

III.

Studien über Räderthiere.

III. Zur Entwicklungsgeschichte der Räderthiere nebst Bemerkungen über ihre Anatomie und Biologie¹.

Von

Dr. Carl Zelinka,
Privatdocenten an der Universität Graz.

Mit Tafel I—VI und 6 Holzschnitten.

Vorliegende Arbeit wurde im Zoologischen Institute der Universität Graz ausgeführt. Sie entstand in dem Wunsche, die noch von einigen Seiten angezweifelten Beziehungen der Räderthiere zu den Larven der Anneliden zu klären. Ich hoffe, dass dies geglückt ist. Dabei ging anatomische Forschung an den zur embryologischen Untersuchung gewählten Rotatorien Hand in Hand mit biologischen Studien. Demnach gliedert sich diese Arbeit in vier Abtheilungen:

- I. Anatomischer Theil.
- II. Biologischer Theil.
- III. Entwicklungsgeschichtlicher Theil (A. Callidina. B. Melicerta).
- IV. Theoretischer Theil.

Die Untersuchungen wurden durch die liebenswürdigst gestattete Benutzung der Privatbibliothek des Herrn Professor Dr. Ludwig v. Graff wesentlich gefördert. Herrn Professor v. Graff sage ich desshalb hiermit meinen besonderen Dank für diese Freundlichkeit. Herr Professor Dr. Yves Delages in Paris hatte die Güte, mir bei der Erlangung von Abhandlungen französischen Ursprunges, welche ich auf dem Wege der Bibliotheken nicht erhalten konnte, behilflich zu sein, wofür ich ihm ebenfalls den besten Dank ausdrücke.

Graz, am 4. Mai 1894.

¹ Siehe: Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XLIV, p. 396; Bd. XLVIII. p. 353.

I. Anatomischer Theil.

Zur eingehenden Untersuchung gelangte eine Form, welche ich für dieselbe halten möchte, die PLATE¹ als *Callidina magna* bezeichnet hat, wenn nicht in einzelnen Punkten so bedeutende Differenzen sich zeigten, welche nicht in der Art der Beobachtung ihre Ursache haben können, da sie kaum zu übersehende Verhältnisse des Baues betreffen. Ich nenne diese Form *Callidina russeola*, wegen der Farbe des Darmes. Eine zweite Species, welche der *Callidina magna* ebenfalls sehr nahe verwandt ist, und gleichfalls untersucht wurde, nenne ich *Call. lutea*. *Callidina magna* hat nach PLATE einen bräunlich röthlichen, meine Form einen gelblich ziegelrothen Darm, während mein zweites Untersuchungsobjekt durch seinen grünlich chromgelben Mitteldarm hervorsteht. PLATE ist der Meinung, dass einer systematischen Revision der Rotatorien dadurch am meisten vorgearbeitet werden könne, dass man die alten Species mit ungenügenden Diagnosen vollständig ignorire und nach neuen zuverlässigen Kriterien suche.

Die Systematik der Callidinen gehört zu den schwierigsten Kapiteln der Rädertiersystematik. Die Gleichförmigkeit ihrer äußeren Erscheinung erfordert ein besonderes genaues Studium aller Merkmale. Jeder, der sich daran gemacht hat, die Callidinen systematisch zu bearbeiten, wird erfahren haben, wie schwierig es ist, leicht bemerkbare charakteristische Unterschiede zu entdecken, und wie oft die schon aufgestellten Diagnosen wieder geändert werden müssen, wenn eine noch nicht einbezogene neue Art hinzukommt. Ohne übersichtliche Kenntniss einer größeren Formenreihe ist es daher undurchführbar, Kriterien von bleibendem Werthe aufzustellen.

Ich habe seiner Zeit versucht die mir zur Bestimmung am wichtigsten erscheinenden Merkmale in der Speciesdiagnose von *Call. symbiotica* und *Leitgebii* zusammenzufassen. Die seither gemachten Erfahrungen bestärken mich darin, dass es nicht genügt, einige beliebige Merkmale, wie es oft geschah, herauszugreifen. Nach meinem Dafürhalten sollten zur sicheren Bestimmung einer Species der hier in Frage kommenden Gattung, wofern es die Umstände gestatten, festgestellt werden:

1) Maximallänge, 2) Verhältnis von Länge und Breite beim Kriechen und beim Rädern, 3) Form des Räderorgans und der Oberlippe, 4) Farbe des Darmes, eventuell auch der Haut, 5) Beschaffenheit der Haut (ob

¹ L. PLATE, Über die Rotatorienfauna des bottnischen Meerbusens etc. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XLIX. p. 1—42. 1889. Taf. I.

stachelig, warzig, körnig etc.), 6) Form und Größe der Kiefer und ihre Lage im Körper beim Strecken, 7) Zahl der Zähne, 8) Form des Fußes, der Zangen, deren Abstand und Größe, Form des Endgliedes, 9) Form des Rüssels, 10) Lage der Genitalorgane, 11) Anzahl der Flimmerlappen.

Von diesen Kriterien wird sich das eine oder andere zwischen nahen Verwandten als weniger maßgebend erweisen; als immer zum Ziele führend sind aber Bestimmungen der Form des Fußes und der Zangen, deren absolute Länge und deren Neigung zum betreffenden Fußgliede sowie vor Allem die Form und Größe der Kiefer anzusehen. Ich habe unter allen Callidinenformen, deren Zahl eine ziemlich große ist, nicht zwei mit vollkommen gleichem Fuße oder Kiefern angetroffen. Da die Länge und Breite der Kiefer im fertigen Embryo, wie wir sehen werden, genau so groß ist wie im ausgewachsenen Thiere, würde für eine Speciesbestimmung sogar eventuell die Angabe dieser Maße genügen.

In zweiter Linie sind Maximallänge, Farbe des Darmes in Betracht zu ziehen, und erst in dritter die Anzahl der Zähne etc.

Dass die Zahnformeln bei den einzelnen Species variiren, die Zahnzahl gewissermaßen um eine Durchschnittszahl schwankt, habe ich schon bei *Callidina symbiotica* angegeben, wo der dritte Zahn oft undeutlich ist. Seither habe ich sogar Thiere dieser Species mit der Zahnformel $\frac{3}{3}$ und $\frac{4}{4}$ gefunden. Die Anzahl der Zähne ist daher nur

innerhalb gewisser Grenzen für die Species maßgebend. Was nun die alten EHRENBURG'schen Species anbelangt, so sind sie folgende: *Call. rediviva*, *scarlatina*, *hexaodon*, *octodon*, *alpium*, *tetraodon*, *triodon*, *elegans*. Von diesen habe ich alle bis auf *elegans* und *triodon* wieder gefunden. *Tetraodon* und *triodon* sind in Folge der Unsicherheit der Zahnformeln nicht aus einander zu halten, da der einzige, von EHRENBURG gegebene Unterschied in der Zahnformel liegt, *triodon* hat also zu entfallen. Die anderen bekannten Species sind *bidens* Gosse, *bihamata* Gosse, *pigra* Gosse, *parasitica* Giglioli, *cornuta* Perty, *elegans* var. *roseola* Perty, *aculeata* Milne, *quadricornifera* Milne, *socialis* Kellicot, *constricta* Dujardin. Von diesen erweisen sich, wie ich bei einer anderen Gelegenheit aus einander setzen werde, *bihamata* Gosse, *cornuta* Perty, *elegans* var. *roseola* Perty als zu ungenügend beschrieben, um wieder erkannt zu werden. Das einzige Charakteristikum für *bihamata* ist dasselbe wie für *cornuta* Perty, und gilt auch eben so für *Callidina constricta* und einige andere Species. *Call. pigra* dürfte dieselbe Form sein wie

die *Call. elegans* Ehrenb., während *Call. bidens* der *Call. alpium* Ehrenb. synonym ist, welche Form durchaus nicht alpin ist. Hinreichend gestützt scheinen als Species nur *Call. socialis* Kell., *aculeata* Milne, *quadricornifera* Milne, *parasitica* Gigl., *constricta* Dujard. zu sein. Mit keiner dieser Arten ist die *Callidina magna* Plate, *Call. russeola* oder *Call. lutea* zu vergleichen, welche also als neue Species anzusehen sind. Die Speciesdiagnose wird sich aus der späteren Beschreibung ergeben. Da PLATE's Angaben über die Anatomie zum Theil nicht mit meinen übereinstimmen oder einer Ergänzung bedürfen, werde ich vor Allem die der *Call. magna* am nächsten stehende *russeola* zum Objekte meiner Beschreibung machen.

Die größte Länge des gestreckten Körpers ermittelte ich mit 0,5 mm, der mehr plumpe Körper zeigt an der Stelle, wo beim Kriechen in ausgestreckter Lage der Pharynx liegt, das ist am 6. und 7. Segment, eine Verdickung, verschmälert sich im 8. Glied bedeutend und wächst dann stetig an Breite bis zum vorletzten Rumpfgliede, welches das breiteste am Körper ist; von hier verjüngt sich der Körper rasch im Analgliede. Der Schwanz ist dreigliedrig (inclusive des selten vorgestreckten Endgliedes). Die Seiten des Rumpfes sind wie bei *Call. symbiotica* mit acht Längsfalten jederseits versehen.

Das Räderorgan muss als groß bezeichnet werden. Die Stiele der Halbkugeln stehen weit aus einander und lassen die letzteren nahezu ganz über den Seitenrand des Körpers hinausragen.

Die Oberlippe ist ein quer ausgezogenes gleichschenkeliges niedriges Trapez mit welligem oberem Rande, ohne Einschnitte oder ein anderes Merkmal. Bei ausgestrecktem Räderorgan ist Schwanz und Rüssel eingezogen. Der Körper ist dann verkürzt und stellt einen allmählich erweiterten, hinten sanft abgerundeten Sack dar. Das Räderorgan wird unter dem Mikroskop selten entfaltet.

Wenn wir noch hinzufügen, dass die hyalinen Schutzmembranen des Rüssels als zwei Scheibchen links und rechts hervorstehen, und dass die Zangen des Schwanzes an ihrer Basis weit von einander entspringen, so hätten wir das Wichtigste über die äußere Erscheinung, was schon bei flüchtiger Betrachtung erkannt wird, gesagt. Die Farbe des Darmes ist ein gelbliches Ziegelroth, die Haut zeigt nur an den Quermuskeln einen Stich ins Röthliche, die inneren Organe mit Ausnahme des Darmes sind schwach gelblich roth, was namentlich an den Genitaldrüsen hervortritt.

Was die Struktur der Haut anbelangt, giebt PLATE an, dass sie überall mit Ausnahme der vordersten und hintersten Scheinsegmente eine deutliche individuell verschieden starke Punktirung zeige, und

dass die Punkte der Cuticula nicht aufliegen, sondern in ihr ihren Sitz haben. Granulirung ist an der Haut der Callidinen allgemein verbreitet. Ich wies sie bei *Call. symbiotica* als kleine Höckerchen der Cuticulaoberfläche nach. Mit der Größe des Körpers wächst auch im Allgemeinen die Stärke dieser Höckerchen, so dass Formen wie *Call. russeola* und *lutea* eine leicht erkennbare Körnelung besitzen. Am auffallendsten ist sie bei *Call. scarlatina* Ehr., wo die Granula an den mittleren Scheinsegmenten, welche bei der Kontraktion die Hülle für den Körper bilden, so grob sind, dass sie wie Butzenscheiben aussehen. Hier ist es leicht, ihre Beziehung zur Oberfläche der Haut festzustellen. Auch bei meinen der *Call. magna* Plate nahe stehenden Thieren liegen die Körnchen bestimmt nicht in der Cuticula sondern an der Oberfläche, das heißt, die Haut zeigt nach außen vorspringende Partien. Ohne Weiteres ist dies an den Schwanzsegmenten, namentlich an den »Zangen« zu sehen, wo die Gewinnung eines reinen optischen Durchschnittes keine Schwierigkeiten bereitet. PLATE zeichnet auch in seiner Fig. 4 die Körnchen an der Oberfläche, in Fig. 5 aber als Flecke in der Cuticula, welche selbst ganz glatte Außenseite haben soll. Ich habe mir, indem ich die Haut an meinen Querschnittserien studirte, Gewissheit verschafft, dass bei meinen Exemplaren der *Call. russeola* solche intracuticuläre Knötchen nicht vorkommen, sondern vielmehr die Sache sich so verhält, dass die ganze Cuticula kleine dicht stehende Ausbuchtungen besitzt, welche an den Zehen besonders groß sind. Zwischen je zwei Ausbuchtungen sieht man bei engem Stande der Granula scheinbar eine Einbuchtung, so dass die Cuticula einen zickzackartigen optischen Längsschnitt zeigt (Fig. 445). Bei optischen Längsschnitten der Haut scheinen jedoch immer die etwas höher und tiefer liegenden Granula hindurch und kommen, da die Haut gekrümmt ist, gerade in die eingestellten Grenzen der Cuticula zu liegen, worauf ich die Angabe PLATE'S zurückführe, zumal es in Folge der reichen Faltung der Haut nicht leicht ist, am Rumpfe klare optische Längsschnitte zu erhalten. Vielleicht ist es nicht ohne Interesse, dass unsere Callidina auch, was die Hypodermis anbelangt, eine tiefere Erkenntnis vermittelt. Es ließ sich nämlich feststellen, dass die Kerne der Hypodermis gesetzmäßig und nicht regellos vertheilt sind. Zwischen je zwei Quermuskeln ist eine Querreihe von Kernen zu finden, welche so liegen, dass jedem Muskelsegment ein Kern entspricht. Wo die Quermuskeln unterbrochen sind (wie z. B. der 7. in Fig. 408), ist das betreffende Stück der Haut mit zwei Reihen von hinter einander liegenden Kernen versehen. Die Kerne bilden auch Längsreihen, welche mit den entsprechenden Segmenten der einzelnen

Quermuskeln in der Lage übereinstimmen. Die Medianlinie des Thieres ist dorsal durch einen Trennungstreifen der Muskelsegmente gegeben. Nimmt man das rechts davon liegende Segment, z. B. des Muskels 3, so würde auf dasselbe, wenn man nach hinten weiter schreitet, ein Hypodermiskern folgen, sodann käme das entsprechende Segment des Muskels 4, darauf wieder ein Kern u. s. f. Diese Anordnung ist eine aus der embryonalen Entwicklung überkommene, wie Fig. 130 zeigt und wie später noch dargestellt werden wird, indem jene Zellen, welche die Muskelsegmente liefern, und die Hautzellen in Reihen geordnet sind.

Die Beziehungen des Räderorgans zur Mundöffnung, die Anordnung der Wimpern beider Kränze, die Theorie der Radbewegung und Nahrungsaufnahme habe ich schon bei *Callid. symbiotica* dargelegt und kann mich, da Unterschiede, außer den durch Speciescharaktere bedingten nicht vorkommen, begnügen, darauf hinzuweisen. Die Mundröhre ist aus großen, in der ventralen Ansicht unregelmäßig an einander stoßenden (Fig. 144 *Schl*) im Querschnitte mantelförmig angeordneten Zellen aufgebaut. Das Lumen flimmert. An seinem Übergange in den Schlundkopf besitzt ihre Wandung einen abweichenden Bau, der sich auf die vordere Wand des Schlundkopfes selbst erstreckt. Es erscheinen am todten Thiere in diesen, wie ich bemerke, verdickten Wandtheilen schräge Streifen, welche schief zur Innenfläche des Rohres stehen und die ganze Breite durchsetzen.

Diese Streifen liegen dicht an einander und sind von PLATE gesehen und abgebildet (Fig. 12) worden, ohne dass es ihm gelang sie zu deuten. Er fügt hinzu, dass das Lumen mit Cilien ausgekleidet sei und dass er Zellkerne in dieser Schicht nicht sehen konnte. Beides ist richtig. Fig. 121 zeigt einen Querschnitt durch gerade diese Region des Körpers, *Mr* ist das fragliche Organ quer durchschnitten, *Schr* sind Zellen des Schlundrohres, welche das Organ ventral bedecken. Das Organ selbst besteht aus einer wie das Mundrohr überhaupt seitlich zusammengedrückten dickwandigen Röhre, welche ventral erweitert ist. Die Cilien sind an den Präparaten gut erhalten und dürften jedoch im Leben noch länger sein, als sie hier erscheinen. Die Wandung zeigt keine Spur einer zelligen Zusammensetzung, sondern nur eine feine, annähernd radiäre Strichelung, ohne plasmatische Zwischenlagen und ohne Kerne. Am lebenden Objekte sieht man nun dieses Organ in energischer Thätigkeit, welche jedoch besser an kleineren, jüngeren und noch helleren Thieren studirt wird. Die Streifen erweisen sich als Muskelfasern, welche in lebhaften rasch folgenden Kontraktionen begriffen sind und das Spiel eines Flimmerepithels

vortäuschen. Im entwicklungsgeschichtlichen Theil dieser Arbeit werde ich noch näher auf diese Erscheinung zurückkommen. Was den Bau anbelangt, so ist die Übereinstimmung mit dem Ösophagus der Gastrotrichen eine unverkennbare; in beiden Fällen ist ein Muskelepithel vorhanden, dessen sämtliche Elemente zu Fibrillen geworden sind, welche die radiäre Richtung der früheren Epithelzellen beibehalten haben.

Der Schlundkopf konnte bei dieser großen Form besser studirt werden, als bei vielen anderen, zudem wurde die Untersuchung durch die entwicklungsgeschichtlichen Erfahrungen gefördert. Er besteht aus einem Mantel, welcher vorn eine centrale Öffnung hat, mit der das Schlundrohr einmündet, und hinten eine mehr dorsal gerichtete zur Verbindung mit dem Ösophagus. Dieser Mantel ist aus Zellen aufgebaut, wie ich schon bei *Discopus* an Schnitten fand und ist nicht syncytial. Der von diesem Mantel umschlossene Raum ist derart von der Kaumasse ausgefüllt, dass nur vorn — bei gestrecktem Leibe — ein Hohlraum bleibt, der bei geöffneten Kiefern mehr die Form einer etwas an den Seiten nach hinten greifenden Spalte hat. Die dem Spaltraum zugekehrte Fläche ist mit den Kiefern, welche hier als cuticulare Abscheidung entstehen, bedeckt. Die ganze Kaumasse ist zu Muskelfibrillen umgewandelt, welche, an den Kiefern entspringend, sich zum Theil an den Mantel, zum Theil an den Kiefern selbst inseriren. Diese Masse nennt PLATE eine feinkörnige, mit einigen Kernen versehene Protoplasmalage, welche, obwohl als Muskulatur anzusehen, keine Fibrillenbildung oder Streifung zeige, daher auch nicht an Muskeln erinnere.

Diese Schilderung kann nur dadurch erklärt werden, dass PLATE seine Untersuchung an abgestorbenen, nicht an konservirten und gefärbten Objekten gemacht hat, wie seine Zeichnungen beweisen. Dies brachte mit sich, dass die histologischen Differenzirungen zum Theil verwischt wurden und dass ihm auch die Pharynxwand als eine syncytiale drüsige Masse erschien, an der dorsal wie ventral mehrere halbkugelige Drüsenballen vorsprangen, deren Zahl und Anordnung er nicht weiter verfolgte. Es sind nun sechs solcher Drüsen vorhanden, welche die Speicheldrüsen vorstellen. Von diesen liegen zwei dorsal (Fig. 108 *DSp*), sie sitzen dem Pharynx breit an und enden nach hinten zugespitzt, zwei sind lateral angeordnet (*lSp*) und zwei ventral (Fig. 114 *vSp*). Letztere haben die auch bei *Discopus* vorkommende ovale Form. Alle diese Drüsen sind Syncytien und münden mit Kanälen in den Spaltraum vor den Kiefern ein. Die Mündungskanäle habe ich schon bei *Discopus* nachweisen können.

Die Kiefer sind von PLATE nicht vollkommen in allen Theilen erkannt worden. Sie sind gewölbte Platten von gestreckter halbmondförmiger Gestalt und laufen hinten in eine scharfe Spitze aus, während sie vorn quer abgestutzt sind. Der Außenrand läuft von der Spitze in einer immer flacher werdenden Kurve an die Seite, wird dort fast gerade und biegt vorn fast rechtwinkelig gegen die Medianlinie (Fig. 58). Der Innenrand ist an beiden Enden schwach eingezogen. Die Länge war 0,0342 mm, die Breite 0,0448 mm, ihr Verhältnis 2,4:1. Am Innenrande ist jede Platte nach unten im spitzen Winkel scharf abgebogen. Dies äußert sich in der Daraufrsicht so, dass ein dunkler nach außen konvexer Streif am Rande hinzuziehen scheint. Ich habe bei Besprechung dieser Verhältnisse bei *Call. symbiotica* schon auf das Trugbild hingewiesen, welches hierbei auftritt und dem viele Beobachter von Philodiniden zum Opfer gefallen sind.

So zeichnet ECKSTEIN, ZACHARIAS und jüngst WEBER die Kiefer der Philodiniden so, als ob jede Platte am inneren Rande eine stumpfwinkelig abfallende geneigte Fläche angesetzt hätte, auf welche sich die Zähne fortsetzten. PLATE zeichnet den Kiefer richtig, erwähnt jedoch dieses eingerollten Randes in der Beschreibung gar nicht, was er sicher gethan hätte, wenn er den Werth dieses Gebildes kennen gelernt hätte. Er dient nämlich als Muskelansatz für einen Theil der Kaumuskeln. Bei unserer *Call. russeola* ist besonders leicht zu erkennen, dass diese Randpartie noch eines fingerförmigen Fortsatzes sich erfreut, der gegen das breitere Kieferende fast rechtwinkelig, gegen das spitze in sanfter Kurve entspringt. In unserer Fig. 58 bezeichnet *F* diesen Fortsatz. Die Zeichnung wurde nach einem Quetschpräparate angefertigt, in welchem der unter die Platte eingebogene Innenrand durch die Pressung derart aufgerollt wurde, dass er mit der Kieferplatte in eine Ebene kam. Die Fortsätze stehen also in Wirklichkeit nicht gekreuzt gegen innen, sondern unter den Platten gegen außen.

Der Außenrand besitzt die von PLATE richtig erkannten kurzen Leisten, welche über die Platte vorstehen und ein »kammartiges Aussehen« des Randes hervorbringen (Fig. 58 *L*). Sie sind durch ihre gelbe Färbung ausgezeichnet. Auch der unten verdickte Außenrand ist gelb gefärbt. Sie dienen zweifellos zur Erleichterung des Muskelansatzes (PLATE). Einrichtungen für Muskelansätze haben auch die Kiefer anderer Philodiniden. *Call. symbiotica* besitzt eine tiefe Rinne im äußeren Rande, *Discopus Synaptae*, *Callidina constricta* Duj. und eine brasilianische Form (Fig. 134) haben flü-

gelartig vorstehende einfache Chitinlamellen, zwei andere brasilianische Formen (Fig. 132, 124) besitzen in diesen Lamellen selbst in Folge Verdickung ihrer Ränder eine Längsrinne zur weiteren Erleichterung des Muskelaansatzes.

Es ist mir nun möglich geworden, die Funktion der Kaumuskeln vollkommen klar zu stellen, eine Frage, welche bisher nicht gelöst worden ist.

Schon seiner Zeit beschrieb ich¹, wie die Kiefer sich bewegen. Man kann vier Momente unterscheiden: 1) Ruhelage, die Oberflächen beider Kiefer liegen fast in einer Ebene, die Innenränder an einander schließend. 2) Zusammenklappen, die Drehachse ist die Symmetrielinie. 3) Auseinanderklappen, wobei die Spitzen der Kiefer aus einander weichen und für die durchtretende zerquetschte Nahrung Platz machen. 4) Überschreiten der Ruhelage und Zurückkehren in dieselbe, worauf Pause. Bei eiliger Nahrungsaufnahme fällt Moment 4 weg. Bei der Nahrungsaufnahme, die nur bei geöffnetem Räderorgan stattfindet, liegen die Kiefer schräg im Körper, das spitze Ende oben und hinten, das stumpfe unten und vorn, die gezähnte Oberfläche dem Kopfe zugewendet. Da der Ösophagus an der Hinterwand des Pharynx nicht central, sondern dorsal gerückt entspringt, können die gekauten Substanzen direkt zwischen den halbmondförmig geschweiften Kieferenden hindurch in die Speiseröhre treten.

