae*.

Bevor wir die in Obigem ausführlich geschilderten und reichlich durch genaue Abbildungen belegten Entwicklungsvorgänge von *P. Edwardsii* und *P. torquatus* auf ihren Werth für Vergleichen und allgemeinere Fragen prüfen, wird es nothwendig sein, das über die ersten Entwicklungserscheinungen anderer *Peripatus*arten, so nothdürftig die Angaben darüber auch sind, in Betracht zu ziehen, und wir werden dabei gleich von vornherein eine höchst merkwürdige und interessante Beobachtung machen können, auf die in der Einleitung bereits hingewiesen wurde.

Im Allgemeinen gilt der Satz, dass bei Thieren, deren Organisationsverhältnisse verschieden, ja sogar so abweichend voneinander sind, dass eine nähere Verwandtschaft mit anderen Gruppen nicht ohne Weiteres erkennbar ist, die Entwicklungsvorgänge am ersten Aufschluss nicht nur über die Verwandtschaft, sondern auch über den Grad derselben geben können, da in den Phasen, welche der Embryo durchläuft, die Beziehungen des betreffenden Thieres zu den Vorfahren, sowie den nächsten Verwandten am klarsten und unverwischtesten erhalten sind. Wir finden als Regel, dass auch unähnliche Thiere ähnliche Embryonalentwicklungen durchmachen, da die im Kampf ums Dasein erworbenen Veränderungen erst die postembryonalen Stadien treffen, also auch dann, wenn sie durch Vererbung dauernd geworden sind, in der Ontogenie verhältnissmässig spät zur Erscheinung kommen. Wenn indessen auch schon sehr frühe, z. B. in der Furchung oder in der Blätterbildung bei verwandten Thieren Verschiedenheiten zur Beobachtung gelangen, so ist das doch kaum bei den Species einer Gattung der Fall, sondern höchstens zwischen Thieren, die auch durch anatomische Merkmale weiter voneinander getrennt, in verschiedene Gattungen oder Familien vertheilt werden müssen, die also durch eine frühere Spaltung aus gemeinsamem Stamme hervorgingen; Beispiele dafür sind alle diejenigen Thiere, die sich durch directe (abgekürzte) Entwicklung von ihren Verwandten mit Larvenentwicklung unterscheiden, so bei den Decapoden, Lumbriciden, Hirudineen etc. Ganz das Entgegengesetzte beobachtet man bei der Gattung *Peripatus*. Die

Gattung *Peripatus* ist eine so in sich abgeschlossene, wie wenige andere im Thierreich; die einzelnen Species unterscheiden sich, abgesehen von Aeusserlichkeiten wie Grösse, Färbung, Zahl der Extremitätenstummel, hinsichtlich ihrer Organisation fast gar nicht voneinander; was von Unterschieden aufzufinden ist, wie z. B. das Vorhandensein oder Fehlen accessorischer Drüsen am Geschlechtsapparat, würde selbst dem eingefleischtesten Systematiker und Gattungsmacher kaum genügend Grund bieten, die Gattung in mehrere zu spalten. Ebenso wenig wird der Gedanke wahrscheinlich gemacht werden können, dass die verschiedenen Species der Gattung sich selbständig, unabhängig voneinander aus ebenso viel ähnlichen, aber schon specifisch verschiedenen Vorfahren heraus entwickelt haben; denn dafür ist die Organisation wiederum zu gleichförmig und dabei so absonderlich und abweichend von anderen Thieren, die wir in die nächste Nähe stellen könnten, dass wir wohl einen monophyletischen Ursprung der Gattung annehmen müssen; wenigstens mussten die Vorfahren, wenn es mehrere Species waren, eine, abgesehen von Grösse etc., ganz identische Organisation besitzen. Und diese Gleichförmigkeit der Bildung hat sich bewahrt trotz des offenbar hohen Alters der Gattung, das aus der geographischen Verbreitung allein erschlossen werden kann, trotz der verschiedenen Klimate, in denen die Thiere leben, trotz der differenten und mannichfach wechselnden Lebensbedingungen, denen sie daselbst unterworfen sind, wo doch zweifellos Anstösse und Gelegenheiten zu Abänderungen wesentlicher Eigenthümlichkeiten kaum gefehlt haben werden. Und bei diesen, man kann mit Recht sagen, conservativen Thieren finden wir nun hinsichtlich der Embryonalentwicklung Verschiedenheiten, wie wir sie sonst nicht einmal bei verschiedenen, verwandten Gattungen zu finden gewohnt sind. Ueber die Ursachen dieser Unterschiede Rechnung abzulegen, wird allerdings sehr schwer sein.

Manches davon wird sich, wie ich hoffe, bei genauer Untersuchung noch in wohlgefällige Uebereinstimmung auflösen und vielleicht können die folgenden Zeilen zur Klärung einiges beitragen; ohne diese Hoffnung würde ich kaum wagen, die wenigen an spärlichem Material gemachten eigenen Beobachtungen an *P. novaezealandiae* in Rücksicht auf ihre Lückenhaftigkeit in Verbindung zu bringen mit den nicht weniger ungenügenden Angaben bisheriger Untersucher dieser Art und des *P. capensis*.

Was zunächst *Peripatus novaezealandiae* betrifft, so besitzen wir nur von Hutton Angaben, die sich auf die früheren Entwicklungsphasen beziehen²²⁾. Soweit seine Mittheilungen in den Rahmen unseres Themas gehören, sind sie höchst dürftig; er sagt: „On passing the vesiculae seminales it (the ovum) becomes fecundated, and total segmentation ensues; a tough hyaline envelope, or chorion, now forms round the ovum. Owing to the toughness of this chorion and the opacity of the vitellus, the earlier stages of development are difficult to follow; but I believe that it commences by a thickening of the blastoderm at the head, which gradually extend backwards, and the contents of the ovum assume a reniforme shape.“ Später, wenn man den Embryo abpräpariren kann, liegt er mit der Bauchfläche dem Dotter zu, um diesen herumgekrümmt. „The formation of the limbs begins in front, and extends backward; they commence as hollow, slightly constricted protuberances formed of two layers of cells. The intestinal canal is at first slightly extended laterally towards the hollows of the legs.“ Alle übrigen Angaben beziehen sich auf spätere Stadien. Wie man sieht, stimmt seine kurze Beschreibung der Bildung der Körperform, der Extremitäten und des Darmkanals überein mit den für *P. Edwardsii* oben gegebenen Darstellungen; die Bildung der Keimblätter als Verdickung des Blastoderms ist nur Vermuthung und so bleibt nur die Angabe über die Furchung des Eies zur Discussion übrig. Das grosse, ganz von festem Nahrungsdotter erfüllte Ei macht ganz den Eindruck der Arthropodeneier; der Dotter besteht aus grossen Schollen und runden Körnern und wird in Alkohol sehr spröde. Erst in der allerletzten Zeit kam ich in den Besitz einer grösseren Zahl leider sehr schlecht erhaltener Exemplare von *P. novaezealandiae*, an denen ich aber doch noch die Angaben Hutton's hinsichtlich der Furchung bestätigen konnte; ich fand wenigstens Eier, die ganz das Aussehen von Hutton's Abbildung zeigen; sie sind eine Morula, aus grossen dotterreichen Kugeln bestehend, deren oberflächlich liegende rundlich vorragen. Es scheint demnach, dass sich das Ei von *P. novaezealandiae* trotz des grossen Nahrungsdotters doch bezüglich der Furchung genau wie das anderer Arten verhält und sich in dieser Beziehung

²²⁾ F. W. Hutton: „On *Peripatus novaezealandiae*.“ Ann. and Mag. Nat. Hist. Ser. IV, vol. XVII. 1876.

am ehesten mit den Myriapodieneiern vergleichen lässt, bei denen durch Metschnikoff²³⁾ ebenfalls eine totale Furchung nachgewiesen wurde. Auch bezüglich der Blastodermbildung dürften wohl die Beobachtungen dieses Forschers auf das Ei des neuseeländischen Peripatus übertragen werden; zwar konnte ich die weitere Furchung nicht verfolgen, allein in einem etwas späteren Stadium findet man die grossen Dottersegmente überzogen von einer dünnen Schicht dotterfreier kleiner Zellen, jede mit deutlichem Kern, welche auf einer Seite des ovalen Eies dichter gedrängt und höher sind als an den andern Theilen, wo sie ganz flach eine dünne Membran darstellen. Dadurch ist die Eioberfläche wieder glatt geworden. Auf Querschnitten findet man noch die grossen, unregelmässig polyedrischen Dottersegmente, den früheren Morulazellen an Grösse entsprechend, und in jedem derselben ein Gebilde, das sich in Picrocarmin roth färbt und wohl als Zellkern angesehen werden muss. Die Gestalt der Kerne ist freilich sehr unregelmässig, ihre Contouren sind unscharf, und sie sehen eher wie kleine Protoplasmafetzen aus; da sie jedoch in allen untersuchten Eiern dieses Stadiums vorhanden sind und sich deutlich von den gelben ungefärbten Dottermassen auszeichnen, so muss man sie wohl als Kerne der inneren grossen dotterreichen Zellen betrachten. Diese letzteren sind ohne Frage als Entoderm aufzufassen, das sich hier gleich nach der Furchung vom Ectoderm separirt. In späteren Stadien vermehren sich die Elemente des Entoderms und sie scheinen, indem sie gegen die Peripherie hinarücken, ihren Dotter allmählich aus sich abzuscheiden oder umgekehrt, das wenige Protoplasma sammelt sich um den Kern und rückt mit ihm unter Zurücklassung des Dotters an die Oberfläche; man findet sie daselbst zunächst noch als ziemlich grosse Zellen mit deutlichen Membranen, die sich aber nach der centralen Dottermasse hin zu öffnen scheinen; später verlieren sie allen Dotter, werden klein und platt, ein Zustand, auf welchem sie lange Zeit hindurch bis in späte Embryonalstadien zu finden sind. Es existirt nämlich bei dieser Art Peripatus lange kein Darmlumen, sondern der Darm ist vollgepfropft mit Dotter, welchen das Entoderm als feine Membran, aus Plattenzellen gebildet, umspannt.

²³⁾ Elias Metschnikoff: „Embryologie der doppeltfüssigen Myriapoden (Chilognatha)“ in: Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie, Bd. 24, und Derselbe: „Embryologisches über Geophilus.“ Ebenda Bd. 25.

Das „Chorion“, von dem Hutton spricht, ist eine glashelle, aber sehr feste Membran, die auch in conservirtem Zustand zäh, und wenn man das Ei zum Schneiden in Paraffin einbettet, sehr spröde wird; sie entspricht vielleicht der Membran, die auch bei den westindischen Peripatusarten von dem Ei nach der Befruchtung abgetrennt wird; während sie aber bei diesen nach beendigter Furchung wieder aufgelöst und resorbirt wird, bleibt sie dort die ganze Embryonalzeit hindurch bestehen, wodurch die älteren Embryonen von *P. novaezealandiae* noch mehr zusammengeknäuelte werden, als die von *P. Edwardsii*. Ich war übrigens an dem neuerdings erhaltenen Materiale noch in den Stand gesetzt, die Beobachtung zu machen, dass die zur Geburt reifen Jungen von *P. novaezealandiae* nicht, wie ich früher beim Mangel jeder Maassangaben dachte, vom Volumen des Eies, sondern bedeutend grösser sind, wobei die Eihaut sich der Grössenzunahme entsprechend dehnt. Indessen kann diese Grössenzunahme leicht erklärt werden, ohne dass man nöthig hat anzunehmen, die Embryonen nährten sich noch von anderen Dingen ausser ihrem Nahrungsdotter. Letzterer ist ein ungemein concentrirtes Baumaterial für Protoplasma, das bei seiner allmählichen Umwandlung in solches, wohl auch in Folge bedeutender Wasseraufnahme bei diesem Vorgang einen viel grösseren Raum einnehmen können; dazu kommt, dass durch keine harte Eischale eingeschlossen sowohl die Gewebe, als auch die Hohlräume des Körpers in ihrer Ausdehnung nicht gehindert sind.

Die ferneren Beobachtungen, die ich an Embryonen vom neuseeländischen Peripatus machen konnte, sollen im Anschluss an die Besprechung der über *P. capensis* bekannt gewordenen Entwicklungsvorgänge mitgetheilt werden, wo wir dieselben vielleicht zur Beseitigung von Widersprüchen gebrauchen können.

Die Angaben, welche Moseley²⁴⁾ bezüglich der Embryologie von *P. capensis* macht, betreffen spätere Stadien, bei denen die Extremitäten schon grossentheils, wenigstens in der ersten Anlage aufgetreten sind, sodass wir dieselben erst später zu berücksichtigen brauchen; im Allgemeinen ist die Uebereinstimmung zwischen ihm und meiner Darstellung ziemlich weitgehend.

²⁴⁾ H. N. Moseley: „On the Structure and Development of *Peripatus capensis*.“ Phil. Transact. of the Royal Society. London, vol. 164, 1874.

Die jüngsten Stadien von *P. capensis* hat Balfour gefunden und theilweise untersucht; in seinem Nachlass fanden sich noch einige Exemplare, die von Moseley und Sedgwick abgebildet wurden, ohne jedoch bis jetzt zur Untersuchung durch Querschnitte verwendet zu sein. Die Schilderungen, welche in der unten citirten Abhandlung²⁵⁾ von diesen Embryonen gegeben wird, ist in Kürze folgende: Der jüngste Embryo (*A*) (von 0,48 mm Länge) ist oval, beinahe rund; ein länglicher „Blastoporus“ nimmt auf der Ventralseite etwa das mittlere Drittel ein und führt in das „Archenteron“; hinter dem „Blastoporus“ liegt in seiner Fortsetzung ein undurchsichtiges Band. Der nächste Embryo (*B*) (0,7 mm lang) ist länglich-oval; der „Blastoporus“ ist stark verlängert und seine Ränder nähern sich in seinem mittleren Theil; die dunkle Gewebssmasse hinter dem „Blastoporus“ hat sich vergrößert, und vor derselben liegen jederseits des „Blastoporus“ drei „Mesoblastsomiten“. Das folgende Stadium (*C*) hat sich noch mehr in die Länge gestreckt, der „Blastoporus“ ist in seinem mittleren Theil fast geschlossen, die „Mesoblastsomiten“ haben sich auf fünf oder gar sechs vermehrt. Die Zeichnung des nächst älteren Embryos (*D*) rührt von Balfour selbst her und ist offenbar eine oberflächliche Skizze. Der „Blastoporus“ hat sich in zwei Oeffnungen geschieden, deren vordere spaltförmige als „embryonaler Mund“, deren hintere etwas weitere als „embryonaler After“ bezeichnet wird. Von letzterem zieht ein feiner Spalt nach hinten, der sich kurz vor dem Hinterende des Embryos wieder verbreitert. Wir erfahren aber, dass diese Bildungen nur oberflächliche Einsenkungen sind, die nicht in das „Archenteron“ eindringen. Die opake Gewebssmasse umgibt diese Einsenkungen, steht aber nicht in so inniger Berührung mit den sechs „Mesoblastsomiten“, deren vorderste nun ganz am Vorderende des Embryos liegen; die Länge des Embryos ist 1,32 mm. Im darauffolgenden Stadium (*E*) beginnt das Hinterende sich ventralwärts einzukrümmen; der Mund ist grösser und rund geworden und liegt zwischen dem zweiten Somitenpaar; ebenso hat sich der After vergrößert, und von ihm zieht eine Rinne nach hinten, die aber keine Ausweitung mehr an ihrem Hinterende besitzt. Es sind dreizehn „Somiten“

²⁵⁾ The Anatomie and Development of *Peripatus capensis* by the late Francis Maitland Balfour etc. Quart. Journ. Micr. Sc., new ser. vol. XXIII (herausgegeben von Moseley und Sedgwick).

vorhanden, „die noch ganz getrennt sind voneinander und offenbar nicht mit dem Mesenteron communiciren“. Das „Epiblast“ im ventralen Mittelfeld ist sehr dünn und besteht aus einer einzigen Lage platter Zellen, während das ebenfalls einschichtige „Epiblast“ des Rückens aus cubischen Zellen besteht; die Länge des Embryos ohne die Krümmung beträgt 1,12 mm.

Ausser diesen Uebersichtsbildern werden noch drei Querschnitte nach Zeichnungen Balfours mitgetheilt, die dem Stadium *D* entnommen sind; „they tend to show, as he (Balfour) stated in the letter referred to above (an Professor Kleinenberg) that the mesoblast originates as paired outgrowths from the hypoblast, and that these outgrowths are formed near the junction of the hypoblast with the epiblast at the lips of the blastopore.“ Fig. 42²⁶⁾ ist ein Schnitt durch den „Blastoporus“ (hier müsste wohl Mundöffnung stehen, K.) und zeigt jederseits eine kleine Mesodermtasche, durch einige Zellen in Verbindung mit dem Entoderm stehend; rechts im Schnitt sieht es aus, als sei die Mesodermtasche eine Ausstülpung des Entoderms. In Fig. 40, ein wenig weiter vorn, sind die Mesodermbblasen ganz isolirt, und der in Fig. 41 wiedergegebene Querschnitt vor der Mundöffnung tangirt noch die Mesodermbblasen, von denen die rechts liegende nur noch durch zwei Zellen angedeutet ist, während die linke, in grösserer Ausdehnung getroffen, wieder eine lockere Verbindung mit einem kleinen Zellenhäufchen zeigt, die als Entodermzellen characterisirt sind. Das Entoderm ist in all diesen Schnitten vom Ectoderm abgehoben, sodass die kleinen Mesodermbblasen in einen weiten Hohlraum hineinhängen oder frei in demselben liegen.

Die von Balfour auf Grund dieser Schnitte gewonnene Anschauung, dass die Mesodermanlagen durch Ausstülpungen des Urdarms jederseits erzeugt würden, scheint schon bei den Herausgebern seines Nachlasses in Folge eigener Untersuchungen nicht ganz getheilt zu werden, denn es wird von ihnen der hinter dem „Blastoporus“ gelegenen Zellenmasse ein wesentlicher Antheil an dem Aufbau des Mesoderms zugesprochen. Sie sagen von ihr, die bei durchfallendem Licht als undurchsichtige Stelle erscheint: „This opacity

²⁶⁾ Die Hinweise auf diese drei Figuren sind in der citirten Abhandlung offenbar verwechselt: Statt Fig. 40 muss es 42 heissen, statt 41 muss Fig. 40 stehen und mit Fig. 42 im Text ist Fig. 41 gemeint.

is due in each case to a proliferation of cells of the hypoblast, and, perhaps, from the epiplast(?).“ „There can be no doubt that the mesoblast so formed gives rise to the great majority of the mesoblastic somites.“ Damit in schroffem Gegensatz stehen die Worte, welche als erstes Resultat der Untersuchung kurz erklären: „The greater part of the mesoblast is developed from the walls of the archenteron.“ Dieser Zwiespalt findet seine Lösung nur in der Anschauung der beiden Forscher (Moseley und Sedgwick) dass die hinter dem „Blastoporus“ erscheinende Gewebsmasse ein Theil, eine Fortsetzung des Blastoporus sei, der nur nicht als wirkliche Oeffnung zur Entwicklung gekommen, sondern wegen der späten Ausbildung des Körpertheils, in dem er auftritt, rudimentär geblieben sei. An Stelle eines wirklichen Spaltes, der in das Archenteron führt, ist ihrer Meinung nach die tiefe Furche getreten, die vom Ende des gut entwickelten „Blastoporus“ nach hinten zieht. Sie vergleichen diese Stelle mit dem Primitivstreifen der Wirbelthiere und der Ventralrinne der Insectenembryonen. Doch auch diese Anschauung scheinen sie verlassen zu haben; denn in einer weiteren Publication Sedgwick's²⁷⁾ ist keine Rede mehr von den Ausstülpungen des „Archenterons“, sondern er spricht hier nur noch von einem „Primitivstreifen“, der hinter dem „Blastoporus“ liegt und lässt das ganze Mesoderm von demselben herkommen: „In *Peripatus*, the mesoblast arises behind the blastopore from the primitive streak, and grows forward as two bands, exactly as in worms; but it arises from a primitive streak.“ Gegen diese Anschauung ist absolut nichts einzuwenden, und sie stimmt genau mit meiner Darstellung überein. Nach dem 4. Punkt seiner Definition von „Primitivstreifen“ (l. c. pag. 39) leitet er wohl jetzt auch bei *Peripatus capensis* den „Primitivstreifen“ vom Ectoderm ab, entgegen der oben citirten Ansicht.

Bezüglich der Entstehung des Mesoderms scheint demnach für die Gattung *Peripatus* Uebereinstimmung zu herrschen; es nimmt, wie ich ausführlich dargelegt habe, seinen Ursprung von einer dem Hinterende genäherten Einwucherung von Zellen, die dem Ectoderm entstammen, und wächst in zwei symmetrischen Streifen nach vorn, jederseits vom Darm, worauf von vorn nach hinten segmentale

²⁷⁾ Adam Sedgwick: „On the Origin of Metameric Segmentation and some other Morphological Questions.“ Separatabdruck aus: Quart. Journ. Micr. Sc. for January 1884.

Höhlungen in ihm auftreten: Die Einsenkung, die bei *Peripatus capensis* eine langgezogene Rinne mit einer Ausweitung am Ende darstellt, entspricht wohl der auch bei *P. Edwardsii* vorkommenden Einsenkung, die äusserlich die Einwucherungsstelle andeutet. Durch das Vorwachsen der Mesodermhälften erklärt es sich auch, warum bei jüngeren Stadien von *P. capensis* (nach den Abbildungen Moseley's und Sedgwick's) die vordersten Mesoderm-„Somiten“ vom Vorderende entfernt, bei älteren dagegen ganz dicht an demselben liegen; sie werden durch das nachwachsende Mesoderm nach vorn geschoben. Die Verbindung, welche Balfour in seinen Schnitten zeichnet, ist eine Andeutung dafür, dass auch hier die verschiedenen Gewebstheile künstlich voneinander abgehoben sind, und nur an einzelnen Stellen noch aneinander hängen blieben; im normalen Zustand wird wohl das Entoderm überall dem Ectoderm dicht angelagert sein, und seitlich, etwas ventral, schieben sich die Mesodermstreifen mit ihren Höhlungen dazwischen; sicherlich wird Niemand die einzige Fig. 42 von Balfour für beweiskräftig hinnehmen, da auch sie die von diesem Forscher gewollte Entstehung des Mesoderms nicht sehr deutlich illustriert.