Zur Erklärung der geschilderten Bewegungen benöthigen wir Fasern, welche in ihrer Gesamtheit als *Musculus compressorius* und solche, die als *Musculus expansorius* wirken. Sehr leicht wäre das Zusammenpressen der Platten erklärt, wenn sich die Pharynxwand vor denselben kontraktile erwiese; der einfache Zug quergespannter Fasern an den äußeren Rändern der Platten würde ein Zusammenklappen nach sich ziehen. Dem ist aber nicht so. Die vordere Pharynxwand ist, wie Schnitte lehren, wie die hintere aus einzelnen flachen protoplasmatischen Zellen zusammengesetzt und die Kaumuskeln befinden sich nur hinter den Platten, wo sie eine dreilappige Masse bilden. Von hier aus müssen also beide Bewegungen ausgelöst werden. An Schnitten sieht man Systeme von querverlaufenden Fasern und zwar solchen, welche über die ganze Breite ziehen und solchen, deren Ursprung an der Wand zu finden ist, und die nur bis etwa zur Mitte gehen. Wir haben uns nun die Vertheilung so zu denken, dass die über die ganze Breite hinziehenden Muskelfibrillen, welche die mittlere lappige Partie bilden, vom äußeren Rand der einen Platte zum gleichliegenden Rand der anderen

¹ »Über die Symbiose und Anatomie von Rotatorien aus dem Genus *Callidina*.« Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLIV.

Platte laufen und durch ihre Kontraktion die Kiefer aus einander klappen. Sie dienen als *Musc. expansorius*. Als Antagonisten wirken die beiden Seitenlappen, deren Fasern von der Pharynxwand zum

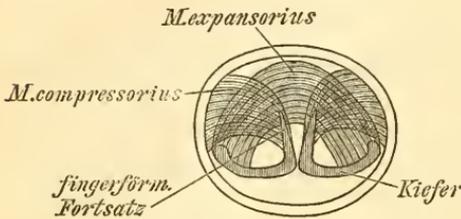


Fig. 1.

eingerollten inneren Rand ziehen und sich daselbst, vornehmlich aber an dem fingerförmigen Fortsatz anheften. Denken wir uns die Drehachse zwischen den in der Ruhe an einander liegenden Innenrändern gehend, so werden wir begreifen, dass eine Kontraktion

dieser Muskeln die Kiefer zusammenklappen muss. Ermöglicht wird dies durch die Anwendung eines Winkelhebels, der in dem umgebogenen Innenrande und seinem Fortsatze ausgebildet ist.

Die Zahnformel schwankt zwischen $\frac{5}{5}$ und $\frac{7}{7}$ mit den Zwischengliedern $\frac{5}{6}$ und $\frac{6}{7}$, die mittleren Zähne sind die stärksten. Sie sind nicht parallel geränderte Leisten, sondern nehmen oft gegen den Außenrand an Breite zu. Die feinen Riefen, welche das stumpfe und spitze Ende bedecken, finden sich eigenthümlicherweise auch in den Thälern zwischen den Zähnen vor, was sich weder bei *Call. symbiotica*, noch bei *Discopus*, noch bei *PLATE'S Call. magna* oder anderen mir bekannten Formen vorfindet.

Die Unterseite der Kiefer ist ganz glatt und nicht wie *PLATE* von *Call. magna* angeht, mit Riefen versehen, welche in der Größe die Mitte zwischen den Zähnen und feinen Riefen der Oberfläche halten.

Der von *PLATE* beschriebene schmale Spaltraum zwischen dem »Drüsenmantel« — unserer Pharynxwand — und den Kaumuskeln dürfte in der angenommenen Ausdehnung nicht vorhanden sein. Meine Bedenken sind nicht nur darin gelegen, dass die *Musculi compressorii* an der Pharynxwand in der Ausdehnung der Kiefer angewachsen sind, an den Seiten also eine Unterbrechung eines eventuellen Spaltraumes vorhanden sein muss, sondern auch darin, dass mir die Fig. 42 *PLATE'S* nach einem Quetschpräparate gezeichnet zu sein scheint. Diese Methode ist jedoch für anatomische Zwecke nur mit größter Vorsicht — ich kann sie nur zum Studium des Exkretionssystems empfehlen —, für histologische aber überhaupt nicht zu verwenden. Die eigenthümliche Ausbreitung der Speichel- und pankreatischen Drüsen in erwähnter Figur und dieser Spaltraum scheint mir bei Anwendung dieser gewalthätigen

Methode entstanden zu sein. Der Zweck dieses Spaltraumes, nämlich »das Sekret der äußeren Plasmalage aufzunehmen und nach vorn in den Raum zu leiten, welcher sich vor der Vorderseite der Kiefer ausbreitet«, wird durch die Ausführungsgänge der Drüsen (diese letzteren sind wohl eigentlich statt der »äußeren Plasmalage« zu setzen) besser erreicht.

Der Mitteldarm steht mittels eines dünneren Rohres, des Ösophagus, mit dem Pharynx in Verbindung (Fig. 114 *ös*). Da eine solche Röhre mir bei allen Callidinen und auch bei *Discopus* und *Philodina* unterkam, darf ich ihr eine weite, vielleicht ausnahmslose Verbreitung unter den Philodiniden einräumen. PLATE erwähnt sie bei *Call. magna* gar nicht, obwohl sie dort an der Fig. 12 angedeutet erscheint, eben so wenig er der beiden ventralen Pankreasdrüsen gedenkt (Fig. 114 *vP*), die in eben dieser Fig. 12 als breitgedrückte Zipfel dem Darmanfange ansitzen. Diese Bauchspeicheldrüsen sind ovoide, mit dem zugespitzten freien Ende nach vorn sehende Syncytien, denen sich eine dorsale unpaare Drüse gleicher Funktion (Fig. 108 *DP*) anschließt.

Der Mitteldarm selbst ist ganz ähnlich geformt wie bei *Call. symbiotica*, er ist bei gestrecktem Körper an beiden Enden verdickt, und seine Wand ist wie bei der erwähnten *Callidina* syncytial.

Die Farbe ist ein intensives gelbliches Ziegelroth, welche in der Wand gleichmäßig vertheilt ist und durch Fetttropfchen hervorgebracht wird, welche durch Alkoholbehandlung extrahirt werden. Sie verhalten sich also eben so wie im Darne der *Callidina symbiotica*. PLATE fand den Darm der *Call. magna* bräunlichroth durch fettartig glänzende Tröpfchen des Syncytiums. Rothe Farbstoffe im Darm sind bei dieser Gattung weit verbreitet. Außer *Call. magna* und unserer Form kenne ich noch sechs Species, welche ich bei anderer Gelegenheit beschreiben werde, mit einer in die Skala des Roth gehörenden Farbe. Eine Eigenthümlichkeit habe ich anzuführen, der ich häufig begegnet bin. In der Darmwand sieht man unregelmäßig vertheilte dunkler gefärbte Stellen, an welchen man bei starker Vergrößerung ein Gewirr von rostbraunen bald feineren, bald stärkeren Fäden sehen kann, welche sich auch in das umliegende Gewebe durch verzweigte Ausläufer erstrecken. Es dürfte hier ein Fall von Parasitismus durch Pilze statthaben. PLATE konnte die den Mitteldarm umschließende Membran, und die dorsalen Aufhängebänder, welche ich bei *Call. symbiotica* und *Discopus* seiner Zeit nachgewiesen habe, auch für *Call. magna* auffinden. Sie existiren auch bei unserer Form.

Den folgenden Abschnitt des Darmtractus, den Hinterdarm, welchen ich seiner blasenartigen Gestalt halber seiner Zeit für *Disco-*

pus und *Call. symbiotica* Blasendarm benannte, hat PLATE bei *Call. magna* übersehen, weder in Text noch Zeichnungen geschieht seiner Erwähnung. Seine Zeichnungen beweisen auch hier, dass sie nach todt und mit beginnender Zersetzung sich aufblähenden, und nicht nach Individuen angefertigt sind, welche im gestreckten Zustande konservirt wurden. Bei letzterer Methode tritt der typische Bau dieses Organs klar hervor (Fig. 115). Zunächst fällt uns der Sphincter (*Sph*), welcher den Mitteldarm abschließt, in die Augen; auf ihn folgt der aus zwei Zellreihen gebaute aufgeblasene und in der Mitte ringsum eingeschnürte Hinterdarm (*Hd*), welcher gegen die Kloake wieder einen ringförmigen Muskelverschluss (*Rm*) besitzt. Wir sehen, dass alle Theile vorhanden sind, welche diesen Darmabschnitt bei *Discopus* und *Call. symbiotica* charakterisiren. PLATE nennt das entsprechende Stück des Darmes bei *Rotifer vulgaris* »Rectum«. Es entspricht jedoch, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, dem Hinterdarm der Trochopholarve und entsteht wie dieser aus dem Entoderm, wesshalb die Bezeichnung »Rectum« zu entfallen hat.

Dass ein solcher Sphincter nicht den Philodiniden allein zukommt, beweist uns eine in Vergessenheit gerathene Angabe COHN'S¹. Sie lautet: »Abnormerweise fand ich ein paarmal bei einer *Hydatina senta* den birnförmigen Magen (Fig. 2 a) am hinteren Ende durch einen kreisförmigen Muskelring (Sphincter, Pylorus) verschlossen (Fig. 2 b) und dadurch von dem eigentlichen, hier länger als gewöhnlich erscheinenden Darm (Fig. 2 c) geschieden.« Die beigegegebene Zeichnung zeigt uns am Ende des Darmes einen ganz gleichen Sphincter, wie bei unseren Formen, und darauf folgend den ebenfalls aus zwei Zellreihen aufgebauten Hinterdarm. Es ist also dieser Sphincter nicht »abnorm«, sondern er wird eben nur dann in seltenen Fällen gesehen, wenn man zu verwesenden Exemplaren, welche in dieser Zeit stark aufgetrieben sind, und nicht zu konservirten Objekten greift.

Auch das Studium des Nervensystems führt nur an entsprechend konservirten Thieren zu einem gedeihlichen Ergebnisse. Das Gehirn erscheint von oben gesehen als ein breit dreieckiges Gebilde mit krummen Seiten. Seine wahre Form erkennt man erst am Querschnitte (Fig. 121 G), wo seine dorsale Fläche wie die Mantelfläche eines elliptischen Cylinders gekrümmt erscheint und seine basale Fläche dem Schlundrohre angeschmiegt und in Folge dessen ausgehöhlt ist. An den Seiten reicht es weit herab, und verhält sich überhaupt wie das Gehirn der *Call. symbiotica* auch in Bezug auf seine relativ be-

¹ F. COHN, »Die Fortpflanzung der Räderthiere«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VII. p. 444. Taf. XXIII. 1856.

deutende Größe, während *Discopus* ein kleineres Gehirn, jedoch zahlreiche periencephalische Ganglienzellen besitzt. Die Fasersubstanz, welche central gelagert ist, ist von unstreitbar hervorragender Ausdehnung und ist ventral an der von dem abgebildeten Schnitte getroffenen Stelle frei vorliegend und nicht von Ganglienzellen bedeckt; sie liegt demnach unmittelbar an der Schlundröhre an. Die Ganglienzellschicht bildet nur dorsal und an den Seiten einen vollständigen Mantel; sie ist an ersterer Stelle am dünnsten und nimmt gegen die letztere an Dicke zu. Am Schnitte erscheint sie dorsal zweischichtig, während sie an den Seiten drei- und mehrschichtig wird. Nervenfasern gehen an sieben Stellen ab (Fig. 108). Das vordere zugespitzte Ende lässt vor Allem den unpaaren Tasternerv (*Tn*), welcher kurz ist und aus einem strangförmigen Tasterganglion (*Tg*) entspringt, entstehen. Sodann gehen etwas mehr seitlich je zwei feinere Fasern (n_1, n_2) hervor, welche über einander entspringen. Sie ziehen nach vorn zum Rüssel. Die beiden hinteren Ecken des Gehirns besitzen zwei an der inneren Seite scharf von denselben abgesetzte Zipfel, welche Ganglienkerne enthalten und die nach hinten ziehenden Stränge (*N*) entstehen lassen. Jeder dieser Stränge theilt sich bald in zwei Nerven, welche ich als Nervus lateralis und N. ventralis bezeichne.

Der erstere ist schlanker (Fig. 114 *nl*), aber mehr faserartig, der letztere (*nv*) breiter, jedoch von mehr protoplasmatischem Aussehen, als der Nervus lateralis, d. h. er zeigt nach dem Tode körnigen Inhalt und zersetzt sich rascher. Die Lage beider Nerven zu einander und zu den übrigen Organen ist durch die Namen gekennzeichnet. Der Nervus ventralis giebt auf seinem Wege im Rumpfe vier Fasern ab, welche vor Allem zu den Muskeln gehen; vom Nervus lateralis entspringen fünf Fasern, welche an die Quermuskel 7—11 laufen und dort mit Ganglienzellen zusammenhängen, wie der beigegebene Holzschnitt Fig. II zeigt. Die Ganglienzellen stehen untereinander durch Fasern in Verbindung.

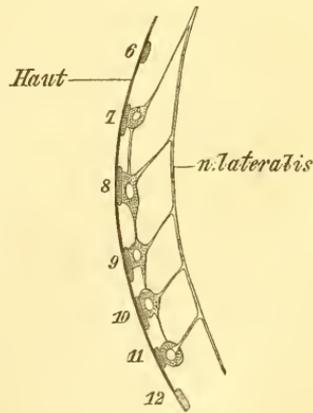


Fig. II.

Von anderen dem Nervensystem und den Sinnesorganen angehörigen Gebilden sind noch anzuführen der Rüssel und der Taster. Der erstere trägt auf seiner Endfläche lebhaft wimpernde Cilien, welche auf einem Sinnesepithel sitzen, dessen Zellen in drei Partien,

einer medianen und zwei seitlichen, angeordnet sind (Fig. 408 Rii). Dem entsprechend findet man auch ein medianes (mG) und zwei laterale Rüsselganglien (lG), in welche die vom Gehirn kommenden Nerven eingehen. Das mediane Ganglion besteht, wie bei *Discopus*, nur aus zwei Zellen, die ihre bilaterale Anordnung erkennen lassen, und steht mit den zwei oberen Rüsselnerven (n_1) unmittelbar in Verbindung, während die lateralen aus den unteren Nerven (n_2) ihre Fasern beziehen. Beide Ganglienarten hängen direkt zusammen. Endlich wäre anzuführen, dass auch die bei *Callidina symbiotica* und *Discopus* zutreffende Verdickung der Hypodermis an der dorsalen Seite der Rüsselbasis mit den dicht liegenden großen Kernen bei unserer *Callidina* entwickelt ist.

Der Taster ist kurz und mit einem niederen Kragen versehen. Wenige steife Haare entspringen der vertieften Endfläche. Sein Inneres lässt keinen Zellkern, sondern nur eine streifige Substanz erkennen, wohl aber finden sich an der Basis des Tasters vier an der Einmündung des Tasternerven gelegene im Kreis gestellte Zellkerne, welche ich nach den entwicklungsgeschichtlichen Ergebnissen als die Kerne der Sinneszellen ansehen muss. An dem knapp hinter dem Taster gelegenen Quermuskel sitzen breit zwei Ganglienzellen auf, deren freie zugespitzte Enden an die Sinneszellen des Tasters herantreten (Gz). Von der Tasterbasis entspringen noch zwei Nervenfaserverpaare. Das eine (vf) läuft nach vorn zum medialen Rüsselganglion, das andere (uf) biegt sich gegen die Bauchseite und zieht an den Seiten des Schlundrohres herab. Der Befund an unserer Species stimmt vollkommen mit den an *Callidina symbiotica* und *Discopus* gemachten überein. Die Gestaltung und Ausbildung des Gehirns, die Entwicklung des N. lateralis und ventralis gleichen den uns bekannten Verhältnissen bei *Call. symbiotica*, der Bau des Rüssels, die drei Rüsselganglien, die zwei Ganglienzellen an dem Quermuskel hinter dem Taster, welche mit den Sinneszellen des letzteren sich verbinden, die Fasern, welche zum Schlundrohre und zum Rüssel ziehen, erinnern lebhaft an die Verhältnisse bei *Discopus*. Unsere *Callidina* bildet, was den nervösen Apparat des Rüssels und das Gehirn anbelangt, das Bindeglied zwischen *Call. symbiotica* und *Discopus*.

Discopus stellt den primitiveren Zustand dar, das Gehirn ist noch nicht wie bei den Callidinen konzentriert, das Nervensystem überhaupt zeigt mehr den ursprünglicheren Verband von Nerven- und Muskelzellen. Jedoch lassen sich bei den Callidinen die wichtigeren Bestandtheile des Nervenapparates noch immer nachweisen. Am Rüssel z. B. sehen wir bei *Discopus* das Überwiegen der lateralen Ganglien,

demgemäß ein Überwiegen der unteren Rüsselnerven: unsere *Callidina* zeigt die beginnende Vereinigung der medianen und der lateralen Ganglien und damit Hand in Hand gleiche Ausbildung aller Rüsselnerven. In *Callidina symbiotica* jedoch hat sich der größte Theil der Ganglienzellen zu einem unpaaren großen Ganglion vereinigt, und nur wenige Zellen sind lateral isolirt zurückgelassen. Auch die Entwicklung der Sinneszellen ist den Verhältnissen entsprechend in dem einen extremen Falle lateral eine bedeutendere als median, bei *Call. symbiotica* umgekehrt, während unsere *Callidina* darin die Mitte hält. Die vom Taster zum medianen Rüsselganglion gehenden Fasern, die Sinneszellen an der Tasterbasis kommen allen drei Formen gleich zu; in Form und Lage des Tasterganglions schließen die beiden *Callidinen* enger an einander, bei beiden bildet es die vordere Fortsetzung des Gehirns, bei *Discopus* ist es noch selbständig und peripher gelagert erhalten.

Von hervorragender Wichtigkeit ist, dass sich das subösophageale Ganglion, welches bei *Discopus* zuerst gesehen wurde, in gleicher Ausbildung und Lage auch bei den *Callidinen* findet. In Fig. 422 und 423 sind Schnitte durch die entsprechende Körperregion abgebildet. Dieses Ganglion ist bei unserer *Callidina* vermöge der weiteren Entfernung der ventralen Drüsen zum Theil auch von der Bauchseite direkt sichtbar (Fig. 445). Seine Kerne zeigen dieselben Eigenschaften wie die des Gehirns und des Rüsselganglions. Es findet sich bei allen *Callidinen*.

PLATE hat die peripheren Nerven, welche nach vorn ziehen, nicht untersucht. Er sagt darüber: »Ich habe mich auf diese zeitraubenden Studien nicht weiter eingelassen, weil es mir vornehmlich darauf ankam, zu erfahren, ob den von ZELINKA für *Call. symbiotica* nachgewiesenen zwei hinteren Längsnerven eine allgemeinere Verbreitung unter den *Philodiniden* zukommt. Wäre dies der Fall, so würde damit ein weiterer Unterschied zwischen dieser Gruppe und den *Monogononten* gegeben sein.« Die Befolgung des erwähnten Grundsatzes halte ich nicht für glücklich, da sie zu sehr dazu verleitet, mit negativen Ergebnissen vorzeitig sich zufrieden zu geben. Als eine Folge muss ich es auch ansehen, dass PLATE von den nach hinten ziehenden Nerven bei *Call. magna* nur den Nervus lateralis fand. Von diesem beschreibt er vier Seitenzweige, welche mit kernhaltigen Anschwellungen entspringen sollen; und außerdem sollen auch sonst vereinzelt Kerne vorkommen.

Ein Vorkommen von Kernen in eben diesem Nerven ist mir nicht bekannt, weder *Call. symbiotica* noch *Discopus* noch andere *Calli-*

dinen, die ich kenne, besitzen solche Kerne, welche übrigens nur an gefärbten Objekten sicher erkannt werden können, da häufig an sich zersetzenden Nerven der von selbst abgestorbenen Thiere sowohl an den Knotenpunkten als auch im Verlaufe Gerinnsel und vacuolisirte Stellen erscheinen, die Kernen ähnlich sind. Entgegen dem negativen Befunde PLATE'S MUSS ich feststellen, dass die beiden Paare von hinteren Längsnerven nicht bloß *Call. symbiotica* und unseren der *Call. magna* sehr nahe stehenden Formen, sondern allen mir bekannten Callidinen zukommen, ja dass auch Formen aus anderen Gruppen sie besitzen, wie z. B. *Microcodon clavus*.

Allerdings sind die großen Callidinen in Folge ihrer starken Quermuskeln zur Untersuchung feinerer Verhältnisse in toto recht ungünstige Objekte, da die Konservirung im künstlich aufgeblähten Zustande häufiger misslingt, indem diese Muskeln leicht in den Reagentien schrumpfen und zu Einschnürungen des Körpers Veranlassung geben. Außerdem sind die mehr plasmatischen ventralen Stränge, wie erwähnt, leichter zersetzbar, worauf ich auch den Misserfolg PLATE'S zurückführe. Es lässt nach ihm das Gehirn jederseits durch allmähliche Zuspitzung einen dicken feinkörnigen Nervenstrang entstehen, von welchem zwei Nerven, der Nervus lateralis und ein kurzer Strang entspringt, welcher direkt an die Muskulatur der Bauchseite heranzutreten schein. Dieser letztere ist offenbar nur ein zusammengeschnurrtes Stück des bei der postmortalen Blähung abgerissenen Nervus ventralis.

Über diesen Nerv habe ich noch zu berichten, dass seine Äste nicht immer die in Fig. 444 angedeutete Richtung einhalten, sondern, da sie zu den an der Haut inserirten Muskeln ziehen, je nach der Blähung auch ventral oder mehr gegen die Medianlinie zu laufen können. Dass ich auch diesen Nerv bei *Call. symbiotica* wieder aufgesucht habe, ist selbstverständlich. Wir wissen, dass er sich bei dieser Species dadurch vor dem N. lateralis auszeichnet, dass er nur zwei Äste, und diese zur Haut abgiebt, sonst aber Ganglienzellen trägt, deren Ausläufer an die zu innervirenden Organe herantreten, während N. lateralis nur Äste entsendet. Neuerdings fand ich nun das zweite dieser Ganglien aus vier Zellen bestehend, welches dreieckig geformt dem N. ventralis mit der Basis aufsaß und aus seinem Scheitel einen um einen Muskel bogenförmig gegen den Rücken ziehenden Faden entsendet (Fig. 427 2G). *Discopus* ist für die Nervenendigungen ein günstiges Objekt. Schon dort konnte ich feststellen, dass der N. lateralis größtentheils zur Innervirung der Quermuskeln, des N. ventralis für die ventralen hinteren Leibeshöhlenmuskel dient. Die Angabe PLATE'S, dass die vier Äste des N. lateralis seiner Callidina an die großen »Ring-

muskeln VI—IX« herantreten, erweitert den Nachweis dieser Funktionstheilung, und sicherlich werden auch hier Ganglienzellen sitzen.

Es ist wohl interessant, dass die an den Quermuskeln von *Discopus* befindlichen Ganglienzellen jedoch nicht auf diese Form beschränkt sind. Es gelang mir bis jetzt sie nicht nur bei Callidinen nachzuweisen, bei welchen bereits Konzentrationen und Abänderungen im Nervensystem eingetreten sind, sondern auch bei *Rotifer maerurus* fand ich an fünf auf einander folgenden Quermuskeln Ganglien sitzen, und zwar sechs an der Zahl, welche unter einander ganz ähnlich wie bei *Discopus* in Verbindung standen. Die erste und zweite Nervenzelle sandten ihre Fortsätze zu dem nächst hinteren Ganglion, das dritte und vierte Ganglion fand sich an ein und demselben Quermuskel, nämlich an dessen Vorder- und Hinterrand ansitzend, und eigenthümlicherweise mehrzellig, das fünfte wieder einzellige Ganglion war dem Hinterrand, das sechste ebenfalls einzellige dem Vorderrand des entsprechenden Muskels angeheftet und beide gaben ihre Verbindungsfäden nach vorn ab. Wenn ich noch hinzufüge, dass außer *Discopus*, *Rotifer maerurus*, *Callidina magna* auch *Callidina symbiotica*, wie ich nachträglich fand, und alle mir untergekommenen anderen Callidinen der Moosfauna solche Ganglienzellen zeigen, so erscheint es als zweifellos gesichert, dass das eigenthümliche Verhalten bei *Discopus* keine isolirte Erscheinung ist, sondern im Gegentheil als den Philodiniden zugehörig betrachtet werden muss. Man könnte weiter darauf hinweisen, dass *Discopus* mit seinem wenig konzentrirten Nervensystem noch sieben Ganglienzellen an den Quermuskeln, *Rotifer* sechs, *Callidina* nur mehr fünf hat, und sich denken, dass hier eine Reihe vorliegt, in welcher die allmähliche Loslösung der Nervenzellen vom Nervenmuskelverbande und ihre Einfügung in das Centralorgan zum Ausdruck kommt.

Das Muskelsystem besteht wie bei *Call. symbiotica* und *Discopus* aus Haut- und Leibeshöhlenmuskeln. Erstere sind in Längs- und Quermuskeln zu unterscheiden. Ich vermeide den Namen Ringmuskeln, da die 14 Quermuskeln diesen Namen nicht verdienen, indem der 3.—6. und 8.—11. ventral unterbrochen sind (Fig. 114, 115, 5—12), während hingegen der 2., 13. und 14. über die Bauchseite ziehen, jedoch schon an den Seiten, zum Theil mit gegabeltem Ende aufhören, also dem Rücken fehlen und der 7. und 12. nur den Seiten angehören, da sie wie die Fig. 108, 109, 114, 115 zeigen, sowohl am Rücken wie am Bauche unterbrochen sind. Von Längsmuskeln der Haut finden wir zwei dorsale Paare (Fig. 108, 109). Das längere (Lm_1) ist aus je vier Stücken zusammengesetzt (R_1) und erstreckt sich vom Anfange

des mit den Quermuskeln 6 und 7 versehenen Scheinsegmentes bis zum Anfange des Analsegmentes. Die feinen Hautfalten, an welchen seine Theile befestigt sind, liegen zwischen dem 7. und 8., dem 9. und 10. endlich dem 10. und 11. Quermuskel. An der letzteren Stelle bemerkt man noch einen kleinen kurzen Muskel, der schief unter den großen hineinläuft. Es ist unsicher, ob er ein selbständiger Muskel oder nur ein Zweig des großen ist. Der kleinere Muskel (R_2) entspringt neben dem ersten Theile des längeren, geht schief unter ihm hinein und kommt gleichsam als dessen Fortsetzung wieder heraus, um am Beginne des vorderen Segmentes zu enden. Er ist schmaler als der erstere. Auch unter den Quermuskeln sind schmale und breite zu unterscheiden; zu den letzteren zählen der 5., 7., 8., 9., 10. und 12. derselben.

Am Bauche findet sich eigentlich nur ein Hautmuskelpaar, welches den typischen Bau besitzt. Es ist dies der mit B_2 (Fig. 114, 115) bezeichnete Muskel, welcher aus zwei sehr ungleichen Theilen besteht und fast die ganze Bauchseite der Länge nach durchläuft. Seine vordere Insertion liegt zwischen dem 5. und 6. Quermuskel.

Die übrigen Hautmuskeln sind ohne Zusammensetzung aus hinter einander liegenden Abschnitten. Muskel B_1 entspringt an der hinteren Grenze des neunten Quermuskels und inserirt sich mit einem fünf-gabeligen Ende an der Haut; vor der Gabelung besitzt er einen Kern. Der kürzeste Arm setzt sich an dem Hinterrande des siebenten Quermuskels an, zwei etwas längere Arme inseriren sich vor dessen Vorderrande; den längsten Verlauf hat ein Ast, welcher sich schon früh abzweigt und unter dem inneren dritten Arm des Muskels nach vorn bis zum Quermuskel 6 verläuft und dort gegabelt endet (Fig. 114). Gleichfalls am Hinterrande des neunten Quermuskels entspringt mit zweiästigem Anfange der nach hinten ziehende breite Muskel B_3 , der ungetheilt bis an die hintere Grenze jenes Scheinsegmentes läuft, welchem der 13. Quermuskel angehört. Auch er zeigt einen Kern. Noch ein zweiter aber schmaler Muskel (f_{m_1}) zieht nach hinten.

Den bei *Discopus* und *Callidina symbiotica* von mir für die Hautmuskeln nachgewiesenen eigenthümlichen fibrillären Bau und die Zusammensetzung aus Segmenten konnte PLATE auch für die Quermuskeln bei seiner *Callidina* bestätigen. Er findet sich auch bei unserer Species und, wie ich anführen will, überhaupt bei den Philodiniden wieder. Wenn PLATE angiebt, dass sich die Hautmuskeln der Körperwand in ganzer Länge anschmiegen, so kann dies nur für aufgeblähte Thiere gelten, da gerade die Faltenbildung der Haut dadurch bewirkt wird, dass durch die Kontraktion der Quermuskeln die zwischen zwei Anheftungspunkten der Segmente gelegene

Hautpartie nicht mit kontrahirt sondern ausgebauscht wird, wie die Querschnitte beweisen (Fig. 122, 123). Hier liegen die Hautmuskeln also nicht dicht an. Der durchgreifende Unterschied zwischen Haut- und Leibeshöhlenmuskeln liegt, wie ich schon bei anderer Gelegenheit aus einander setzte, in der fibrillären Beschaffenheit und bei der Mehrzahl auch segmentartigen Zusammensetzung der ersteren.

Von Leibeshöhlenmuskeln finden wir an der dorsalen Seite einen zur vorderen Gruppe zu zählenden, welcher bestimmt ist Räderorgan und Rüsselbasis einzuziehen (Fig. 108 *Rm*). Er entspringt mit gabeligem Anfange hinter dem achten Quermuskel und theilt sich vorn in zwei Äste, von denen einer sich an die Basis des Rüssels ansetzt, der andere an die Kuppe des Räderorgans zieht. Zur hinteren Gruppe gehört der dorsal entspringende Muskel zum Hinterdarm (Fig. 115 *dh*), der sich an dessen hinterem Ende ansetzt.

An der ventralen Seite giebt es drei vordere und drei hintere Muskelpaare. Zu den ersteren gehört, wenn wir von innen nach außen gehen: 1) der Retraktor des Pharynx (Fig. 114 *Rph*), der sich an den Schlundkopf ansetzt, 2) ein Rückzieher des Vorderendes (*vm*), dessen Ursprung ein gabeliger ist und der an der Haut des Mundsegmentes sich inserirt, 3) als der am weitesten seitlich gelegene der ventrale Rückzieher des Räderorgans (*vr*), der sich in das Plasma der Räderorganzipfel einsenkt und bis an die Kuppe dieses Organs läuft. Die gegenseitige Lage ihrer Ursprünge wird aus der Fig. 114 leicht erkannt werden — die hinteren ventralen Leibeshöhlenmuskeln gehen zum Fuße und zwar die beiden inneren Paare zum Klebdrüsenapparate, das am weitesten seitlich gelegene an die Haut an der Grenze des ersten und zweiten Fußgliedes. Der zunächst der Mittellinie angeordnete Muskel (*fm*₁) ist eine schmale Faser, deren Ursprung zwischen den Gabelästen des Muskels *vm* zu finden (*fm*₁) ist, die beiden anderen Fußmuskeln sind etwas stärker und sind mehr seitlich gelagert (*fm*₂ und *fm*₃); sie liegen von allen hinteren Muskeln der Bauchseite am weitesten lateral.

Zum Schlusse seien noch ein dorsaler von der Haut zum After ziehender Leibeshöhlenmuskel (Fig. 115 *am*), die zwei Sphincteren, welche Mittel- und Hinterdarm (*Sph*), sowie Hinter- und Enddarm (*Rm*) trennen, die Kaumuskeln des Schlundkopfes und die der kontraktilen Partie des Enddarmes erwähnt.

Mit der *Callidina symbiotica* hat unsere Form außer den Quermuskeln folgende Muskeln gemein: 1) den dorsalen Längshautmuskel, 2) die ventralen Hautmuskeln *B*₂ und *B*₁, entsprechend dem dritten und vierten Muskel bei *C. symbiotica*, und den Hautmuskel *B*₃, entsprechend dem fünften Längshautmuskel, 3) den dorsalen vorderen

Leibeshöhlenmuskel zum Rüssel und Räderorgan, 4) den dorsalen hinteren Leibeshöhlenmuskel zum Hinterdarm, 5) den Retractor pharyngis, 6) den ventralen vorderen Muskel zur Haut, entsprechend dem zweiten Muskel bei *Call. symbiotica*, 7) den ventralen Räderorganmuskel, 8) die beiden inneren Fußmuskelpaare. Der *Callidina russeola* mangeln vor Allem folgende der *Call. symbiotica* angehörige Muskeln: 1) der ventrale Längshautmuskel, 2) zwei Paare von Muskeln zum Hinterdarm, 3) der dorsale Fußmuskel. Dagegen hat unsere neue Form den Besitz des dritten Fußmuskels (f_{m_3}), des Muskels zum After und des kleinen dorsalen Längshautmuskels (R_2) voraus.

Wenn wir *Discopus* zum Vergleiche mit einbeziehen, bleiben von den angeführten Muskeln der dorsale Hautlängsmuskel, die beiden Muskelpaare zum Räderorgan, der dorsale Muskel zum Rüssel (bei *Call. russeola* mit dem dorsalen Räderorganmuskel vereinigt), der ventrale vordere Muskel zur Haut, der dorsale Muskel zum Hinterdarm und ein Fußmuskel als allen drei Formen gemeinsam übrig. Diese Fasern sind auch nach unseren dermaligen Erfahrungen den anderen Rädertieren eigen, wie ich bei Gelegenheit der Untersuchungen über *Discopus* darzulegen vermochte. Was die Beschreibung *PLATE'S* anbelangt, so konnte er meine Angaben über die Scheidung in Haut- und Leibeshöhlenmuskel und über die histologische Differenzirung der Hautmuskel bestätigen. Da die Schilderung des Muskelsystems der *Call. magna* keinen Anspruch auf Vollständigkeit macht, lässt sich nicht entscheiden, in wie fern unsere Form in Bezug auf die Anzahl der Muskeln von der *PLATE'S* differirt. Ich kann nur hervorheben, dass nach der Beschreibung der *Call. magna* der 4., 6., 13. und 14. Quermuskel zu fehlen scheint, während die übrigen übereinstimmen, dass ferner der dorsale Hautlängsmuskel, welcher bei *Call. symbiotica* und *russeola* aus vier Abschnitten, nach *PLATE* nur aus zwei besteht und des kleinen Verstärkungsmuskels entbehrt und dass der kleine accessorische Muskel (R_2 in Fig. 108, *C* in *PLATE'S* Fig. 7) anders gelagert ist. Der mit *B* bezeichnete Hautmuskel der *Call. magna* kommt bei *Call. russeola* gar nicht vor und scheint ein Stück des dorsalen Leibeshöhlenmuskels *Rm* bei unserer Form zu sein. Da für die übrigen Muskeln nicht angegeben wird, wohin sie laufen, sondern nur bemerkt wird, sie zögen zum Kopf und zum Fuße, kann ich mich nur nach der gegenseitigen Lagerung orientiren. Demnach entspricht auf der dorsalen Seite der mit 1 und 2 bezeichnete dorsale Muskel (*PLATE'S* Fig. 7) unserem Muskel zum Hinterdarm, beziehungsweise zum After; auf der Ventralseite entsprechen (*PLATE'S* Fig. 8) die Muskel 4, 5, 7 unseren Muskeln f_{m_2} , f_{m_3} , f_{m_1} , der Muskel 3 unserem ven-

tralen Räderorganmuskel *vR*, Muskel *D* unserem B_2 , Muskel *E* dem hinteren Abschnitte des B_2 , Muskel *F* unserem B_1 , Muskel *G* unserem Muskel B_3 , Muskel *b* dem ventralen Muskel zur Haut des Vorderendes *vm*. Endlich zeichnet PLATE noch eine schief über die Medianlinie laufende Faser, welche ich mit unserem Retraktor des Pharynx identificiren möchte, da ich annehme, dass diese eigenthümliche und ganz einzig dastehende Lage eines Muskels nur einer nicht ganz ventralen Ansicht des Thieres ihren Ursprung verdankt. Wir ersehen aus der Zusammenstellung so viel, dass die *Call. russeola* alle auch der *Callidina magna* zukommenden Muskel besitzt, der ersteren Form unter Umständen jedoch mehr Quermuskeln zukommen, wenn nämlich PLATE'S Angaben nicht unvollständig sein sollten.

Außer den schon früher hervorgehobenen Verschiedenheiten, welche die dorsalen Muskeln betrafen, wäre noch zu bemerken, dass der Muskel B_1 bei *Call. russeola* fünfästig, bei *C. magna* nur dreiästig ist und der Muskel *vm* bei letzterer Form keinen gegabelten Ursprung besitzt. Die übrigen gleichen sich in Gestalt und Lagerung gänzlich.

Das Exkretionsorgan trägt im Ganzen acht »Wimperflammen«. Der an den Seiten hinaufziehende Kanal zeigt in der Höhe des Pharynx eine Aufknäuelung; drei Wimperapparate sitzen vor derselben, fünf zwischen dieser und der Kloake, jedoch nicht in gleichen Abständen (Fig. 114, 115). Die der Kloake zunächst befindliche Wimperflamme hängt wie bei *Call. magna* an einem besonderen Röhrchen. Hinsichtlich der Erforschung des feineren Baues der »Wimperflammen« sind die großen Callidinen recht günstige Objekte und PLATE gelang es mit Bestimmtheit das Geschlossenein dieser Organe, wie es vorher von ihm und einigen Anderen, zu welchen auch ich zählte, behauptet worden war, nachzuweisen. Er machte die in meinen Augen sehr wichtige Entdeckung, dass die Zitterflammen am freien Ende eine rundliche Protoplasmaansammlung tragen, »in welcher ein kleines, wohl als Kern (Nucleolus?) zu deutendes Korn liegt«. Eben diese plasmatische Mütze besitzen auch die Wimperapparate unserer Callidinen. In Fig. 126 ist ein lebendes derartiges Organ bei starker Vergrößerung dargestellt, an welchem die Mütze recht groß erscheint. Nach Zusatz von Essigsäure zog sich das Plasma an die Peripherie, um schließlich sich an einer Stelle stärker anzuhäufen (Fig. 128, 129). Ein Kern oder irgend etwas damit Vergleichbares war nicht zu sehen, weshalb ich Färbung in Alaunkarmin nach Sublimatbehandlung vornahm, um jedoch auch hier zu dem Ergebnisse zu kommen, dass ein Kern oder Nucleolus nicht mit Sicherheit vorhanden ist. Vielleicht haben

andere Formen ihren Kern darin noch erhalten. Wie dem auch sei, jedenfalls sitzt die Geißel einem protoplasmatischen Endabschnitte auf, der den »Trichter« vollkommen verschließt.

Bei solchen Räderthieren, deren Zitterflammenwandung nur mehr eine hyaline Kapsel darstellt, haben wir uns die Reduktion des plasmatischen Theiles als vollendet vorzustellen.

Ich glaube, dass die besprochene Eigenschaft eine Vergleichung des Wassergefäßsystems der Räderthiere und Plattwürmer noch mehr erleichtert. Wenn auch bei *Callidina magna* die unbestimmten Granula, welche PLATE als Kern betrachtet, als solcher nicht gedeutet werden können, so zweifle ich nicht, dass wir noch Formen finden können, bei welchen die Flimmertrichter als echte Wimperzellen erhalten sind. Die Trichter sind, wie bei *Call. magna*, cylindrisch, die Geißel zeigt sich im Querschnitt aber kreisrund, während sie für die erwähnte Species als eine bewegliche Membran beschrieben wird, von welcher die Kantenansicht den Eindruck einer leicht geschlängelten dicken Cilie gewinnen lasse. Ferner wird von ihr gesagt »an todtten Thieren erscheint sie sehr fein längsstreifig, als ob sie aus dicht verklebten Cilien bestände«. Wie die Fig. 126 zeigt, ist bei unserer Form schon am lebenden Thier die Zusammensetzung der Geißel aus einzelnen sich nicht trennenden Cilien deutlich erkennbar. Man zählt von der Fläche etwa sechs solcher Cilien und eine Schätzung lässt für die ganze cylindrische Cilienmasse etwa 15—20 solcher Flimmerhaare erwarten. Es mögen noch die Maße eines Flimmertrichters hier Platz finden. Der Durchmesser der plasmatischen Mütze beträgt 0,0038 mm, der cylindrischen Röhre im Mittel 0,0023 mm, die Länge des ganzen Trichters sammt Mütze 0,00875 mm. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Geißel aus zahlreichen Cilien muss ich hervorheben, dass schon MÖBIUS bei *Brachionus plicatilis* diese Thatsache erkannt hat.

Recht interessant sind die Flimmerlappen bei *Asplanchna amphora*, welche ROUSSELET¹ beschrieben hat. Sie zeigen, da sie im Querschnitt oval sind, eine breite und eine schmale Ansicht; in letzterer erscheint die »undulating membrane« — ROUSSELET hält das schwingende Gebilde bestimmt für eine solche — als eine starke Cilie. Das Ende des Lappens ist durch eine zarte spongiöse Masse geschlossen, welche oft ein oder zwei vorstehende kugelige Knöpfchen bildet. Das spongiöse Protoplasma hält er für »probably quite open enough to allow some part of the fluid of the body cavity to pass through into the tags«,

¹ CH. ROUSSELET, »On the vibratile tags of *Asplanchna amphora*«. Journ. Quekett Microsc. Club. Vol. IV. Ser. 2. p. 244. No. 28. Jan. 1894

eine Ansicht, welche ganz mit der seiner Zeit von mir geäußerten¹ übereinstimmt. Die Angabe ROUSSELET's zeigt, dass diese Plasmahaube nicht auf die Callidinen beschränkt ist. Etwas ganz Neues ist jedoch, dass bei *Asplanchna* jeder Flimmertrichter an seinem Ende noch zwei in der Mitte der Plasmamasse entspringende lange Geißeln trägt, welche rasch und lang anhaltende Bewegungen ausführen.

Diese Einrichtung scheint mir dazu zu dienen, die Leibeshöhlenflüssigkeit zu bewegen, um immer neue Partien zur diosmotischen Behandlung zu beschaffen. Sie ist ein Beweis für den zelligen Ursprung der Flimmerlappen, deren Plasmarest noch ausgiebiger erhalten ist, als bei *Callidina*, indem er die Attribute von Geißelzellen, welche nach zwei Richtungen sowohl nach innen als nach außen Cilien entwickelten, bewahrt hat.

Wir wissen, dass morphologisch ein Pseudopodium einer amöboiden Zelle einer Cilie gleichgestellt werden kann, wenn auch in physiologischer Hinsicht eine weite Kluft beide trennt. Durch das Vorhandensein protoplasmatischer Fortsätze werden die Flimmertrichter der Rädertiere noch näher an die der Turbellarien gebracht, bei welchen die protoplasmatischen Ausläufer der Sternzellen lebhaft an Pseudopodien erinnern. Man nimmt an, dass diese Zellen, in deren Hohlraum die Wimperflamme schlägt, zur Aufnahme von unbrauchbaren Endprodukten des Stoffwechsels dienen und dieselben, sei es unverändert oder chemisch verändert, an die Kanäle abgeben. BÖHMIG² ist sogar geneigt, den Plasmafortsätzen amöboide Bewegung und einen direkten Antheil an der Aufnahme der Körnchen und Tröpfchen in das Plasma der Sternzellen zuzuschreiben. Die Annahme einer solchen amöboiden Bewegung ist gewiss plausibel und gewinnt noch an Interesse, wenn wir sehen, dass auch Rädertiere Plasmaanhänge ihrer Flimmertrichter besitzen, welche, wenn auch in anderer Art, Bewegung zeigen.

Die Einmündungsweise der beiden Exkretionskanäle in die Kloake findet bei *Callidina russeola* so statt, wie sie PLATE für seine *Callidina* beschrieben hat. Vorher jedoch legen sie sich gleich hinter dem Darmsphincter dem Hinterdarm an dessen seitlichen Rändern dicht an. An konservirten Exemplaren zeigt sich dort eine mit je einem Zellkerne versehene Verdickung der Kanäle (Fig. 445). Nachdem sie den Hinterdarm in dessen ganzer Länge begleitet haben, gehen sie auf den End-

¹ C. ZELINKA, Studien über Rädertiere. II. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLVII. p. 444. 1888.

² L. BÖHMIG, Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien. II. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. LI.

darm über und laufen unter demselben gegen die Mittellinie, um sich daselbst zu einem unpaaren Gange zu vereinigen, der scharf gewunden nach vorn zieht, und an der Grenze zwischen Hinter- und Enddarm mit einem scharf umschriebenen Loche in den letzteren einmündet. Die Wand der unpaaren Partie zeigt sich etwas verdickt. Einen in den Fuß laufenden Faden, wie bei Rotifer, der von dem zipfelförmig ausgezogenen Rande desselben ausgehen soll, giebt es hier nicht. Der Enddarm ist in seinem, dem Hinterdarm anliegenden Abschnitte kontraktile, und ich stimme also PLATE in seiner Beschreibung des Exkretionsorgans von *Call. magna*, was unsere große Species anbelangt, vollkommen bei. Wir haben demnach als gesichert anzusehen, dass bei *Callidina magna*, *Call. russeola* und *Rotifer vulgaris* die Kanäle sich unter dem Enddarm zu einem unpaaren Stücke vereinigen und in die Kloake eintreten, welche selbst kontraktile ist. Ich habe auf Grund dieser Erkenntnis die Verhältnisse nochmals bei *Call. symbiotica* untersucht und gefunden, dass diese Form thatsächlich ein weiteres Stadium in der Entwicklung des kontraktilen Abschnittes der Kloake darstellt, indem hier die Ausbuchtung der Wand nur auf die Dorsalseite beschränkt ist, so dass eine Seitenansicht bei kaum merklicher Volumsveränderung des übrigen Kloakentheiles eine enorme sackförmige Ausstülpung der Dorsalwand sehen lässt, während eine Dorsalansicht unter diesem blasenartig queroval erweiterten Wandtheile noch die schmalen seitlichen Umrisse der Kloake erkennen lässt. Das Bild, wie ich es seiner Zeit Taf. XXVIII, Fig. 32 davon nach einem Präparate gab, entspricht vollständig der Wirklichkeit. Es war mir nun von Wichtigkeit zu konstatiren, ob die Einmündung auch hier in der oben geschilderten Weise vor sich gehe. Die Beobachtung am lebenden Objekte und an Präparaten ließ mich nichts von einem unpaaren Mittelstücke wahrnehmen; die Kanäle legten sich dem Hinterdarme an und verschwanden an der seitlichen Grenze der kontraktilen Blase, wie ich es seiner Zeit sah. Nun hat diese Species die Eigenthümlichkeit, das Hinterende abwärts gekrümmt zu halten, so dass auch bei größter Streckung der Anfang des Enddarmes nicht von der ventralen Seite gesehen werden kann. Ich wendete daher ein Kompressorium an und konnte auf diese Weise die Kloake in rein dorsoventraler Ansicht darstellen. Es erwies sich, dass auch hier die PLATE'sche Angabe Gültigkeit hat, wenn auch die Kanäle unter der Kloake außerordentlich fein sind, so dass es sich in Bezug auf das unpaare Mittelstück der Exkretionskanäle, welches ich auch außerdem bei anderen Callidinen fand, um eine höchst wahrscheinlich den Philodiniden typische Einrichtung handelt. In Bezug auf die Ausdehnung der Kontraktilität hat sich jedoch eine

Sonderung vollzogen, deren Möglichkeit PLATE selbst annimmt, und wir haben Formen mit ganz kontraktilem Kloakenanfang zu unterscheiden von solchen, bei welchen die Fähigkeit sich zu erweitern nur einer beschränkten Wandpartie geblieben ist, so dass ein gesonderter kontraktiler Anhang zur Ausbildung kam. Dass die Kanäle nicht an den Seiten in diese Blase einmünden, wie es bei *Callidina symbiotica* schien, sondern am Boden der Kloake, dass also die Exkretionsflüssigkeit durch eine nur mittelbar mit den Kanälen in Zusammenhangstehende Pumpe ausgetrieben wird, ist keine isolirte Erscheinung; wir finden sie nach der Angabe von MÖBIUS bei *Brachionus plicatilis* ebenfalls und können als analoge Einrichtung die bei höheren Thieren auftretende Isolirung der Sammelblase von den Ureteren anführen.