Eine andere Frage ist die: Mit welchem Recht wird der Spalt, der auf der Ventralseite der jungen Embryonen von *Peripatus capensis* vorhanden ist, und der in das „Archenteron“ führt, als „Blastoporus“ bezeichnet? Wir erfahren über ihn, dass aus seinem vorderen Theil der Larvenmund, aus seinem hinteren Theil der Larvenafer hervorgeht, während die Mitte sich schliesst. Ein ähnliches Gebilde und ein solcher Vorgang kommt in der Entwicklungsgeschichte der westindischen *Peripatus*arten nicht vor. Hier entsteht Mund und After getrennt voneinander, in bei weitem späterem Stadium, als das ist, in dem bei *P. capensis* der Spalt schon gut entwickelt ist. Sobald sich aber bei dieser Art Mund und After separirt haben, zeigen sie genau dieselben Lagebeziehungen wie bei *P. Edwardsii*: der Mund am Hinterende der Kopfsomiten, der After vor dem „Primitivstreifen“ Sedgwick's. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass Mund und After bei beiden Arten homologe Bildungen sind, denn es würde unsere ganzen Anschauungen über Verwandtschaft, Phylogenie und jeden Versuch, allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen, über den Haufen werfen, wenn das Gegentheil wahr wäre. Wenn bei zwei Arten einer und der-

selben Gattung Mund und After einmal aus Theilen des „Blastoporus“ hervorgehen, das andere Mal Neubildungen sind, so sind wir ausser Stand, diese Dinge zu identificiren. Es wird aber keinem Embryologen einfallen, Mund oder After von *Peripatus Edwardsii* „Blastoporus“ zu nennen, denn ihr Auftreten fällt in eine Zeit, wo bereits alle drei Keimblätter gut differenzirt sind; wo aber ein Blastoporus auftritt, ist es eine Bildung, welche die Anlage der inneren Blätter, zunächst des Entoderms bedingt, und wo er nicht von Anfang an erscheint, kommt er überhaupt nicht mehr zur Entwicklung. Es kann darum von einem Blastoporus auch eigentlich nur die Rede sein, wo durch Einstülpung oder auch durch Umwachsung eine *Gastrula* gebildet wird, und man mag wohl versuchen, andere Entwicklungsweisen des zweischichtigen Keimes auf diese Typen zurückzuführen; ob man aber ein Recht hat, den Larvenmund, der z. B. in einer *Planula* der *Hydromedusen* secundär durchbricht, Blastoporus zu nennen, weil er an der Stelle auftritt, von der durch Einwucherung das Entoderm entstand, oder weil er dem Mund anderer *Coelenteraten* homolog sein muss, scheint mir sehr zweifelhaft. Um dennoch den so entstandenen Mund mit demjenigen anderer *Coelenteraten*, die sich durch regelmässige *Gastrulation* entwickeln, homolog setzen zu können, muss man umgekehrt annehmen, der ursprüngliche Vorgang der Blätterbildung sei der, wie er durch neuere Arbeiten von Claus, Merejkowsky²⁸⁾ u. A. für die Eier verschiedener *Crospedoten* nachgewiesen wurde und die Einstülpung sei der secundäre, abgekürzte Weg.²⁹⁾ Damit stimmt überein, dass bei den niedrigsten Metazoen, den *Spongien*, wie längst klargestellt, eine ächte *Gastrulation* nicht vorkommt und die Ein-

²⁸⁾ C. Claus: „Die Entwicklung des *Aequoriden*-Eies“, in: *Zool. Anzeiger*, 5. Jahrg. No. 112. — C. de Merejkowsky: „*Histoire du développement de la Méduse Obelia*“, in: *Bull. Soc. Zool. France*, tom. 8.

²⁹⁾ Es war bisher fast bei jeder Embryonalentwicklung die leidige Frage aufgeworfen worden, ob *Invagination*, ob *Delamination*, und auch Claus und Merejkowsky suchen die Bildung des Entoderms, wie sie es für *Aequorea* und *Obelia* übereinstimmend nachgewiesen haben, mit einem der beiden Typen in Einklang zu bringen; sie sind geneigt, es als abgeänderte *Invagination* zu betrachten; Balfour wägt in seiner „*Vergleichenden Embryologie*“ eine Menge Gründe gegeneinander ab, welche von beiden Bildungsweisen die primäre sei und ob und wie dieselben auseinander hervorgegangen sein könnten. Es kann hier nicht die Frage discutirt werden, ob eine der genannten *Gastrula*formen

stülpung auch bei den Cnidarien, wenn überhaupt, erst bei höheren Formen und immerhin selten auftritt.

Es wurde aber in vielen Arbeiten der neueren Zeit in anmuthiger Verwirrung überhaupt jede zuerst am Embryo auftretende Oeffnung Blastoporus genannt, und das scheint auch für *Peripatus capensis* zu gelten. Ich nehme sofort diesen Satz zurück, wenn nachgewiesen wird, dass das Entoderm des Embryos von *P. capensis* durch Einstülpung einer einschichtigen Blastosphaera zu Stande kommt, bei welcher die schlitzähnliche Oeffnung die Einstülpungsstelle ist; aber ich vermüthe, dass hier das Entoderm ebenso entsteht, wie bei *P. Edwardsii*, und dass der „Blastoporus“ hier eine secundäre Oeffnung des früher schon vorhandenen Darmlumens nach der Aussenwelt ist. In dem jüngsten Stadium, das von Moseley

jemals den Uebergang zwischen Protozoen und Metazoen vermittelt habe; es scheint auch, als ob alle über dieses Thema vorgebrachten Meinungen so ziemliche gleiche Berechtigung haben. Gerade desshalb aber kommt es mir gar nicht unplausibel vor, anzunehmen, die Art der Keimblätterbildung, wo an einem Pol der Blastosphaera eine Zellenwucherung auftritt, welche die Furchungshöhle ausfüllt, und dann durch Spaltbildung die Darmhöhle in sich entstehen lässt, sei eine solche, von der aus die anderen alle abgeleitet werden könnten. Entspricht gleich von Anfang der Zelleneinwucherung eine Einsenkung der Oberfläche, vielleicht durch einen gewissen Zug veranlasst, so führt das zur Einstülpung hin; bleibt die Einwucherungsstelle nicht localisirt, sondern knospen die sämmtlichen Zellen der Keimblase, so haben wir die Abspaltung; wird die Einwucherung derart in frühe Stadien zurückverlegt, dass gar keine Furchungshöhle auftritt, so entsteht eine solide Morula, deren Zellen sich in zwei Schichten sondern, u. s. w. Dabei kann natürlich immer noch die Frage discutirt werden, welcher von diesen Bildungsmodis wirklich der primäre war; ich müchte nur die Einstülpung als abgekürzten Vorgang hinstellen. Der Umstand, dass die erwähnte Form der Blätterbildung bei der offenbar niedrigen Gruppe der Coelenteraten vorkommt, während Invagination daselbst in reiner Form relativ selten ist, spricht für die vorgetragene Ansicht, und ich bin überzeugt, dass die Fälle solcher Planulabildung sich bald vermehren werden. Es würden sich dann auch grosse Erleichterungen für das Verständniss der verschiedenen Formen der Mesodermbildung ergeben, das in der einen oder anderen Weise aus der indifferenten eingewucherten Zellenmasse sich differenzirt, durch secundäre zeitliche Verschiebung bald sehr früh als wohl erkennbare Zellen, oder als paarige Wülste von der gemeinsamen Bildungsstätte aus oder erst nach Auftreten einer Höhlung, durch Ausstülpung von den Wandungen derselben, oder auch als Wanderzellen und so fort. In diesem Falle würde die durch Einstülpung entstandene Oeffnung freilich ihre gewichtige Bedeutung verlieren, sie wäre nur eine Modification einer Einwucherung; bleibt sie bestehen, so kann sie dem durch Durchbruch der

und Sedgwick gefunden wurde, existirt hinter der Oeffnung die wohl entwickelte Einwucherungsstelle, ganz wie bei den westindischen Arten, und wenn es den genannten Herren gelingt, jüngere Stadien zu finden, so werden darunter auch solche sein, die wohl den „Primitivstreif“ und eine von Entoderm ausgekleidete Darmhöhle, aber noch keinen „Blastoporus“ haben.

Die Ansicht basirt nicht nur auf den bei *Peripatus Edwardsii* gefundenen Thatsachen, sondern auch auf der scheinbar so weit davon abweichenden Entwicklung des *Peripatus novaezealandiae*; ist in beiden extremen Fällen die Entstehung der Keimblätter gleich, so wird es bei der Zwischenform wohl auch nicht anders sein. Ein Blastoporus wäre die Oeffnung auf der Ventralseite des jungen Embryos von *Peripatus capensis* nur dann, wenn sie durch Einstülpung eines Theils der Blastosphaera zu Entoderm entstanden wäre, wobei

Darmhöhle nach aussen entstehenden Mund entsprechen, was eine weitere Abkürzung ist; sie kann sich aber auch schliessen, und der Urmund kann ebenso wohl an anderer als an derselben Stelle auftreten, oder sie kann auch zum After werden. Setzt man alle diese primären Mundöffnungen homolog, so geht daraus nur hervor, dass die Bildungsstätte der inneren Blätter, speciell des Entoderms, nicht bei allen Thieren an derselben Stelle (in Beziehung zu den späteren Lagerungsverhältnissen der Larve oder des Embryos) liegt; setzt man aber diese Bildungsstelle in allen Beziehungen homolog, so begegnen wir der enormen Schwierigkeit, den Mund eines Thieres bald mit dem Mund, bald mit dem After eines anderen identificiren zu müssen, bald auch keins von beiden zu können. Bei den durch Delamination entstandenen Planulaformen haben wir ja gar keinen Anhaltspunkt für die Bestimmung des Ortes, wo Mund oder After auftritt, da hier das, was ich „Blastoporus“ nenne, die Bildungsstätte der inneren Keimschichten, über den ganzen Embryo ausgebreitet ist. Es mag also wohl die Art und Weise der Blätterbildung miteinander verglichen und voneinander abgeleitet werden, aber der Bildungsort braucht nicht die homologe Stelle zu sein. Aehnlich spricht sich übrigens auch Ray Lankester an verschiedenen Orten aus, der in dem „Blastoporus“ nur eine Oeffnung sieht, gebildet bei dem Process der Hypoblastbildung, die nie eine bestimmte Function gehabt habe. Man sollte darum, wie ich schon oben im Text gesagt habe (pag. 139), die Bezeichnung „Blastoporus“ fallen lassen, da sicherlich diese einen grossen Theil der Schuld trägt an der Verwirrung, in der alle erst auftretenden Oeffnungen als Blastoporus miteinander identificirt werden, ohne Rücksicht, ob dieselben etwas zur Bildung innerer Blätter beitragen, oder nicht. Man spreche lieber von einer „Keimstelle“ oder dergleichen, einem „Blastolocus“ oder was man sonst mag; dass sich an derselben, wo sie localisirt ist, öfter ein Porus findet, ist nach der vorgetragenen Meinung secundär, und das ist es besonders, was ich hervorheben möchte.

wir ihre Beziehung zu dem Primitivstreifen ganz unberücksichtigt lassen können; denn dessen Zellenmasse könnte ja durch Wucherung an der hinteren Lippe des „Blastoporus“ ihren Ursprung genommen haben. Beim neuseeländischen Peripatus findet man nun in einem sehr frühen Stadium schon, gleich nachdem ein einschichtiges Blastoderm den Dotter überzogen hat, auf einer Seite des Eies eine scheibenförmige längliche Verdickung desselben, die zunächst durch dichteres Aneinanderlagern und Umwandlung der platten Zellen des Blastoderms zu Cylinderzellen bewirkt wird; bald aber legen sich die Zellen in mehrere Schichten übereinander, dicker in der Mittellinie, nach vorn und hinten, sowie nach den Seiten dünner werdend; darunter findet man die früher im Dotter zerstreuten Kerne in grösserer Zahl der Eioberfläche genähert und im Beginn einer lockeren, epithelialen Anordnung, das Entoderm. Jene Verdickung des Blastoderms entsteht offenbar durch Zellenvermehrung des Ectoderms, denn die Kerne gleichen sich völlig und unterscheiden sich von den entodermalen Kernen; man bemerkt auch an den am stärksten verdickten Stellen, wo also die Zellenwucherung am ältesten ist, eine scharfe Linie, welche ein einschichtiges Ectoderm von den darunter liegenden mehrfachen Zellschichten trennt und sie an ihrem scharfen seitlichen Rand begrenzt; dadurch scheidet sich das Mesoderm vom Ectoderm. Noch aber ist keine Spur einer Oeffnung im Blastoderm zu bemerken; eine solche tritt erst auf, wenn in dem hier dünnen, blattförmigen Mesoderm, das wegen des mächtigen Dotters nicht grosse Ausdehnung annehmen kann, einige paarige Spalträume aufgetreten sind, die ersten Mesodermhöhlen; dann erst oder vielleicht auch gleichzeitig damit, nicht aber früher, entsteht im Ectoderm in der Mittellinie der Embryonalanlage ein Längsspalt; an seinen Rändern schlägt sich das Ectoderm nach innen, um die Mesodermanlagen, die dadurch entweder getrennt werden oder schon vorher paarig waren (das konnte ich an den wenigen Eiern nicht feststellen) herum und tritt in Verbindung mit den erst schwach entwickelten Entodermzellen. Durch den Spalt sieht man direct hinein auf den blossen Dotter. Der Spalt ist sehr schmal und an einem Ei, das aus einer Querschnittserie reconstruirt wurde, beträgt seine Länge $\frac{1}{3}$ desselben und reicht von der Mitte des Eies an nach vorn. Sein Vorderende reicht zwischen die beiden vordersten grössten Segmentblasen hinein und sein Hinterende überragt bei

weitem die hintersten der in der Fünzfahl vorhandenen Mesodermhöhlen. Die übrigen Verhältnisse dieses Stadiums haben für unsere Betrachtung weiter kein Interesse.

Wegen Mangel an Material war es mir nicht möglich, das Schicksal des beschriebenen Längsspaltcs weiter zu verfolgen; ich kann daher nicht sagen, ob Mund oder After oder beide zugleich oder keines von beiden aus ihm hervorgeht. Da dicht an seinem Hinterende eine eigenthümliche Wucherung des Ectoderms nach innen sich findet, die vielleicht der Einwucherungsstelle der anderen Peripatusspecies entspricht, so läge die hintere Parthie des Spaltcs in der Position des Afters, die vordere in der des Mundes und es ist nicht unwahrscheinlich, dass sein Schicksal dasselbe ist, wie bei *Peripatus capensis*. Denn dass diese Spalten in beiden Species dieselben Bildungen sind, wird wohl von Niemanden bezweifelt werden. Aus der mitgetheilten Entstehungsgeschichte aber bei *P. novaezealandiae* geht mit Sicherheit hervor, dass es hier kein „Blastoporus“ ist, sondern eine secundär zum Durchbruch gelangte Oeffnung, deren Beziehungen und Schicksal ja immerhin merkwürdig bleiben. Ich glaube nun, es ist keine allzu kühne Behauptung, wenn ich trotz aller Achtung vor den in der Peripatusgruppe vorkommenden Verschiedenheiten den „Blastoporus“ bei *P. capensis* ebenfalls für eine Oeffnung anspreche, die nach der Bildung einer von Entoderm ausgekleideten Darmhöhle zum Durchbruch kommt und mit der Entstehung irgend welchen Keimblattes durchaus nichts zu thun hat: es ist meinerwegen ein „Urmund“, welcher dem ersten Mund plus After der Embryonen westindischer Peripatusarten gleichwerthig ist.

Welches das Schicksal dieses Spaltcs bei *Peripatus capensis* ist, kann nach den vorhandenen Darstellungen nicht mit Bestimmtheit angegeben werden; Moseley und Sedgwick vermuthen, dass der Mund und der After des erwachsenen Thieres daraus hervorgehen. Beides scheint nicht ganz correct zu sein; dass die vordere Abtheilung als Oeffnung bestehen bleibt, bezweifle ich nicht; da aber nach Moseley's eigenen Darstellungen die Mundhöhle und äussere Mundöffnung secundär ganz in derselben Weise durch Umwachsung durch Papillen zu Stande kommt, wie bei *P. Edwardsii*, so ist es auch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass diesem Process der andere vorhergeht, durch welchen die primäre Mundöffnung in die Tiefe gedrängt und zum Uebergang des Schlundkopfes in den

Darm wird. Der primäre After dagegen scheint auch bei *P. capensis* wieder zu verschwinden und Moseley hatte ganz vergessen, dass er früher schon³⁰⁾ bei älteren Embryonen von deutlicher Peripatusgestalt (vgl. seine Fig. 1 u. 2, Taf. LXXV) keinen After fand; er sagt positiv (pag. 772): „There is at yet no anus formed.“ Auch ich konnte an älteren Embryonen von *P. novaezealandiae* wohl einen Mund, der etwa dem in meiner Fig. 87 von *P. Edwardsii* entspricht, bemerken, aber in demselben Stadium keinen After, sodass im Schicksal dieser primären Bildung Uebereinstimmung zu herrschen scheint.

Es bleibt demnach nur das merkwürdige Verhältniss übrig, dass bei *Peripatus capensis* (und vielleicht *P. novaezealandiae*) der primäre Mund und After aus Theilen eines gemeinsamen Spaltes hervorgehen, während dieselben bei *P. Edwardsii* und *torquatus* getrennt voneinander entstehen, dass diese Anlagen hier klein und schwach entwickelt, dort dagegen von Anfang als mächtige Oeffnung angelegt sind. Da wir bei *Peripatus Edwardsii* überhaupt das Auftreten von Organen in verhältnissmässig späte Entwicklungsstadien verlegt finden, so werden wir das auch für Mund und After annehmen dürfen, und so müssen wir die gemeinsame Mund- und Afteröffnung für die Gattung *Peripatus* als das Primäre ansehen, von dem die separirte Entstehung der genannten Oeffnungen abzuleiten ist. Die offenbar erst im Lauf der Speciesausbildung erworbene Ernährungsweise des Embryos durch Placenta und Nabelstrang kann uns auch hier den Schlüssel zur Erklärung geben; durch dieselbe wurde das Auftreten des unnöthigen Mundes hinausgeschoben und allmählich das erste Stadium in dessen Bildung ganz eliminirt, wie wir ja überhaupt bemerken, dass bei Abkürzungen in der Entwicklung mit dem Verwischen oder Ausfallen der ersten Phasen begonnen wird; es treten also hier nur die beiden Endparthieen der primären Oeffnung, und diese sogar zeitlich nacheinander, als Mund und After auf. Nun könnte man einwenden, auch bei *P. novaezealandiae* ist das frühe Auftreten eines Mundes unnöthig, noch viel unnöthiger als bei *P. Edwardsii*, denn der Embryo besitzt ja bereits sein ganzes Nahrungsmaterial in sich. Ich kann dagegen nichts sagen, als dass auch bei *P. Edwardsii* die frühere Art der Bildung ganz wohl hätte bestehen bleiben können; dass sie das nicht that,

³⁰⁾ Phil. Transact., vol. CLXIV.

zeigt uns nur, dass in den Schicksalen von überflüssig gewordenen Organen selbst bei nächstverwandten Thieren weitgehende Variationen auftreten können, und dass man nicht gleich, wenn man im Stande ist, in dem einen Fall Gründe für dieses Verhalten aufzufinden, auch verlangen darf, in dem anderen Fall mit einer Erklärung bei der Hand zu sein. Es spielen dabei die sogen. „correlativen Abänderungen“ eine grosse Rolle, und wir haben noch lange keine genügenden Einblicke in derlei Vorgänge.

Vielleicht hat der Spalt, die primäre Oeffnung bei *P. capensis*, ihre grosse Bedeutung für die Ernährung des Embryos, über die wir freilich nichts genaues wissen; die Embryonen dieser Art sind in eine dünne helle Membran eingeschlossen, „in a single very thin pellucid envelope“, die vielleicht keine Eihaut ist, und mit der wir uns später noch beschäftigen werden; sie liegt nach den Abbildungen dem Embryo nicht fest an und scheint mit seinem Wachsthum, vielleicht nur durch Dehnung, sich zu vergrössern. Denn dass der Embryo bedeutend an Grösse zunimmt, geht aus den Abbildungen hervor und den von Moseley angegebenen Maassen. Das Ei scheint keinen eigentlichen Nahrungsdotter zu besitzen und da der Embryo bald stark wächst, so muss er ernährt werden durch von aussen gebotene Nahrung. Moseley beschreibt auch den Darm von Embryonen, die einige wenige Segmente erkennen lassen (Fig. 1 u. 2) als „filled with darkly pigmented rounded particles and fine granules. The tract assumes gradually a brick-red colour, which increases in intensity —.“ Man denkt hier unwillkürlich an die braunen Körnchen, die bei *P. Edwardsii* im umgewandelten Uterusepithel auftreten. Ja diese „yolk-mass“ bildete bei einem Embryo eine sattelartige Auftreibung im 7., 8. u. 9. Segment, die in anderen Stadien nicht gefunden wurde: „It possibly is not constant.“ Auf den Schnitten, die Balfour von einem jüngeren Stadium gibt, ist keine Spur einer solchen Masse zu erkennen, der Darm ist völlig leer, und auch die Zellen des Entoderms klein und hell. Woher kommt dieses Nahrungsmaterial? Doch sicherlich aus Abscheidungen aus dem Uterus, welche der Embryo activ aufnimmt; sie müssen durch die Membran hindurchdringen, vielleicht endosmotisch, und verwandeln sich erst im Embryo in geformte Substanz. Darauf ist aber noch nicht geachtet worden, und es ist darum werthlos, daraus Kapital zu schlagen für eine Erklärung der frühen Mundbildung;

keinesfalls kann dadurch der Umstand erklärt werden, dass Mund und After aus demselben Spalt hervorgehen.

Dennoch aber scheint diese erwähnte Art der Mund- und Afterbildung erst bei Peripatus oder seinem unmittelbaren Vorfahren aufgetreten zu sein, als abgekürzter Bildungsmodus, denn sie steht völlig vereinzelt da, und ist bereits bei einigen Peripatusarten aus secundär auftretenden Veranlassungen wieder verlassen worden; ebensowenig scheint sie sich bei höheren Formen, den Tracheaten, erhalten zu haben.

Ganz abzuweisen aber ist meiner Ansicht nach der weitausgeholt Versuch Sedgwick's,³¹⁾ die Bildung von Mund und After bei Peripatus capensis zu vergleichen mit der physiologischen Differenzirung der einheitlichen Mundöffnung ausgebildeter Anthozoen (Peachia) zu einer Einströmungs- und Auswurföffnung durch Aneinanderlegen der Ränder in der mittleren Parthie; diese Bildung ist erst erworben im Stamm der Anthozoen und stellt eine ganz extreme Endform dar; Niemand wird der Meinung sein, dass man den Stammbaum des Peripatus direct auf diese Peachia zurückführen kann, sodass die bei dieser im ausgebildeten Zustand vorhandene (übrigens nur theilweise) Differenzirung in der Ontogenie des Peripatus wiederholt würde. Es ist überhaupt eine missliche Sache, Vorkommnisse bei Vertretern extrem ausgebildeter Zweige des Thierbaumes, ich möchte beinahe sagen kleiner dürr gewordener Wasserschosse, die da und dort herausgesprosst sind, aufeinander zu beziehen, und als beweiskräftig hinzustellen; man weist damit die Möglichkeit von der Hand, dass ähnliche Dinge öfter, ohne genetischen Zusammenhang miteinander, auftreten können. Gerade solche Formen aber sind ausserordentlich beliebt in weitgehenden Theorien, ich erinnere nur an Chaetognathen, Brachiopoden und den unvermeidlichen Amphioxus; dazu kommt nun noch Peripatus, von dem ich jedoch hoffe, seine Unbrauchbarkeit für derlei Speculationen nachgewiesen zu haben.

Soviel die drei Formen der Peripatusentwicklung betrifft, wie sie durch *P. capensis*, *novaezealandiae* und *Edwardsii* repräsentirt werden, so glaube ich, der Versuch, dieselben miteinander zu ver-

³¹⁾ A. Sedgwick: „On the Origin of Metameric Segmentation etc.“ Quart. Journ. Micr. Sc. 1884.

gleichen, ist kein vergeblicher gewesen: wir haben gesehen, dass die zuerst auftretende Oeffnung nicht die Bezeichnung „Blastoporus“ verdient, dass vielmehr die drei Embryonalblätter vorher schon differenzirt sind von einer Einwucherung aus dem Ectoderm (oder Blastosphaera), die auch im weiteren Verlauf der Entwicklung dem gesammten Mesoderm den Ursprung gibt. Dieses wächst von der indifferenten Keimstelle als zwei symmetrische Streifen nach vorn, die in sich von vorn nach hinten segmentale Höhlungen entstehen lassen; diese Höhlen stehen niemals in Verbindung mit dem Darm-lumen noch auch dem Entoderm, mit Ausnahme der Bildungsstätte, wo alle drei Keimblätter ineinander übergehen. Auf späteren Stadien wird, wie es scheint, die Uebereinstimmung eine vollkommene. Dass dabei noch manche Fragen zu lösen übrig bleiben, soll keineswegs geleugnet werden; zunächst ist das merkwürdige Verhalten der Mundbildung bei *P. capensis* gegenüber *P. Edwardsii* zu erwähnen; ferner die noch völlig dunkle Ernährungsweise des Embryos, die Herkunft und Natur von dessen Hülle bei der Species vom Cap, sowie die Frage, ob auch bei den altweltlichen Arten das Auftreten der Organe in eine so späte Entwicklungsphase verlegt ist.

Ausserdem dürfen wir bei einer genauen Bearbeitung der neuseeländischen und Cap'schen Species interessante Aufschlüsse über die Furchung erwarten, und Beziehungen zwischen Eiern mit und ohne Nahrungsdotter, Verhältnisse, die uns bisher, besonders hinsichtlich der Furchung und Blätterbildung, sowie verwandter Fragen noch vielfach räthselhaft sind. Höchst merkwürdig bleiben die Verhältnisse dieser Embryonen auch dann, wenn sie sich bei weiteren Untersuchungen Punkt für Punkt aufeinander beziehen, resp. ableiten lassen, da sie innerhalb einer eng umgrenzten und isolirten Gattung in den Beziehungen zum mütterlichen Organismus und in ihrer eigenen Structur Abweichungen zeigen, die man in so beschränktem Rahmen sicherlich nicht erwartet hätte.

IV. Schlussbemerkungen.

Vergleichen wir den Embryo von *Peripatus* mit Embryonen anderer gegliederter Thiere, so fällt uns sofort die grosse Aehnlichkeit auf, welche derselbe mit jungen Stadien gewisser Arthropoden, besonders der Scorpione, Myriapoden und einiger Insecten besitzt,

worauf auch bereits von Balfour aufmerksam gemacht worden ist; ganz besonders frappant ist dieselbe, wenn wir die Fig. 8, Taf. XVII ins Auge fassen, die Metschnikoff von *Scorpio*³²⁾ gibt. Die wesentlichsten Unterschiede werden dadurch bedingt, dass die Embryonen der genannten Thiere als schmaler Streifen einem mächtigen Nahrungsdotter aufliegen, der bei *P. Edwardsii* und *torquatus* fehlt; auch bei *P. novaezealandiae* ist eine Abweichung bemerkbar, indem daselbst sehr bald durch Wachstum des Bauchfeldes in die Breite die Seitentheile des Embryos, welche die Mesodermanlagen mit ihren segmentirten Taschen und später die Extremitätenvorragungen tragen, weit auseinander gerückt werden; dadurch liegt der Embryo nicht dem Dotter auf, sondern umfasst denselben derart, dass er ventral und dorsal von einer sehr dünnen Ento- und Ectodermsschicht, lateral auch noch von den Mesodermmassen umfasst wird. Dennoch ist die Aehnlichkeit ungemein gross, selbst die Grössenverhältnisse der aufeinander folgenden Segmente stimmen völlig miteinander überein: Die beiden grossen Kopfanschwellungen, darauf das relativ kleine erste Rumpsegment, dem das zweite grösste Rumpsegment folgt, darnach alle anderen in abnehmender Grösse, endlich am Hinterende der noch ungegliederte Körpertheil.

Viel geringer sind die oberflächlichen Aehnlichkeiten mit den Embryonen der Anneliden, von denen nur diejenigen mit abgekürzter sogen. directer Entwicklung in Frage kommen könnten, da die mit wohl entwickelten Larven, vom Typus der Trochosphaera versehenen, in vielen Einzelheiten, besonders auch bezüglich der Kopfbildung weit von den bei *Peripatus* beobachteten Verhältnissen abweichen. Es bleibt hier zur Vergleichung zunächst nur die Segmentbildung und die Anlage innerer Organe. Da wir uns damit erst im nächsten Theil beschäftigen werden, so soll eine Vergleichung der Embryonalentwicklung des *Peripatus* mit derjenigen anderer Articulaten im Besonderen bis dahin verschoben sein, besonders da zu hoffen ist, dass wir dann auch Näheres über die Entwicklung anderer *Peripatus*species erfahren haben werden, was vielleicht mit benützt werden kann. Das einzige, was jetzt schon geschehen mag, ist, einige Fragen allgemeinerer Bedeutung zu besprechen, nicht um sie zu erledigen, sondern nur, um sie zur Discussion zu stellen.

³²⁾ Elias Metschnikoff: „Embryologie des Scorpions.“ Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. XXI.

Die erste derselben bezieht sich auf das, was ich in Vorstehendem als „Kopfsegment“ bezeichnet habe. Im Allgemeinen wird in der Embryologie der Arthropoden immer von einem „praeoralen Abschnitt und zwei Scheitellappen“ gesprochen, die von demselben ausgehen; Balfour sagt in seiner Vergl. Embryologie, pag. 363 (deutsche Ausgabe): „Die Scheitellappen (von Peripatus) gleichen im Allgemeinen denen der Arthropoden und weichen von den praeoralen Lappen der Chaetopoden oder der Discophoren ab. Sie sind auch nicht durch eine quere Einschnürung gegen die nachfolgenden Segmente abgegrenzt.“ Und doch zeichnet Moseley, auf dessen Figuren dabei Bezug genommen ist, eine deutliche Einschnürung selbst bei seinem jüngsten Embryo und vollkommen klare Abgrenzung bei allen folgenden. Wenn man diese Bildung bei Arthropoden bisher als „Scheitellappen“ bezeichnen konnte, so ist daran wohl der Umstand schuld, dass sie bei dem grossen Nahrungsdotter sich demselben flächenhaft auflegten; sie sind aber, wie ja auch Balfour meint, den gleichen Bildungen bei Peripatus homolog. Hier aber sind sie nichts anderes, als das älteste und vorderste Paar der segmentalen Mesodermtaschen und als solche das erste und älteste Segment des Körpers. Der „praeorale Abschnitt“ ist nichts Besonderes, sondern nur der mediane, mesodermfreie Theil desselben, der einen kleinen Blindsack des Darms enthält. Obwohl nun dieses Segment seiner Entstehung nach allen anderen des Körpers homodynam ist, glaube ich doch, es denselben gegenüberstellen zu müssen, da es sich in ganz anderer Weise umbildet und niemals Organe erzeugt, wie sie allen anderen Segmenten ausnahmslos eigen sind; es entstehen in ihm keine Segmentalorgane, keine Drüsenbildungen, auch keine Extremitäten; denn ob die Tentakel für Gebilde gehalten werden dürfen, welche den Extremitäten der Rumpfsegmente homolog sind, ist auch bei den übrigen Tracheaten, sofern man die Antennen derselben als gleichwerthige Bildungen durch die ganze Reihe hindurch auffasst, nicht ausgemacht. Es entstehen im Kopfsegment nur das obere Schlundganglion und die Sinnesorgane, ihm gehört der primäre Mund an, und seine Mesodermhöhle tritt nicht in Verbindung mit den übrigen Segmenthöhlen. Seine besondere Bedeutung zeigt sich recht deutlich bei den Scorpionen, wo es schon im ganz jungen Keim sich durch eine Querschnittsfurche von dem dahinterliegenden Rumpf abgliedert, der seinerseits sich wiederum gleichzeitig damit in Abdomen und Postabdomen

gliedert und erst dann von vorn nach hinten seine Segmentirung erhält. Dieses bei Peripatus einzige Kopfsegment scheint mir darum dem ganzen Kopf der Vorfahren des Peripatus zu entsprechen; ob es damit dem „praeoralen Lappen und den perioralen Theilen“ der Anneliden, resp. deren Larven homolog ist, ist eine andere Frage, die ich hier nicht zu beantworten versuchen will, da mich dies, bei der abweichenden Anschauung, die ich von der Entstehung des Annelidenkörpers in der Trochosphaeralarve habe, viel zu sehr in weitgehende Speculationen führen würde, die bei unseren bisherigen Kenntnissen der einschlägigen Vorgänge nicht genügend festen Boden hätten. Ich will nur noch erwähnen, dass ja vielfach der Gegensatz zwischen Kopf und Rumpf angenommen wird, und dass nach der allgemein verbreiteten Ansicht das älteste Rumpfsegment an den eigentlichen Kopf angrenzt; das ist auch bei Peripatus der Fall; hier aber, wie so häufig, verschmilzt später das Kopfsegment mit mehreren (zwei) Rumpfsegmenten zu einer physiologischen Einheit, dem Kopf des ausgebildeten Thieres, dem auch die beiden Papillen zugerechnet werden müssen, auf deren Spitze die grossen Schleimdrüsen münden, ja der Schlundkopf rückt secundär noch viel weiter nach hinten in Rumpfsegmente hinein. Andererseits aber können, wie das durch Knospungserscheinungen an Anneliden nachgewiesen wurde, auch zwischen Kopfsegment und ältestem Rumpfsegment neue Somiten eingeschoben werden, wodurch der Kopf selbst segmentirt wird, ein Verhältniss, das auch für die Wirbelthiere zutreffen dürfte. Wichtig ist, dass nach Balfour's Angaben bei Spinnen die beiden auf das Kopfsegment folgenden Segmente später auftreten, als die weiter hinten liegenden, also sich zwischen Kopf und Rumpf einschieben, ein Verhältniss, das für das II. Segment bei Scorpio nach Metschnikoff's Abbildungen vielleicht ebenfalls zutrifft. Man kann dies für eine secundäre Segmentirung des Kopfes halten, wobei dann wahre Kopfsegmente die Stelle und Function von Rumpfsegmenten des Peripatus übernommen hätten. Wie dem auch sei, ich glaube, aus Vorstehendem kann man folgern, dass die Scheitellappen der Arthropoden, speciell der Tracheaten als ältestes Körpersegment oder Kopfsegment bezeichnet werden, und den Rumpfsegmenten gegenübergestellt werden dürfen.

Ein weiterer Punkt von allgemeiner Bedeutung ist die Bildung der Leibeshöhle von Peripatus. Ich habe, wenn auch nur noch

ganz kurz, da uns das später im II. Theil speciell beschäftigen wird, gezeigt, dass die Segmenthöhlen von Peripatus nicht dadurch, dass sie miteinander verschmelzen, zur definitiven unsegmentirten Leibeshöhle dieses Thieres werden, sondern dass sie sich ganz in den Lateralsinus und die Füsschen zurückziehen; ihre innere Membran hebt sich vom Darm ab, der dann als einfaches Entodermrohr ohne Darmfaserblatt in der so gebildeten Leibeshöhle liegt; alle mesodermalen Gebilde, welche später den entodermalen Darm umkleiden, gehen aus wenigen wuchernden oder frei wandernden Zellen hervor, die sich vom Mesoderm ablösen. Bei allen bisher von gegliederten Thieren gegebenen Darstellungen wird das Darmfaserblatt von der inneren Wand der Mesodermsomiten gebildet, die sich in toto dem Darm anlegt, sodass die definitive Leibeshöhle durch theilweise oder totale Verschmelzung der Segmenthöhlen zu Stande kommt; im ersten Falle bleibt ein dorsales und ventrales Mesenterium oder Dissepimente, oder beides bestehen, während im anderen Falle der Darm frei in der Leibeshöhle liegt. Die einzige abweichende Angabe macht Metschnikoff,³³⁾ wonach das splanchnische Mesoblast bei Myriapoden unabhängig von den Somiten entsteht. Seine Beobachtung bezieht sich indessen nur auf den Enddarm. Obwohl die Details dieses merkwürdigen Vorkommnisses bei Peripatus erst später folgen sollen, so lässt sich doch nach dem Gesagten schon soviel beurtheilen, dass wir es hier mit einer in der Wissenschaft ganz neuen Form der Bildung der Leibeshöhle zu thun haben, und es zeigt dieselbe, allerdings von ganz unerwartetem Standpunkt aus, wie sehr mit Recht die Hertwig'sche Coelomtheorie von verschiedener Seite angegriffen wurde. Man mag nämlich die Bildung der Mesodermhöhlen nach Belieben für eine Enterocoel- oder Schizocoelbildung halten, die Leibeshöhle des Peripatus ist keins von beiden, und man könnte sie darum höchstens als „Neutrocoel“ in eine Erweiterung der genannten Theorie einreihen, wenn man dazu Bedürfniss fühlt. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass bei Arthropoden diese Art der Leibeshöhlenbildung bei genauem Zusehen noch öfter sich finden wird; die Schwierigkeit ist nur viel grösser, da in Folge des festen, grossen Nahrungsdotters alle Embryonaltheile dem-

³³⁾ Metschnikoff: „Embryologie der doppeltfüssigen Myriapoden (Chilognatha).“ Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. XXIV.

selben innerhalb der Eihaut fest aufgepresst sind und dadurch die Höhlenbildungen ungemein schmal und spaltförmig werden; möglicherweise kommt bei allen Tracheaten die unsegmentirte Leibeshöhle auf dieselbe Weise zu Stande, wie bei Peripatus, da die Segmenthöhlen überall die gleichen Beziehungen zu den Extremitäten und den Seitentheilen des Körpers zeigen; sie verlängern sich in erstere hinein, und diese Verlängerungen schnüren sich öfter ganz oder theilweise von dem Rest ab. Dass sie sich nicht theilweise zu Segmentalorganen umbilden, ist völlig verständlich, auch dass solche nicht einmal mehr in der Anlage auftreten, obwohl letzteres nicht ausgeschlossen ist. Denn Segmentalorgane, wie sie die Oligochaeten und auch noch Peripatus von den Vorfahren ererbt und erhalten haben, müssen für Thiere, welche die Lebensweise an feuchten Orten aufgegeben haben, sehr lebensgefährlich werden wegen der grossen Möglichkeit, dass die Thiere bei derartigen Communicationen der Leibeshöhle mit der Aussenwelt austrocknen. Wir wissen, wie leicht und schnell das bei den genannten Thieren trotz der Dichte ihrer Cuticula geschieht. Es werden sich daher die Excretionsorgane von diesem Typus rückgebildet haben, indem gleichzeitig andere Theile, Ausstülpungen des Darmcanals ihre Function übernahmen. Es scheint mir daher ein vergebliches Mühen, Reste oder Umbildungen der Segmentalorgane zu anderer Function bei Tracheaten zu suchen, da auch die nächst Verwandten unter den Lebenden schon weit von Peripatus entfernt sind.

Wir haben nun noch ein Organ zu betrachten, das in der Entwicklung von Peripatus Edwardsii und torquatus offenbar eine bedeutende Rolle spielt und in hohem Grade unser Interesse in Anspruch nehmen darf: Das Amnion und in Verbindung damit den Nabelstrang, wie ich diese Bildungen in Vorstehendem genannt habe. Ich wählte diese Bezeichnung rein in Bezug auf die Function der betreffenden Gebilde als Ernährungs- und Hüllorgan für den Embryo, ohne dadurch eine morphologische Beziehung ausdrücken zu wollen. Untersuchen wir indessen nun, ob diese Embryonalorgane vielleicht nicht doch eine allgemeinere Bedeutung haben könnten.

Nehmen wir das Amnion des Peripatus einfach als Embryonalhülle, den Nabelstrang als denjenigen Theil von deren Bildungsstelle, wo dieselbe mit dem Embryo noch längere Zeit in Verbindung bleibt und sehen zu, ob wir im Stande sind, dieselbe mit Embryonal-

hüllen anderer Thiere, besonders der Arthropoden zu vergleichen. Wir wissen durch eine grössere Zahl von embryologischen Arbeiten, dass bei den Tracheaten Embryonalhüllen weit verbreitete Bildungen sind; leider sind unsere Kenntnisse über die Entstehung derselben noch sehr mangelhaft und man muss gestehen, dass auch die Bekanntschaft mit den verschiedenen Formen, unter denen sie auftreten, wegen der geringen Zahl hinreichend gut untersuchter Gattungen und Arten noch manches zu wünschen übrig lässt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass ausgedehnte, auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen vieles Neue und Interessante, vor allem fehlende Zwischenstufen zu Tage fördern würden; denn die Abweichungen in der Entstehung und Structur solcher Hüllen sind oft bei nahe verwandten Formen recht bedeutend, und es ist bis jetzt unmöglich gewesen, alle unter einen Gesichtspunkt zu bringen. Deshalb mögen die folgenden Zeilen auch nur als Versuch zu einer Lösung aufgefasst werden.

Bei den hinsichtlich ihrer Entwicklung viele Berührungspunkte mit Peripatus zeigenden Scorpioniden wissen wir durch Metschnikoff³⁴⁾, dass eine Embryonalhülle in der Form einer aus Zellen zusammengesetzten Membran, die später theilweise doppelt wird, den Embryo umgibt; an den Stellen, wo sie aus zwei Zellschichten besteht, sind dieselben durch feine Fäserchen miteinander verbunden; leider ist gleich hier unser Wissen über die erste Entstehung sehr mangelhaft. Metschnikoff kann nur die Vermuthung aussprechen, dass sie von Zellen des Ectoderms herrührt; sie tritt schon in sehr frühem Stadium, bald nach Bildung der Keimscheibe auf. Derselbe Verfasser beschreibt auch bei Chelifer³⁵⁾, einem Vertreter der Pseudoscorpioniden, eine in frühem Stadium den Embryo umgebende Eiweisschicht, welche bald in grösseren Klumpen angehäuft, bald in zahlreichen Tropfen zwischen Eihaut und gefurchem Dotter liegt; später treten in ihr deutliche Kerne auf. Die Bildung sei nicht constant, wesshalb Metschnikoff annimmt, es komme bei Chelifer nicht zur Ausbildung einer wahren Hülle. Betrachtet man indessen seine Abbildungen, so zeigen dieselben aufs Klarste grosse Zellen

³⁴⁾ Embryologie des Scorpions, l. c.

³⁵⁾ Metschnikoff: „Entwicklungsgeschichte des Chelifer.“ Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. XXI.

mit deutlichem Kern, der Eihaut dicht anliegend, welche man gewiss als Embryonalhülle betrachten darf, besonders wenn man die ungenügende Untersuchungsmethode und das nach des Verfassers eigenen Angaben mangelhafte Material berücksichtigt. Unter den übrigen Arachniden werden für die Araneinen und Acarinen Hüllen angegeben, die in frühem Stadium, oft vor Beginn der Segmentirung als „Cuticularbildung“ abgeschieden und bei letzteren den Embryo nach dem Platzen der Eihaut als „Deutovum“ noch umgeben. Aehnliche „Cuticularmembranen“ kennen wir von Myriapoden, gleichfalls in frühen Stadien entwickelt, bald mit, bald ohne dorsalen Dornfortsatz zum Zerreißen der Eihaut; sie umhüllen ebenfalls noch den Embryo nach dem Verlassen der Eihaut. Bei einer Form aber, *Polyxenus lagurus*, erwähnt Metschnikoff³⁶⁾ eine Anzahl amöboider Zellen, die sich von der äusseren Oberfläche der Keimscheibe loslösen und auch in späteren Stadien noch vorhanden sind; er vergleicht dieselben den auch bei Acarinen und von ihm selbst bei einer Araneide gefundenen, „sich vom Keime ablösenden Eiamöben“; es scheint demnach, dass die Ablösung von Zellen aus dem Keim wohl noch öfter vorkommen dürfte.

Am besten bekannt sind die Embryonalhüllen bei den Insecten bezüglich ihrer Entstehung und Schicksale; allein schon bei den wenigen gut untersuchten Vertretern verschiedener Familien zeigen sich ganz beträchtliche Abweichungen, die sich zweifellos in der Folge noch vermehren werden. In dem als normal betrachteten Falle erhebt sich ringsum am Rande der Bauchplatte das Blastoderm zu einer aus zwei Blättern bestehenden Falte, die immer höher wird, bis sie über der Bauchplatte zusammenstossen; daselbst verschmelzen sie ganz wie bei der Amnionbildung der Wirbelthiere so, dass das äussere Blatt, die „seröse Hülle“ seine Vereinigung mit dem inneren, dem „wahren Amnion“ aufgibt, worauf die Bauchplatte von zwei geschlossenen Hüllen überdeckt wird. Der Dotter kann zwischen die beiden Hüllen eindringen. Mit der Umwachsung des übrigen Dotters durch das Blastoderm von den Rändern der Bauchplatte aus wird die Ringfurchung, von der das Amnion sich erhebt, immer mehr nach dem Rücken zu verschoben, bis zuletzt noch eine enge Verbindung des inneren Dotters mit dem zwischen Amnion

³⁶⁾ Derselbe. „Embryologie der doppeltfüssigen Myriapoden etc.“

und seröser Hülle befindlichen übrig bleibt; wir können diese Stelle kurz als Rückennabel bezeichnen. Schliesst sich auch diese Oeffnung, so liegt der Embryo frei in zwei zelligen Membranen, welche einen Theil des Nahrungsdotters zwischen sich fassen können; (manchmal geschieht letzteres nur theilweise). Zunächst wird dieser äussere Dotter zum Aufbau des Embryos durch Resorption verbraucht, worauf auch die Hüllen selbst resorbirt oder wenigstens beim Auschlüpfen zerrissen und abgeworfen werden. (Die Bildung des „Rückenorgans“ aus einem verdickten Theil der „serösen Hülle“ bei *Hydrophilus* und einigen anderen Insecten können wir einstweilen unbeachtet lassen.) Ganz verschieden von dem kurz skizzirten Bildungsmodus kommen die Embryonalhüllen bei den Libelluliden und den Hemipteren nach Brandt zu Stande.³⁷⁾ Hier wird zuerst der ganze Dotter vom Blastoderm umwachsen, das sich an einer Stelle zur Bauchplatte verdickt. Diese stülpt sich dann von ihrem hinteren Rande aus in den Dotter ein, wobei der dahinter liegende Theil des Blastoderms mitgezogen wird und die Bauchplatte überdeckt; dieser Theil, das „Amnion“, wird sehr dünn und geht an der Einstülpungsstelle in den übrigen Blastodermtheil, der den Dotter umhüllt und als „seröse Hülle“ bezeichnet wird, direct über; dieses Verhältniss bleibt nach Melnikoff³⁸⁾ bei den parasitischen Hemipteren bestehen, sodass der Embryo später daselbst vorgestülpt werden kann. Bei den anderen Hemipteren und Libelluliden schliesst sich aber die seröse Hülle an der Einstülpungsstelle zu einem geschlossenen Sack; daselbst verwächst secundär auch das Amnion mit ihr, sodass später eine Zerreiſung an dieser aus einem Blatt bestehenden Stelle stattfinden muss, um den Embryo durch Ausstülpfen zu entlassen. Amnion sowohl als seröse Hülle werden dabei nicht abgeworfen, sondern stellen nach der Ausstülpung des Embryos die Wand eines dorsalen Dottersackes, jenes den hinteren, diese den vorderen Theil dar und gehen, wie es scheint, in die dorsale Körperwand des Embryos direct über. Ein wahrscheinlich homologer Vorgang ist die Bildung des erwähnten Rückenorgans,

³⁷⁾ A. Brandt: „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Libelluliden und Hemipteren, mit besonderer Berücksichtigung der Embryonalhüllen derselben.“ *Mém. de l'Acad. Imp. Sc. Pétersbourg*, sér. VII, tom. XIII.