Schließlich eine kurze Bemerkung über einen der Gründe, welchen PLATE anführt, um den Beweis zu liefern, dass bei Rotifer die Kloake kontraktile ist. Er sagt: »Endlich folgt bei einigen Individuen jeder Systole der Blase eine unmittelbare, plötzliche geringe Erweiterung des hintersten Kloakenabschnittes, zum Beweise, dass beide direkt in einander übergehen.« Ob nun eine kontraktile Blase entwickelt, oder der Anfangstheil der Kloake im Ganzen kontraktile ist, in jedem Falle wird die aus ihnen ausgepresste Flüssigkeit auf die Wände des ins Freie führenden Kanales einen Druck ausüben müssen, der in einer kurz dauernden Erweiterung dieses Abschnittes bei jeder Systole seinen Ausdruck finden wird, so dass dieser Erscheinung keine Beweiskraft im oben angeführten Sinne zugestanden werden kann.

Über die Beschaffenheit der Leibeshöhlenflüssigkeit wissen wir sehr wenig. Wir stehen eigentlich noch auf demselben Standpunkte, den LEYDIG¹ vor etwa 40 Jahren erreicht hat, wir wissen, dass sie bei der Mehrzahl der Rädertiere farblos, bei manchen röthlich oder gelblich gefärbt ist, und in den meisten Fällen geformter Elemente entbehrt. Nur bei *Eosphora najas*, *Euchlanis* und einigen anderen cirkuliren kleine helle Körperchen mehr oder minder zahlreich in der Leibeshöhlenflüssigkeit umher. Ähnliches sah bereits EHRENBURG² an *Hydatina senta*.

ECKSTEIN³ konnte solche Körperchen nicht wieder auffinden, er spricht nur von äußerst kleinen Blutkörperchen, welche in Gestalt von feinen Körnchen vorhanden sind. *Callidina russeola* zeigt nun

¹ FR. LEYDIG, Über den Bau und die systematische Stellung der Rädertiere. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VI. p. 78. 1834.

² C. G. EHRENBURG, »Infusionsthierchen«, p. 446. 1838.

³ ECKSTEIN, »Die Rotatorien der Umgegend von Gießen«, Zeitschr. f. w. Zoöl. Bd. XXXIX. p. 420.

deutlich geformte Bestandtheile des Blutes. Körperchen in verschiedener Größe, sowohl von kugeligter wie ovoider Form, alle jedoch von gleichem glänzenden Aussehen und aus homogenem Plasma gebildet, sind im Blute suspendirt und werden bei den Kriechbewegungen des Thieres hin und her getrieben. Es sind zweifellos dieselben Gebilde, die LEYDIG seiner Zeit als Blutkörperchen ansprach, und die wir ebenfalls als solche zu betrachten haben.

Die Geschlechtsdrüsen liegen ziemlich weit rückwärts und dienen mit eben dieser Lage als Charakteristikum für *Callidina russeola* und *lutea*. Der reifere Keimdotterstock befindet sich beim gestreckten Thiere am weitesten hinten und schmiegt sich dem Hinterende des Mitteldarmes etwa halbmondförmig an. Sein dickeres Ende erstreckt sich bis unter den blasenartig erweiterten Hinterdarm. Der kleinere Keimdotterstock ist etwa um ein Scheinsegment weiter vorn als ein birnförmiger, dem Darne dicht anliegender Körper zu finden, dessen spitzeres Ende ebenfalls nach vorn sieht. An Präparaten lässt sich nachweisen, dass diese Organe von einer kernhaltigen Haut umschlossen werden, welche sich vorn und hinten in je einen Zipfel auszieht. Der vordere geht als ein Faden, wie ich schon bei *Call. symbiotica* sah, an die Haut und dient nur zur Befestigung. Der hintere wird ebenfalls fadenförmig. Über seine Endigung konnte ich seiner Zeit bei *Call. symbiotica* nicht genügende Aufschlüsse erlangen und musste diese Frage offen lassen. *Callidina russeola* ist fast doppelt so groß und daher bei Weitem günstiger, wesshalb es hier gelingt, an künstlich aufgeblähten Thieren den weiteren Verlauf des Oviductes — und als ein solcher muss dieser Fortsatz aufgefasst werden — zu verfolgen. Er läuft über die Röhre des Exkretionsorgans hinüber, kreuzt die zum Enddarm ziehenden Muskeln und erweitert sich an den Präparaten in der Höhe des Hinterdarmes zu einem an Durchmesser zunehmenden Schlauche mit dünner Wandung (Fig. 409). Sodann biegt er gegen den Enddarm und mündet seitlich in denselben ein. Die den Dotterstock zusammensetzenden Zellen, welche in weniger reifen Organen an Präparaten noch gesondert zu erkennen sind, schwanken in ihrer Zahl bedeutend; 40 bis 45 war die gewöhnliche Menge für den reiferen der beiden Dotterstöcke. Es ist jedoch nicht daraus zu schließen, dass die typische Achtzahl der Kerne den Callidinen beziehungsweise den Philodiniden fehle. Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns, dass diese Achtzahl auch jenen Formen zukommt, welche im erwachsenen Zustande eine Vermehrung dieser Kerne zeigen, so dass das Vorhandensein der acht Dotterkerne ein durchgehendes Merkmal für alle Räderthiere abgiebt, wie ich gegenüber PLATE'S Ansicht anführen möchte, und es scheint

sehr fraglich, ob es »jedenfalls« sicher ist, dass bei Rotifer ursprünglich nicht vier Dotterkerne vorhanden seien, da *Callidina* durch die ganze Zeit der Embryonalentwicklung in jeder Geschlechtsdrüse nur vier Dotterzellen enthält und erst später eine Vermehrung derselben erfährt. Die typische Zahl bei den Embryonen von *Callidina* lässt uns im Gegentheile auch bei einem so nahen Verwandten wie Rotifer gleiche Verhältnisse erwarten, wengleich die »halbreifen« Embryonen dieser Species nach PLATE bereits acht Kerne in jedem Dotterstocke zeigten, wofern sie von einer Form mit gleicher Kernzahl abstammten. Die Erklärung für die Eigenthümlichkeit, dass Rotifer vulgaris bald vier, bald acht Dotterkerne in jedem Dotterstocke enthalte, ist entweder darin zu suchen, dass zwei sich sehr nahe stehende Formen verwechselt wurden, oder dass eine solche Variation wirklich stattfindet, und die Verdoppelung der Kerne in der Embryonalentwicklung frühe eintritt. *Discopus* hat demnach in seiner konstanten Achtzahl den ursprünglichen Typus erhalten.

So wie *Call. symbiotica* und wie überhaupt die moosbewohnenden Callidinen sind auch *Call. russeola* und *lutea* eierlegend. Zur Entwicklung der Eier im Mutterleibe sind die Perioden des aktiven Lebens, welche von der zeitweiligen Durchfeuchtung des Moores abhängen, zu kurz. Außerdem war es von Vortheil, durch die Ablegung der Eier das Volumen des zu kontrahirenden Leibes zu verringern und eine sichere Bergung der Körperenden in den mittleren stark cuticularisirten Partien herbeizuführen. Dem entsprechend sehen wir andere weichhäutige Räderthiere, welche im Wasser leben und der Gefahr, periodisch zu vertrocknen, weniger ausgesetzt sind, häufig den rascheren Weg der Eientwicklung im Mutterleibe einschlagen.

Ich habe seiner Zeit bei *Callidina symbiotica* die nach hinten ziehenden Fäden als Oviducte bezeichnet, da diese Form eierlegend ist, wie man sich an der über ganz Europa verbreiteten Form leicht überzeugen kann, und nie Embryonen im Mutterleib gefunden werden. Meine Überzeugung sprach ich dahin aus, dass ich sagte (p. 125), »diese nach rückwärts gehenden Fäden (*a*) sind wohl als die Ausführungsgänge des Innenraumes der Geschlechtsorgane anzusehen und sind in der Ruhe ganz zusammengefaltet und so zusammengezogen, dass ihr Lumen völlig verschwindet«. Da ich jedoch das Durchtreten der Eier durch den Oviduct nicht direkt beobachtete, so sagte ich: »Davon, dass die Eier nicht in die Leibeshöhle fallen, glaube ich mich jedoch überzeugt halten zu müssen.« Bei der Besprechung der Frage, ob Rotifer vulgaris einen Uterus, beziehungsweise Oviducte besitze, citirt PLATE diese Stelle und fährt dann fort: »Auch WEBER ‚glaubt‘ für Rotifer

triseatus ‚an das Vorhandensein eines Uterus und zweier Oviducte‘. Nur bei ZACHARIAS finden wir die nach meiner Ansicht für die viviparen Rotifer- und Philodina-Species allein richtige Anschauung, dass die Eier und Embryonen in der Leibeshöhle liegen.« Auf einer der nächsten Seiten finden wir dann Folgendes: »Es wäre ungerechtfertigt, aus dem Gesagten zu folgern, dass bei allen Philodiniden ein Oviduct fehle und die Geburt der Embryonen stets in der für *Rotifer vulgaris* geschilderten Weise sich vollziehe. Es erscheint von vorn herein wahrscheinlich, dass die oviparen Philodiniden sich von den lebendiggebärenden unterscheiden werden, denn eine Eiablage ohne Oviduct ist wohl nicht gut denkbar. Um mir hierüber Klarheit zu verschaffen, habe ich eine neue moosbewohnende *Callidina*-Art etwas eingehender untersucht.« Es wird dann für *Callidina magna* ein Oviduct, der bis zur Kloake verfolgt wurde, nachgewiesen. An einer anderen Stelle heißt es: »Hinsichtlich des zuerst aufgestellten Problems scheint es mir für *Rotifer vulgaris* ganz unzweifelhaft zu sein, dass der vom Hinterende der Geschlechtsdrüse ausgehende Faden ein bindegewebiger oder, wenn man will, muskulöser Strang ist, dagegen kein rudimentärer Eileiter. Hierfür spricht einmal seine Struktur und dann seine hintere Befestigung am Enddarm. Er stellt einen völlig soliden Strang dar, dessen homogenes Plasma nicht selten von mehr oder weniger zahlreichen Körnchen erfüllt wird. Kerne konnte ich in ihm nicht entdecken, obwohl sie sicherlich vorhanden sein werden. Da der Strang außerordentlich kontraktile ist, so kommen die Körnchen nicht selten in zusammengezogenem Zustande dicht hinter einander zu liegen und können dann leicht den Eindruck eines zarten quergestreiften Muskels machen. — Der Strang selbst ist schon öfters gesehen worden (HUDSON und GOSSE, ZACHARIAS, WEBER, ZELINKA), seine hintere Befestigungsweise hingegen harret noch der Aufklärung.«

Ich sehe es als ein Missverständnis an, dass PLATE meine Angabe über die Oviducte der moosbewohnenden *Callidina symbiotica* dort anführt, wo er die Vermuthungen einzelner Autoren über Rotifer-Arten citirt, wodurch der Anschein erweckt wird, als ob diese *Callidina* ebenfalls lebendiggebärend wäre, was jedoch nicht der Fall ist, und ich mich, wie Andere, über die Oviducte von *Rotifer* in vagen Vermuthungen ergangen hätte. Richtiger und billigerweise wäre meine Ansicht dort anzuführen gewesen, wo von den Oviducten der *Call. magna* die Rede ist, welche Form nur eine Bestätigung für meine einstige Angabe und Ansicht liefert und die Berechtigung für den seiner Zeit den hinteren Fäden gegebenen Namen »Oviduct« beweist. Es ist demnach als gesichert anzusehen, dass es Philodiniden mit funktioniren-

den Oviducten giebt, und zwar sind es die moosbewohnenden Formen, welche diese Eigenschaft zeigen, gegenüber solchen Formen, welche lebendig gebären und bei welchen die Eier ohne Umhüllung des Uterus frei in der Leibeshöhle sich entwickeln. Ob es noch ein Zwischenstadium giebt, in welchem solche Species stehen würden, die zwar lebendig gebären, jedoch noch uterine Embryonalentwicklung zeigen, wissen wir noch nicht sicher, es scheinen jedoch Angaben von EHRENBERG und ECKSTEIN darauf hinzudeuten, dass eine solche Erwartung nicht unbedingt von der Hand zu weisen wäre. Wenigstens scheint mir der Vorgang der Geburt bei *Rotifer vulgaris*, die gewaltsame Durchbrechung der Kloakenwand, mehr als ein sekundärer, bei eingetretenem Schwund des Uterus entstandener Vorgang, als ein ursprünglicher Akt zu sein. Es bestärkt mich darin auch der »hintere Aufhängefaden der Geschlechtsdrüse«, welcher am Ende des vorderen Drittels des »Enddarmes« befestigt ist, wie PLATE sicher ermittelt zu haben glaubt. PLATE meint: »Könnte man ihn bis zur Kloakenwand verfolgen, so ließe er sich als ein rückgebildeter Eileiter deuten; die geschilderte Endigungsweise im Verein mit seiner soliden Struktur machen eine solche Anschauung unmöglich und weisen auf seine bindegewebige Natur hin.« Ich sehe in den geschilderten Verhältnissen kein Hindernis, diesen Faden als rudimentären Eileiter anzusehen. Wir kennen im Thierreiche noch viel tiefer eingreifende Veränderungen, welche Organe in der Rückbildung erleiden, gegen welche eine Längsverkürzung und Verückung des Anheftpunktes noch als sehr geringe zu betrachten sind; was die solide Struktur betrifft, so stimmt oben diese mit dem Aufgeben der Funktion überein. Auch soll die bindegewebige Natur gegen die Deutung als Oviduct sprechen. Nach den Begriffen der Histologie ist ein solcher Oviduct überhaupt in kein anderes Gewebe einzureihen, als in das Bindegewebe. Was endlich den noch möglicherweise anzuführenden Umstand betrifft, dass dieser Strang außerordentlich kontraktile ist, so ist dies eben so wenig der bindegewebigen Natur widersprechend. Noch hätte ich einige Worte über die Benennung zu sagen, welche PLATE der Umhüllungshaut der Genitaldrüsen giebt. Er sagt: »Es sind zwei ovale oder auch spindelförmig ausgezogene Keimdotterstöcke vorhanden, von denen jeder von einer dünnen Membran, dem Uterus, allseitig umhüllt wird. Am hinteren Pol der Geschlechtsdrüse setzt sich dieser Uterus in einen engen, aber sehr erweiterungsfähigen Kanal, den Oviduct, fort, den ich bis zur Kloake verfolgen konnte.« Dass PLATE den nach hinten gehenden Fortsatz als Oviduct bezeichnet, halte ich, wie aus meiner schon vor Jahren erschienenen Callidinenarbeit hervorgeht, für berechtigt. Dann wird in dem Falle, wo eine

Entwicklung eines Eies zum Embryo in einer Partie desselben stattfindet, was noch nicht ganz sicher beobachtet ist, eben dieser Theil des Oviductes zum Uterus werden. Den vor dem Oviducte liegenden Theil der Umhüllungshaut als Uterus anzusehen, geht wohl nicht an, wofern man nicht auf die landläufige Vorstellung verzichten wollte. Es hieße dies einen alten schon vergebenen Namen für einen neuen Begriff einführen. Wir werden besser thun, zu erklären, dass weder die eierlegenden noch die wie *Rotifer vulgaris* sich verhaltenden lebendiggebärenden Philodiniden einen Uterus besitzen, sondern die ersteren einen funktionirenden, die letzteren einen rudimentären Oviduct haben, welcher als Fortsetzung aus einer kernhaltigen Tunica der Geschlechtsdrüse hervorgeht.

Beträchtlich weicht die Organisation des Schwanzes oder »Fußes« unserer *Callidina* von der der PLATE'schen Form und *Call. symbiotica* ab, indem die Zangen an der Spitze eine Durchbohrung zeigen. Der Schwanz (Fig. 145) besitzt 3 Glieder, von denen das Endglied die Mündungen der Drüsen enthält, das zweite Glied die Zangen trägt. Diese letzteren sind etwa 0,012 mm lang und stehen an ihrer Basis 0,013 mm von einander entfernt. Der Hinterrand zwischen beiden ist schwach nach hinten gewölbt, bei *Call. lutea* zum bezeichnenden Unterschiede eingebuchtet. Bei *Call. magna* scheint die Entfernung zwischen den Zangenbasen, nach Fig. 8 zu urtheilen, nahezu doppelt so groß zu sein wie bei *Call. russeola*. Die Zangen haben die Form eines vor dem Ende schwach verjüngten Conus. An ihnen ist die Haut besonders deutlich gekörnt.

Das Endglied hat eine nierenförmig umrissene Endfläche, deren Einziehung am Vorderrand liegt. Diese Einziehung wird von zwei zapfenartigen Erhebungen begrenzt, welche dicht mit Endigungen von Klebdrüsenröhrchen besetzt sind. Was hinter ihnen und der Einziehung liegt, ist ebenfalls mit solchen Endigungen versehen. Die Endfläche selbst schneidet das Endglied schief ab, so dass sie beim Kriechen der Unterlage mit ganzer Ausdehnung anliegen kann.

Die Klebdrüsen sind, entgegen jenen von *Callidina symbiotica* und *magna*, nicht aus zwei Paaren von Zellreihen, sondern aus dreien solcher Paare zusammengesetzt. Die drei Zellreihen jeder Seite bilden ein zusammengehöriges Ganzes und diese beiden Komplexe weichen fast im rechten Winkel aus einander. Die äußerste Reihe und die ihr anliegende ist aus je drei rundlichen Zellen gebildet, die Gipfelzelle der ersten Reihe bildet auch zugleich den Schluss für die zweite. Die innerste Reihe hat häufig schiefe Scheidewände und endet zugespitzt, von der Spitze zieht ein feiner Faden an die Haut des Bauches. Jede Zelle besitzt ihren deutlichen Kern. Diese beiden symmetrisch ge-

lagerten Komplexe sitzen einem unpaaren Stücke auf, welches zahlreiche Zellkerne enthält (*n*). Aus diesem Körper gehen zu beiden Seiten an der Ventralseite 7—9 in ein Bündel gedrängte Röhren hervor (*Kg*), welche sich theilen und sich allmählich so ausbreiten, dass sie mit den der anderen Seite zusammenstoßen und unter fortwährender Theilung als ein gemeinsames Konvolut von Kanälchen dem Endgliede zulaufen, wo sie mit den Poren ausmünden.

Von der Dorsalseite zweigen von dieser Masse von Kanälchen jederseits einige ab, um sich wie bei *Call. parasitica* Gigl. in die Zangen zu begeben, dieselben zu durchlaufen und an deren Spitzen auszumünden (*Z*).

Zu dem Unterschiede, dass bei *Call. magna* keine Klebröhren in die Zehen gehen, kommt noch der Umstand hinzu, dass bei *Call. russeola* die Klebdrüsen aus je drei Zellreihen bestehen, während bei *Call. magna* nur deren zwei vorhanden sind. Wahrscheinlich ist das Homologon der dritten Reihe bei dieser Form in der vierkernigen, spitzen Zelle zu finden, welche PLATE als dem vorderen und inneren Ende der Reihen ansitzend beschreibt, wenigstens können wir nichts Anderes finden, was besser damit verglichen werden könnte. Auch dass an beiden Gebilden der Aufhängefaden befestigt ist, lässt dies gerechtfertigt erscheinen. Unsere *Callidina*, bei der diese dritte Zellreihe noch als funktionirender Bestandtheil gleich den anderen dem unpaaren Körper ansitzt und unmittelbar ihre Produkte den Röhren abgibt, ist darin ursprünglicher, als die *Call. magna*, bei der eben diese Reihe nicht mehr direkt dem Mittelstücke ansitzt und, wenn sie noch secernirt, nur mittelbar durch die benachbarte Drüsenzellreihe ihren Klebstoff abgeben kann. In der Entwicklung treten diese drei Zellreihen gleichzeitig und gleichwerthig auf.

Ein anderer Unterschied ist in der Form des Endgliedes gelegen. PLATE nennt das Endglied eine »Haftscheibe, welche aus vielen neben einander stehenden Röhren gebildet wird«. Der zwei Zäpfchen geschieht keine Erwähnung. Seine Zeichnungen Fig. 4 und 6 zeigen in dem einen Fall eine scharf zulaufende, am schwach gekrümmten Hinterrande mit parallel gestellten Röhren besetzte Platte, im anderen Falle ist der Hinterrand median ein wenig eingezogen. Beide Bilder erinnern lebhaft an Entwicklungsstadien des Fußes bei *Call. russeola*, wie sie später geschildert werden.

Diese Haftscheibe hat nach PLATE Ähnlichkeit mit dem entsprechenden Organ bei *Discopus* und *Paraseison*. Ich kann diese Ähnlichkeit, was *Discopus* anbelangt, nur in so fern gelten lassen, dass beide die Mündungen der Klebdrüsenkanäle tragen, sonst aber weichen sie

beträchtlich von einander ab. *Discopus* besitzt einen echten Saugnapf, der die dauernde Befestigung des Thieres an der Haut der Synapten bewerkstelligt. Der Stempel dieses Saugnapfes ist an seinem Ende gerade abgeschnitten und besitzt an dieser ebenen Fläche in Kreisen gestellte Poren, was wir bei *Callidina magna* vermissen. Eher könnte die Mündungsart bei der Gattung *Paraseison* herangezogen werden, wo der Fuß an seinem Ende einen kleinen Höcker trägt, welcher mit in einer Reihe stehenden Zinken gekrönt ist. Diese Zinken sind zweifelsohne vorstehende Röhrchen und treten in ganz gleicher Ausbildung in der Embryogenie des Callidinenfußes auf, so dass also dieses Genus ein Stadium, welches bei *Seison* und *Paraseison* bleibend erscheint, in der Ontogenie wiederholt.

Stellen wir uns vor, dass der *Seison*idenfuß an seinem Endgliede eine mittlere Einbuchtung erhält, in Folge dessen die Mündungen in zwei Partien gesondert sind, so sehen wir ein Verhalten, wie es bei *Callidina symbiotica* ausgebildet ist. Geht diese Trennung in zwei oder auch mehr Partien noch weiter, so werden die zehenartigen Gebilde erscheinen, die manche Callidinen wie z. B. *Call. constricta* Duj. und viele andere Philodiniden auszeichnen. Auch *Call. russeola* hat in seinen beiden Zäpfchen Andeutungen solcher Zehen. *Call. magna* jedoch scheint nach der Beschreibung PLATE'S in Bezug auf das Endglied tiefer zu stehen und einem Entwicklungsstadium der *Call. russeola* zu entsprechen. Ob *Discopus* in seiner Entwicklung ebenfalls ein solches Stadium durchläuft, kann ich nicht angeben, dass jedoch *Callidina* kein *Discopus*stadium besitzt, weiß ich bestimmt. Ich möchte daher die verschiedenen Formen des Callidinenendgliedes auf *Paraseison* zurückführen.

PLATE sagt ferner: »Da alle sonst bis jetzt beschriebenen Callidinen Zehen besitzen, hätte ich die in Rede stehende Art auch in eine neue Gattung oder auch in das nahe verwandte Genus *Discopus* einreihen können.« Dies ist ein Irrthum. Erstens haben nicht alle bis jetzt beschriebenen Callidinen Zehen in dem Sinne, wie PLATE dieses Wort meint; schon BARTSCH beschrieb bei *Call. bidens* Wülstchen am Fußende, durch welche die Klebdrüsen mündeten, und auch *Call. symbiotica* hat keine eigentlichen Zehen. Zweitens würde auch dann die Einreihung in das Genus *Discopus* unstatthaft sein. *Discopus* ist ausgezeichnet durch den großen Saugnapf, die Anordnung der Klebdrüsen in Querreihen und die isolirt verlaufenden Drüsengänge, während *Callidina* keinen Saugnapf besitzt, daselbst die Klebdrüsen in longitudinalen Reihen angeordnet sind und die Drüsengänge dicht an einander und untrennbar vereinigt liegen. *Call. magna* ist eine

echte *Callidina* und die Unterschiede am Fußendgliede reichen eben zur Befestigung der Speciesdiagnose.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, dass die Anzahl der Drüsengänge, wie sie aus dem kernhaltigen Mittelstücke hervorgehen, der Anzahl der Drüsenzellen zu entsprechen scheint. Vielleicht hat jede Drüsenzelle ihren eigenen Ausführungsgang. Für *Discopus* wenigstens konnte ich nachweisen, dass jede Klebzelle zur Ausführung ihres Stoffes eine eigene Röhre besitzt. Ob wir dieses Verhalten mit den bekannten einzelligen Drüsen der Gliederthiere vergleichen dürfen, scheint desshalb sehr fraglich, weil bei diesen der Drüsentheil und Ausführungsgang aus einer Zelle gebildet ist, bei unserer *Callidina* aber, so viel die Entwicklungsgeschichte lehrt, die Kanäle wenigstens im Endtheile aus anderen Zellen sich entwickeln.

II. Biologischer Theil.

Vor einigen Jahren beschrieb ich die Symbiose von Räderthieren an Lebermoosen. Es handelte sich um *Frullania dilatata*, *Frullania Tamarisci*, *Lejeunia serpyllifolia* und *Radula complanata*, Lebermoose, an denen konstant bestimmte Arten von *Callidinen* gefunden werden konnten. Die Räderthiere waren daselbst mit solcher Regelmäßigkeit zu treffen, dass die Sache einer Untersuchung werth erschien.

Es waren bestimmte Stellen, welche diese Thiere beherbergten und zwar bei *Radula* und *Lejeunia* der Raum zwischen dem Oberlappen und dem ihm angedrückten Unterlappen, bei *Frullania* der Innenraum der kappenartig aufgeblasenen Unterlappen. Ich konnte feststellen, dass es sich zunächst um einen Fall von »freiem Raumparasitismus« handle, an welchem zwei Species, nämlich *Callidina symbiotica* und *Leitgebii*, sich beteiligten. Individuen beider Arten lebten zu zweien und dreien vermisch in den kappenartigen Unterlappen, steckten bei Wasserreichthum ihre Räderorgane aus denselben heraus und zogen sich bei Wassermangel kugelig ein.

Es zeigte sich ferner eine vollständige Anpassung an die vorkommenden Perioden von Trockenheit, denen die Moose zeitweilig unterworfen sind, indem sogar nach mehrmonatlichem Wassermangel, ein Fall, der im Freien schon wegen des fallenden Thaues nie vorkommen dürfte, die Räderthiere eben so wie die Moose ihre Lebensfähigkeit bewahrten. Auch gegen Kälte und Hitze erwiesen sich die Thiere als widerstandsfähig.

Es fiel mir sodann auf, dass die Räderthiere gewisse Partien des

Moosstämmchens bevorzugten und hauptsächlich die grünen frischen Seitenzweige bewohnten, während die schon chlorophylllos gewordenen großen Kappen des Hauptstammes leer blieben, obschon sie hinreichend Platz für Raumparasiten geboten hätten. Ich zog daraus den Schluss, dass die Thiere nicht bloß eine Wohnung suchten, sondern vielleicht einerseits von dem durch das Chlorophyll der grünen Kappen gebotenen Sauerstoff angezogen, andererseits durch die Zersetzung des Zellinhaltes der großen Kappen zur Meidung derselben gezwungen würden.

Auch der Frage, ob auch die Räderthiere den Moosen einen Nutzen brächten, suchte ich näher zu treten und führte aus, dass die vielen Räderthiere durch die Verzehrer zahlreicher niederer Pflanzen, welche ihren Darminhalt ausmachen, in so fern von Vortheil sein könnten, als sie das Festsetzen von Raumparasiten wie *Nostoc*, *Oscillaria*, verhindern, welche in Risse und Spalten anderer Pflanzen eindringen. »Die vielen wirbelnden Rotatorien an den Zweigen wären dann eine Art Sicherheitspolizei für die Pflanze, die alle kleineren Pflanzenorganismen einzusaugen bestimmt wäre, bevor sie, sei es als Raumparasiten, sei es als Schmarotzer, sich niederzulassen im Stande sind.«

Über die Entstehung der Kappen konnte ich mich nur in Vermuthungen ergehen. Es stellten sich mir drei Möglichkeiten vor. Entweder verdankten die Kappen ihre Entstehung einer Hypertrophie, ähnlich wie die Ohren bei *Blasia* durch Eindringen von *Nostoc*, und die Räderthiere haben sich den so entstandenen Raum zu Nutze gemacht, oder die Räderthiere haben direkt Einfluss auf die Entstehung der Kappen genommen oder endlich die Kappen waren als Wasserbehälter für die Pflanze entstanden. Da die Beobachtungen ergaben, dass der Zeit-Unterschied zwischen dem Austrocknen des Moooses und der Kappen nicht sehr groß ist, so war ich eher geneigt anzunehmen, dass die Kappenbildung durch eine der beiden ersteren Ursachen veranlasst wurde. Weil die Kappen schon in der Knospe eingerollt erscheinen, so schloss ich daraus auf eine lang vererbte Eigenschaft, wies jedoch darauf hin, dass auch Rückschläge in eine einfach zipfelförmige Gestalt vorkommen und man Seitenzweige mit solchen mitten unter den übrigen ganz normalen Kappen tragenden Sprossen findet.

Meine Betrachtungen über die Entstehungsursache der Kappen gingen über den Charakter von Vermuthungen nicht hinaus, da es mir fern lag diesbezügliche Versuche und weitere Studien anzustellen.

Gegen meine Ausführungen hat sich nun GOEBEL¹, wie ich zuerst

¹ K. GOEBEL, »Pflanzenbiologische Schilderungen«. I. Theil. p. 486. 1889.

aus einem Referate im Biolog. Centralblatte ersah, gewendet. Er meint hinsichtlich meiner Vermuthung, dass vielleicht der Reiz der sich an die ursprünglich flachen Blattunterlappen ansetzenden Räderthiere die Ursache der Einwölbung eine Art Gegenreaktion sei, »diese Annahme ist indess ohne jeglichen positiven Hintergrund, was sollte denn die Rotatorien veranlasst haben, sich an die Blattunterlappen anzusetzen?« Dafür ließe sich allenfalls ein Grund beibringen. Die Räderthiere ernähren sich, indem sie mit ausgestrecktem Räderorgane die im Wasser suspendirten Körperchen organischer Substanz heranstrudeln und dem Munde zutreiben. Das am Stamme herabrieselnde Regenwasser bringt, wie KERNER richtig bemerkt, stets unerschöpfliche Mengen solcher als Nahrung verwendbarer Körperchen mit sich. Es ist sicher, dass die Räderthiere, wenn sie an den der Borke näher liegenden Unterlappen sitzen, auch mehr diesem direkten Wasserströme ausgesetzt sind, als wenn sie in der Wölbung der Oberlappen säßen. Damit wäre wohl das Ansetzen hinreichend erklärt.

Es wird dann fortgefahren, »ganz abgesehen davon, dass wir jetzt thatsächlich ohne jeglichen Reiz von Seiten der Thiere die Auriculae sich entwickeln sehen, möchte ich namentlich noch auf die oben angeführte Thatsache hinweisen, dass bei längere Zeit feucht gehaltenen Frullanien die Bildung der ‚Auriculae‘ unterbleibt, obwohl die Rotatorien auch jetzt noch vorhanden sind.« Was den ersten Einwurf anbelangt, so habe ich selbst darauf hingewiesen, dass die Blattohren in den jüngsten Sprossenden, wie LEITGEB'S Untersuchungen zeigten, schon in ihrer Anlage kappenartig sind, dass man es also mit früh entstandenen und in ihrer Form vererbten Organen zu thun habe, ich glaubte aber nicht, dass die Kappen auch jetzt noch eben so entstehen, wie ursprünglich, und noch immer eines Reizes zur Einrollung bedürften. Es ist sehr fraglich, ob diese Species noch immer dieselbe Plasticität der Organisation besitzt, wie zu jener Zeit, als die Ohren entstanden und ob die Pflanze noch jene Reizbarkeit zeigt, welche zur Einrollung einer afficirten Stelle nöthig ist. Nehmen wir aber mit GOEBEL an, dass die Frullanien in jeder Ontogenese die Kappen durch den Reiz der sich ansetzenden Thiere neu erwerben müssten, so trifft auch der zweite Einwurf nicht zu. GOEBEL citirt sich diesbezüglich nicht ganz genau, denn pag. 481 finden wir: »In meinen Kulturen war vielmehr, wie auch die Abbildung zeigt, an gewöhnlichen Sprossen die Wassersackbildung unterblieben. Allerdings nicht bei allen, ein Theil der Sprosse behält, sei es aus ‚inneren‘ Ursachen, sei es, weil sie weniger konstant feucht gehalten wurden, die Wassersackbildung bei.« Wieso ein Theil der Sprosse weniger konstant feucht gehalten wurde,

wird nicht angegeben, so dass über diesen Grund kein Urtheil möglich ist. Die Thatsache jedoch, dass ein Theil der Zweige noch immer die Kappen trägt und zwar bei Anwesenheit der Räderthiere, spricht, wenn wir auf GOEBEL'S Beweisführung eingehen, gerade gegen den daraus gezogenen Schluss, indem man sagen könnte, dass auch bei veränderten Lebensbedingungen, bei eventuell beeinflussten Wachstumsenergien einzelner Theile noch immer Kappen erzeugt werden. »Innere« Ursachen würden auch hier zur Unterstützung angezogen werden dürfen für die Erklärung, warum andere Unterlappen sich nicht einrollen.

GOEBEL hält die Kappen ausschließlich für Wassersäcke. Den Beweis für diese Behauptung bleibt er schuldig. Er untersucht nicht, wie lange sich das Wasser in diesen Wassersäcken hält und ob dies den Pflanzen merklichen Vortheil bringt. Nach meinen Beobachtungen verliert sich das Wasser schon bald aus den Kappen, die Zeit zählt nur nach Stunden, nach welcher die Kappen noch Wasser enthalten, während die Pflanzen selbst schon vertrocknet sind. Was können Stunden bedeuten bei Organismen, die monatelange Trockenheit ohne Schaden vertragen und nach dieser Zeit bei Befeuchtung neue Sprossen austreiben. Ferner hat GOEBEL nicht untersucht, wie sich die Pflanzen verhalten bei gänzlicher Abwesenheit der Räderthiere und wie endlich bei Entfernung aller Wassersäcke. Letzteres wäre bei *Frullania* nicht schwer zu ermöglichen, da die Kappen nur mit dünnen Stielen an den Oberlappen sitzen, welche durchtrennt werden können. Ich habe seiner Zeit zahlreiche Kappen abgetrennt, allerdings um das Treiben der Callidinen genauer untersuchen zu können.

Dass der Thau die Kappen mit Wasser füllt, habe ich bereits hervorgehoben; gleichzeitig ist aber auch die ganze Pflanze imbibirt und die Wassersäcke haben darin nichts voraus, denn es wäre erst festzustellen, ob die Kappen vielleicht eine höhere Imbibitionsfähigkeit besitzen als die übrigen Theile der Pflanzen, wenn nicht, so dürften die großen Oberlappen sicher eine größere Menge von Wasser in ihre Zellen aufzunehmen im Stande sein, als die kleineren Unterlappen sammt ihren Hohlräumen.

Eine besondere Aufnahmefähigkeit der Kappen scheint jedoch nicht vorzuliegen.

Darüber war ich im Stande eine Auskunft zu ertheilen. Wie ich seiner Zeit angab, bedarf es bei trocknen Moosen eines Zeitraums von 3—5 Stunden, um alle Luft aus den Kappen durch das eindringende Wasser zu vertreiben, was nicht darauf hinzuweisen scheint, dass diese Ohren eine hervorragendere Befähigung für den Dienst von Wassersäcken zeigen.

GOEBEL legt das Hauptgewicht auf die längere Erhaltung des Wassers in den Wassersäcken. Dafür fehlt eben der Nachweis. Er sagt zwar: »Es sind dieselben vor sehr rascher Verdunstung dieses Wassers (Thau, Herbstnebel) einigermaßen durch ihre Lage unter den Oberlappen der Blätter, zwischen diesen und dem Stamme, geschützt, und ohne Zweifel wird ein Theil dieses Wassers (und der darin gelösten Stoffe) von der Pflanze aufgenommen, während ein anderer, — wohl der größere — verdunstet.« Wir vermissen aber jede exakte Beobachtung darüber. In wie fern die Oberlappen einen Schutz gegen das allzu rasche Verdunsten des Wassers in den Wassersäcken gewähren, wäre nachzuweisen, indem man die Zeitunterschiede feststellte, welche bestehen zwischen der gänzlichen Eintrocknung eines Moosstämmchen, dem die Oberblätter genommen sind, und eines unverletzten. Es wäre übrigens eigentlich eine ungewöhnliche Art der Ausbildung eines Wasserspeichers. Sonst treffen wir in wasserspeichernden Organen sogenannte Wassergewebe, die hier mangeln, und zudem vermissen wir die Schutzeinrichtungen zur Einschränkung der Transpiration. Die enge Öffnung der Kappen wird als eine solche Einrichtung nicht leicht zu preisen sein, da eben diese Eigenthümlichkeit das Austreiben der Luft erheblich erschwert, also selbst wieder ungünstig wirkt.

Der genannte Botaniker nimmt an, dass die Räderthiere nichts suchen als einen Schlupfwinkel, »möglich ist es ja, dass die Thiere auch von dem von den Blattohren bei der Assimilation ausgeschiedenen Sauerstoff profitiren, und ihrerseits den Blattohren irgend einen kleinen Vortheil bringen. Aber Tausende von Blattohren sind auch ohne Rotatorien und gedeihen eben so gut«. Welcher kleine Vortheil den Blattohren zugestanden wird, wird nicht ausgeführt. Dass Tausende von Blattohren ohne Rotatorien sind, und eben so gut gedeihen, mag richtig sein, es wird aber ein wichtiges Moment verschwiegen, nämlich wie viele Tausende von Blattohren zwischen diesen unbewohnten bewohnt sind, und eben so wird übersehen, dass die Räderthiere nicht festgewachsen sind, sondern nach Belieben wandern — ich nenne sie deshalb »freie Raumparasiten« — und andere Kappen als Wohnplätze aufsuchen. Namentlich werden immer die alten chlorophyllfreien (in der Jugend jedoch bewohnten) Kappen später sorgfältig gemieden. Darauf, dass es unausgesprochen ist, ob unter den »Tausenden« von unbewohnten Kappen nur frische chlorophyllhaltige oder auch die stets von den Räderthieren verlassenen großen Ohren sich befinden, ließe sich entgegen, dass bei der Wanderung der Räderthiere bald dieser, bald jener Kappe der fragliche Vortheil zu Gute kommen könne.

Besonders wendet sich GOEBEL gegen meine Vermuthung, dass die

Räderthiere der Pflanze dadurch Nutzen bringen könnten, dass sie alle kleinere Pflanzenorganismen einzusaugen bestimmt wären, bevor sie sich als Raumparasiten oder Schmarotzer niederzulassen Gelegenheit hätten. Ob *Nostoc* dabei eine hervorragende Rolle spiele, das zu entscheiden stellte ich weiteren Untersuchungen anheim¹. Es ist aber wohl unzweifelhaft, dass die vielen Räderthiere, welche mit ihren Räderorganen weit (sogar über die nächsten Kappen) reichende Ringwirbel im Wasser erzeugen und von allen Seiten die im Wasser schwimmenden Körperchen heranziehen, ungezählte Mengen kleiner Organismen verzehren, und dass die unter denselben befindlichen Keime von Algen und Pilzen dadurch vernichtet und unschädlich gemacht werden. Es war mein Ausdruck »Sicherheitspolizei« also durchaus nicht so aus der Luft gegriffen, dass GOEBEL die Berechtigung gefunden hätte, ihn »als einen haltlosen Ausfluss moderner Zweckmäßigkeitshascherei« zu bezeichnen. Ja, KERNER² geht noch weiter als ich und erklärt die Räderthiere als direkt nützlich für die Pflanze, während ich nur einen indirekten Vortheil vermuthete. Er sagt, »die lebenden, im Schwemmwasser enthaltenen Organismen können von der *Frullania* nicht sofort als Nahrung benutzt werden, was aber unmittelbar nicht möglich ist, geschieht mittelbar. Die in den kappenförmigen Amphigastrien steckenden Räderthierchen (*Callidina symbiotica*) ernähren sich von den im Schwemmwasser enthaltenen Infusorien, Sporen, Pollenzellen und anderen organischen Splintern, scheiden ihre Exkremente in die Amphigastrien aus, und dieser flüssige Dünger wird nun von der *Frullania* als Nahrung aufgenommen.« Diese Erklärung wird GOEBEL vielleicht mehr zusagen, da er ausdrücklich die Kappen als Organe bezeichnet, welche Wasser und die darin gelösten Stoffe an die Pflanze abzugeben bestimmt sind. GOEBEL fährt nun in seiner Polemik fort: »Denn auch wo die Rotatorien fehlen, fehlt *Nostoc* (und andere ‚Algen‘³).« Diesen Grund hätte GOEBEL besser weggelassen, weil er unlogisch ist, da das Vorkommen oder Fehlen von *Nostoc* auch an anderen Stellen nie ein Beweis sein kann, dass die Räderthiere keinen *Nostoc* verzehren. Was Anderes ist es, wenn darauf ausgeführt wird, dass in den näher bekannten Fällen *Nostoc* nicht in beliebige, sondern

¹ p. 54 der Sep. meiner Arbeit über *Call. symbiotica* (*Nostoc* war aber nur eines meiner Beispiele).

² A. v. KERNER, Pflanzenleben. Leipzig 1894. Bd. II. p. 628.

³ Durch dieses Citat soll wohl die Andeutung gemacht werden, dass es unstatthaft sei, die Cyanophyceen zu den Algen zu rechnen. GOEBEL dürften wohl Handbücher hervorragender Botaniker bekannt sein, in welchen diese »Protophyten« den Algen beigezählt sind. Übrigens ist die systematische Stellung dieser Schizophyten für unsere Frage ganz nebensächlich und daher diese Andeutung überflüssig.

nur mit schleimerfüllte Hohlräume eindringt, und dies bei den Blatt-ohren der Lebermoose nicht der Fall sein soll. Dies wäre allerdings ein annehmbarer Grund dafür, dass die Rädertiere und Nostoc in keiner engen Beziehung stehen können. Doch scheint mir hierbei auf die dem Ohre zugehörige »schleimabsondernde« Drüse des Stylus auricularae dieser Moose keine Rücksicht genommen zu sein. Auch dürfte dieser Satz, dass Nostoc nur schleimerfüllte Hohlräume aufsuche, noch nicht so ganz sicher sein. Wir wissen wenigstens, dass bei Azolla, einer Gattung der Rhizocarpeen, der obere Lappen eine große Höhlung besitzt, welche immer mit Nostoc (*Anabaena Azollae*) erfüllt ist¹. Von einer Schleimabsonderung in dieser Höhle ist bisher noch nichts bekannt. Für Azolla hat nach STRASSBURGER Nostoc eine gewisse Bedeutung im günstigen Sinne und soll den Blättern in der Assimilation behilflich sein »und somit in gewisser Weise eine ähnliche Rolle in denselben wie im Inneren des Flechtenthallus spielen²! (Für die Lebermoose wird jedoch Nostoc lichenoides als ein schädlicher Eindringling bezeichnet, im Anschlusse an JANCZEWSKI³.) Ich habe aber übrigens schon angedeutet, dass ich bei Anwendung des drastischen Begriffes »Sicherheitspolizei« nicht an Nostoc allein gedacht, sondern überhaupt von pflanzlichen Organismen gesprochen habe.

Endlich findet sich noch eine Stelle, »übrigens sind die Rotatorien, welche die einheimischen Lebermoose bewohnen, wie mir mein Kollege GREEFF mittheilt, keineswegs auf die letzteren beschränkt, womit also die Annahme einer ‚Symbiose‘ eine weitere Stütze verliert«. Unter diesen Rotatorien können nur *Callidina symbiotica* und *Leitgebii* gemeint sein.

Callidina Leitgebii habe ich noch niemals wo anders als auf den betreffenden Lebermoosen gefunden. *Callidina symbiotica* kann man auch, jedoch nur vereinzelt, an anderen Orten finden. Es kann dies uns nicht überraschen, wenn wir beachten, dass diese Thiere freie Raumparasiten sind, welche auf ihren Wanderungen leicht auf andere Moose gelangen oder passiv durch heftigere Wasserströmungen dahin geführt werden können⁴. Wieso das Vorkommen an anderen Stellen

¹ E. STRASSBURGER, »Botan. Practicum«. p. 344. 1847.

² E. STRASSBURGER, »Über Azolla«. p. 40. 1873.

³ Botan. Zeitung. 1872. Nr. 5.

⁴ Ob die von ECKSTEIN (Zool. Anz. Nr. 290, 1888) angeführte *Callidina* auf *Fontinalis antipyretica* L. aus der Umgegend von Gießen wirklich die *Call. symbiotica* ist, kann nicht sicher angegeben werden. ECKSTEIN kann nichts für diese Annahme anführen, als dass Farbe und Form des kontrahirten Thieres mit meiner *Callidina* übereinstimmt. Dies ist zu wenig, da, wie ich bemerken will, noch zwei der *Call. symbiotica* in Farbe und im kontrahirten Zustande ähnliche Rädertiere, die *Call.*

gegen die Annahme einer Symbiose sprechen soll, ist also nicht ersichtlich, und wäre es auch dann nicht, wenn *Callidina symbiotica* viel häufiger andere Moosrasen bevölkerte, da es sich dann einfach um eine fakultative Symbiose mit fakultativen Vortheilen von beiden Seiten handeln würde.

Callidinen giebt es allerdings die schwere Menge auf allen Moosrasen, doch sind es zahlreiche andere Species, welche die Bevölkerung derselben ausmachen, und da an beliebigen Stellen sich aufhalten. Das Charakteristische an unseren Thieren ist, dass sie sich regelmäßig an den erwähnten Lebermoosen, und daselbst an ganz bestimmten Stellen finden, welches Verhalten den Gedanken an eine Symbiose rechtfertigt. Die Regelmäßigkeit dieses Vorkommens ist am besten dadurch dargelegt, dass, so weit meine eigenen Erfahrungen reichen, und ich durch Mittheilungen Anderer weiß, dieses Zusammenleben für Gebiete wie Oesterreich, Deutschland, Schweiz, Italien und England sicher gestellt ist.

Wir können nach Allem als gesichert betrachten, dass der Raumparasitismus der *Callidina Leitgebii* und *symbiotica* ein regelmäßiger und von Wechselbeziehungen begleiteteter ist, welche in gegenseitig gewährten Vortheilen ihren Ausdruck finden. Die Räderthiere erlangen außer sicheren Wohnungen noch den Vortheil einer Sauerstoffquelle und bewahren die Wirthe, indem sie alle in die Nähe kommenden kleinen Organismen durch den Wasserstrudel in den Mund ziehen und verzehren, höchst wahrscheinlich vor Ansiedelung von Schmarotzern und schädlichen Raumparasiten. Nach KERNER nützen sie direkt durch Abgabe ihrer Exkremente in die Kappen.

Diese Symbiose zwischen einer Pflanze und einem Thiere wäre ja nichts Alleinstehendes. Wir kennen auch andere solche Fälle. Ich brauche nur an die interessanten Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen zu erinnern, welche in neuerer Zeit von SCHIMPER¹ so anschaulich geschildert worden sind. Hier bietet die Pflanze den Ameisen Wohnung, welche sich diese jedoch erst eröffnen müssen, und in den MÜLLER'schen Körperchen das tägliche Brot, die Ameisen gewähren der Pflanze Schutz vor verheerenden Feinden. Die von mir angenommene Symbiose zwischen Callidinen und Lebermoosen bewegt sich bei Weitem nicht in so wunderbarem Rahmen.

Über die Entstehungsursache der Kappen können wir nur Verediviva Ehr. und eine zweite neue Art, welche ich bei späterer Gelegenheit beschreiben werde, sich an allen möglichen Orten umhertreiben.

¹ A. F. W. SCHIMPER, »Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Jena 1888.

muthungen hegen. Die GOEBEL'sche Ansicht über ihre Aufgabe der Wasserspeicherung ist dermalen durch keinen ausreichenden Beweis gestützt, so dass diesbezüglich Vermuthung gegen Vermuthung steht. Um so mehr gehen die Einwürfe GOEBEL's und die Art derselben weit über die Grenzen einer berechtigten Kritik hinaus. Wenn die wirklichen Ursachen der Kappenbildung und ihr jetziger Zweck, welche zwei verschiedene Dinge sein können, durch hinreichende Gründe dargelegt sein werden, werde ich sie bereitwillig anerkennen und mich freuen, durch Aufstellung meiner Vermuthungen eine Anregung zur Lösung dieser Fragen gegeben zu haben.