³⁸⁾ Melnikoff: „Beiträge zur Embryonalentwicklung der Insecten.“ *Arch. für Naturgeschichte*, Bd. XXXV.

das nach Kowalevski³⁹⁾ ebenfalls Theil nimmt an der Ausbildung des Rückeninteguments.

Bei einigen Insectengruppen, z. B. Poduriden, scheinen die Embryonalhüllen unvollständig zu sein, und von Ameisen aus Madeira erwähnt Metschnikoff gelegentlich,⁴⁰⁾ dass sich daselbst keine eigentliche Embryonalhülle, „sondern nur eine Anzahl Zellen bildet, welche sich von einem hügel förmigen, der „Micropyle“ der jungen Podurenembryonen sehr ähnlichen Zellhaufen ablöst.“

In den Bereich unserer Betrachtung müssen wir auch noch das sogen. Rückenorgan vieler Malacostraken und Branchiopoden ziehen, obwohl noch kaum der Versuch ernstlich gemacht wurde, dasselbe in Verbindung mit den Embryonalhüllen der Tracheaten zu bringen. Es hat aber nach Bobretzky⁴¹⁾ bei *Oniscus* eine so frappante Aehnlichkeit mit Amnion und Nabelstrang des Peripatus, dass sich eine Vergleichung geradezu aufdrängt. Betrachten wir Bobretzky's Fig. 15, so finden wir ganz genau den Nabelstrang des Peripatus und das Amnion, mit dem einzigen Unterschied, dass letzteres nicht den ganzen Embryo umhüllt, sondern nur sattelförmig den Rücken und die Seitentheile bedeckt; seine Beziehungen aber zu dem Embryo, sowohl hinsichtlich der Lage, der Vereinigung mit dem Ectoderm und selbst sein Schicksal sind völlig identisch. Schon sehr früh, sobald das Blastoderm den ganzen Dotter umspannt, bemerkt man auf der dem Keimstreif gegenüberliegenden Seite des Eies eine Anzahl grösserer Zellen, von denen der genannte Autor sagt, dass sie keine Rolle bei der weiteren Entwicklung spielen und bald ohne Spuren verschwinden; er vergleicht sie dem „cumulus primitivus“ der Spinneneier. An derselben Stelle aber bleiben später, wenn sich die Dotterhaut von der Embryonalanlage abhebt, vom Rand her Zellen an der Dottermembran hängen, sodass sie sich durch eine Furche von den benachbarten Blastodermzellen abgrenzen. Diese Furche wird tiefer und zuletzt steht der Embryo nur durch einen schmalen Zellenstrang mit jener

³⁹⁾ A. Kowalevski: „Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden.“ *Mém. Acad. Pétersbourg, sér. VII, tom. XVI.*

⁴⁰⁾ Metschnikoff: „Embryologisches über *Geophilus*.“ *Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. XXV.*

⁴¹⁾ N. Bobretzky: „Zur Embryologie des *Oniscus murarius*.“ *Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. XXIV.*

Zellenplatte in Verbindung, die an ihren Rändern weiter an der Dotterhaut oder richtiger an einer inzwischen ausgeschiedenen Cuticularmembran hinwächst. Die Aehnlichkeit dieser Bildung in ihrem ersten Auftreten mit den Amnionfalten der Insecten ist auch Bobretzky aufgefallen; nur sind sie eine einfache Zellschicht und bilden keine Duplicatur. Würden die Randzellen sich nicht vom benachbarten Blastoderm abspalten, sondern damit in Verbindung bleiben, so wäre beim tieferen Einschneiden der Furche die Bildung einer Duplicatur und damit völlige Uebereinstimmung mit den Embryonalhüllen der Insecten gegeben.

Es dürfte überflüssig sein, hier eine Darstellung der „Rückenorgane“ bei *Asellus*, *Cymothoa*, *Mysis*, sowie einer grossen Zahl anderer, meist niedrig stehender Crustaceen zu geben, da trotz der bestehenden Verschiedenheiten im Bau, in der räumlichen Ausbildung, sowie im Schicksal dieses Organs, im Allgemeinen die Anschauung herrscht, dass es innerhalb der Crustaceen immer ein und dasselbe ist, das in verschiedenen Graden zur Entwicklung kommt und event. durch Functionswechsel verschiedene physiologische Bedeutung erlangt hat. Ausgenommen von den Organen, die hier in Beziehung gebracht werden sollen, sind solche, wie das „lappenförmige Organ“ von *Asellus*, das sicherlich andere Bedeutung hat. Ich kann mich in dieser Beziehung auf die Worte von Claus⁴²⁾ berufen, der als einer der besten Kenner der Crustaceenorganisation sagt: „(Der dorsale Zellenstrang und seine zellige Verbreiterung an der cuticularen Embryonalhaut) entspricht dem kugelförmigen Organ mit der sogen. Micropyle an der Rückenseite des Gammarusembryos, welches auch bei *Ligia* (Fr. Müller) und *Cymothoa* (Claus) in Resten beobachtet, das Aequivalent der Nackendrüse der Phyllopoden repräsentirt.“

Es ist nun die erste Frage, können wir die letztgenannten Bildungen bei Crustaceen für dasselbe halten, wie die Embryonalhüllen der Tracheaten, die ich oben kurz zusammenstellte, und dürfen wir auch letztere untereinander identificiren? Wir finden unter ihnen einfache Cuticularmembranen; zerstreute Zellen, zellige Membranen und das Amnion nebst der serösen Hülle der Insecten. Ich gehe von der Anschauung aus, die wohl allgemein getheilt wird, dass das Neuauftreten von Organen überhaupt einer Erklärung ziem-

⁴²⁾ C. Claus: „Grundzüge der Zoologie.“ IV. Aufl.

lich unzugänglich ist; am unverständlichsten aber ist die Neubildung von Organen bei Embryonen der allerjüngsten Stadien, bei denen doch äussere Einflüsse kaum den Anstoss dazu geben können; wir werden darum, wie wir es bisher gethan haben, auf ein Verständniss der fraglichen Bildungen verzichten müssen, wenn wir nicht den Versuch machen, alle derartigen Dinge als Modificationen einer oder einiger Formen für die Vorfahren wichtiger Organe, die in der phylogenetischen Reihe theilweise rudimentär geworden, theils zu anderen Functionen umgebildet sind, zu betrachten. Ist uns erst ein solches Organ gegeben, so können wir wohl einsehen, dass dasselbe nach einer Richtung weiter entwickelt, dort rudimentär werden und beim Nichtgebrauch auch wieder verschwinden kann; wir können auch verstehen, dass selbst schwache Ueberreste desselben, sobald sie bei den im Lauf der Entwicklung der Art und Gattung etc. veränderten Verhältnissen wieder irgend welchen Nutzen haben können, im Stande seien, zu erstarken und zu scheinbar ganz anderen Bildungen Anlass geben mögen, als die waren, von denen sie ursprünglich abstammten. Sind aber in der Einzelentwicklung einmal die letzten Reste eines solchen Organes wirklich verschwunden, so ist es im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass in dem von solchen Formen ausgehenden Stamme wieder ähnliche Organe auftreten; thun sie es dennoch, so machen sie uns unendliche Schwierigkeiten in der Erklärung; ich erinnere nur an die Embryonalhäute der Amnioten.

Da es nun zur Zeit kaum möglich sein dürfte, die Identität aller Embryonalhüllen der Tracheaten zu beweisen, so müssen wir uns damit begnügen, zu untersuchen, ob die Annahme ihrer Homologie irgend welchen grösseren Schwierigkeiten begegnet; ist das nicht der Fall, so dürfen wir sie wohl in Anbetracht des eben Gesagten überall für gleichwerthige Bildungen ansehen. Unter den zelligen Hüllmembranen steht bezüglich ihrer Entstehung die Embryonalhülle des Scorpions denjenigen der Insecten gegenüber; obwohl wir über die Entstehung der ersteren nicht genügenden Aufschluss haben, so ist doch höchst wahrscheinlich, dass sich die Embryonalhaut entweder durch Spaltung im Ganzen, oder durch Loslösung einzelner Zellen und secundäres Aneinanderlegen zu einer Membran vom Blastoderm ablöst; die Membran ist anfangs einfach und wird später, an einzelnen Stellen wenigstens, zweischichtig.

Bei den Insecten dagegen bildet sich die von Anfang an doppelte Haut durch Erhebung von Falten rings um die Embryonalanlage herum, ebenfalls aus dem Blastoderm. Die Faltenbildung allein scheint mir die Schwierigkeit der Vergleichung in sich zu schliessen, wir können nicht begreifen, wodurch dieselben veranlasst sind. Allein ich glaube auch, die Embryonen der Ephemeriden und Hemipteren zeigen uns hier den Weg; wir finden hier keine Faltenerhebung zur Bildung der Embryonalhüllen, sondern die Embryoanlage, die ich kurz als „Keim“ bezeichnen will, stülpt sich einseitig in das Blastoderm ein, mit dem Hinterende voraus; dadurch wird ein Theil des vorher schon fertigen Blastoderms zum Amnion, der Rest zur serösen Hülle. Bei den meisten anderen bisher untersuchten Insecten ist nun der Vorgang als eine Modification des erwähnten aufzufassen: die Einstülpung des Keimes ist keine einseitige, sondern eine allseitige, der Keim sinkt gleichsam gegen den von Dotter erfüllten Raum des Eies ein; dadurch entsteht ringsum die Falte, die in der Weiterentwicklung in bekannter Weise zu Amnion und seröser Hülle wird. Der Unterschied, dass der letzt erwähnte Vorgang schon vor der völligen Ausbildung des Blastoderms eintritt, ist ohne Bedeutung; er ist eben in ein früheres Stadium verlegt. Denken wir uns, dass das Blastoderm bereits den ganzen Dotter umwachsen habe, bevor der Keim einsinkt, so ist die Uebereinstimmung eine völlige, dann wird auch der grösste Theil desselben direct zur serösen Hülle, wie bei den Ephemeriden. Und so wie diese hier direct zur Bildung der Seiten- und Rückentheile des Embryos verwendet wird, so geschieht dies, nach Kowalevsky, bei solchen Insecten, bei denen die Furche, welche Amnion und Keim scheidet, nicht rings um den ganzen Dotter eindringt, sondern sich später oder früher, d. h. mehr oder weniger weit auf der Dorsalseite, wieder mit der serösen Hülle vereinigt; in diesem Falle behalten die Embryonen einen grossen Rückennabel, der im anderen Fall beim tieferen Einschneiden kleiner wird und endlich verschwindet, wodurch die Hüllen ganz selbständig und nicht mehr zu Theilen des Embryos verwendet werden. Das Hervorstülpen des Embryos wird bei dieser zweiten Form der Einstülpung, der allseitigen, überflüssig, da er dabei seine normale Lage zur Hauptmasse des Dotters, dem späteren Dottersack behalten hat.

Nachdem wir nun gesehen haben, dass sich die Hüllbildung der Insecten als eine Einstülpung des Keimes auffassen lässt, können

wir wohl auch die Hüllbildung der Scorpione damit in Verbindung bringen. So gut es einleuchtend gemacht werden kann, dass und auf welche Weise die Gastrulabildung durch Invagination und die durch Delamination voneinander abgeleitet werden können (einerlei, welches der primäre Vorgang ist) so wenig Einspruch kann man wohl erheben, wenn man die Hüllbildung der Scorpioniden (durch Delamination) mit derjenigen der Insecten (durch Invagination) in genetische Beziehung setzt. Kommen doch auch, wie es scheint, bei Insecten (Ameisen, Poduriden etc.) Prozesse vor, welche denen bei *Scorpio* völlig entsprechen; der Keim stülpt sich in seine Hülle, einen Theil des Blastoporus nicht ein, sondern er entledigt sich der Zellen, welche den genannten Theil zu bilden haben, dadurch, dass er sich ringsum gleichmässig davon zurückzieht; es ist das nur eine andere Ausdrucksweise dafür, dass er diese Zellschicht entweder in toto oder als einzelne Zellen abstösst. Auf diese Weise kann natürlich auch nur eine einzige Membran erzeugt werden, nicht eine doppelte, wie bei der Einstülpung. Es ist darum die „seröse Hülle“ der Insecten die eigentliche Embryonalhülle, das Amnion nur eine Duplicatur, erzeugt durch den Bildungsmodus der Einstülpung. Der Vorgang der Spaltung der Hülle in zwei bei *Scorpio* ist wohl secundär, eine Folge von Zellvermehrung in der Hülle selbst, vielleicht aber auch eine Andeutung dafür, dass der Einstülpungsmodus der primäre war für die Tracheaten. Es ist zur Zeit unmöglich, darüber Bestimmtes zu sagen. Bald hebt sich die so gebildete Haut gänzlich vom Embryo ab, bald bleibt sie an einer Stelle, dem Rückennabel damit noch in Verbindung, derjenigen Stelle, wo auch bei einigen Insecten die Hüllen nicht vom Embryo getrennt werden. Es ist dieser Auffassung nach der „Micropylapparat“ der Poduriden etc. nicht die Stelle, von welcher die Hüllbildung ausgeht, sondern diejenige, an der sie nicht vollständig wird. Es ist eine Sache von untergeordneter Bedeutung, dass in einzelnen solchen Fällen die Embryonalhülle sich nicht zu einer geschlossenen Membran ausbildet, sondern als lose Zellen auftritt, die isolirt bleiben (Ameisen nach Metschnikoff); die Identität wird desshalb nicht bestritten werden, besonders, da diese Fälle in der Gruppe der Insecten vorkommen, wo die Hüllen sonst den höchsten Grad der Ausbildung erlangen. Ueber die Ursachen dieser weitgehenden Reducirungen haben wir allerdings nicht einmal Vermuthungen.

Wenn nach dem Satze: *verba docent, exempla trahunt* durch ein Beispiel die Identität der Hüllbildung durch Einstülpung einerseits, durch Abspaltung andererseits wahrscheinlicher gemacht werden kann, so dürfen wir hier vielleicht das Pilidium und die Désor'sche Larve anführen. In beiden Fällen entsteht die definitive Nemertine aus vier Keimanlagen, die durch ihre Verwachsung, sagen wir eine Art Bauchplatte bilden, woraus durch Umwachsung des Larvendarms der ganze Körper hervorgeht; die Larve selbst wird als Hülle abgeworfen. Beim Pilidium nehmen die Keime ihren Ursprung durch Einstülpung; es entsteht dadurch ein Amnion im Pilidium, also, wenn wir dessen weitere Organisation ausser Acht lassen, eine doppelte Embryonalhülle: Ectoderm des Pilidiums und das durch Einstülpung hervorgerufene Amnion; in der Désor'schen Larve entstehen die Keime als innere Verdickungen des Ectoderms und spalten sich von demselben ab: so entsteht nur eine einzige Embryonalhülle, die dem Ectoderm des Pilidiums entspricht. Ich glaube, die Analogie der Vorgänge hier und bei den Tracheaten liegt auf der Hand; und so gut dort die Homologie anerkannt wird, muss man das auch hier thun.

Es bleiben uns nun noch bei den Tracheaten die cuticularen Hüllen der Myriapoden, Araneinen und Acarinen.

Wenn wir ganz absehen wollen von der Möglichkeit, dass eine Anzahl dieser „Cuticular“membranen bei genauer Untersuchung vielleicht einen zelligen Bau besitzt, und die Beobachtungen ohne jeden Zweifel nehmen, wie sie gegeben sind, so ist es vielleicht doch möglich, sie in enge Beziehung zu den Embryonalhüllen der Insecten zu bringen. Für Polixenus beschreibt Metschnikoff Zellen, die sich von dem noch einschichtigen „Keimstreifen“ auf dessen Oberfläche ablösen und als amöboide Zellen zwischen Embryo und Eihaut liegen. Dieses Factum lässt sich direct in Verbindung bringen mit dem für Poduriden, Ameisen, Chelifer erwähnten. Allein es gibt uns keinen Aufschluss über die Cuticularhüllen. Wohl aber thut das eine Beobachtung Grabers,⁴³⁾ dass das Chorion der Insecten eine feine Cuticularmembran nach aussen absondert, die allerdings schwer zu sehen, aber überall vorhanden ist. Er spricht die Ansicht aus, dass man dieselbe desswegen nicht mit den ähn-

⁴³⁾ Graber: „Vorläufige Ergebnisse einer grösseren Arbeit über vergleichende Embryologie der Insecten.“ Archiv für micr. Anat. Bd. XV.

lichen Gebilden der Myriapoden und Arachniden vergleichen dürfe, weil sie von einer Embryonalhülle, bei letzteren aber vom ungesonderten Ectoderm des Keims geliefert würde. Diese Einschränkung scheint mir nun in keiner Weise berechtigt zu sein; einmal sehen wir, dass bei den Libellen und Hemipteren die Embryonalhüllen auch nichts anderes sind, als das einfache Blastoderm und dass das primäre Umwachsen des Dotters oder das frühzeitige Auftreten der Faltenbildungen zum Zweck der Herstellung der Embryonalhüllen vor vollendeter Blastodermbildung nur Modificationen eines und desselben Vorganges sind. Die seröse Hülle der Insecten sondert eine Cuticula nicht in ihrer Eigenschaft als Embryonalhülle, sondern als ein Theil des Ectoderms ab. Wir können darum andererseits wohl einsehen, dass die Absonderung zelliger Embryonalhäute aus dem Ectoderm des Embryos unter Umständen unterbleiben kann, ohne dass dadurch die Abscheidung der dazu gehörigen Cuticula ebenfalls ausfällt; letztere ist dann in eine so frühe Periode des embryonalen Lebens gerückt, dass es uns unmöglich ist, ihre Matrix als etwas vom gewöhnlichen Blastoderm unterschiedenes aufzufinden. In der That treten die Cuticularmembranen bei den Thieren, die sie als einzige Embryonalhülle besitzen, oft schon vor deutlicher Differenzirung eines „Keimstreifens“ auf. Wenn dann wirklich die Abspaltung der dazu gehörigen Zellen unterbleibt, so müssen wir das wohl als die extremste Form der Rückbildung betrachten, die nur dadurch übertroffen werden kann, dass auch die Cuticula nicht mehr zur Sonderung gelangt; dann erst scheint mir der völlige Schwund der Embryonalhüllen gegeben zu sein. Ausserdem ist es nicht unwahrscheinlich, dass wir in dem sog. Primitivhügel der Spinnembryonen noch die letzten Andeutungen von zelliger Differenzirung, der Micropyle der Poduriden, dem Rückennabel der Insecten entsprechend, als Rest der zelligen Embryonalhüllen zu sehen haben; die Stelle entspricht ihrer Lage nach völlig den genannten Bildungen, und da die Hüllen sich auch hier am spätesten sondern, so ist es verständlich, dass bei Abkürzungen die letzten Phasen noch angedeutet sind, während die ersten nicht mehr zum Ausdruck kommen. Während also bei Myriapoden, Araneinen etc. das Larvenorgan, wenn wir es so nennen dürfen, völlig zum Aufbau des Embryonalkörpers verwendet wird, kommt noch seine cuticulare Absonderung zur Entwicklung, die dann die bei anderen Formen wohl entwickelten Zellenhäute ersetzt, ihr morphologisches Aequivalent ist.

Wenn wir nun zu dem Resultat gekommen sind, dass alle die genannten Hüllenbildungen der Tracheaten im Grunde aufeinander zurückzuführen sind, so scheint es mir keinem Zweifel zu unterliegen, dass wir sie mit dem Amnion und Nabelstrang der westindischen Peripatusarten in engste Beziehung setzen müssen: hier lösen sich vom Embryo, besonders auf dessen ventraler Fläche Zellen los, die amöboid sich weiterbewegen und eine zellige Hülle um ihn bilden; nur an seiner Rückenseite geschieht die Ablösung nicht; die Basalzellen bleiben in Verbindung und an sie setzt sich die gebildete Membran fest; sie werden zum Nabelstrang, sind also zu vergleichen dem Micropylapparat der Poduriden, dem Rückennabel oder der Rückenplatte anderer Insecten und wohl dem Primitivhügel der Spinnen. Da bei der Hüllenbildung durch Delamination nur die äussere Hülle zu Stande kommen kann, so müsste das Amnion des Peripatus eigentlich als „seröse Hülle“ bezeichnet werden, wenn man die übliche Nomenclatur beibehalten will. Ich habe die Bezeichnung als Amnion im Einklang mit meiner vorläufigen Mittheilung beibehalten, da es gleichgültig ist, welchen von den beiden immerhin nicht ganz passenden Namen man anwenden will. Es lässt sich zeigen, wie schon oben erwähnt, dass das Amnion der Insecten keine besondere morphologische Bedeutung hat, die seröse Hülle dagegen eine ausserordentlich wichtige, und dann wird man derselben einen neuen Namen geben müssen; das Amnion ist eben nur als innere Duplicatur jener zu bezeichnen, die lediglich durch den Bildungsmodus der Invagination zu Stande kommt.

Vergleichen wir aber noch die genannten Bildungen mit dem Rücken- oder Nackenorgan mancher Crustaceen, so ist die Uebereinstimmung bei Oniscus und Peripatus eine so augenfällige, dass man kaum anders kann, als eine Homologie anzuerkennen; beide sitzen mit ihrer Rückenseite durch einen hohlen Zellstrang an einer membranartigen Zellenausbreitung, die allerdings bei Oniscus nicht zu einer geschlossenen Hülle wird. Dagegen ist die Entstehung fast genau dieselbe bei beiden Thieren; nur spalten sich bei Oniscus die Zellen der Hülle nicht einzeln, sondern als zusammenhängendes Blatt ab, von den Seiten des Embryos nach dem Rücken, dem Nabelstrang hin, fortschreitend; als ersten Anfang dürfen wir wohl die grossen Zellen auf der Rückenfläche der jüngeren Stadien ansehen, die dem Primitivhügel der Spinnen und den Basalzellen des Peripatusembryos

homolog sind. Die Aehnlichkeit in der Entstehung des Zellensattels bei *Oniscus* mit der Hüllenbildung der Insecten wurde von Bobretzky schon erwähnt; aber es existirt hier keine Invagination, wesshalb die Hülle einfach ist. Da die Ansicht, dass in der Gruppe der Crustaceen die oben genannten Organe identisch seien, wie es scheint, allgemein herrschend ist, so brauche ich darauf nicht weiter einzugehen. Es zeigt aber gerade diese Abtheilung der Arthropoden, wie weit die Umbildung und vielleicht auch functionelle Anpassung morphologisch identischer Organe gehen kann. Wir erhalten in ihr auch einen neuen Beweis für die Richtigkeit der Anschauung, dass die Cuticularhüllen der Myriapoden u. a. die homologen Reste der zelligen Hüllen anderer Tracheaten sind. Während bei *Oniscus* der Embryo durch einen Zellenstrang in Verbindung mit dem Zellensattel steht, der seinerseits der Cuticularhülle fest anliegt (und dieselbe theilweise mit erzeugt hat) ist bei *Ligia* (nach Fritz Müller) der Embryo mit seiner Rückenfläche hinter dem Kopf direct noch mit der „Larvenhaut“ verwachsen; es hat sich also hier die Zellenhülle auch nicht mehr an dieser Stelle vom Embryo gesondert, und bei *Asellus*⁴⁴⁾ fehlt jede Vereinigung. Doch wird man auch hier die sog. Larvenhaut derjenigen der Myriapoden gleichsetzen dürfen und dieselben Gründe anführen können, wie das oben geschehen ist. Wir dürfen uns nicht wundern, über diese weitgehenden Umformungen und Reducirungen, wenn wir bedenken, dass bei *Peripatus* innerhalb einer einzigen, allerdings alten Gattung, welche lange Zeiträume hindurch dem umbildenden Einfluss vieler zusammenwirkender Verhältnisse unterworfen war, die grössten Unterschiede vorkommen, von der guten Ausbildung der Hülle bis zu völligem Mangel. Ich gestehe freilich, dass mir der letztere noch nicht erwiesen erscheint; ich vermuthe in der Hülle des Embryos von *P. capensis* eine homologe Bildung, selbst wenn sie zellenlos sein sollte und was die zähe Membran ist, welche die gefurchten Eier von *P. novaezealandiae* umgibt und mit dem Embryo wächst, ist ebenfalls noch nicht aufgeklärt; vielleicht haben wir es mit zweierlei Bildungen zu thun, mit einer wirklichen Dotterhaut und später mit einer Embryonalhülle, vom Blastoderm geliefert.

Ferner kann auch der Umstand, dass die Thiergruppen, bei

⁴⁴⁾ Dohrn: „Die embryonale Entwicklung des *Asellus aquaticus*.“ Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. XVII.

denen Embryonalhüllen gefunden wurden und besonders diejenigen, bei welchen sie hoch entwickelt sind, doch sehr verschieden sind und z. Th. weit entfernt stehen von einem gemeinsamen Ursprung, aus dem heraus die Embryonalhüllen gerettet sein könnten, nicht als gar schwer wiegender Einwand gegen die Homologisirung der zusammengestellten Bildungen vorgebracht werden. Was ich oben gesagt habe, dass auch schwache Reste eines vorhandenen Organs sich wieder erholen und zu mächtigen, scheinbar neuen Bildungen auswachsen könnten, ist wohl nicht ohne weiteres abzuweisen, ebenso wenig, wie die Möglichkeit der Umbildung eines solchen in anatomischer und physiologischer Beziehung geleugnet werden wird; und dann ist selbst die weitestgehende Variation eines vorhandenen Organs immer viel eher anzunehmen, als das Auftreten neuer Gebilde. Dass aus den verschiedensten äusseren und inneren Ursachen heraus neue Organe angelegt und ausgebildet werden, soll nicht im entferntesten bestritten werden; die organische Welt wäre ohne das wohl in einer traurigen Verfassung. Aber ich glaube, die in Vorstehendem ausgeführte Ansicht von der Homologie aller der citirten Hüllorgane und deren Umbildungen macht keine unerschwinglichen Ansprüche an die Phantasie und stellt keine allzu kühnen Forderungen.

Wir kommen zum zweiten, wichtigeren Theil der Frage: Als was dürfen wir alle die oft erwähnten Organe der Arthropoden und des Peripatus betrachten? Da sie sich mit solcher Hartnäckigkeit behaupten, auch da, wo sie offenbar keine grosse Bedeutung haben, und da sie in den frühesten Embryonalstadien schon auftreten, müssen sie von Organen gemeinsamer Vorfahren abzuleiten sein, bei denen sie eine grosse Wichtigkeit besaßen. Ich glaube, wir haben in ihnen die Larve der Vorfahren selbst, die Trochosphaera der Anneliden zu sehen. Der Gedanke wird sich bei genauerem Zusehen weniger absonderlich gestalten, als er anfangs aussehen mag.

So lange wir über die Organisationsverhältnisse des Peripatus keine genaueren Aufschlüsse hatten, war der Stamm der Arthropoden durch eine bedenkliche Kluft von den Anneliden getrennt; dank der Untersuchungen Moseley's und Balfour's haben wir in ihm einen Tracheaten kennen gelernt, der neben Tracheen noch die Segmentalorgane besitzt und, wie ich hinzufügen kann, bei dem die Umwandlung von Segmentalorganen zu Geschlechtsorganen, wie sie für Arthropoden charakteristisch sind, thatsächlich stattfindet, einen

Tracheaten, der, wenn er auch nicht selbst der Stammvater höherer Arthropoden ist, doch den Weg zeigt, wo und wie der Stamm der Arthropoden, wenigstens theilweise sich abgezweigt haben mag. Dass Peripatus von Anneliden oder annelidenähnlichen Vorfahren ziemlich direct abstammt, bedarf wohl keines besonderen Nachweises mehr; seine Segmentalorgane beweisen dafür mehr, als durch zahlreiche Gegengründe widerlegt werden könnte. Dass aber bei den Anneliden die Larvenform der Trochosphaera, in allerlei Gestalten, die sich aber alle ohne Schwierigkeit aufeinander zurückführen lassen, in der Entwicklung eine hervorragende Rolle spielt, ist allenthalben bekannt. Wir finden sie von der höchsten Ausbildung an in typischer Form bis zum kleinen Rest, nur noch durch einen Wimpersaum erkennbar (bei Oligochaeten); ja sie tritt uns noch in zahlreichen anderen Thiergruppen entgegen, selbst bei Nemertinen (Pilidium), die wohl auch bei den Turbellarien an verkehrter Stelle untergebracht sind. Es wäre nun ganz auffallend, wenn eine so wichtige Bildung bei Abkömmlingen von Anneliden gleich spurlos verschwunden wäre; das wäre nur wahrscheinlich bei Nachkommen solcher Anneliden, die selbst nur noch einen ganz geringen Rest der Trochosphaera besessen hätten, nicht aber, wenn dieselbe in einigermaassen guter Ausbildung vorhanden war.

Allein es besteht eine grosse Schwierigkeit bei dem Versuch, die Trochosphaera und die Embryonalhüllen der Arthropoden aufeinander zu beziehen; man muss nachweisen können, dass auch bei solchen Thieren, die eine mehr oder weniger gut ausgebildete zweifellose Trochosphaera besitzen, diese mit der Ausbildung des definitiven Thierkörpers entweder ganz oder theilweise zu einer Hülle wird, welche das junge Thier abwirft oder resorbirt. Leider sind unsere Kenntnisse hierüber äusserst gering, was einerseits daran liegen mag, dass die Vorgänge sehr versteckt sind und schwer zur Beobachtung gelangen, andererseits daran, dass nirgends mit Absicht darauf geachtet wurde, weil der Gedanke fern lag. Zwei Fälle aber sind sicher beobachtet und können als factische Belege angeführt werden, und in zahlreichen anderen Fällen ist es sehr wahrscheinlich und wird sich beim genauen Zusehen herausstellen, dass die Trochosphaerenepidermis nicht in die Epidermis des ausgebildeten Thieres übergeht, sondern als Hülle abgeworfen wird. Den einen Beleg bieten uns die Nemertinen, deren Larve, das Pilidium, an-

erkannter Maassen als Trochosphaera betrachtet werden kann; der einzige Unterschied ist der Mangel eines Afters, wodurch das Pili-dium vielleicht als ältere Larvenform sich ausweist. Hier entstehen durch Einstülpung vom Ectoderm her vier Keime, die sich miteinander zu einer Art Bauchplatte vereinigen; in dieser tritt freilich keine Gliederung auf, sondern sie umwächst in unsegmentirtem Zustand den Larvendarm und erzeugt so alle ectodermalen und mesodermalen Theile der jungen Nemertine. In der Désor'schen Larve kommen die Keime nicht mehr als Einstülpungen, sondern als solide Zellwucherungen an der Innenseite des primären Ectoderms zur Ausbildung; indem sie sich gleichfalls vereinigen und das Entoderm umwachsen, heben sie sich allseitig vom Ectoderm ab, das nun als Hülle, ganz wie die Reste des Pilidiums die junge Nemertine umgibt. Bei der directen Nemertinenentwicklung, so kann man weiter annehmen, ist die Keimbildung in ein noch früheres Stadium verschoben, die vier Keime kommen gar nicht mehr getrennt, sondern schon völlig vereinigt zur Anlage und das Larvenectoderm wird nicht mehr abgesondert. Die Erklärung, welche Balfour⁴⁵⁾ von dieser Bildung des Nemertinenkörpers im Pilidium gibt, „dass sie nur einen secundären Wachsthumprocess darstellen, vergleichbar der Bildung der Imaginalscheiben bei den Larven der Dipteren“ ist nicht mehr, als eine leere Redensart und heisst höchstens ein Loch zu- und ein anderes grösseres dabei aufmachen; denn die Imaginalscheiben sind ein womöglich noch dunklerer Punkt als die Keime im Pilidium. Ich will nicht versuchen, eine Erklärung der vier Keime zu geben, sondern nur bemerken, dass sie eine hervorragende Rolle zu spielen scheinen, da sie auch bei Anneliden vorhanden sind, und nur ihre Entstehung nicht mehr direct aus dem Larvenectoderm, sondern in früherem Stadium aus Zellen der Furchung nehmen. Diese „Rumpfkeime“ und „Kopfkeime“, wie R. S. Bergh in seiner vorläufigen Mittheilung⁴⁶⁾ über Blutegelentwicklung die Keimstreifen der Autoren und die „Sinnesplatten“ oder „Kopfkeimstreifen“ (Semper)⁴⁷⁾ nennt, geben bei den genannten Thieren

⁴⁵⁾ Balfour: „Handbuch der vergl. Embryologie.“ Deutsch von Vetter.

⁴⁶⁾ R. S. Bergh: „Thatsachen aus der Entwicklungsgeschichte der Blutegel.“ Zool. Anzeiger No. 160. 1884.

⁴⁷⁾ C. Semper: „Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere.“ Diese Zeitschrift, Bd. III. Dasselbst finden sich eingehende Darstellungen der Kopf- und Rumpfkeime der verschiedensten Thiere in ihrer Beziehung zueinander

genau wie beim *Pilidium* oder der *Désor'schen* Larve dem gesammten Hirudineenkörper den Ursprung; sie vereinigen sich zu dem Bauchstreifen, der sich hier aber segmentirt, umwachsen den Darm, dessen Epithel allein in das definitive Thier aufgenommen wird; alle anderen Organe der Larve, die man sicherlich der *Trochosphaera* homolog setzen muss, selbst die zur Entwicklung gelangte *Musculatur*, *Schlund* und *Nervenzellen* gehen zu Grund und werden abgeworfen oder resorbirt. So isolirt diese Angabe aus den oben angeführten Gründen auch steht, so finden sich doch, wie mein Freund *Bergh* mir sagt, in den Abbildungen anderer Forscher Andeutungen, dass auch bei *Anneliden*, die eine typische *Trochosphaera* besitzen, das *Ectoderm* derselben verloren gehe.⁴⁸⁾ Das wird allein schon wahrscheinlich durch die Bemerkung, dass das *Trochosphaeraectoderm* wenigstens in späteren Stadien beim Wachsthum der Larve aus ungemein dünnen Plattenzellen besteht, deren directe Umwandlung in das hohe dicht gedrängte *Cylinderepithel* der *Anneliden*, auch im Kopftheil, der ja ausschliesslich aus der Hauptparthie der *Trochosphaera* bestehen soll, unwahrscheinlich und auch nicht beobachtet ist. Höchst wahrscheinlich bildet sich auch hier die *Epidermis* der *Anneliden* durch Differenzirung aus dem sogen. Keimstreifen unter der sehr dünnen Larvenhaut, und diese geht entweder im Ganzen oder stückweise verloren. Dafür spricht auch die Rückbildung und der Verlust der *Wimpern*, sei es, dass sie in *Wimpernschnüren*, oder anders angeordnet sind; mit einem Abwerfen der dazu gehörigen Zellen würde dieser Vorgang erklärt sein. Damit will ich nun keineswegs sagen, dass nicht auch die Larven-

zur Larve und zum definitiven Thier, auf welche ich bei der nur cursorischen Darstellung, die ich hier geben kann, verweise; manche dort gegebene Darstellung wird nach neueren Forschungen etwas zu modificiren sein, was ohne Schädigung ihrer Gültigkeit geschehen kann; ebenso konnte daselbst auf die Hüllenbildung keine Rücksicht genommen werden, da alle dafür sprechenden Thatsachen noch fehlten.

⁴⁸⁾ Auch bei *Sipunculus nudus* wird nach *Hatschek* („Ueber Entwicklung von *Sipunculus nudus*.“ *Arb. zool. Inst. Wien. Bd. V*) eine *Embryonalhülle* gebildet, die abgeworfen wird; ich glaube, man wird auch diese Hülle als einen Rest der *Trochosphaera* ansehen können, in welcher das definitive Thier nur nicht in fertiger Form, sondern abermals mit Larvenorganen versehen erzeugt wird. Diese secundäre Larve geht durch einfache *Metamorphose* in den *Sipunculus* über. Sie ist auch viel höher organisirt, als die ächte *Trochosphaera*, mit welcher sie unserer Meinung nach nicht homolog wäre.

epidermis mitunter zum Aufbau des Thieres verwendet werden könnte, so gut als auch andere Theile (Scheitelplatte z. B.) in der Ausbildung definitiver Organe Verwerthung finden können; aber das sind dann wohl secundäre Vorkommnisse, die vielleicht nur da eintreten, wo die Trochosphaera selbst zu der untergeordneten Bedeutung eines Larvenorgans herabsinkt. Wenn diese vorgetragene Ansicht durch weitere Untersuchungen allgemeinere Bestätigung finden sollte, so besteht gewiss keine Schwierigkeit, mit Vermittlung des Peripatus die Embryonalhüllen der Arthropoden auf die Trochosphaera zurückzuführen. Allerdings könnte man dann die Entwicklung des definitiven Thieres aus der Larve nicht als einfache Metamorphose auffassen, sondern man müsste die Auffassung acceptiren, dass der Annelidenleib, sowie die Nemertine einer Knospenbildung in der Larve den Ursprung verdanke, deren Auftreten nur sehr häufig schon in die ersten Furchungsstadien des Eies zurückverlegt ist. Entweder erscheint uns dann die Knospe als aus wenigen deutlich erkennbaren Zellen bestehend, wenn die Trochosphaera gut entwickelt ist, oder sie bildet sich schon frühzeitig so stark aus, dass ein sehr grosser Theil der Furchungszellen in sie aufgeht; in diesem Falle wird dann für die Larve nicht viel Material übrig bleiben und sie wird zu einem Embryonal-Organ oder kommt gar nicht mehr zur Differenzirung. In allen Fällen aber müsste man dieser Anschauung nach die Trochosphaera als Amme des definitiven Thieres auffassen. Die Keimbildung in Ammen ist uns aus anderen Tiergruppen eine sehr geläufige Erscheinung und wir kennen dort auch eine grosse Zahl aller nur denkbaren Stadien von Vereinfachung der Entwicklung durch Rückbildung der Ammen, sodass genügend analoge Beispiele für die bei gegliederten Thieren auf Grund der dargelegten Anschauungsweise zu erklärenden Variationen gefunden werden können. Ich verzichte indessen darauf, da es mich zu weit von meinem Thema abführen würde, und für die vorgetragene Ansicht noch zu wenig thatsächliche Beweise vorliegen. Ich wollte nur zeigen, dass und wie es möglich ist, die verschiedenen Hüllen bei Peripatus und den Arthropoden auf Dinge zurückzuführen, welche bei den Vorfahren derselben die allergrösste Bedeutung hatten, und so eine Erklärung für die sonst unverständlichen Bildungen versuchen. Sie sind demnach nichts Neues, sondern gerade im Gegentheil das Aelteste in der phylogenetischen

Reihe. Es ist sogar nicht ganz unwahrscheinlich, dass wir selbst bei Wirbelthieren in den Deckzellen, oder „Rauberschen“ Zellen noch die Trochosphaera wieder finden können, welche bei den Nagern, dem Maulwurf und vielleicht noch vielen anderen Thieren wieder eine hervorragendere Rolle spielen. Ein junges Stadium eines Maulwurfembryos oder Nagethierkeimes, der als kleines Zellenhäufchen an der Innenseite der durch die Rauberschen Zellen gebildeten Blase sitzt, hat eine frappante Aehnlichkeit mit einem Peripatuskeim in seiner Amnionhülle oder nach unserer Meinung in seiner Trochosphaera; diese Aehnlichkeit und die wahrscheinliche directe Verwandtschaft der Vertebraten mit den Anneliden lässt die Vermuthung nicht so gar absurd erscheinen. Zu Gunsten der Ansicht, dass zunächst bei Thieren, die eine Trochosphaera besitzen, und dann bei den von denselben abzuleitenden Formen, bei denen die Trochosphaera rudimentär bleibt oder gar nicht mehr zur Differenzirung kommt, der definitive Thierleib das Resultat einer inneren Knospung oder Keimbildung sei, lässt sich vielleicht noch anführen, dass dann verschiedene Schwierigkeiten gehoben werden können, die bislang in den Beziehungen des Larvenmundes und Afters zu den gleichnamigen Bildungen des definitiven Thieres sich ergeben haben; es braucht dann die Lage des Keimes in der Amme nicht immer die gleiche Orientirung zu den Organen der Amme zu haben; durch allmähliche secundäre Verschiebung kann endlich der After der Anneliden an der Stelle des Trochosphaeramundes zur Ausbildung kommen, während ein anderes Mal die Lage des Annelidenmundes dem Trochosphaerenmunde entspricht. Dass bei weitergehender Vereinfachung die Larvenöffnungen selbst für das definitive Thier in der einen oder anderen Weise, immer der Lage des Keimes entsprechend, Verwerthung findet, ist nicht ausgeschlossen.

Eine andere Frage aber schliesst sich daran eng an, die noch kurz erwähnt werden soll. Bei den Thieren, die eine wohl entwickelte Trochosphaera besitzen, entspricht dieselbe der Gastrula; die Blätterbildung derselben kann auf die verschiedene Weise vor sich gehen, wie die Gastrulabildung überhaupt. Der in ihr auftretende Keim muss sich natürlich seine Keimblätter wiederum selbst bilden, wie das im Keim der Nemertinen, der Blutegel ja nachgewiesen ist, einerlei ob der Keim dabei aus vier distincten Knospen verwächst oder dieses Stadium schon eliminirt hat und

gleich als Ganzes erscheint. Diese Keimblätterbildung hat mit derjenigen der Trochosphaera nichts zu thun; sie kann aber scheinbar an ihre Stelle treten, wenn die Trochosphaera schwach entwickelt oder durch Abkürzung ausgefallen ist, wie das bei den höheren segmentirten Thieren oft der Fall ist. Im letzteren Fall kann die Gastrulation in verschiedenen Modificationen geradezu wiederholt sein, weil hier die Blätterbildung schon in frühem Stadium des ganz zum Keim gewordenen gefurchten Eies auftritt und sie die einfachste Form derselben ist. In den allermeisten Fällen aber finden wir hier die Blätterbildung, wenigstens die des Mesoderms und auch Ectoderms an einen sogen. Primitivstreifen geknüpft, der die Stelle des Blastoporus bei der Gastrula- oder Trochosphaerabildung vertritt, wie das bei Peripatus ganz klar der Fall, und für viele Arthropoden, von den Wirbelthieren ganz abgesehen, geradezu typisch ist. Es ist desswegen auch nicht gut möglich, bei solchen Thieren ein Homologon des Blastoporus der niederen „keimstreiflosen“ Thiere zu finden, da der „Keim“ der „Keimstreifthiere“ dort kein Homologon hat. Unter letzteren verstehe ich alle diejenigen Thiere, die durch Keimbildung in einer larvenähnlichen Amme, Trochosphaera, entstehen, unter ersteren solche, die entweder direct aus der Gastrula oder einer gleichwerthigen Larve durch einfache Metamorphose hervorgehen. Wie die Thiere unter diese beiden Gruppen zu vertheilen wären, muss die Zukunft lehren; es scheint aber, als ob dadurch keine allzugrossen Aenderungen in den bisher gültigen Ansichten über Verwandtschaft hervorgebracht würden; höchstens dürften kleinere Gruppen, wie Nemertinen, ihren Platz wechseln.

Weit entfernt von dem Glauben, hier fertige und unanfechtbare Ansichten aufgestellt zu haben, unterbreite ich im Anschluss an den vorstehenden I. Theil der Entwicklungsgeschichte der westindischen Peripatusarten, aus deren Studium sie grossentheils entsprungen, diese skizzenhafte Darstellung einer, wie mir scheint, nicht ganz bodenlosen Theorie, den Fachgenossen in der Hoffnung, sie möge eine vorurtheilsfreie Beurtheilung nach jeder Seite hin finden, und mit der Bitte, bei allenfallsigen embryologischen Untersuchungen dieselbe auf ihre Brauchbarkeit und die Haltbarkeit ihrer Grundlage zu prüfen. Wenn auf das Schicksal der Trochosphaera beim Aufbau des fertigen Thieres genau geachtet wird, so muss sich bald herausstellen, ob sie Aussicht auf Bestand hat oder nicht.

Tafelerklärung.

Alle Figuren, mit Ausnahme von Fig. 1 u. 2, sind mit der Camera entworfen und möglichst getreu nach dem Objecte ausgeführt. Die Vergrößerungen sind durch Zusammenstellung der Oculare und Objective eines Microscops von Seibert & Krafft angegeben, mit welchen die Figuren gezeichnet wurden.