Vielleicht können bei der Lösung obiger Fragen einige Lebermoose berücksichtigt werden, von welchen sich ein Paar dadurch auszeichnen, dass ohrartige Gebilde nur stellenweise vorkommen, an anderen Stellen theils gar nicht, theils in nur geringem Grade ausgebildet sind, und dass an ihnen ebenfalls Callidinen leben.

Es handelt sich hier hauptsächlich um Pflanzen, welche brasilianischen Ursprunges sind, und welche ich durch die Güte des Herrn FRITZ MÜLLER in Blumenau zugesandt erhielt, wofür ich meinen besten Dank ausspreche.

Die Bestimmung dieser brasilianischen Lebermoose hat Herr F. STEPHANI, Leipzig freundlichst durchgeführt.

Für den Zoologen haben sie außer den biologischen Verhältnissen noch dies Interesse, dass die auf ihnen lebenden Rädertiere bisher unbekannte Species sind.

Sämmtliche sechs Lebermoose, welche in Betracht kommen sollen, sind Epiphyten und waren auf Blättern von Piper, zwei Aroideenarten und einem Farne zu finden. Alle gehören der Gattung *Lejeunia* an.

1) *Lejeunia cuneata* L. u. L. (Fig. 410, 40fache Vergrößerung). Die Oberlappen sind leicht gewölbt, länglich oval mit einer schwachen Einziehung am hinteren Rande. Die Unterlappen sind parallel zu den Oberlappen umgeschlagen und besitzen eine bemerkenswerthe Vorwölbung an der Basis. An dem Rande über dem Eingang zur so gebildeten Höhle sitzt der Stylus auriculae. Die Hohlräume sind mit Rädertieren besetzt.

2) *Lejeunia flava* Sw. (Fig. 125, 40fache Vergrößerung). Oberlappen unregelmäßig oval, die Unterlappen sind so gegen die Oberlappen gerollt, dass sie einen Conus bilden, dessen Basis dem Stämmchen ansitzt. Die Spitze des Kegels hat eine kleine Öffnung. Die Pflanze besitzt relativ große Amphigastrien mit dreieckigem Ausschnitte am vorderen Ende. Trotz der geringen Größe des Hohlraumes und der engen Öffnung beherbergen die Säckchen häufig sogar zwei Rädertiere. Stylus auriculae außen nicht sichtbar.

3) *Lejeunia pellucida* M. (Fig. 118, 40fache Vergrößerung). Ist die größte der untersuchten Arten. Die Oberlappen sind fast regelmäßig oval und haben nur am Hinterrande eine schwache Einziehung. Die Unterlappen sind ähnlich gegen die ersteren umgeschlagen, wie bei *L. cuneata* L. u. L., und mit einer Wölbung versehen, haben jedoch eine andere Form, indem der Außenrand lang verlaufend in den Hinterrand des Oberlappens übergeht. Der Stylus auriculae ist in der Mitte dieses Außenrandes als ein sehr spitzes langes Zäpfchen zu sehen. Die Amphigastrien sind in zwei stark divergierende spitze Zipfel geteilt.

Die vorstehenden drei Moosarten unterscheiden sich darin gar nicht von *Frullania dilatata*, dass alle Blattunterlappen zur Bildung von Hohlräumen verwendet sind. Anders ist dies mit den folgenden drei Species, welche die interessante Thatsache zeigen, dass die Bildung solcher Höhlungen entweder unterblieben oder vielleicht noch nicht vollendet ist. Die Räderthiere bewohnen häufig zu dreien und viere die Hohlräume.

4) *Lejeunia lanceolata* G. (Fig. 116, 40fache Vergrößerung). Wie man durch Vergleichung mit den früheren Figuren erkennt, ein sehr kleines Pflänzchen mit schmalen, spitz zulaufenden Blättern. Zwischen den ganz unveränderten Blättern stehen, mitunter häufig, aber immer zerstreut, mitunter selten, solche, welche an der Basis ein Tönnchen zeigen. Fig. 112 zeigt ein Stück eines Stammes bei 250facher Vergrößerung. Wir sehen daran zwei einfache Blätter mit einer schwachen Andeutung eines Unterlappens, welcher mit dem Oberlappen eine Grube einschließt. An seinem freien Rande befindet sich eine zahnartig vorspringende Zelle, welche wohl der schleimabsondernden Papille des Stylus auriculae entspricht. Die Tonne kommt durch Einrollung dieses Randes zu Stande (Fig. 114). Der Unterlappen ist so weit gerollt, dass er an den Oberlappen dicht anschließt. Der Innenraum ist bis auf eine gegen die Blattspitze sehende tunnelartige Öffnung vollkommen abgeschlossen. Die aus der Knospe kommenden Blätter sind, so viel ich sah, ohne Einrollung an der Basis. Die Amphigastrien sind halbmondförmig ausgeschweift und bestehen an den seitlichen Zipfeln nur aus einer Zellreihe. Räderthiere können bis zu drei Stück in einer Tonne gefunden werden.

5) *Lejeunia adpressa* Nees. (?) (Fig. 117, 40fache Vergrößerung). Ein kleines Pflänzchen mit breit dreieckigen Blättern, welche von sehr verschiedener Größe sind und mit dem schmalen Theile am Stengel sitzen. An Fig. 119 (140fache Vergrößerung) kann man sehen, dass an den einfachen Blättern nur eine geringe Andeutung eines Unterlappens mit einem zweizelligen Stylus vorhanden ist. Der etwas aufgewulstete

Unterlappen bildet mit dem Oberlappen und dem Stamme ein Grübchen. Ohrartige Umbildungen sind nur zerstreut zu finden und es giebt ganze Strecken, an welchen sie umsonst gesucht werden. Das links liegende Blatt der Fig. 119 besitzt eine solche kappenartige Bildung. Der Unterlappen ist ähnlich gegen den Oberlappen umgeschlagen, wie in Fig. 110, jedoch steht der Stylus an der Ecke der Kappe und ist gleichzeitig mit dem Vorderrande gegen den Oberlappen gedrückt, während an der äußeren Seite ein Eingang zu dem gewölbten Hohlraume offen gelassen ist. Die Amphigastrien sind sehr klein und nicht breiter als der Stamm. In den Höhlungen fand ich in der Regel nur ein Räderthier.

6) *Lejeunia elliptica* L. u. L. (Fig. 120, 40 fache Vergrößerung). Dieses zierliche Pflänzchen ist mit schmalen, oft spitz eiförmigen Blättern geziert. Die mir untergekommenen zeichneten sich durch braune Farbe aus. Alle Blätter haben Unterlappen, jedoch in verschiedenen Stufen der Größe und Einrollung. Blätter mit größeren Hohlräumen sind unter solchen mit kleineren zerstreut. Die Kappen sind fast von cylindrischer Form. Auch hier enthält ein Hohlraum nur ein Räderthier.

Was die letzteren Moose interessant macht, ist der Umstand, dass die Kappenbildung nur eine vereinzelte ist. Da sie mit den anderen Lejeunien an denselben Blättern dicht neben einander leben, also unter gleichen Lebensbedingungen existiren, so würde eine Erklärung dahin gehend, dass übergroße Feuchtigkeit die Bildung dieser Wassersäcke überflüssig machte, die Frage anregen, warum dann die ersteren Moose ganz regelmäßig ihre Wassersäcke beibehalten und nicht ebenfalls rückgebildet haben. Ein weiterer Umstand, welcher zur Aufmerksamkeit anregt, ist der, warum bei den kleinen Formen die ausgebildeten Kappen relativ größer sind als bei den großen Lejeunien, so dass der Raum immerhin noch für ein Räderthier ausreicht. Endlich steht die *Lejeunia elliptica* mit ihren halb ausgewachsenen Kappen in so fern im Vordergrunde, als sie die Wandlung eines Organs, vielleicht sein Werden oder sein Vergehen, zu zeigen scheint.

Leider konnte ich keine diesbezüglichen Studien anstellen. Anfügen möchte ich noch, dass auch bei der einheimischen *Jungermannia Mülleri* Einrollungen der Blätter vorkommen. Dieselben betreffen aber nicht den Unterlappen allein, sondern auch einen Theil des Oberlappens. In den Höhlungen saßen Räderthiere (Fig. 113).

Die Räderthiere konnte ich nach der in einem Briefe über die Linie zurückgelegten Reise nicht mehr zum Leben erwecken, obwohl ich verschiedene Versuche anstellte und sie durch kaltes, durch warmes Wasser zu reizen suchte und sie längere Zeit in wärmerer, der mittleren Temperatur Blumenaus angepassten Luft mit verschiedenen Feuchtigkeitsgraden

hielt. So viel konnte ich feststellen, dass sie Callidinen sind, welche von den bisher bekannten in der Form der Kiefer so beträchtlich abweichen, dass eine Wiedererkennung jederzeit möglich ist. Auch ihr innerer Bau war an geblähten Exemplaren zu studiren. Eine vollständige Erkenntnis ihrer Anatomie wird erst durch ergänzende Untersuchung an lebenden und zweckdienlich konservirten Objekten möglich sein.

Es sind 3 Species von mir gefunden worden.

1) *Callidina Mülleri* n. sp., welche ich nach FRITZ MÜLLER so benenne, ist ausgezeichnet durch die ockergelbe Farbe des Plasmas, des Räderorgans, Pharynx, Gehirns und der Speicheldrüsen, durch die blassgelbe Färbung des Darmes und die Form der Kiefer. Dieselben sind sehr schmal (Fig. 124), 0,04 mm lang, und von der abgebildeten charakteristischen Form. Das Verhältniß von Länge und Breite ist 3,5 : 1. Am äußeren Rande läuft zwischen zwei verdickten Streifen eine Furche herab, welche als Muskelansatzstelle dient. Die Zahnformel ist $\frac{3}{4}$, die von den Zähnen freigelassene Fläche ist mit Leisten besetzt, welche in der Nachbarschaft der Zähne stärker sind und weiter aus einander stehen als an den Enden.

2) *Callidina Holzingeri*¹ n. sp. ist die häufigste der drei Formen. Sie bewohnt vornehmlich die großen Lejeunien und findet sich oft in mehreren, bis zu vier Stücken in den Kappen. Die hervorstechendste Farbe ist die des Darmes, welcher orangeroth ist. Die vorderen Partien des Körpers sind nur schwach röthlich gefärbt. Im Hinterdarm fanden sich pflanzliche Reste mit grünem Farbstoffe. Sehr interessant ist, dass an diesen Formen vier Kerne im Dotterstocke gefunden werden konnten. Die Kiefer sind sehr breit (Fig. 132) und relativ kurz und bieten desshalb ein charakteristisches Bild. Ihre Länge ist 0,0125—0,0138 mm, ihre Breite 0,0063—0,0075 mm, das gegenseitige Verhältniß rund 2 : 1. An ihren Außenrändern läuft eine ähnliche Furche herab wie bei *Callidina Mülleri*, nur greift sie auch auf die vorderen Ränder über und wird desshalb halbkreisförmig, während sie bei *Call. Mülleri* gerade verläuft. Die Zahnformel schwankt zwischen $\frac{2}{2}$ und $\frac{2}{3}$.

3) *Callidina Lejeuniae* n. sp. Ein farbloses Thier, das ich nur im kontrahirten Zustande sah. Seine Kiefer (Fig. 131) sind etwa wappenschildförmig, am spitzen Ende stark gekrümmt, am stumpfen Ende stark verbreitert, in der Mitte mit eingezogenem Außenrande.

¹ Ich erlaube mir diese Form nach meinem verehrten Freunde, dem Lichenologen Dr. J. B. HOLZINGER zu benennen.

Einer Länge von 0,0475 mm steht eine Breite von 0,005 mm, gemessen am breiten Ende, gegenüber (Verhältnis 3,5 : 4). An den Zähnen misst die Breite 0,0044 mm. An den Außenrändern springen flügelartige Lamellen vor, deren freier Rand halbkreisförmig ist, so dass mit Einbezug dieser Lamellen die Kiefer annähernd einer kreisförmigen Platte gleich kämen. Die Funktion der ersteren ist in dem Muskelansatz zu suchen. *Callid. constricta* Dujard. hat ähnlich vorspringende Lamellen und ähnlich geformte Kiefer, jedoch sind die letzteren daselbst kürzer und das Verhältnis von Länge und Breite 2,5 : 4, auch sind die Lamellen nicht so breit und nicht halbkreisförmig, sondern selbst wieder eingebuchtet. Da ich das Räderorgan der vorliegenden Form nicht untersuchen konnte, kann ich die Möglichkeit nicht außer Acht lassen, dass *Call. Lejeuniae* der *Call. constricta* sehr nahe stehen und eventuell in das Variationsgebiet derselben fallen könnte. Dies wäre sehr leicht an einem lebenden Exemplare zu entscheiden, denn *Callid. constricta*, deren Totallänge 0,32 mm beträgt, ist sofort an der Eigentümlichkeit des Räderorgans zu erkennen. Die beiden Lappen des Räderorgans sind so klein, dass sie nicht über den Seitenrand des Mundes hinausragen, und stehen so eng an einander, dass sie in der Mittellinie dicht an einander stoßen. Die Zahnformel für *Call. Lejeuniae* ist $\frac{5}{5}$, für *Callidina constricta* $\frac{5}{5}, \frac{5}{6}, \frac{6}{6}$.

Zum Schlusse dieses Kapitels möchte ich einige Worte über die Lebensdauer und Lebensfähigkeit gewisser Rädertiere anfügen. Der letzte Beobachter darüber, PLATE, giebt hinsichtlich der *Call. magna* an, dass sie im Wasser nur eine beschränkte Zeit zu verweilen vermöge und von Zeit zu Zeit eintrocknen müsse, um ihre Lebenskraft ungeschwächt zu erhalten. Er fand, dass dieses Rädertier, wenn das Moos sehr dürr war, im Wasser innerhalb vier Tagen starb, wenn jedoch das Moos in einer Jahreszeit, in der häufig Regen gefallen war, gesammelt wurde, so trat das Absterben aller Thiere erst am vierten bis sechsten Tage ein. Daraus schloss der Untersucher, »dass 1) die *Callidina magna* und viele, sehr wahrscheinlich fast alle Philodiniden der Moosfauna, einen längeren Aufenthalt im Wasser nicht zu ertragen vermögen, obwohl dieses ihr eigentlichstes Lebenselement darstellt; 2) sich die schädlichen Einflüsse des Wasserlebens auf diese Thiere um so rascher geltend machen, je länger der demselben vorhergehende Trockenzustand gewährt hat und je vollständiger er gewesen ist«. Diesen beiden Sätzen, welche von der weitgreifenden Voraussetzung ausgehen, dass die Philodiniden der Moosfauna einen längeren Wasser-aufenthalt nicht vertragen können, kann ich nicht zustimmen, da meine

Erfahrungen mich eines Anderen belehrten. Die *Callidina lutea*, *russeola* und andere lebten in flachen Glasschalen mit Algen versehen und gut zugedeckt von Anfang Februar bis Anfang Juli vorigen Jahres, um welche Zeit ich äußerer Gründe wegen die Beobachtung einstellte, ununterbrochen und unter steter Kontrolle, nachdem sie aus wochenlang getrocknetem Moose genommen waren. Vor Allem möchte ich dem Einwurfe, es seien dabei vielleicht viele Generationen im Spiele gewesen, von vorn hinein damit begegnen, dass ich mittheile, dass die Schalen täglich durchgesehen und die gelegten Eier zu meinen entwicklungsgeschichtlichen Studien benutzt wurden. Zudem können bei einer bestimmten Zahl von Rädertieren, deren Vorhandensein täglich festgestellt wird, nicht junge Exemplare übersehen, oder für alte gehalten werden. Auch mit täglichem Wasserwechsel konnten ähnliche Ergebnisse erzielt werden. Meine Beobachtungen ergeben, dass die betreffenden Callidinen also nicht nur einen längeren Wasseraufenthalt ganz gut vertragen, sondern auch eine viel längere Lebensdauer überhaupt haben, als man bisher annahm.

Dass ein Vertrocknen und langes Verharren in diesem Zustande jedoch nicht günstig auf die Lebensfähigkeit einwirken wird, erscheint mir ganz plausibel, eine Erklärung liegt eben darin, dass das Wasser ihr eigentlichstes Element ist und ein längeres Entbehren desselben ihre Organisation schwächen wird. Wenigstens ich konnte erfahren, dass nach langen mehrmonatlichen Perioden von Trockenheit nicht alle Individuen von *Callidina symbiotica* wieder erwachten. (Dass es mir nicht gelang, die brasilianischen Callidinen wieder zum Leben zu erwecken, könnte man auch anderen Ursachen, als der Eintrocknung allein zuschreiben.)

Weit günstiger verhielten sich allerdings die Callidinen, welche KERNER¹ nach fünf Jahre dauernder Trockenheit auf *Frullania dilatata* untersuchte. Er fand nach Wasserzusatz alle Individuen lebendig. Ob genau auf die kontrahirt bleibenden geachtet und die Zahlenverhältnisse zwischen Todten und wieder Erwachenden konstatiert wurden, ist nach dieser Angabe nicht ersichtlich. Ja PREYER² kommt zu dem Schlusse, dass Rädertiere an Nahrungsmangel, Kälte, Wärme und Wassermangel sich gewöhnen können, nur die Luftleere erweise sich als tödtend. Er nimmt die Anabiose dieser Thiere und einiger Anderer als bewiesen an und führt Beispiele an, welche besagen, dass im Maximum sogar eine 27 Jahre dauernde Trockenheit sich nicht schädlich erwies.

Auf zwei Gründe der Konfusion, welche bisher hinsichtlich der

¹ A. v. KERNER, Pflanzenleben. Leipzig 1894. Bd. II. p. 628. Anm.

² W. PREYER, Über die Anabiose. Biol. Centralbl. Bd. XI. Nr. 4. 1894. p. 4—5

Wiederbelebungsfähigkeit der Räderthiere eine klare Erkenntnis verhiinderte, hat schon PLATE hingewiesen. Man hat die Ergebnisse der Versuche mit reinen Wasserbewohnern und reinen Moosbewohnern zusammengeworfen und ferner war die systematische Bestimmung der Thiere in vielen Fällen sicherlich eine unrichtige. PLATE lässt nur die Moosbewohner der Eintrocknung widerstehen. Nichtsdestoweniger glaube ich, dass es voreilig wäre, jetzt schon zu behaupten, dass nur die Moosbewohner die Eintrocknung vertragen. Dass dies bei letzteren der Fall ist, ist längst als gesichert anzusehen, wie ich entgegen der von ZACHARIAS¹ vertretenen gegentheiligen Ansicht festhalten muss. ZACHARIAS glaubt die richtige Erklärung für das scheinbare Aufleben von Räderthieren und Bärthierchen in angefeuchtetem Moose (oder in mit Wasser übergossenem Dachrinnensand) gefunden zu haben. Er traf in einer Höhlung einer Granitplatte, welche sich mit Regenwasser füllte und bei schönem Wetter in Maximum sechs Tage mit Wasser versehen blieb, eine Varietät der *Philodina roseola*. Sie starb auf dem Objektträger beim Eintrocknen ab, die Eier blieben jedoch erhalten und schlüpften in Uhrschälchen nach zehn Tagen aus. Wenn das Wasser im Verdunsten war und noch für drei bis vier Tage reichte, kontrahirten sich Philodinen im Bodensatze und umgaben sich mit einer durchscheinenden Hülle. Es wurde nicht untersucht, ob sie nach dem Austrocknen wieder auflebten. Daraus schloss ZACHARIAS: »Von einer eigentlichen Fauna rediviva kann im vorliegenden Falle aber nach alledem nicht die Rede sein«, sondern nur von einer Anpassung der Eier. Zur Berechtigung eines solchen Schlusses fehlt die Beantwortung mehrerer Fragen. Wir wissen nicht, ob die Eier dieser Species sich auch im trockenen Zustande weiter entwickeln, wenn nicht, in welcher Zeit nach dem Bewässern der Höhlung Räderthiere überhaupt angetroffen werden, wenn aber auch trockene Eier sich entwickeln, nach welcher Zeit Philodinen im erwachsenen Zustande in dem Wasser auftreten. Nach diesen Fragen könnte man entscheiden, ob die Eier wirklich allein die Bevölkerung in der nächsten Regenperiode liefern können oder nicht. Da der Zeitraum der Wasserfüllung nur sechs Tage, bei trockenem, windigem Wetter jedoch nur zwei bis drei Tage umfasste, jedoch auffallend große Thiere diesen Tümpel bewohnten, so scheint eine alleinige Neubevölkerung durch Eier unmöglich, denn wenn auch die Eier sich trocken entwickeln sollten, so müsste man Anfangs nur ganz junge kleine Philodinen finden und ein sofortiges enormes Wachstum annehmen müssen. Vielmehr scheinen mir die erwähnten kontra-

¹ Biol. Centralbl. Bd. VI. p. 230—235. 4886.

hirten Thiere mit der Gallerthülle zur Beantwortung der Frage heranzuziehen zu sein. Sie erinnern ganz an die von CUBITT, DAVIS und HUDSON¹ festgestellte Thatsache, dass Philodiniden beim Austrocknen eine schützende Gallertschicht um sich abscheiden und beim Wiederbefeuchten zu neuem Leben erwachen. Um so weniger können aber die zweifelhaften Ergebnisse von ZACHARIAS eine Entscheidung für die Frage des Wiederauflebens bei Moosbewohnern abgeben, da bei diesen sofort nach dem Befeuchten die erwachsenen Callidinen umherkriechen und ihr Räderorgan entfalten.

So viel steht sicher, dass eine Verallgemeinerung eines bei einer Form gefundenen Ergebnisses unstatthaft ist und dass man als Endergebnis die Nöthigung finden dürfte, für jede einzelne Species festzustellen, ob sie der Austrocknung widersteht. Dermalen sind die moosbewohnenden Callidinen und die wasserbewohnende *Philodina roseola* als anabiotisch anzusehen. Ferner ist festgestellt, dass gewisse Callidinen lange Zeit im Wasser zu leben vermögen, auch wenn sie vorher ausgetrocknet waren. Andere scheinen nach PLATE bald abzustarben, doch ist ein Abschluss der Meinungen über letzteren Punkt noch nicht möglich. Ob die Athmung daran Schuld sei, dass der Trockenzustand nachtheilig wirke, wie PLATE angiebt, dass nämlich die Athmung während dieser Periode einen Kohlenstoffverlust herbeiführe, dürfte nicht so ohne Weiteres anzunehmen sein, da wir andererseits wissen, dass in analogen Fällen, im Winterschlaf, nach VALENTIN die CO_2 -Abgabe auf $\frac{1}{75}$, die O-Aufnahme auf $\frac{1}{41}$ des Betrages im wachen Zustande sinkt, so dass weniger CO_2 abgegeben als O aufgenommen wird, und sogar ein Steigen des Körpergewichtes durch das Mehr an O eintreten kann.

III. Entwicklungsgeschichtlicher Theil.

A. *Callidina*.

Das Ei von *Callidina roseola* sowie von *Callidina lutea* zeichnet sich durch seine Größe und verhältnismäßig bedeutende Durchsichtigkeit aus. Allerdings giebt es keine durchgängige Gleichheit in den Dimensionen der Eier, sondern dieselben verhalten sich gerade proportional dem Alter und der Größe des Mutterthieres, aber auch bei jüngerem Individuen sind die Eier noch von auffallender Größe und können leicht im Moose aufgefunden werden. Man kann sich dieselben verschaffen, indem man in Wasser aufgeweichtes Dachmoos gut ausschüttelt und mit schwacher Vergrößerung den so erhaltenen

¹ Journ. R. Micr. Soc. S. II. Bd. VI. p. 79. 1886. (*Philodina roseola*.)

Detritus durchmustert. Noch sicherer ist es, die Callidinen, welche der Eireife nahe sind, herauszufangen und in Glasdöschen bis zur Eiablage aufzubewahren. Dieses Verfahren hat den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass die Eier um Vieles reiner erhalten bleiben, indem sonst die ungemein klebrige Oberfläche der Eihaut meist mit Schmutztheilchen bedeckt ist, welche die Untersuchung oft unmöglich machen. Jedoch auch im ersteren Falle ist man häufig der Eventualität ausgesetzt, durch nachträglich sich festhaftende Fremdkörper einen undurchsichtigen Schleier über das Objekt sich breiten zu sehen. Dass die Klebrigkeit der Eihaut auch das Rollen des Eies in lästiger Weise verhindern kann, sei erwähnt. Doch werden diese Schwierigkeiten aufgewogen durch den Vortheil, welcher darin liegt, dass diese Eier vermöge ihrer Größe nach der Untersuchung in frischem Wasser aufbewahrt und bei Wasserwechsel bis zum Ausschlüpfen am Leben erhalten und somit zu beliebig wiederholter Beobachtung herangezogen werden können. Die nachstehenden Beschreibungen sind auch nur nach solchen Eiern gemacht worden, durch deren endliches Ausschlüpfen die Überzeugung von dem normalen Entwicklungsgang gewonnen wurde, sofern sie nicht konservirt und geschnitten wurden.