Buchstaben-Bezeichnungen, die für alle Figuren gültig sind, bei denen nicht anders angegeben:

<i>Am</i>	Amnion.	<i>Sh</i> ¹ , <i>Sh</i> ² etc.	Mesodermhöhle des I., II. etc. Rumpfssegments.
<i>Bm</i>	Basalmembran d. Uterusepithels.	<i>Sch.</i>	Schlundkopf.
<i>Bz</i>	Basalzellen des Embryos.	<i>Sp</i>	Spaltraum in der bindegewebigen Uteruswand.
<i>D</i>	Darmlumen des Embryos.	<i>T</i>	Tentakelanlage.
<i>E</i>	Embryo.	<i>Ue</i>	Uterusepithel.
<i>Ect.</i>	Ectoderm.	<i>Ul</i>	Uteruslumen.
<i>Ent.</i>	Entoderm.	<i>Uw</i>	Uteruswand.
<i>H</i>	Bruthöhle des Uterus.	<i>a. Uw</i>	Aeusserere Parthie derselben.
<i>K</i>	Kopfsegment.	<i>i. Uw</i>	Innere „
<i>Kh</i>	Kopfhöhle.	<i>W</i>	Einwucherungsstelle.
<i>M</i>	Mundöffnung.	<i>a</i>	After.
<i>Mes.</i>	Mesoderm.	<i>o</i>	Öffnung des ganz jungen Em- bryos an seiner Ansatzstelle an das Uterusepithel.
<i>N</i>	Nabelstrang.	<i>ov</i>	Ei im Uterus.
<i>P</i>	Placenta.	<i>pp</i>	Papillen des definitiven Mundes.
<i>Pe</i>	Placenta embryonalis.	<i>r, r</i> ¹	Richtungskörperchen (Polzellen).
<i>Pu</i>	Placenta uterina.		
<i>S</i> ¹ , <i>S</i> ² etc.	I., II. etc. Rumpfssegment resp. dessen Gliedmassen- anhang.		

Tafel V.

- Fig. 1. *Peripatus torquatus* n. sp., weibliches Exemplar; natürl. Grösse.
 2. *Peripatus Edwardsii*, Weibchen; nat. Gr.
 3. Dto.; weibliche Geschlechtsorgane in normaler Lage. *Ov* Ovarium mit seinen Anhängen; *U* Uterus; *E* Anschwellungen desselben, welche Embryonen enthalten; *x* Einschnürung, der uterinen Placenta des ältesten Embryos entsprechend; *D* Darmkanal; (Nervensystem etc. ist weggelassen). Wenig über nat. Gr.

- Fig. 4. *P. Edwardsii*; Ovarium mit seinen Anhängen, schwach vergrößert. *Ov* die beiden Ovarien; *M* Aufhängeband derselben; *Ah* Receptaculum ovarum (die zipfelförmige Drüse der Autoren); *Rs* Receptaculum seminis; *U* die Anfänge der Uterusäste. Man erkennt besonders deutlich auf der rechten Seite den Weg, den die reifen Eier zu passiren haben.
5. Dto. Querschnitt durch die vereinigten Ovarien; Vergr. I. 3. *o* Eizellen; *Ke* Keimepithel; *S* bindegewebige Scheidewand zwischen den Ovarien, die eine Fortsetzung der allgemeinen Umhüllung ist.
6. Dto. Uterusstückchen mit sehr jungem Embryo, frisches Präparat, ein wenig gepresst, schwache Vergr. Man sieht die Verdickung der Uteruswand und das durch braune Körnchen gefärbte Epithel der jungen Bruthöhle.
7. *P. torquatus*. Uterusstückchen mit Embryo; Uterus gespalten, die Bruthöhle jedoch uneröffnet; *W* ringförmige Wülste mit Krystalloiden im Epithel der Bruthöhle; *x* bindegewebige Ringleisten der Uteruswand, mit jenen alternirend. Das Epithel des Brutraums ist als geschlossener Sack von der Uteruswand abgelöst.
8. *P. Edwardsii*. Epithel der Bruthöhle (*Ue*) mit jungem Embryo (*E*) frisch aus dem Uterus präparirt.
9. Dto. Uterusstückchen der Länge nach gespalten, mit eröffneter Bruthöhle und sehr jungem Embryo. Allgemeine Buchstabenbezeichnung gültig. Vergr. I. 3.
10. Dto., nach einem Trockenpräparat gezeichnet. Embryo etwas älter.
11. Dto., mit birnförmigem Embryo.
12. Dto. Embryo von der Form eines Pistolschafts. Bruthöhle nur halb geöffnet.
13. Dto. Epithel der Bruthöhle mit pilzförmigem Embryo, in toto aus dem Uterus herauspräparirt; die uterine Placenta (*p*) ist als nicht ganz ringförmige starke Verdickung deutlich zu erkennen.
14. Dto. Uterusstück mit grösstentheils geöffneter Bruthöhle und pilzförmigem Embryo darin.
15. Embryo von Fig. 14 herauspräparirt, bei etwas stärkerer Vergr. von der Ventralseite gesehen; *W* Einwucherungsstelle der inneren Keimblätter; noch kein Mund und After vorhanden.
16. *P. Edw.* Uterusstück halbirt mit älterem Embryo in der Bruthöhle.
17. Dto. Ziemlich gleiches Stadium wie Fig. 16, aber die uterine Placenta sehr deutlich.
18. *P. torquatus*, pilzförmiger Embryo an einem Stückchen Uterusepithel sitzend, *b* derselbe abgeschnitten schräg von unten.

Tafel VI.

- Fig. 19. *P. Edw.* Embryo vom Stadium der Fig. 16 herauspräparirt, von der Ventralseite gesehen, *m* Mund, *a* After.
20. Derselbe Embryo von der Seite gesehen.

- Fig. 21. Idem schräg von der Ventralfläche mit scharfer einseitiger Beleuchtung gesehen, wodurch die Einwucherungsstelle (*W*) deutlich als Einsenkung sichtbar wird.
22. Derselbe Embryo, mit Picrocarmin gefärbt und in Terpentinöl aufgehellt.
23. P. Edw. Embryo von Fig. 16, gefärbt und durchsichtig gemacht von der Dorsalseite; der After scheint durch (*a*), ebenso eine Anzahl Segmenthöhlen.
24. Dto. Embryo mit 3 äusserlich sichtbaren Segmenten von der Seite gesehen.
25. Dto., noch älterer Embryo; man sieht Segmenthöhlen durchschimmern.
26. Dto., mit 11 äusserlich deutlichen Segmenten.
27. Dto., weiter vorgeschrittener Embryo. (Bisher immer die gleiche Vergr.)
28. Dto., noch älterer Embryo, durchsichtig gemacht, um die Segmenthöhlen zu zeigen. (Etwas stärker vergr.)
29. Derselbe Embryo schwächer vergrößert vor der Behandlung mit Terpentin, von der Ventralseite gesehen.
30. Der nämliche Embryo von der Seite gesehen; die Tentakel machen sich als dorsale Vorragungen der Kopfsegmenthälften bemerkbar (*T*). Vergr. wie Fig. 29.
31. P. Edw. Embryo mit 24 äusserlich sichtbaren Segmenten, schräg von der Seite gesehen; die Extremitätenanlagen treten im vorderen Theil des Embryos stärker vor. (Vergr. wie Fig. 28.)
32. Derselbe Embryo; die 3 ersten Segmente schräg von der Ventralseite gesehen.
33. Etwas älterer Embryo, Vorderende vom Rücken gesehen. *x* zwei kleine Papillen von noch unbekannter Bedeutung.
34. Vorderende desselben Embryos von der Ventralseite gesehen; man erkennt im Innern der Mundhöhle die Anlage des Schlundkopfes (*Sch.*); auch die unsegmentirte Verdickung des Ectoderms zur Bildung des Nervensystems.
35. P. torquatus. Embryo von ungefähr demselben Stadium wie Fig. 34, so zusammengerollt, wie er in der Bruthöhle des Uterus lag. Schwache Vergrößerung.

Tafel VII.

- Fig. 36. P. Edwardsii. Embryo vom Stadium Fig. 28, mit lang gezogenem Nabelstrang.
37. Dto. Vorderende eines älteren Embryos, bei dem das erste Extremitätenpaar durch Papillen umwachsen wird; Tentakel und Extremitäten werden scharf abgesetzt und geringelt.
38. Derselbe Embryo, durchsichtig gemacht, von der Ventralseite gesehen; man sieht den Schlundkopf und die unsegmentirte Nervenanlage (*n*).
39. Aehnliches Stadium bei auffallendem Licht, von der Bauchseite gesehen. *z* eine Papille, die sich bei der Ausbildung der Mundorgane beteiligt.

So Oeffnung des Segmentalorgans des II. Extremitätenpaares, spätere in den Mund mündende Drüse.

- Fig. 40. P. Edw. Aelteres Stadium, bei dem das I. Extremitätenpaar schon weiter nach der Mitte und in die Tiefe zur Kieferbildung hereingerückt und mehr umwachsen ist.
41. Dto. Längsschnitt durch das junge Uterusende mit Ei. *V* Verdickung des Uterusepithels. I. 3.
42. Dto. Querschnitt durch das junge normale Uterusende. I. 3.
43. Dto. Querschnitt durch dasselbe Uterusstück, an der Stelle, wo ein Ei sich festsetzt. I. 3.
44. Dto. Ei im Uterus (die Eimembran ist etwas zu dick ausgefallen). Vergr. I. 5.
45. Dto. Man sieht zwei Kerne und die Richtungskörperchen. I. 5.
46. Dto. Die Richtungskörperchen scheinen sich aufzulösen. I. 5.
47. Dto. Jüngster Embryo von 16 Zellen im Uterus (Querschnitt). Ende der eigentlichen Furchung. I. 5.
48. Dto. Querschnitt durch einen Embryo von 32 Zellen (im Uterus liegend); Uterusepithel fast vollständig resorbiert. I. 5.
49. Dto. Das nämliche Stadium, aber anders behandelt; man kann keine Zellgrenzen sehen. I. 5.
50. Dto. Aehnliches Stadium; das Uterusepithel beginnt jedoch nach Bildung einer grossen Bruthöhle sich zu regeneriren, und ausserdem haben sich schon Amnionzellen (*Am*) vom Embryo losgelöst. I. 5.

Tafel VIII.

- Fig. 51. P. Edw. Querschnitt durch den Uterus mit jüngstem festsitzendem Stadium. I. 3.
52. Dto. Ein Stück der vorigen Figur mit dem Embryo. I. 5.
- 53--63. Medianschnitte durch junge festsitzende Embryonen von P. Edwardsii. Vergr. I.
- 53--60. Der Embryo sitzt mit mehr oder weniger weiter Oeffnung dem Uterusepithel an; die Basalzellen sind meist deutlich zu erkennen; im Innern des Embryos öfter ein glänzender Körper, Amnionzellen lösen sich vom Embryo ab. In Fig. 56 hat sich das Uterusepithel abgelöst und contrahirt, sodass es den Embryo eng umgibt; in 59 und 60 hebt sich das Amnion vom Embryo als Membran ab.
- 61--63. Schluss der Embryonalöffnung, gute Ausbildung des Amnions und Beginn der Einwucherung von Zellen in die Embryonalhöhle (62, 63, *W*).

Tafel IX.

- Fig. 64. P. Edw. Nicht ganz medianer Schnitt durch einen Embryo mit seitlich unter demselben vortretender Placenta embryonalis. I. 5.

- Fig. 65. Dto. Birnförmiger Embryo; Medianschnitt, die Embryonalhöhle ist ganz ausgefüllt mit Zellen, die von der Einwucherungsstelle (*W*) her eingedrungen sind; sie setzen sich von den Zellen des Nabelstrangs deutlich ab. I. 5.
66. Dto. Medianschnitt eines birnförmigen Embryos im Querschnitt des Uterus. Uterine und embryonale Placenta, sowie Amnion wohl ausgebildet; der Nabelstrang ist hohl geworden und von Entodermzellen des Embryos ausgekleidet. Uteruswandungen nur in ihren Contouren angegeben. I. 3.
67. Dto. Birnförmiger Embryo im Medianschnitt; die Darmhöhle ist aufgetreten; das Entoderm zieht sich aus dem Nabelstrang zurück. I. 5.
68. Dto. Medianschnitt eines ähnlichen Stadiums, nur deutlicher vom Nabelstrang abgesetzt, mit seinen Hüllen und Placenten; die bindegewebige Uteruswand ist weggelassen. O. 5.
69. Dto. Pistolenschaffförmiger Embryo von Fig. 12, nicht ganz genau im Medianschnitt; der Nabelstrang ist nur tangirt; die Einwucherungsstelle ist nach dem Hinterende verschoben. O. 5.

Tafel X.

- Fig. 70. *P. torquatus*. Medianschnitt eines jungen Embryos, der mit breiter Basis von Basalzellen dem Uterusepithel ansitzt; die Bildung der embryonalen Placenta beginnt; einige Amnionzellen liegen dem Embryo auf. I. 5.
71. Dto. Krystalloiddbüschel aus dem Uterusepithel der Bruthöhle. I. 7. (Imm.)
72. Dto. Embryo von Fig. 18 im Medianschnitt. O. 5.
73. *P. Edw.* Uterine und embryonale Placenta nebst Amnion; Querschnitt von Fig. 17. I. 3.
- 74—77. Dto. Querschnitte von Fig. 15. Vergr. O. 5.
74. Durch die Einwucherungsstelle.
75. Am Hinterrande des Nabelstrangs.
76. Am Vorderrande des Nabelstrangs.
77. Durch die Mundanlage.
- 78—83. Schemata zur Erläuterung der Entstehung der Keimblätter und der Lageverschiebungen der Einwucherungsstelle. Roth = Ectoderm, gelb = Entoderm, schwarz = Mesoderm; blau = indifferente einwuchernde Zellen; grün = indifferente Zellen, die zum Entoderm werden; violett = Zellen des Ectoderms, von denen aus die Einwucherung stattfindet.
78. Einschichtiger, blasenförmiger Keim, an seiner Ansatzstelle an das Uterusepithel durch die Basalzellen geschlossen (cfr. Fig. 61).
79. Birnförmiger Embryo, ausgefüllt mit indifferenten Zellen von der Einwucherungsstelle her, die auch den Nabelstrang ausfüllen (cfr. Fig. 65 u. 66).
80. Dto. nach Auftreten der Darmhöhle; mit Ausnahme der Einwucherungsstelle ist das Entoderm differenziert (cfr. Fig. 67 u. 68).

81. Embryo von Pistolenschaffform; die Einwucherungsstelle ist durch einseitiges Wachstum nach dem Hinterende hin verschoben (cfr. Fig. 69). Durch ungleichmässiges Wachstum der blassroth angedeuteten Parthie wird das
82. pilzförmige Stadium erreicht (cfr. Fig. 14—15, ferner 74—77). Das Mesoderm hat sich von der indifferenten Einwucherungsstelle aus nach vorn differenzirt, in der Mittellinie nur als schwache Lamelle.
83. Dasselbe Stadium von der Bauchfläche gedacht; von der Einwucherungsstelle aus erstreckt sich das Mesoderm nach vorn mit zwei seitlichen Verdickungen, in den vorn die ersten Segmenthöhlen (Kopfhöhlen) aufgetreten sind.

Tafel XI.

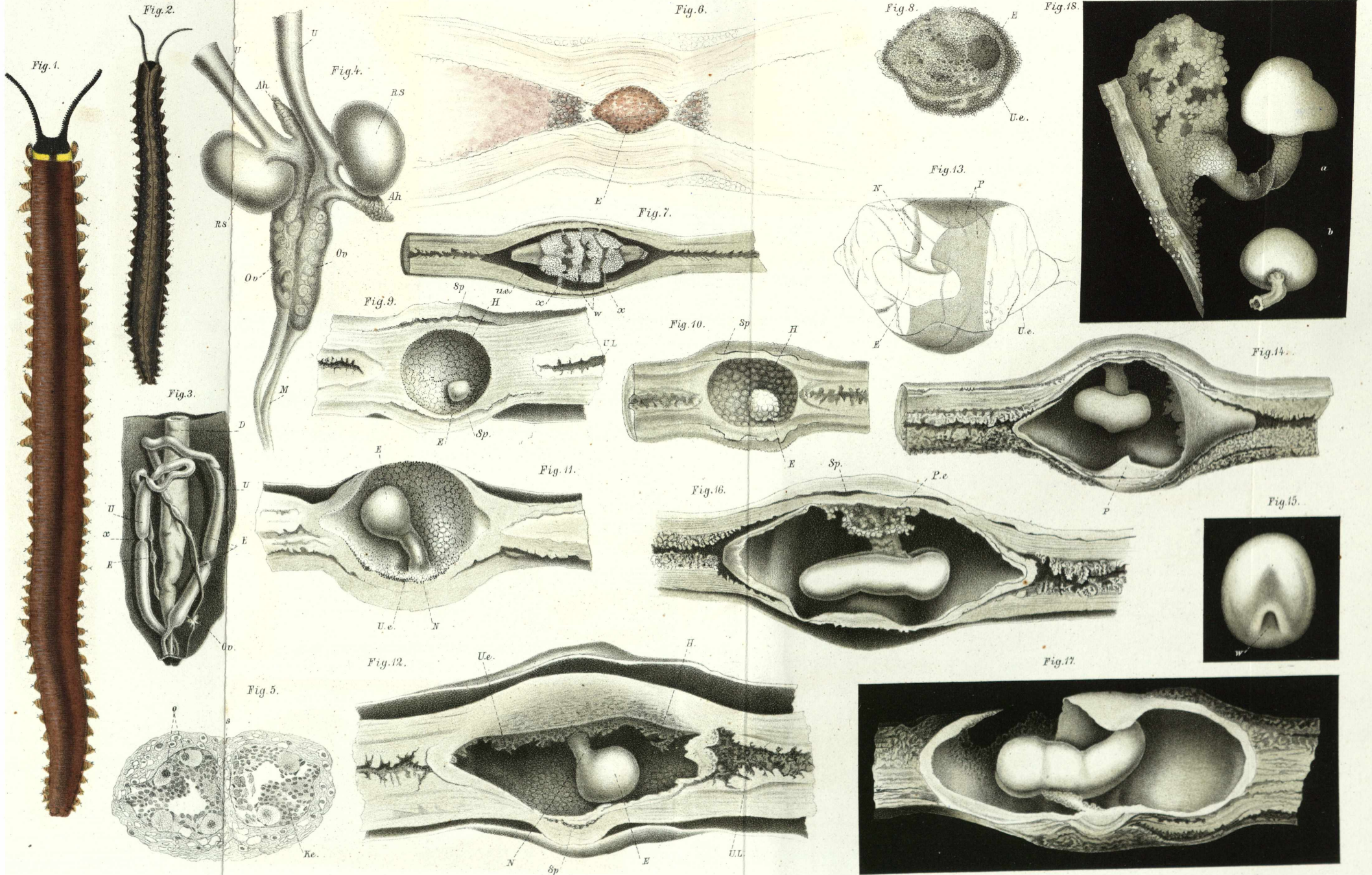
- Fig. 84. P. Edw. Querschnitt durch den Embryo Fig. 19; der Schnitt hat die Afteröffnung getroffen, Andeutung der hintersten Segmenthöhlen (*Sh*). O. 5.
85. Dto. Querschnitt durch den nämlichen Embryo, in der Gegend des Nabelstrangs; die Segmenthöhlen sind deutlich, auf jeder Seite sind Theile von zweien derselben getroffen, da sie sich übereinander schieben. O. 5.
86. Dto. Derselbe Embryo, Querschnitt durch das Kopfsegment vor dem Munde. O. 5.
87. Dto. Embryo vom Stadium Fig. 24. Querschnitt durch den Kopf mit der Mundöffnung; es ist noch kein Schlundkopf gebildet; das Mesoderm der Kopfhöhlen liegt (bei Osmiumbehandlung) dem Ectoderm und Entoderm fest an. Dorsal tiefe Einsenkung zwischen den kugeligen Kopfanschwellungen. O. 5.
88. Dto. Der nämliche Embryo; Schnitt durch den Kopf vor der Mundöffnung, um den präoralen, entodermalen Darm zu demonstrieren. I. 3.
89. Dto. Embryo vom Stadium der Fig. 28. Querschnitt durch den präoralen Kopftheil, um den ectodermalen Schlundkopf (*Sch.*) zu zeigen, welcher den entodermalen Darmblindsack verdrängt hat. I. 3.
90. Dto. Embryo vom Stadium der Fig. 34 oder wenig älter; Querschnitt hinter der Mundöffnung, da wo das I. Rumpsegment (*S₁*) ventral schon das Kopfsegment überdeckt; der ectodermale Schlundkopf ist in seinem hintersten dorsalen Theil noch getroffen (*Sch.*), darüber der dorsale Darmblindsack (*DbL*), welcher durch Einstülpung des Schlundkopfs entstand. Der Darm hebt sich vom Mesoderm und ventral vom Ectoderm ab zur Bildung der definitiven Leibeshöhle (*Lh*), in welcher einzelne abgelöste Mesodermelemente zu sehen sind. I. 3.
91. Dto. Embryo von ein wenig älterem Stadium. Medianer Längsschnitt durch das Vorderende zur Veranschaulichung der Bildung des Schlundkopfs und der definitiven Leibeshöhle; letztere ist viel weiter geworden und enthält nur im dorsalen Theil Mesodermelemente (*B*). *M* ursprünglicher Mund, jetzt Eingang des Schlundkopfs in den Darm, *M₁* secun-

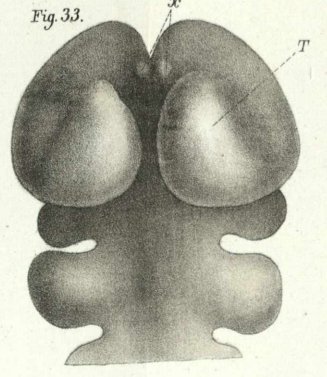
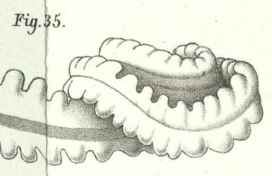
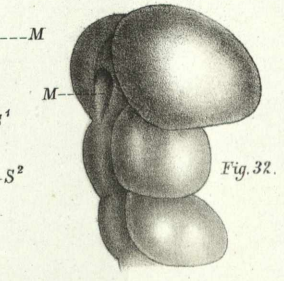
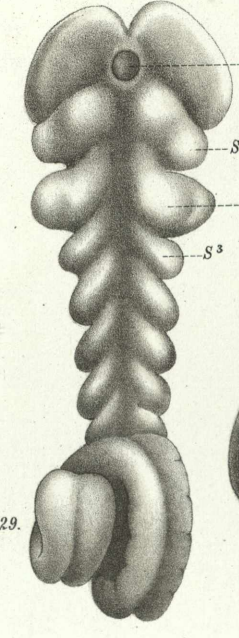
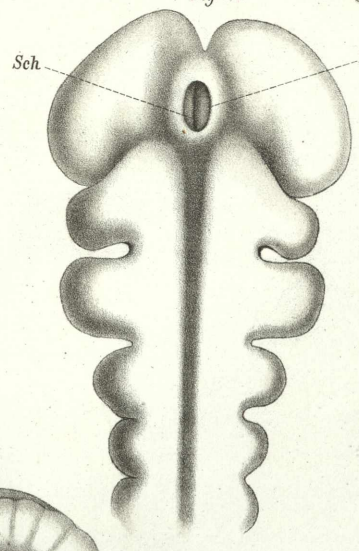
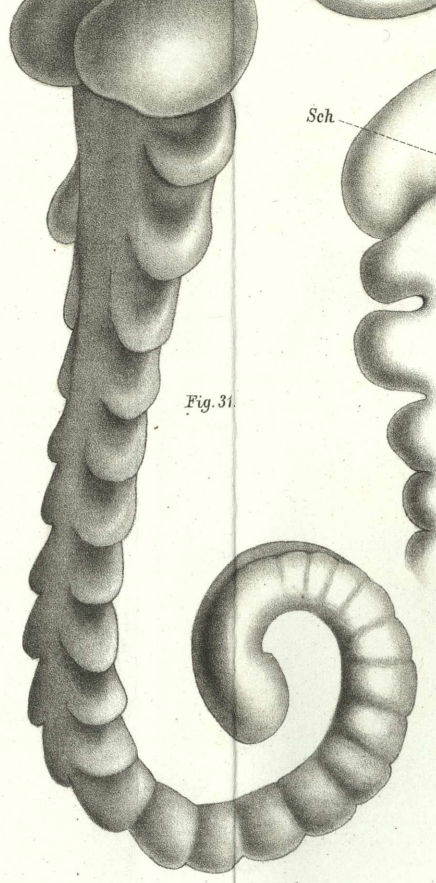
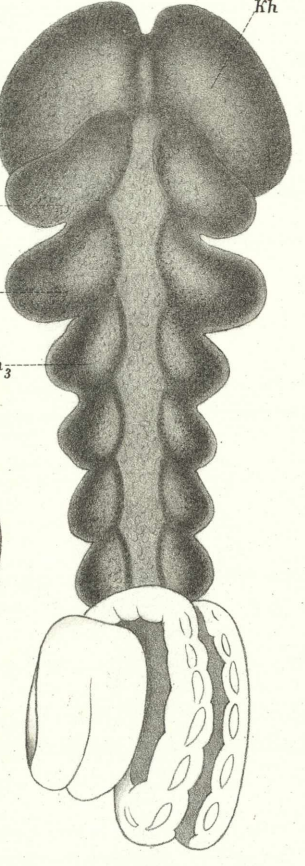
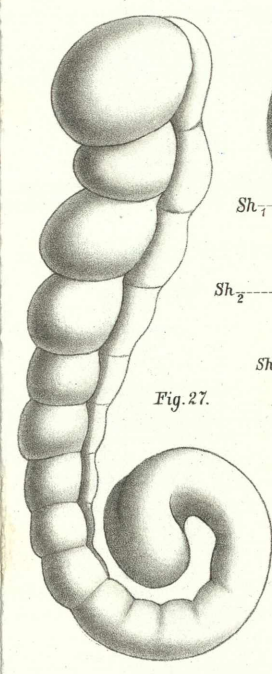
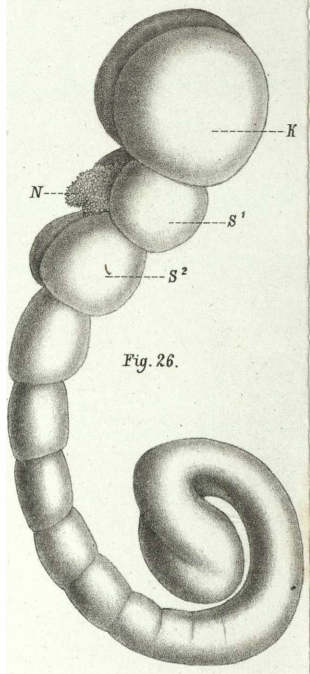
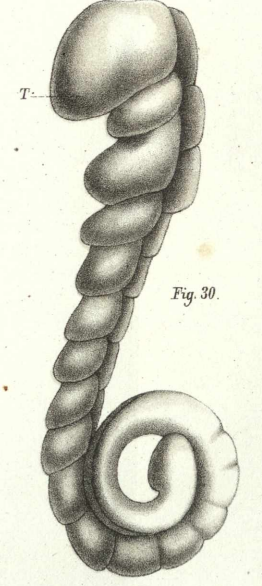
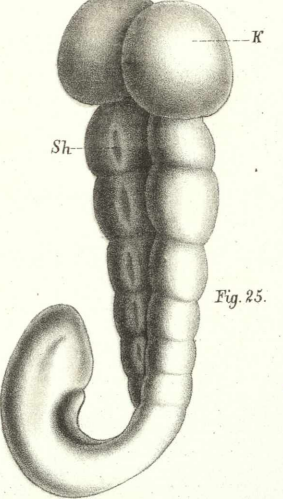
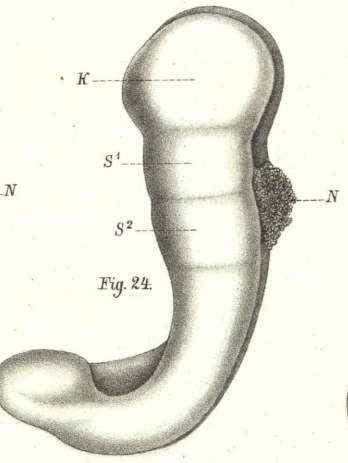
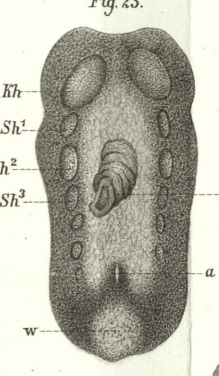
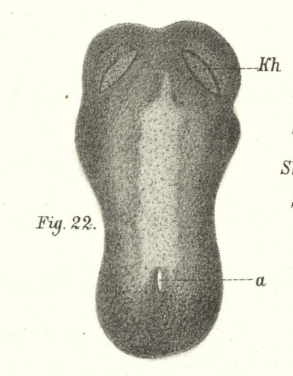
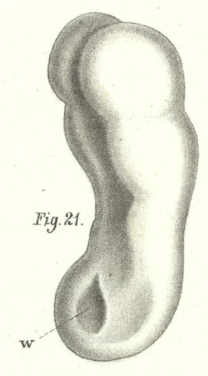
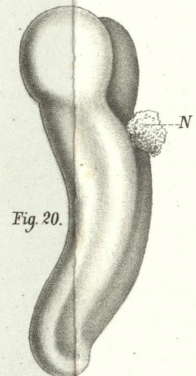
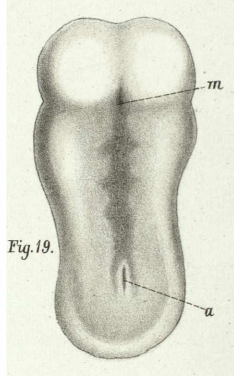
däre Mundöffnung, *Dbl* Darmblindsack über dem Schlundkopf, *Ne* vordere Commissur des Nervensystems. I. 3. -

- Fig. 92. P. Edw. Embryo vom Stadium der Fig. 90. Querschnitt durch das I. Rumpfsegment unmittelbar vor dem Ansatz des Nabelstrangs, dessen Narbe dorsal zu sehen ist; die Bildung der definitiven Leibeshöhle beginnt (*Lh*), ebenso die Verdickung des Ectoderms zum Nervensystem (*N*) und Wucherungen in der mesodermalen Wand der Segmenthöhlen (*Mes.*) zur Herstellung von canalartigen Hohlräumen. I. 3.
93. Dto. Embryo von Fig. 31. Querschnitt durch die Stelle des Hinterendes, wo sich der primäre After (*a*) durch Verlöthung seiner Ränder schliesst. O. 5.
94. Dto. Derselbe Embryo; Querschnitt einige Schnitte weiter vorn; Erhebung des Ectoderms zur Bildung des definitiven Afteres *a*₁. O. 5.
95. Dto. Derselbe Embryo; Querschnitt noch weiter vorn; der ectodermale Enddarm liegt als geschlossenes Rohr unter dem entodermalen Darm. Einige Schnitte weiter nach vorn endigt er noch blind. O. 5.
96. Dto. Etwas jüngerer Embryo. Querschnitt nahe dem Hinterende zur Darstellung der normalen Verhältnisse der Keimblätter und Mesodermhöhlen. O. 5.

Nachtrag.

Aus Verschen wurde auf pag. 191 in der Anmerkung vergessen, zu bemerken, dass auch Metschnikoff mehrfach schon die Gastrulabildung durch Einstülpung als secundären und abgekürzten Vorgang dargestellt hat. Ferner möge zu pag. 220 nachgetragen werden, dass Repiachoff im „Zool. Anzeiger No. 131, 1883“ auf Grund von Ansichten Metschnikoffs, die derselbe in seinen „Entwicklungsgeschichtlichen Beiträgen“ (*Mél. biol. Bull. Acad. Pét. 1868 u. 1869*) ausspricht, den Säugethierkeim als ungeschlechtlich durch Knospung von einer rudimentären geschlechtlich erzeugten Person gebildetes Individuum ansieht, was des Näheren in den citirten Abhandlungen nachgesehen werden wolle.





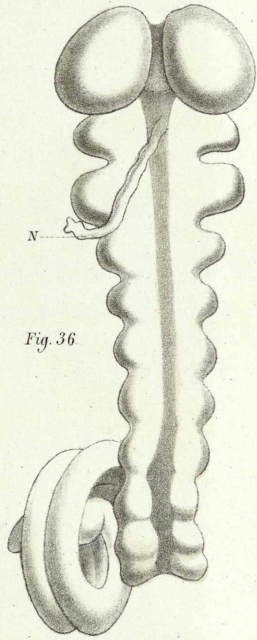


Fig. 36

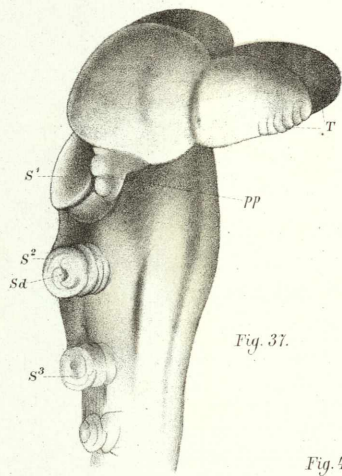


Fig. 37

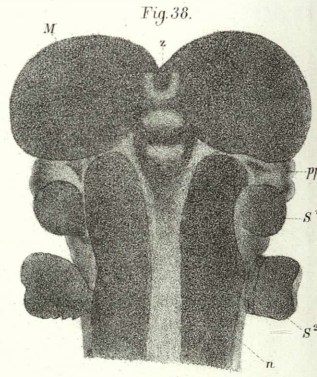


Fig. 38

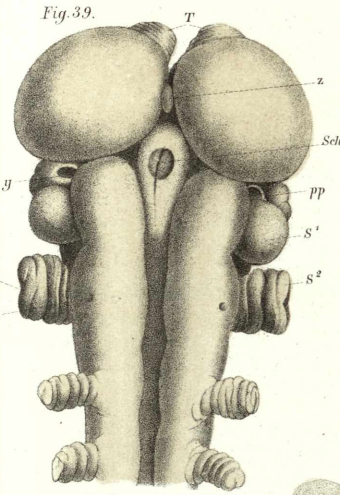


Fig. 39

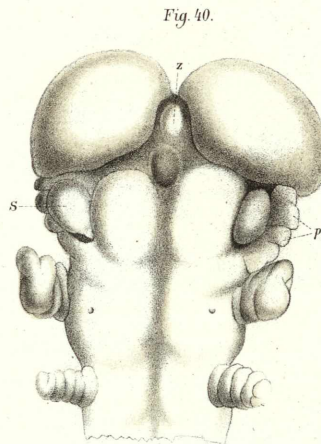


Fig. 40

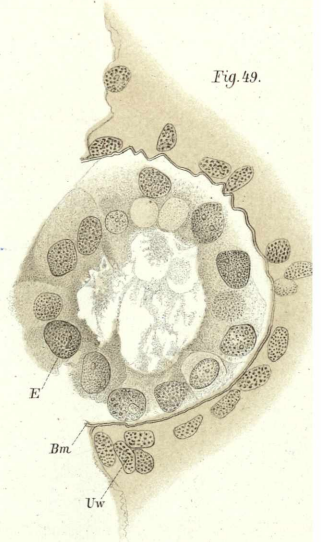


Fig. 49

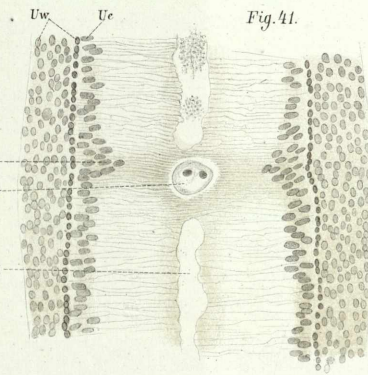


Fig. 41

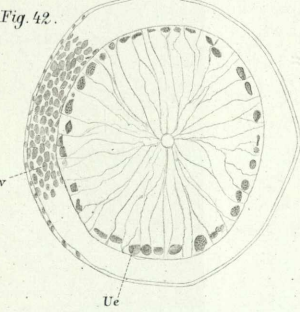


Fig. 42

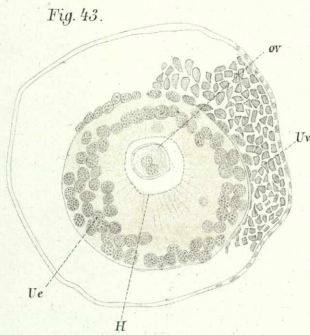


Fig. 43

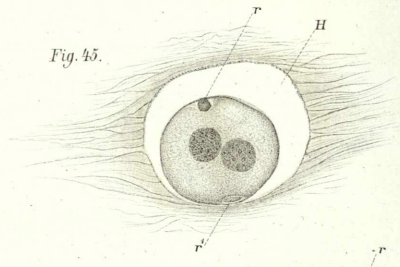


Fig. 45

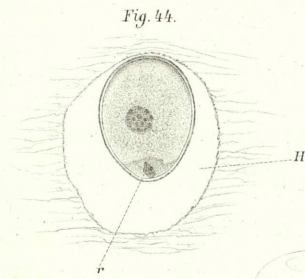


Fig. 44

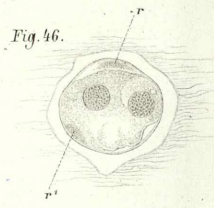


Fig. 46

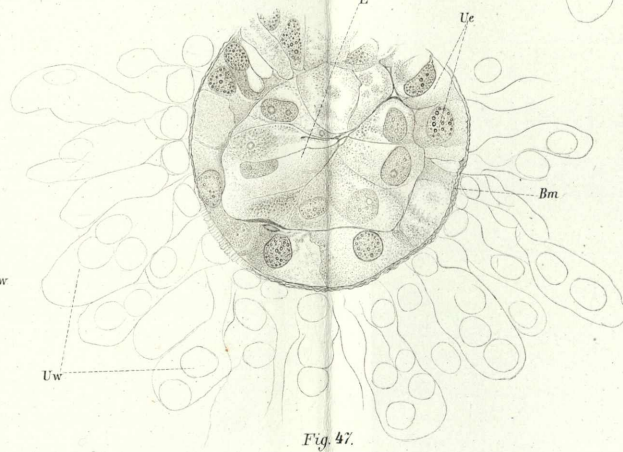


Fig. 47

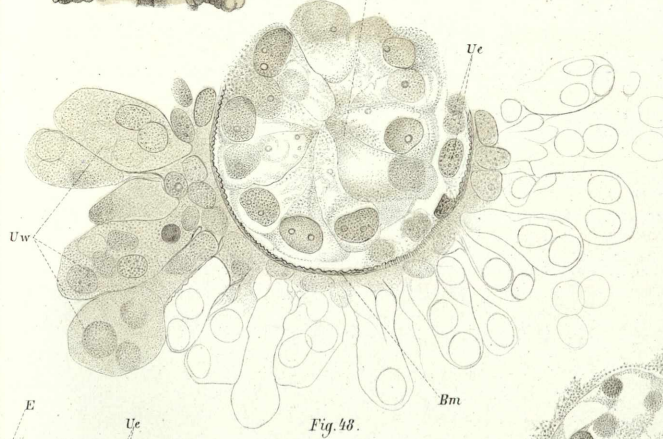


Fig. 48

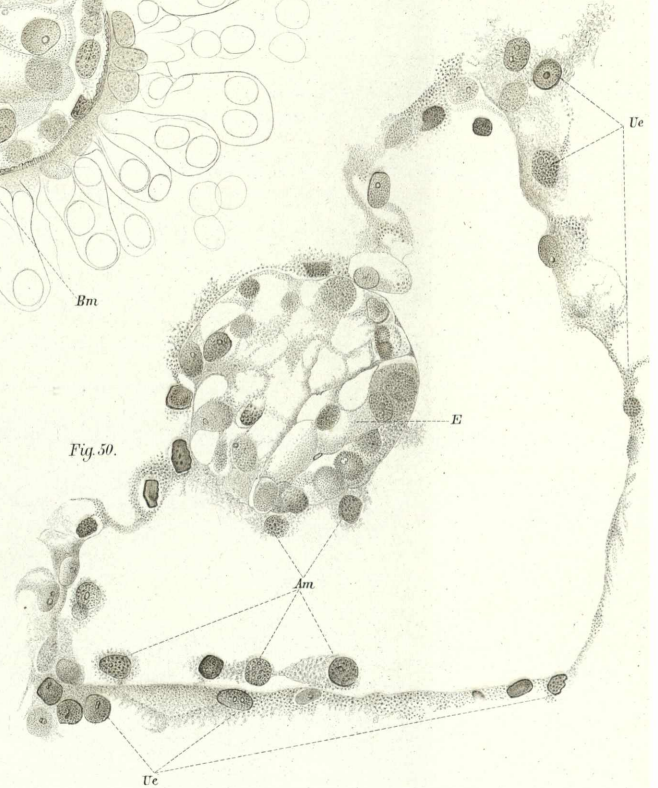


Fig. 50

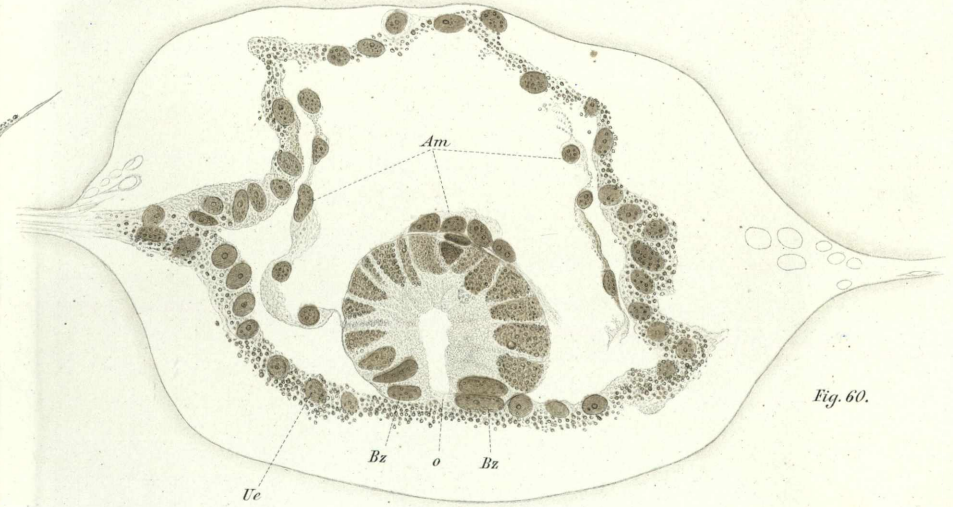
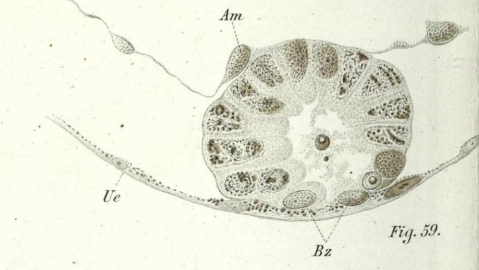
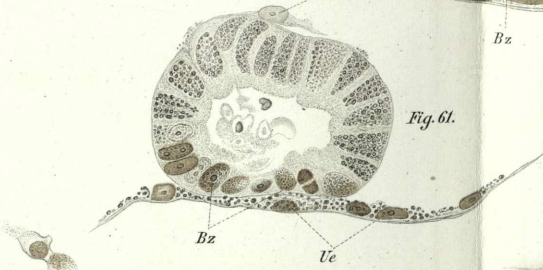
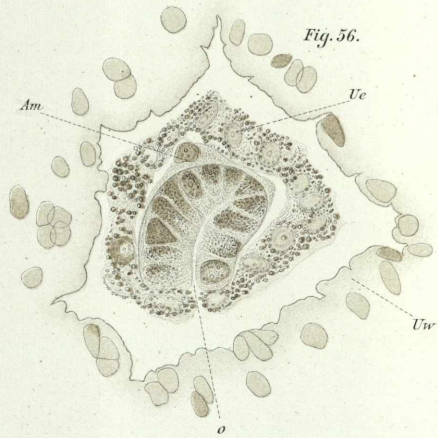
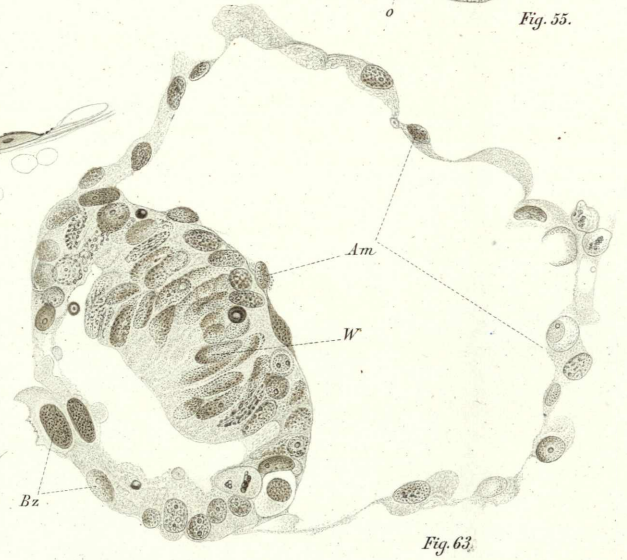
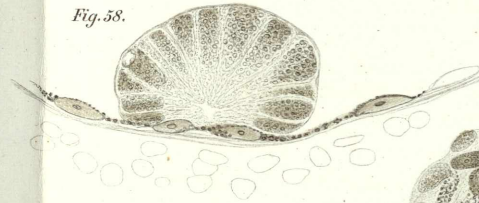
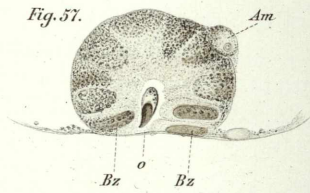
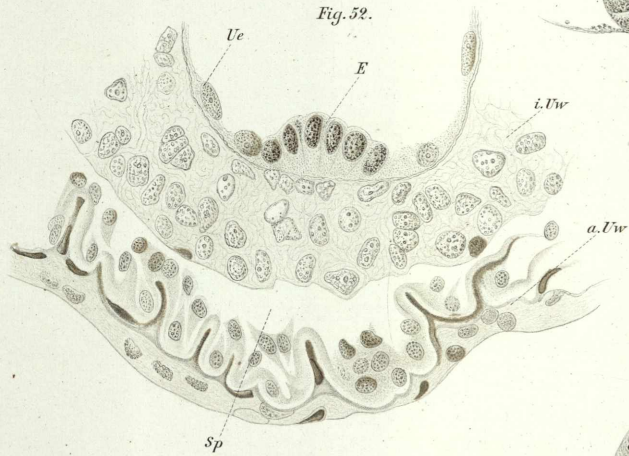
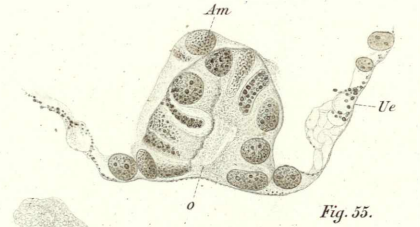
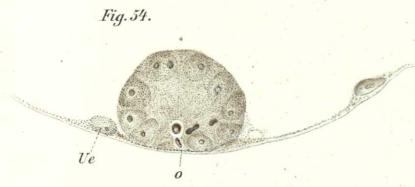
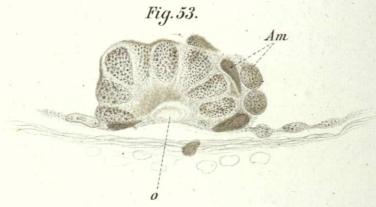
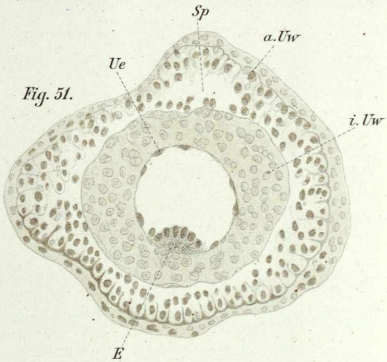


Fig. 64.