Die Dauer der Entwicklung ist eine sehr lange. C. PEREYASLAWZEW¹ giebt von *Rotifer inflatus* eine Entwicklungszeit von drei Tagen an, vom Beginn der Furchung bis zum Verlassen der Eischale gerechnet. Bei K. ECKSTEIN² finden wir die allgemein gehaltene Angabe, dass man die Zeit, welche vom Moment des Legens bis zum Ausschlüpfen des Thieres verfließt, auf ungefähr ein bis zwei Tage wird angeben können. Nach BARROIS verstreicht bei *Pedalion* zwischen Eiablage und Ausschlüpfen kaum ein Tag. COHN³ giebt für die Dauer der Entwicklung bei *Hydatina senta* 12 Stunden an, dessgleichen EHRENBERG⁴ (12—14 Stunden), die kürzeste Dauer, welche bisher beobachtet wurde. Etwas größeren Spielraum lässt WEISSE⁵, indem er dafür hält, dass die Räderthiere im Ganzen eine ziemlich langsame Entwicklung besäßen. Bei *Floscularia ornata* giebt er 7 Tage als Entwicklungsdauer, vom Legen des Eies bis zum Ausschlüpfen an.

¹ Development of Rotifers. Mem. Novoruss. Soc. Natur. IX. p. 19. 1884. (1 pl.) Nature. XXXII. p. 579—580. 1885.

² Die Rotatorien der Umgegend von Gießen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXIX. p. 427.

³ F. COHN, »Die Fortpflanzung der Räderthiere«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VII. p. 449. 1856.

⁴ EHRENBERG, »Die Infusionsthierchen als vollk. Organismen«. p. 445. 1838.

⁵ J. F. WEISSE, Zur Oologie der Räderthiere. Zweiter Beitrag. Bullet. Acad. St. Pétersbourg. T. VIII. p. 203—214. 1864.

Meine eigenen Erfahrungen über *Callidina* übertreffen, was die Langsamkeit der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge betrifft, noch weit die WEISSE'S. Das Ei von *Callidina* braucht vom Momente der Ablage bis zum Verlassen der Eischale von Seite der jungen Thiere circa 17 Tage zu seiner Entwicklung. Die Furchung nimmt allein zwei Tage in Anspruch, die darauf folgende Faltenbildung am Körper einen Tag, die Ausbildung der Organe bis zur Fertigstellung des Thieres 14 Tage.

Dieser Umstand hat seinen Vortheil, indem die Veränderungen nicht mit überstürzender Hast vor sich gehen, sondern genaue Beobachtung, ausreichende Messungen und das Anfertigen getreuer Zeichnungen gestatten, während der Nachtheil darin liegt, das Ei so lange Zeit am Leben erhalten und die Angriffe seiner erbittertsten Feinde, der Pilze, abwehren zu müssen, was nur durch sorgfältiges Wechseln des Wassers erreicht werden kann.

Das Ei hat im Allgemeinen die Form eines Ellipsoides; genaue Messungen ergeben für *Callidina lutea* und *russeola* zahlreiche Abweichungen in den Dimensionsverhältnissen. Unter 14 gemessenen Eiern war das Verhältnis zwischen kleiner und großer Achse

bei 2 Eiern 1 : 1,3, (1 : 1,25, 1 : 1,27),

bei 5 Eiern circa 1:1,4 (genau: 1:1,37, 1:1,44, 1:1,43, 1:1,43, 1:1,44),

bei 5 Eiern circa 1:1,5 (genau: 1:1,46, 1:1,48, 1:1,5, 1:1,51, 1:1,54),

bei 1 Ei 1:1,6,

bei 1 Ei 1:1,7,

bei 1 Ei 1:2.

Es ergibt sich hieraus, dass die gedrungenen Formen bei Weitem vorherrschen und die langgestreckten in der Minderzahl sind. Die absoluten Maße variirten in gleicher Weise; nur bei einigen Eiern unter der erwähnten Zahl fanden sich vollkommen gleiche Längenmaße, alle übrigen Zahlen wichen mehr oder weniger von einander ab, wie folgende Tabelle zeigen wird, in welcher die obere Zahl immer die Maßzahl der großen, die untere die der kleinen Achse angiebt.

Es hatten unter 14 darauf hin untersuchten Eiern

	Totalgröße, incl. Eihaut	Größe der Eizelle oder des Embryo allein
Ein Ei	0,10 0,07 mm	0,09 0,07 mm
Ein Ei	0,11 0,07 mm	0,10 0,07 mm
Zwei Eier	0,11 0,08 mm	0,09 0,08 mm
Ein Ei	0,11 0,09 mm	0,10 0,09 mm

	Totalgröße, incl. Eihaut	Größe der Eizelle oder des Embryo allein
Vier Eier	0,12 0,08 mm	0,09 0,06-0,08 mm
Ein Ei	0,13 0,08 mm	
Zwei Eier	0,13 0,09 mm	0,11 0,09 mm
Ein Ei	0,14 0,09 mm	0,13 0,09 mm
Ein Ei	0,15 0,07 mm	0,12 0,07 mm

Woraus sich ergibt, dass in den gedrungenen Formen der freie Raum an den beiden Polen zwischen Eizelle und Eihaut im Ganzen 0,04 mm oder circa den zehnten Theil der großen Achse ausmacht, während bei den langgestreckten Formen der Zwischenraum an den Polen auf 0,02—0,03 mm wächst. An den Seiten liegt die Eizelle nahezu ausnahmslos der Eihaut dicht an. Diese letzten Angaben gelten für Eier, welche das Richtungskörperchen schon ausgestoßen haben. Frisch gelegte Eier unterscheiden sich dadurch, dass das Plasma die Eihaut ganz ausfüllt, so dass kaum ein sichtbarer Spalt an den beiden Enden vorhanden ist.

Jedes Ei ist nämlich von einer elastischen, derben Haut umschlossen, welche am lebenden Objekte homogen erscheint, nach Alkoholbehandlung aber in mehrere Lamellen zerfällt. Am Ei ist die Stelle, an welcher das junge Räderthier auskriechen wird, schon vorbestimmt; am vorderen Pole des Eies befindet sich an der Eihaut eine nicht ganz herumlaufende quere Linie, welche diesen Theil der Eihaut als eine Art Deckel kenntlich macht (Fig. 56, Taf. III), welcher mit der übrigen Haut zusammenhängt. Solche deckelartige Bildungen zeigen die Eier anderer Räderthiere, welche ich untersuchte, noch viel deutlicher. Die quere Linie ist bei allen diesen Eiern als die vorgezeichnete Spalte anzusehen, an welcher beim Ausschlüpfen die Eihaut sich öffnet. WEISSE¹ hat allerdings diesen Spalt nicht beobachtet, er zeichnet jedoch von *Salpina mucronata*, *S. ventralis* und *Diglena catellina* Eier, deren Embryonen durch das Öffnen eines distinkten Deckels auskrochen.

I. Ausstoßung des Richtungskörperchens und Furchung.

An einem Eie, welches um ein Uhr Mittags abgelegt worden war, war das Richtungskörperchen um fünf Uhr Nachmittags ausgestoßen.

¹ J. F. WEISSE, »Zur Oologie der Räderthiere«. Memoir. de l'Academie Imp. des sc. St. Pétersbourg. VII. Sér. B. IV. No. 8. Fig. 1, 5, 7.

Nach dem Verschwinden des Keimbläschens wird das Ei an seiner Peripherie hell, der gelbe Dotter wird central angesammelt, das klare Plasma rückt an den Rand; an einem 0,45 mm langen und 0,4 mm breiten Ei betrug diese ganz dotterfreie Partie 0,04 mm in der Breite. Beide Zonen gehen allmählich in einander über. Schon während des Austretens des Richtungskörperchens vermischen sich Plasma und Dotter. Meist wird, wie WEISMANN und ISCHIKAWA¹ gefunden haben, nur ein Richtungskörperchen gebildet². Dasselbe ist bei unserer Form ausnehmend groß und deutlich und von unzweifelhafter Zellstruktur. Es hatte 0,02 mm im Durchmesser, was, da das betreffende Ei 0,408 mm lang war, circa den fünften Theil der großen Achse ausmachte. Sein Plasma war hell, mit wenigen Granulis versehen, sein Kern groß, 0,008 mm im Durchmesser. Der Kern des Eies nach Ausstoßung des Richtungskörperchens, welcher nach und nach auf 0,0269 mm wuchs, war im Diameter nur etwa dreimal so groß als der Kern des Richtungskörperchens.

Was die Lage des Körperchens anbelangt, so ist zu bemerken, dass es fast ganz am oberen Pole des Eies, nur wenig, wie ich vorausschicken will, der dorsalen Fläche genähert, erscheint.

Ich übergehe die Vorgänge, welche die Ausstoßung des Körperchens bei dieser Form begleiten, da sie mit den bekannten Erscheinungen übereinstimmen. Die hierbei auftretende, bei *Callidina* am lebenden Ei sehr deutliche Kernspindel hat schon TESSIN³ bei *Eosphora digitata* gezeichnet und seine Ansicht, dass sie dem Polbläschen angehöre, ist vollkommen richtig. Da WEISMANN und ISCHIKAWA diese Frage auch historisch beleuchtet haben, so verweise ich auch in dieser Hinsicht auf die dort zu findenden Angaben und begnüge mich festzustellen, dass mein Befund an dieser und den gleich zu erwähnenden Formen die Liste der parthenogenetisch sich fortpflanzenden mit nur einem

¹ A. WEISMANN u. C. ISCHIKAWA, »Über die Bildung der Richtungskörper bei thierischen Eiern«. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. III. Heft I. p. 25. 1887. Taf. IV, Fig. 44—50.

² PEREYASLAWZEWA steht noch auf dem Standpunkte, dass die parthenogenetischen Eier kein Richtungskörperchen bilden. Die von ihr bei *Rotifer inflatus* beobachtete Dotterkörnchenbewegung, welche nach dem Verschwinden des Keimbläschens die Dotterkörnchen im Centrum anhäuft, hat schon ZACHARIAS (Über Fortpflanzung und Entwicklung von Rotifer. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLI. p. 239, 244) bei *Rotifer vulgaris* und *Philodina roseola* gesehen. Études sur le Développement des Amphipodes. Extrait du Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou 1888. No. 2. p. 8. (Die russische Originalarbeit über die Entwicklung der Rädertiere ist mir leider trotz aller Bemühungen nicht zugänglich gewesen.)

³ G. TESSIN, »Über Eibildung und Entwicklung der Rotatorien«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLIV. p. 9. 1886. Taf. XLIX, Fig. 9, 40.

Richtungskörperchen versehenen Räderthiere zu erweitern und das WEISMANN'sche Zahlengesetz mit einem weiteren Belege zu versehen geeignet wäre, wenn nicht mehrfach Eier mit zwei Richtungskörperchen vorgekommen wären.

Ich konnte auch bei *Callidina Leitgebii* mihi und *Discopus Synaptae* mihi die Ausstoßung des Richtungskörperchens beobachten. Bei diesen bestehen bezüglich des Ortes Differenzen, indem *Callidina Leitgebii* nicht wie unsere zu besprechende Form und *Discopus* am oberen Eipole sondern an der dorsalen Fläche, zwischen dem ersten und zweiten Drittel, das Körperchen entstehen lässt. Das Ei von *Discopus*, sich in der Leibeshöhle entwickelnd, ist nahezu kugelig, das von *Callidina Leitgebii*, welches abgelegt wird, lang gestreckt. Wir werden bei *Melicerta* sehen, dass auch deren langgestreckte Eier sich darin wie *Call. Leitgebii* verhalten, so dass also die Form des Eies in diesem Punkte vielleicht einen Einfluss zu besitzen scheint.

Von Interesse dürfte es auch sein, dass das reife Ei von *Callidina Leitgebii* zur Zeit der Bildung des Richtungskörperchens helle große Bläschen in der Peripherie des Eiplasmas enthält, vermuthlich dieselbe Erscheinung, wie sie LEYDIG von Wintereiern verschiedener Rotatorien beschreibt und von *Notommata myrmeleo* zeichnet; er sagt darüber¹: »Soll man vielleicht daraus schließen dürfen, dass das Keimbläschen im Eierstocksei sich ohne Weiteres durch fortgesetzte Theilung in viele helle Kerne umgewandelt hat, ohne dass sich die Dotterkügelchen um diese Nachkömmlinge des Keimbläschens sofort gruppirten, oder umschließen etwa die Wintereier gleich bei ihrer Entstehung im Eierstock eine Anzahl von Kernen (Keimbläschen) im Gegensatz zu anderen Eiern, die immer nur einen Kern (Keimbläschen) besitzen.« Ich meine, dass wir hier ebenfalls nur solche zarte Bläschen vorfinden dürften, wie bei *Callid. Leitgebii*, da die Furchungsvorgänge bei allen darauf untersuchten Räderthieren so deutlich sind, dass die vorstehende Annahme unbegründet zu sein scheint, und eine vielkernige Eizelle daselbst bisher noch nicht nachgewiesen ist. In neuerer Zeit führt LEYDIG² diese hellen Bläschen bei *Notommata myrmeleo* als kernartige Bestandtheile des Dotters auf, wobei er unentschieden lässt, ob man es hier mit ausgewanderten Bestandtheilen des Keimbläschens oder mit sogenannten Nebenkernen des Dotters zu thun habe. Meine Beobachtung über die Furchung von

¹ FR. LEYDIG, Über den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VI. p. 102. 1855.

² Beiträge zur Kenntnis des thierischen Eies im unbefruchteten Zustande. Zool. Jahrb. Bd. III. p. 398.

Callidina Leitgebii erweist es als sicher, dass genau dieselben Vorgänge sich abspielen wie bei den übrigen Callidinen, deren Ei der Bläschen entbehrt, dass daher von einer Betheiligung dieser Gebilde an der Keimblätterbildung keine Rede sein kann, sondern dass wir es hier mit Binnenkörpern des Dotters zu thun haben, die man mit LEYDIG als Nebenkerne bezeichnen wird.

Während der Eikern von Dotterstrahlung umgeben sich wieder dem Centrum nähert, ist das Eiplasma um das Richtungskörperchen in bemerkbarer Bewegung. Eine Anzahl kleiner Wülstchen erhebt sich, vornehmlich an der dorsalen Seite des Eies. Dies ist in Fig 2, welche das Ei von der dorsalen Fläche darstellt, ersichtlich gemacht. Der Eikern, welcher, wie erwähnt, während dieser Zeit an Volumen gewinnt, erscheint nicht kugelig, sondern mit mehrfacher eingebuchteter Oberfläche. Das Eiplasma ist dicht mit Dotterkörnchen erfüllt, welche ihm eine leichte gelbe Farbe verleihen. Auch Dotterschüppchen sind vorhanden, welche jedoch erst später nach der ersten Theilung sichtbar werden, indem sie theils an die Oberfläche kommen, theils an die Kerne sich anlegen.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass von dem Augenblicke an, als das Richtungskörperchen gebildet wird, sämtliche Richtungen im Räderthier-Eie orientirt sind. An dem Pol, in dessen Nähe das Körperchen austritt, finden wir später das Vorderende, am gegenüberliegenden das Hinterende, während die Fläche, in der es erscheint, zur Rückenfläche wird. Damit ist auch rechts und links etc. festgesetzt. In Fig. 2 stimmen rechts und links, oben und unten, dorsal und ventral mit den gleichnamigen Richtungen des Beschauers überein, in Fig. 3 liegt dem Beschauer die rechte Seite des Eies zugewendet und die dorsale zur linken Hand, Fig. 4 dagegen hat die entgegengesetzte Lage. G. TESSIN¹, dem diese Verhältnisse unbekannt geblieben waren, da er das Richtungskörperchen am lebenden Eie nicht gefunden hatte, war erst beim vierzelligen Stadium in der Lage, das Ei zu orientiren.

Eine halbe Stunde nach Austreibung des Richtungskörperchens hat der Eikern auf seiner Wanderung das Centrum des Eies wieder erreicht und beginnt dasselbe zu überschreiten, indem er sich weiter hinten der dorsalen Fläche abermals nähert. Gleichzeitig zeigt er zwei einander gegenüber liegende Einbuchtungen, der Dotter erscheint in der Richtung der späteren Spindelachse in Form eines lichten Bandes aufgehellte; dort entstehen unabhängig von den Kernausbuchtungen die Sternfiguren. Die Verbindungsgerade dieser beiden Sterne bildet mit der Hauptachse einen spitzen Winkel. Nun beginnt die erste der Ver-

Z ¹ G. TESSIN, »Über Eibildung u. Entwicklung der Rotatorien«. Zeitschr. f. w. o. ol. Bd. XLIV. 1886.

schiebungen im Ei, welche in der Rädertierentwicklung eine große Rolle spielen. Kennlich wird diese Verschiebung an der veränderten Stellung des Richtungskörperchens, welches allmählich an den vorderen Eipol wandert, wobei die dem Körperchen benachbarte Fläche sich bedeutend abflacht. Diese Verschiebung trifft aber nicht bloß die Oberfläche des Eies, sondern seine ganze Masse, wie man an dem Wachsen des Winkels zwischen großer Achse des Eies und der Längsachse des Dyasters feststellen kann. Nach einer weiteren halben Stunde hat das Richtungskörperchen den vorderen Pol erreicht (Fig. 4). Wie die benachbarte Oberfläche des Eies zeigt es eine große Unruhe; an ihm tritt mitunter eine tief einschneidende Furche auf, als ob es sich theilen wollte, welche Furche sich aber später wieder vollkommen ausgleicht, die Erhebungen am Eie werden zu förmlichen Säulchen, welche fast so hoch emporwachsen, wie das Richtungskörperchen. Inzwischen hat sich die Kernspindel nahezu senkrecht zur großen Eiachse gestellt, wie in Fig. 6⁵ in schematischer Ausführung dargestellt ist, und nun, abermals eine halbe Stunde später, tritt die erste Furche auf, welche etwas schief auf die Kernspindel, nahezu parallel zur großen Achse des Eies gestellt ist. Sie schneidet eine kleinere Kugel von der größeren, welche das Richtungskörperchen trägt, ab, wobei die neuen Kerne fast ganz an die äußeren Wände der Blastomeren aus einander weichen. Ob diese Furchungsebene als eine äquatoriale zu bezeichnen ist, wie von Seiten TESSIN's geschieht, wird später erörtert werden.

Ein sofort eintretendes und sehr schnell verlaufendes Phänomen fesselt bald das Auge des Beobachters. Die kleinere Zelle wird am unteren, die größere am oberen Ende dicker und eine thatsächliche Umwälzung findet statt, indem sich der Inhalt des Eies nahezu um 90° dreht. Die kleine Zelle lagert sich an den unteren, die größere an den oberen Pol, wobei jede Zelle noch eine kleine Eigendrehung mitmacht. Dadurch kommt das Richtungskörperchen ganz nahe an die Furche zu liegen und wird schließlich genau in die Mitte zwischen die beiden Blastomeren geschoben (Fig. 7). Während der Verschiebung der Blastomeren findet eine vorübergehende Vergrößerung des Eies in der kleinen Achse statt, welche um 0,007 mm wächst, was dem Auge deutlich erkennbar ist (Fig. 6). Zum Schlusse sitzt die kleine Zelle der großen kappenartig auf, indem die letztere central in die erstere eindringt. Der Kern der größeren Furchungskugel sitzt nun sehr nahe dem Mittelpunkte des ganzen Eies, der der kleineren Kugel am unteren Pole.

Wenn wir annehmen, dass TESSIN die ersten Vorgänge bei dem Eosphora-Eie genau verfolgt hat, so tritt uns eine merkwürdige Verschiedenheit entgegen, welche darin gelegen ist, dass die erste Furche An-

fangs viel weniger schief auf der Längsachse des Eies steht und sich auch später anders verhält, da sie sich niemals senkrecht dazu stellt.

Um die nächste Furchung genau beobachten zu können, haben wir das Ei gegen früher um 90° um die Längsachse zu drehen, so dass die dorsale Seite uns entgegensieht. Nach einer kurzen Ruhepause geht der Kern der größeren Zelle in die Spindelform über und stellt seine Längsachse in die Querachse des Eies (die Kernmetamorphose ist bei allen Theilungen mir bekannter Räderthiereier sehr deutlich auch am lebenden Objekte zu verfolgen, und es muss Wunder nehmen dass, nachdem schon BÜTSCHLI¹ bei *Notommata Sieboldii*, mehreren *Brachionus*-Arten und einer *Triarthra*-Species die mitotische Kerntheilung beschrieben, dessgleichen WEISMANN bei *Conochilus volvox* sie zeichnet, nachdem auch JOLIET² dieselbe beschreibt und zeichnet, O. ZACARIAS sich begnügt, mit kurzen Worten von knospenartiger Vermehrung des Kernes bei *Rotifer* zu sprechen, da eine solche etwas ganz außerordentlich Wichtiges wäre; es dürfte wohl die Oberflächlichkeit der Beobachtung an dieser Angabe Schuld sein).

Bald tritt die zweite Furche auf, welche von der großen Zelle ein kleines Stück auf der rechten Seite abschneidet (Fig. 8).

Diese Furche steht genau senkrecht auf der ersten und läuft direkt auf das Richtungskörperchen zu. In dieser Zeit konnte ich die Dotterschüppchen auffinden, welche sowohl an den Furchen (Fig. 8) als auch im Inneren an den Kernen liegend zu sehen sind (Fig. 44).

Die neue Furchungszelle *II* bleibt nicht an ihrem Platze, sondern bewegt sich an der rechten Seite herab gegen das Hinterende des Eies; zur selben Zeit wird das Richtungskörperchen und der umliegende Theil der großen Zelle *I* gegen links gedrängt und die letztere schiebt sich von oben der kleinen Zelle *II* nach (Fig. 9); gleichzeitig wird auch die Zelle *A* getheilt, indem die Kernspindel sich schief von links oben nach rechts unten stellt. Die Furche schneidet diese Zelle in zwei gleiche Hälften und läuft gleich der früheren direkt zum Richtungskörperchen (Fig. 10). Die von der Zelle *II* eingeschlagene Bewegung theilt sich nun den Abkömmlingen *a* und *b* der Zelle *A* mit, welche sich so verschieben, dass die Zelle *a* und *II* symmetrisch in gleicher Höhe sich einstellen, während *b* in der Mitte stehen bleibt. Das Ei hat sich somit egalisiert, ein Process, der bereits das zweite Mal einge-

¹ O. BÜTSCHLI, »Studien über die ersten Entwicklungsvorg. in der Eizelle etc.« Abhandl. der SENCKENBERG'schen naturf. Gesellsch. Bd. X. p. 34—36. Taf. XIII, Fig. 14—27.

² L. JOLIET, »Monographie des Melicertes«. Arch. d. Zoolog. expér. et générale. 2. Sér. Bd. I. 1883.

treten ist. Das erste Mal, bei der Zweitheilung, fand dabei die Drehung in der Medianebene und zwar um die Transversalachse des Eies statt, das zweite Mal in der Lateralebene um die Sagittalachse.

Die so entstandenen Zellen schließen in der Mitte ganz fest zusammen und zwar so, dass auf der dorsalen Seite die Furchen unmittelbar unter dem Richtungskörperchen zusammenlaufen, während auf der ventralen die beiden Zellen *a* und *II* eine Strecke weit sich an einander legen (Fig. 11) und die Zelle *b* von der Berührung mit *I* abhalten. Auch bemerkt man, dass der Winkel, welchen die die Zelle *I* abtrennende Furche besitzt, in der dorsalen Ansicht viel spitzer ist als in der ventralen, indem dort die große Zelle *I* viel weiter nach hinten reicht, sowie, dass auf der Bauchseite die drei kleineren Zellen sich etwas unsymmetrisch verhalten, indem hier die Zelle *II* etwas weiter nach vorn liegt als *a*, daher auch von *b* mehr sehen lässt. Fig. 12 giebt eine seitliche Ansicht dieses Stadiums. Bei einem Eie von 0,12 mm Länge betrug diese Verschiedenheit ca. $\frac{1}{6}$ der ganzen Längsachse, indem die Zelle *I* 0,068 mm, die Zelle *b* 0,047 mm in der großen Achse des Eies maßen; die Linie, in welcher sich *a* und *II* an einander legten, war 0,02 mm lang. Der Kern der Zelle *I* hatte einen Durchmesser von 0,022 mm, die Kerne der übrigen einen solchen von 0,016 mm.