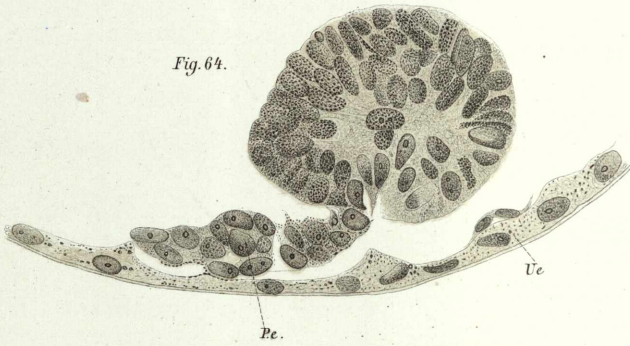


Fig. 65.

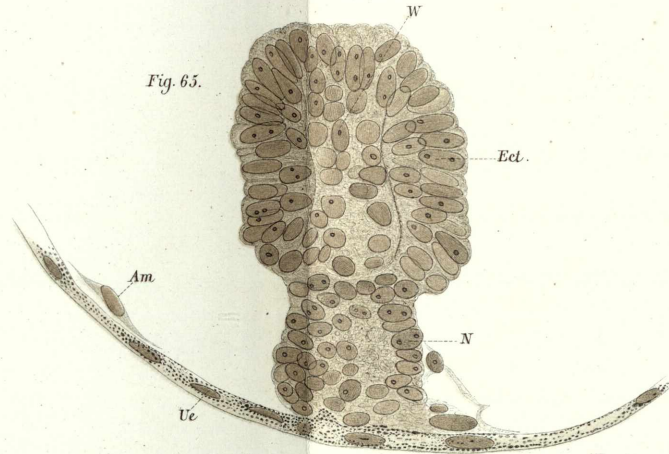


Fig. 66.

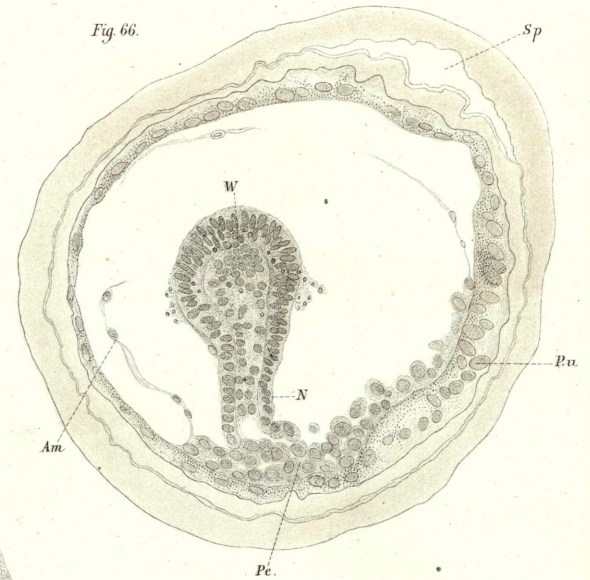


Fig. 68.



Fig. 67.

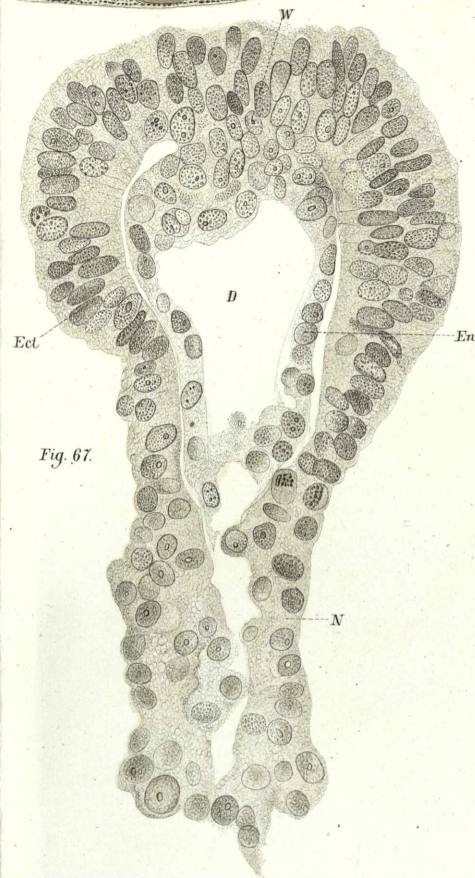
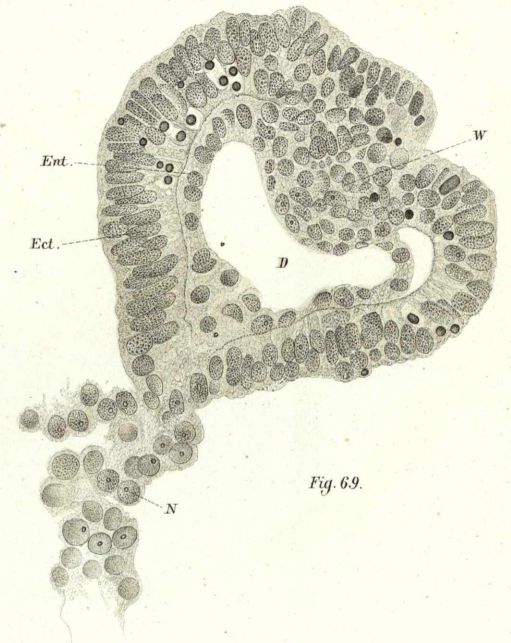
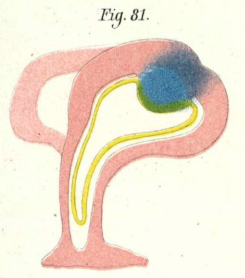
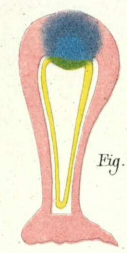
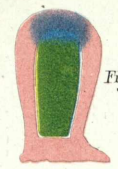
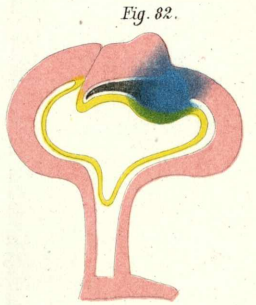
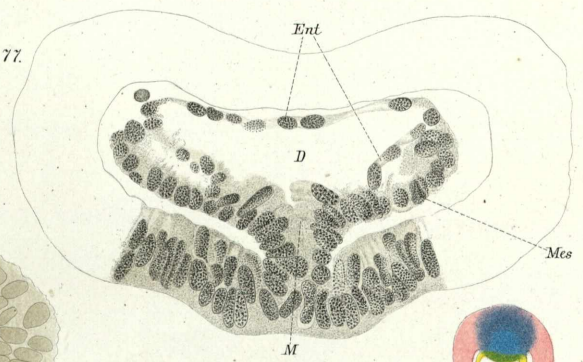
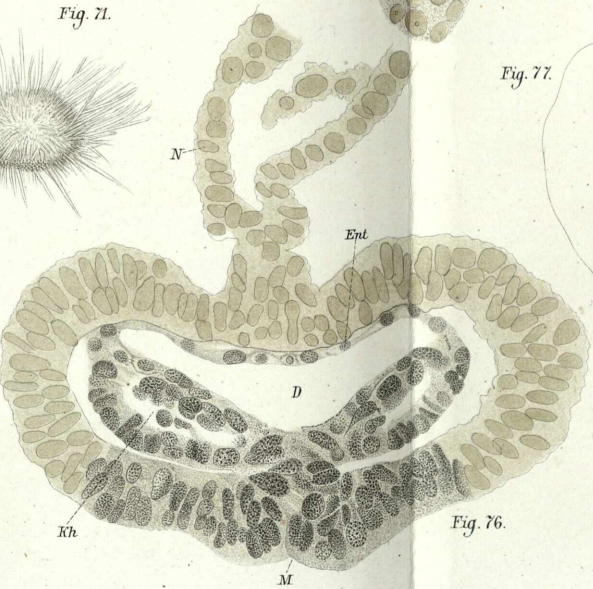
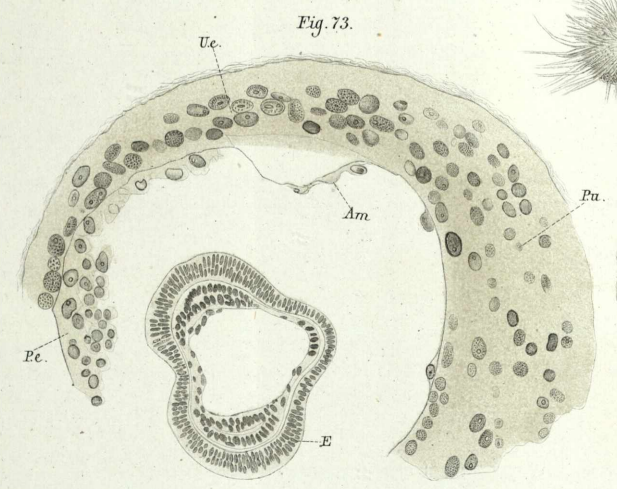
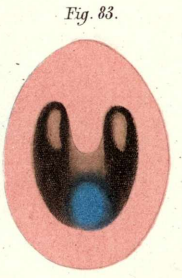
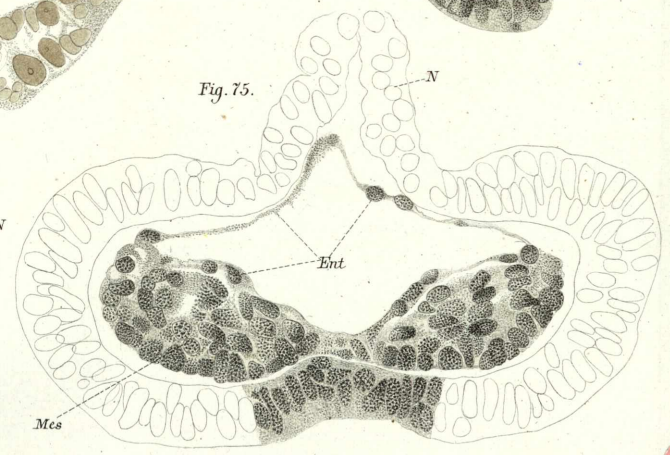
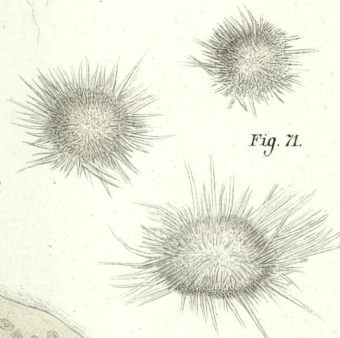
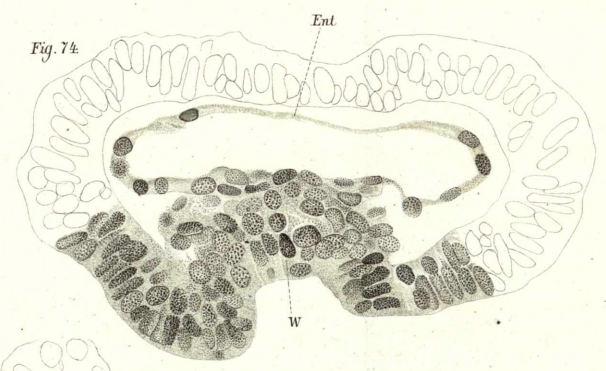
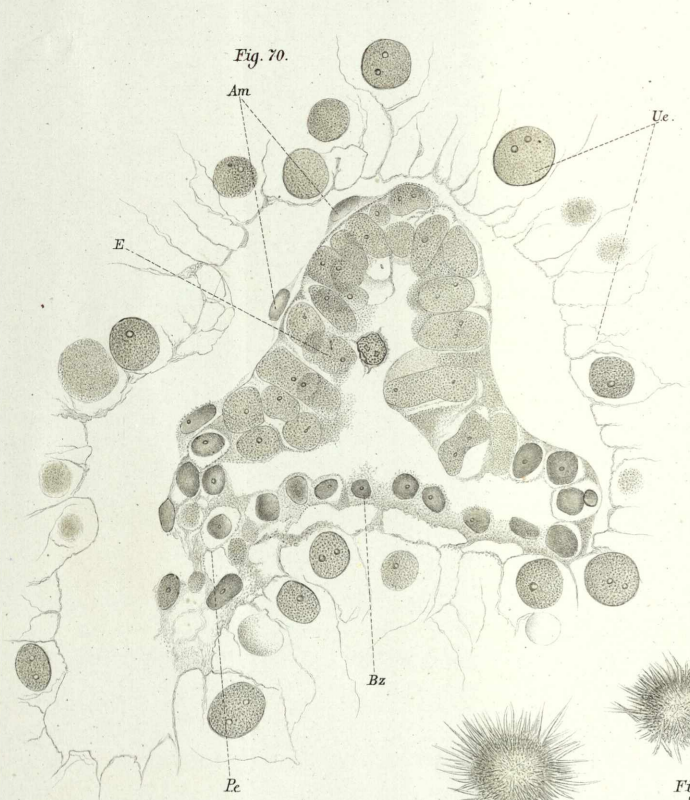


Fig. 69.





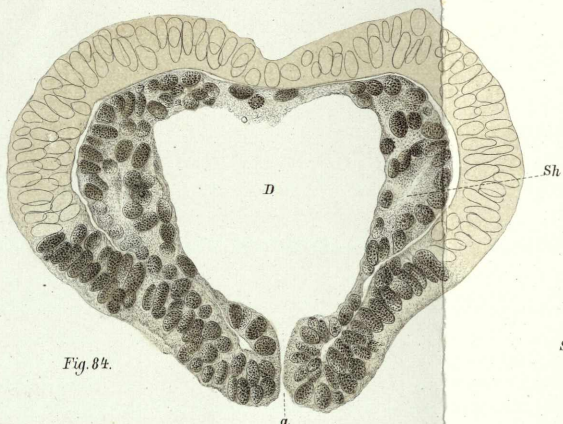


Fig. 84.

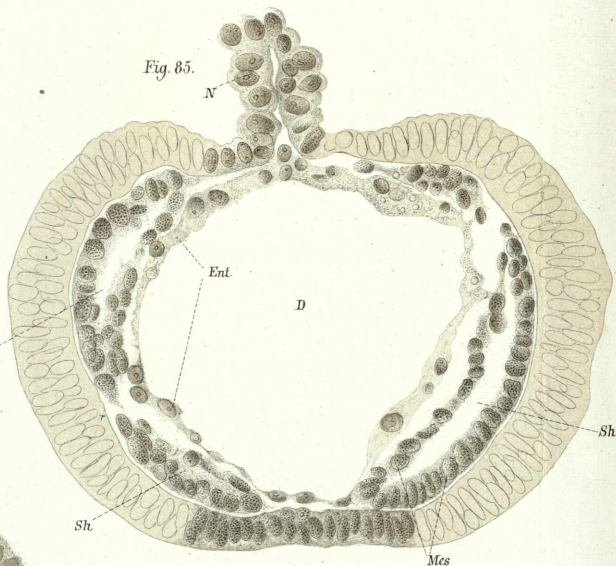


Fig. 85.

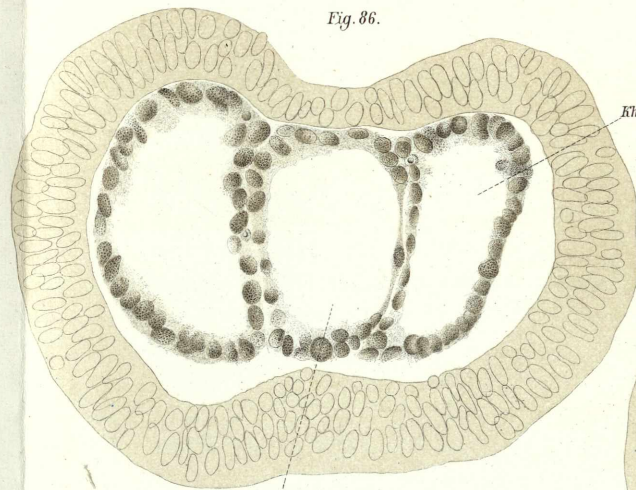


Fig. 86.

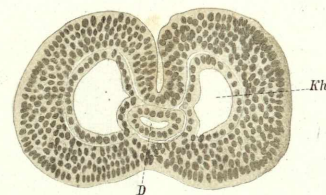


Fig. 88.

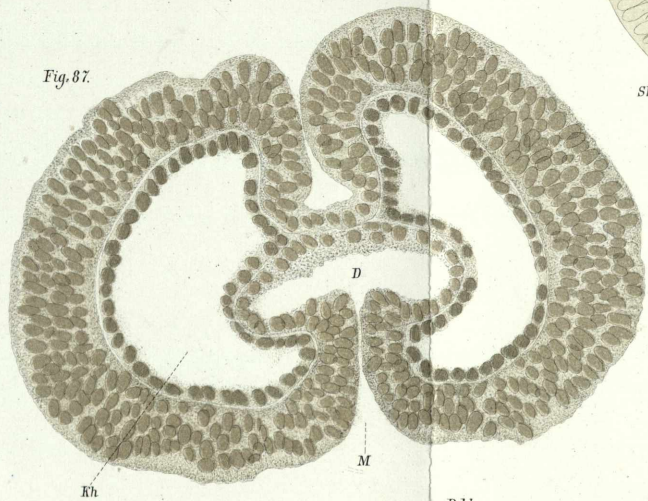


Fig. 87.

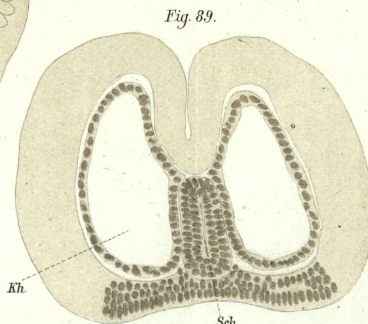


Fig. 89.

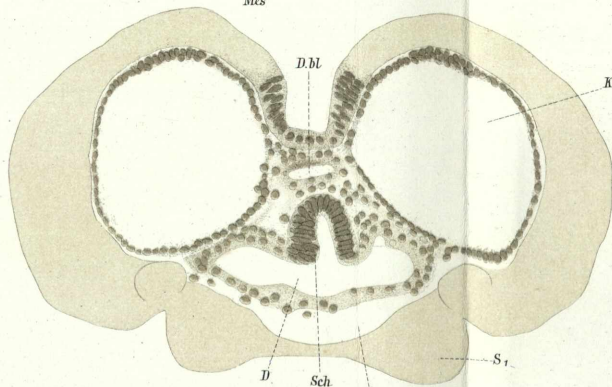


Fig. 90.

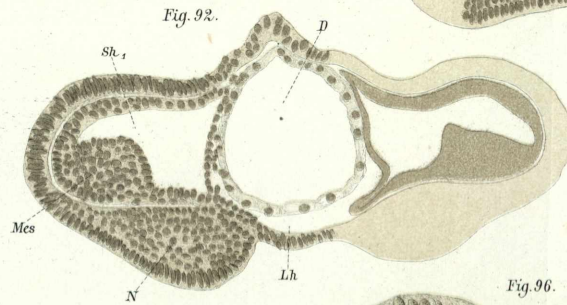


Fig. 92.

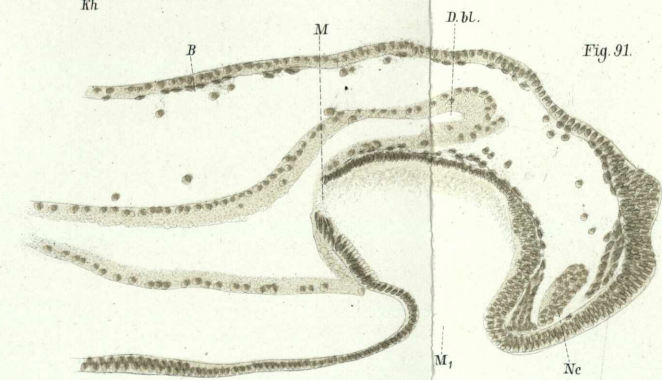


Fig. 91.

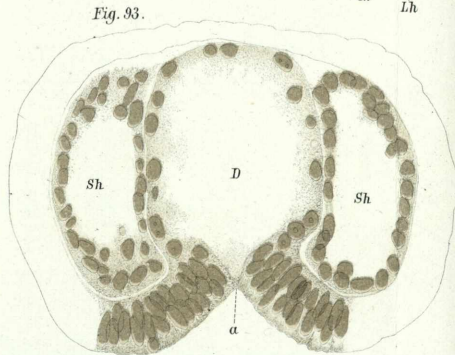


Fig. 93.

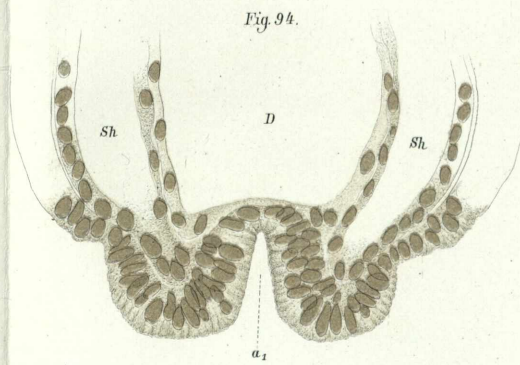


Fig. 94.

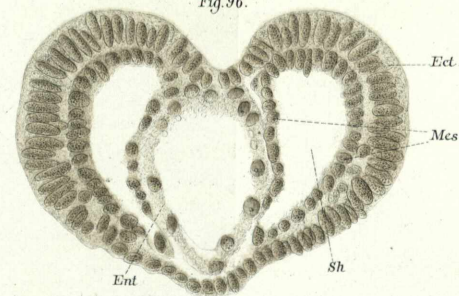


Fig. 96.

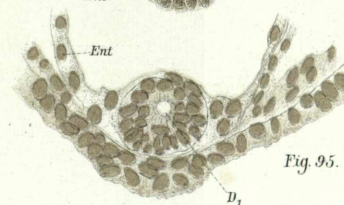


Fig. 95.