Wenn das Ei dieses besprochene Stadium erreicht hat, tritt eine Ruhepause von ca. $1\frac{3}{4}$ Stunden ein.

Dieses Stadium entspricht dem von TESSIN in seiner Fig. 13 dargestellten. Schon oben habe ich erwähnt, dass es am Callidina-Ei schon beim Ausstoßen des Richtungskörperchens gelang, die Medianebene etc. anzugeben, während beim Eie von Eosphora dieselbe durch TESSIN erst in diesem Stadium festgestellt werden konnte, indem die große Zelle einen ventralen Fortsatz gegen die drei kleineren Zellen ausstreckt und diese sich dorsal auf die große Zelle legen, wodurch die bilaterale Symmetrie ausgesprochen ist. Bei unserer Callidina drängt sich die große Zelle im Gegensatze dazu dorsal weiter nach hinten zwischen die kleinen Zellen (Fig. 10 und 11). Was die von TESSIN besprochene Asymmetrie anbelangt, so ist sie auch bei diesem Eie zu finden, allerdings nur auf der Ventralseite, während die dorsale Fläche streng symmetrisch erscheint. Dass die Asymmetrie bei gestreckteren Eiern auffälliger ist, kann ich für Callidina bestätigen, selbstverständlich nur innerhalb der hier gezogenen Schranken, denn die dorsale Ansicht bietet auch bei gestreckten Eiern nur streng symmetrische Verhältnisse.

Da bereits TESSIN die unrichtigen Darstellungen ECKSTEIN's und ZACHARIAS' über die Entstehung des vierzelligen Stadiums berichtigt hat, kann ich von einer weiteren Besprechung absehen. Bei Conochilus

Volvox gehen die ersten Theilungen nach demselben Schema, wie hier geschildert, vor sich¹. Für die scharfe Beobachtung von Seiten NÄGELI'S² spricht der Umstand, dass er die ersten Stadien des Rotifer-Eies mit den damals zu Gebote stehenden optischen Hilfsmitteln vollkommen richtig sah. Seine Fig. 23, 24, 25 entsprechen unseren Fig. 7, 8, 10 ganz genau.

Nach BARROIS' Angabe³ kommt das geschilderte vierzellige Stadium bei Pedalion vor, wie es auch dem Brachionus urceolaris nicht fehlt, wenn wir COHN'S⁴ Zeichnungen Fig. 3 und 5 in Betracht ziehen. Es darf uns dieses allgemeine Vorkommen nicht Wunder nehmen, da es auch über den Kreis der Räderthiere hinaus bei einigen Mollusken (z. B. Anodonta piscinalis⁵), bei Dinophilus⁶ und Gastrotrichen zu finden ist.

Nach der erwähnten ziemlich großen Ruhepause schnürt sich von der Zelle I ein Blastomer ab, welches ganz ventral gelagert ist (Fig. 13 III). Gleichzeitig tritt wieder eine Verschiebung ein, und zwar wie das erste Mal in der Medianebene um die Transversalachse, wodurch die Zelle b mehr dorsal gelagert wird, so dass von ihr nur mehr die Hälfte ihrer früheren Ausdehnung ventral zu sehen ist; auch die beiden Zellen a und II sind nach hinten geschoben worden, berühren sich jedoch in gleich langer Strecke wie vorher. In der seitlichen Ansicht (Fig. 14) wird die bedeutende Verschiebung, welche die drei kleinen Blastomeren erlitten haben, am deutlichsten erkennbar, namentlich wenn man ihre jetzige Lage mit derselben in Fig. 11 vergleicht. Die Zellen a, b und II stehen bedeutend schief, reichen weiter nach vorn und auch das Richtungskörperchen, welches zwischen Zelle b und I liegt, ist nach vorn gewandert, es hat also auch die Zelle I eine Verschiebung ihrer Masse in dem angegebenen Sinne erlitten. Das Richtungskörperchen giebt während dieser Zeit Zeichen andauernden Lebens von sich, indem sein Plasma seine Umrisse oft verändert, die Wanderung nach vorn ist aber eine passive, es wird von den Blastomeren getragen. Der zurückgelegte Weg desselben beträgt etwa 0,044 mm.

¹ WEISMANN u. ISCHIKAWA, »Über die Bildung der Richtungskörper bei thierischen Eiern. Heft 1. Taf. IV, Fig. 47, 48.

² H. NÄGELI, »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Räderthiere«. Inaug.-Diss. Zürich 1852.

³ J. BARROIS, »L'embryogenie du genre Pedalion«. Revue scientif. p. 303. 1877.

⁴ F. COHN, »Die Fortpflanzung der Räderthiere«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VII. Taf. XXIV, Fig. 3, 5.

⁵ FLEMING, »Entwicklung der Najaden«. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. IV. 1875.

⁶ KORSCHULT, »Über Bau und Entwicklung des Dinophilus apatris«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXVII. Fig. 33—35.

Dieses Stadium hat SALENSKY¹ bei seinem *Brachionus urceolaris* gesehen, als er davon sprach, dass die kleinere der beiden Kugeln durch meridionale Furchen in vier Zellen zerfalle. Er dürfte das Stadium in seiner Fig. 2 richtig gezeichnet haben, hat es aber hinsichtlich seiner Entstehung unrichtig gedeutet. Ich kann daher der Kritik TESSIN'S darüber nicht ganz beistimmen, wenn er bei Besprechung des vierzelligen Stadiums sagt: »SALENSKY endlich beschreibt vier kleinere Blastomeren, was also den Thatsachen am wenigsten entspricht.«

Bei *Eosphora* fand TESSIN in so fern eine Variation, als zwar in der Regel die Zelle *I* sich zuerst theilte, jedoch auch Fälle vorkamen, in welchen die Zellen *a*, *b* und *II* in der Theilung voraus waren. Bei *Callidina* war die Zelle *III* immer schon abgeschnürt, ehe eine Veränderung mit den erwähnten drei Zellen eintrat, indem zwischen der Bildung der Zelle *III* und der Theilung der drei kleinen Zellen ein Zeitraum von etwa einer Stunde liegt.

Die besprochene Verschiebung der Zellen, wie sie in Fig. 14 dargestellt ist, kommt auch bei *Eosphora* vor.

Von den kleinen Zellen theilt sich sodann zuerst die Zelle *II* (Fig. 15 *II*₁, *II*₂) durch eine Segmentationsebene, welche senkrecht zur Längsachse des gestreckt ovalen Blastomers steht.

Die Folge dieser Zelltheilung ist eine auffallende Asymmetrie. Die beiden kleineren Theilstücke üben nicht mehr denselben Druck auf die umliegenden Blastomeren aus, da aus einem großen Stücke zwei verschiebbare kleinere geworden sind. In Folge dessen wird die Zelle *II*₁ von der Zelle *b* und mittelbar auch von *a* aus der Lage gedrängt (Fig. 16) und *II*₂ wird ventral gegen die Mediane geschoben (Fig. 17), was auch eine Formveränderung von *III* zur Folge hat. Mehr als eine Stunde später, während welcher diese Lageverschiebungen Platz greifen, tritt erst die Theilung der korrespondirenden Zellen *a* und *b* ein. Dieselben haben sich wieder etwas aus der schiefen Lage aufgerichtet und zerfallen in die Blastomeren *a*₁, *a*₂ und *b*₁, *b*₂ (Fig. 18). Die hierauf eintretende symmetrische Einstellung aller Theilstücke des Eies dauert abermals eine Stunde. Während dieser Zeit werden die dem Ursprunge nach zusammengehörigen Blastomeren allmählich in dieselbe schiefe Stellung gelegt, welche ihre Mutterzellen *II*, *a* und *b* einnahmen (Fig. 19), worauf diese Bewegung noch weiter fortgesetzt wird, indem die Zellen *I* und *III* durch ihren gegen das untere Ende ausgeübten Druck die Zellen *a*₁, *a*₂, *b*₁, *b*₂, *II*₁ und *II*₂ nach der dorsalen Seite und nach dem oberen Eipole verschieben. Besonders auffällig

¹ W. SALENSKY, »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des *Brachionus urceolaris*«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXII. p. 455—466. Taf. XXXVII.

wird dies, wenn man die dermalige Stellung des Richtungskörperchens (Fig. 24) gegen dessen frühere (Fig. 19) vergleicht. Die ventrale Seite (Fig. 20) und diese Seitenansicht (Fig. 24) zeigen die vollkommene Symmetrie der Blastomeren in der gegenseitigen Lage, alle Zellen haben sich fest an einander gefügt und gegenseitig abgeplattet. Eine Furchungshöhle fehlt vollständig.

Zwei und eine halbe Stunde nach der Theilung der Zelle *II* (Fig. 15) giebt Zelle *I*, das große Blastomer am oberen Pol, eine neue Zelle ab (*IV* in Fig. 22), welche eben so wie *III* in der ventralen Medianlinie liegt. Auch diese Zelle bewegt sich gegen den unteren Eipol, wodurch Zelle *III* so weit geschoben wird, dass sie den unteren Pol erreicht. In gleichem Maße rücken die Zellen b_1 und b_2 ganz dorsal; b_2 nimmt aber am Pole noch einen größeren Raum für sich in Anspruch als *III*. Die Verschiebung macht sich abermals durch die Stellung des Richtungskörperchens deutlich, welches wieder ein merkbares Stück nach vorn gewandert ist. Die seitlich gelagerten Blastomeren II_1 , II_2 und a_1 , a_2 haben dessgleichen eine bedeutende Lageveränderung erfahren, sie legen sich in Folge des Vorrückens der beiden ventralen Zellen noch um Vieles schief als sie früher lagen.

Wir haben nunmehr ein neunzelliges Stadium vor uns, in welchem die große Zelle *I* den oberen, vier Reihen von je zwei Zellen den unteren Pol einnehmen. In der ventralen Ansicht (Fig. 23) findet man, sobald das Ei in Ruhe gekommen ist, die Zelle *III* fast am unteren Pol angelangt, jedoch noch so weit zurückstehend, dass man die beiden seitlichen Zellen II_2 und a_2 in der Mitte an einander stoßend vorstehen sieht. Die neue Zelle *IV* nimmt fast die Mitte der ventralen Fläche ein, während die mehr dorsal gelagerten seitlichen Blastomeren II_1 und a_1 unter ihr hervorsehen. Dieses Ruhestadium dauert $1\frac{1}{2}$ Stunde.

Keinem der früheren Untersucher ist das Ei auf dieser Entwicklungsstufe besonders aufgefallen. TESSIN hat sie nicht beobachtet, in seinen Zeichnungen findet man das Stadium nicht dargestellt und, wenn die unserer Zelle *IV* entsprechende Furchungskugel bei *Eosphora* auftritt, sind die Abkömmlinge der Zellen *a*, *b* und *II* schon auf die Zahl 12 gewachsen. ZACHARIAS scheint allerdings in seiner Fig. 5 *f* unser Stadium gezeichnet zu haben, von einer Erwähnung desselben, oder gar einer auf Beobachtung gegründeten Ableitung desselben von früheren Entwicklungsstufen ist in dieser Arbeit nicht die Rede. Eine nicht mit vorliegenden Ergebnissen übereinstimmende Schilderung von der Entstehung der Zelle *IV* giebt TESSIN, indem er sagt: »Während dieser Veränderungen (der Bildung von drei Zellreihen aus den dorsalen Zellen durch Äquatorialtheilungen) in den dorsalen Zellen haben sich auch

die ventralen weiter entwickelt. Es sind hier zwei Theilungen vor sich gegangen, wodurch also aus den zwei bereits vorhandenen vier Zellen entstanden sind (Fig. 18—20). Die erste Theilung betraf die hintere kleinere Zelle a'' (Fig. 19), und bald darauf theilte sich auch von der vorderen größeren eine neue Zelle a^{IV} ab (Fig. 20).^a

Zum Verständnisse sei gesagt, dass a'' unserer Zelle *III*, a''' der Zelle *IV* und a^{IV} einer erst zu beschreibenden Furchungskugel *V* entspricht. Bei *Callidina* nimmt nun die Zelle *IV*, wie ich bei allen Eiern direkt beobachten konnte, ihren Ursprung aus der primitiven Furchungskugel *I* und entsteht nicht durch Theilung der Kugel *III*. Da, wie später gezeigt wird, auch *Melicerta* in der Entwicklung unserer vorliegenden Form folgt, so muss der Vorgang bei *Eosphora* als eine bemerkenswerthe Verschiedenheit aufgefasst werden.

Nachdem die erwähnte Ruhepause verstrichen ist, schiebt sich Zelle *I* von Neuem zur Theilung an. Auch dieses Blastomer wird in der ventralen Mittellinie gegen den unteren Pol abgegeben (Fig. 24 *V*). Die unmittelbare Folge ist eine abermals eintretende Verschiebung der schon vorhandenen Blastomeren im selben Sinne wie früher. Die Zellen b_1 und b_2 werden allmählich vom unteren Pole ganz abgedrängt und vollkommen dorsal gelagert, während die Zelle *III* ganz an diesen Pol rückt (Fig. 25). Auch die seitlichen Zellen haben eine Verschiebung zu erleiden und werden mit ihren Längsachsen ganz parallel zur großen Achse des Eies gestellt. Das Richtungskörperchen ist noch weiter gegen den oberen Pol geschoben worden.

Nun besteht das Ei aus zehn Zellen, von welchen zwei dorsal, zwei auf jeder Seite, drei ventral und eine am oberen Pol zu finden sind.

Verhältnismäßig rasch kommt das Ei nach dieser Verschiebung zur Ruhe, indem die erstere nur eine viertel Stunde dauert. Auch die jetzt folgende Ruhepause ist nur von der Dauer einer viertel Stunde, worauf die Zellen II_1 und II_2 , welche seit nahezu fünf Stunden keine Veränderung erlitten haben, der Theilung anheimfallen. Es ist hier darauf aufmerksam zu machen, dass es dieselben Zellen sind, welche schon vom Stadium mit fünf Zellen (Fig. 14) den übrigen gleichgeordneten Zellen a und b in der Theilung um ein Bedeutendes voraus waren, und auch jetzt sich viel früher theilen als a_1 , a_2 , b_1 , b_2 . In Fig. 26 sind die aus II_1 hervorgehenden Zellen bereits abgetrennt, während II_2 eben in Theilung begriffen ist. Die Theilungsebene steht eben so wie die frühere senkrecht zur Längsachse der Zelle. Wie bei jeder Theilung die Symmetrie des Eies gestört wird, so auch hier. Die früher in der Richtung der Längsachse hinter einander liegenden Zellen bilden jetzt eine krumme Linie, welche gegen die Bauchseite ausgebogen ist. Auch

wenn später die Zellen a_1 , a_2 , b_1 , b_2 dem gleichen Theilungsprocess unterworfen werden, sehen wir die Symmetrie gestört. Endlich resultiren drei dorsal und seitlich gelegene Reihen von je vier Zellen (Fig. 28), welche sich wieder ganz symmetrisch verhalten. Das Richtungskörperchen hat seinen Platz, den es früher eingenommen, verlassen und liegt nun ganz auf den kleinen Zellen. Zu erklären dürfte dies so sein, dass, weil in Folge der Theilungen die kleinen Zellen noch weiter sich ausdehnen und damit sich noch mehr dem oberen Pol nähern, das Richtungskörperchen durch die Reibung an der Eihaut zurückgehalten wurde, während die Zellen sich unter ihm nach vorn schoben. Es kann aber auch vorkommen, dass das Richtungskörperchen von den Zellen noch weiter nach vorn geschoben wird (Fig. 34).

Bezüglich der Größe der Zellen findet man in so fern Verschiedenheiten, als die mittleren Zellen jeder dorsalen Reihe meist durch den auf sie ausgeübten Druck zusammengepresst und kleiner erscheinen als die hinteren Endzellen. Jedoch erscheinen die vorderen Endzellen jeder der drei Reihen immer größer, da sie sich nach vorn flach auf der großen Zelle *I* auszubreiten vermögen. Außerdem sind diese drei Zellen noch durch einen anderen Umstand ausgezeichnet. Sie sind nämlich mit mehr Dotterkörnchen erfüllt als die übrigen und erscheinen daher merklich gelb. Die Anhäufung des Dotters wird erst bei der Theilung in Fig. 26 sichtbar, früher sind die Körnchen gleichmäßig vertheilt.

Zu dieser Zeit findet auch in der ventralen Zellreihe eine Veränderung statt. Bisher zählte sie drei Furchungskugeln. Nun theilt sich die Zelle *III* in einer den bisherigen Theilungsebenen dieser Reihe parallelen Ebene in zwei ziemlich gleiche Theile (III_1 , III_2 Fig. 27), womit das Ei nunmehr aus der oberen großen Zelle *I*, und vier Reihen von je vier Zellen besteht. Davon zeichnen sich Zelle *I* und die ihr anliegenden drei dorsalen Blastomeren durch Körnchenreichthum aus.

An Größe sind die Glieder freilich nicht gleich, da die der ventralen Reihe bedeutend voluminöser sind.

Wenn man nun diese Verhältnisse vor Augen hat, und SALENSKY'S Beschreibung zum Vergleiche heranzieht, ergibt sich, dass *Brachionus urceolaris* ohne Zweifel dieselben Vorgänge an seinem Ei zeigt. Allerdings hat SALENSKY die ersten Stadien nicht fortlaufend beobachtet, daher er von der irrigen Voraussetzung ausging, dass die vier Zellen, welche unseren Blastomeren *a*, *b*, *II* und *III* entsprechen (Fig. 14), durch meridionale Furchen aus der kleineren der beiden primären Blastomeren entstanden. Aber abgesehen davon müssen wir zugestehen, dass SALENSKY'S Beschreibung ganz wohl auf unsere *Callidina* passt, wenn er sagt, dass die kleineren Zellen »vier Zellensäulen« bilden.

Auch *Eosphora* hat nahezu dasselbe Stadium in seiner Entwicklung, wie wir aus *TESSIN's* Zeichnung Fig. 20 in Taf. XX ersehen, nur dass die ventralen Zellen hier nur in der Dreizahl auftreten und im Verhältnis viel voluminöser sind gegenüber den dorsalen Zellen, als bei *Callidina*. Ein Unterschied macht sich bemerkbar hinsichtlich der Beschaffenheit der vordersten dorsalen Zelle in jeder Reihe. *TESSIN* sagt über sie: »An dem vorderen Rande der drei ersten dorsalen Zellen ist schon in diesem Stadium eine bedeutende Anhäufung von Dotterkörnern nicht zu verkennen, wodurch dieser Theil der betreffenden Zellen ein dunkles Aussehen erhält.« Davon ist bei *Callidina* nichts zu bemerken, wie aus der obigen Schilderung sich ergibt.

Während die dorsalen Zellen einstweilen in Ruhe bleiben, werden die ventralen von der Theilung ereilt. Welche dieser Blastomeren zuerst zerlegt werden, ist nicht immer gleich, meine Skizzen besagen, dass die Zellen *IV* und *V* noch ungetheilt sein können, wenn *III*₁ und *III*₂ bereits in Theilstücke zerfallen sind, und andererseits können *IV* und *V* schon getheilt sein, während *III*₁ und *III*₂ noch intakt sind. Diesen letzteren Fall habe ich in Fig. 29 dargestellt, zu welcher außerdem zu bemerken ist, dass alle diese ventralen Zellen sich auf dieser Fläche ausgebreitet haben und wenig von der dorsalen Seite vorsehen lassen. Hervorzuheben ist, dass die Ebenen, durch welche diese Theilungen vollzogen werden, senkrecht zur Richtung der früheren liegen und parallel zur Längsachse des Eies stehen.

Auf diese Weise hat sich ein Stadium von fünf Zellreihen von je vier Zellen und einer großen Zelle am oberen Pole gebildet.

Von nun an kommen Ruhepausen zwischen den einzelnen Zelltheilungen nicht mehr vor, die Zellen sind bereits zu zahlreich und theilen sich zu wenig gleichmäßig, so dass die Ruhepausen der einzelnen Zellen nicht mehr zusammenfallen. Zunächst werden einige der dorsalen Zellen durch zur Längsachse parallele Ebenen zerlegt, und zwar ist hierbei, wie früher, die rechte Seite voraus. Während dieser Vorgänge spielt die große Zelle *I* noch eine wichtige Rolle; sie giebt nochmals, und zwar zum letzten Male in der ventralen Mittellinie gegen hinten eine Zelle ab (Fig. 30 *VI*), welche zuerst zwischen und etwas auf die Zellen *V* α und β zu liegen kommt. Durch diese neuerliche Theilung wird, wie in den früheren Fällen, eine bedeutende Verschiebung bewirkt, welche nun so weit geht, dass die ventral entsprungenen und bisher ventral gelegenen, von der Zelle *I* bis zum hinteren Pol allmählich gewanderte Zelle *III* in ihren Theilstücken *III*₂ α und β die dorsale Seite erreicht, wodurch die dorsalen Zellen wieder ein Stück nach vorn geschoben werden, und zwar so weit, dass ihre drei

vordersten gekörnten Zellen die große Zelle *I* von oben zudecken (Fig. 32).

Das Richtungskörperchen zeigt um diese Zeit Erscheinungen, welche seine Auflösung anzeigen, namentlich findet man um dasselbe herum viele Kügelchen, welche man für Zerfallsstücke desselben halten muss; später sucht man es vergebens auf. Die eigenthümliche Wanderung der ektodermalen Theile scheint COHN¹ bei *Hydatina senta* gesehen zu haben, wenigstens findet man bei ihm folgende Stelle: »Der Dotter schien während dieses Processes (der Furchung) in langsamer Rotation begriffen.« Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diese Worte im angegebenen Sinne deute, da diese Rotation ein typisches Verhalten darzustellen scheint.

Die Vorgänge an der ventralen Seite stehen ohne Gegenstück bei dem genauer untersuchten Eie von *Eosphora da. Brachionus urceolaris*, sowie *Rotifer vulgaris* und *Philodina roseola* können leider nicht zur Vergleichung herbeigezogen werden, da SALENSKY einerseits diese Stadien weniger als die folgenden seiner genauen Beobachtung unterworfen hat, während ZACHARIAS andererseits alle Stadien gleichmäßig flüchtig und unzureichend behandelt hat.

Bei *Eosphora* beschreibt TESSIN, wie oben erwähnt, zwei Theilungen der großen vorderen Zelle, wovon die zuerst abgeschnürte sich abermals theilt. In Folge dessen sind drei ventrale Blastomeren zu finden. TESSIN fährt dann fort: »Was alsdann noch zurückbleibt von dem größeren der beiden primären Blastomeren, also die Zelle *en*, das allein wird zum künftigen Entoderm, während die drei übrigen Zellen, die sich von ihm abgelöst haben, zur Bildung des Ektoderms beitragen. Das Ektoderm trennt sich also succesive in zwei Partien vom Entoderm ab.« Es ist ganz gut möglich, dass TESSIN nichts übersehen hat, und zwischen *Callidina* und *Eosphora* eine so große Verschiedenheit besteht; demnach würden bei *Callidina* von der großen Zelle vier ventrale, bei *Eosphora* nur zwei solcher Zellen sich loslösen, welche Zahl dadurch, dass die zuerst abgetrennte sich wieder theilt, auf fünf, beziehungsweise drei sich erhöht. Doch könnte man diese Kluft überbrücken, wenn man betrachtet, dass bei *Eosphora* diese Zellen im Verhältnis zu den dorsalen Zellen viel größer sind, als bei *Callidina* und auf diese Weise dasselbe Material in weniger Theilungen abgeschnürt wird.

Dass von der großen Zelle fortwährend Theile abgetrennt werden, hat auch LEYDIG² gesehen, er hat jedoch diesen Process verallgemeinert

¹ F. COHN, »Die Fortpflanzung der Rädertiere«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VII. p. 448—449. 1856.

² FR. LEYDIG, »Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der *Lacinularia socialis*«. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. III. p. 473. 1852.

und lässt sämtliche kleine Blastomeren aus der großen Zelle direkt hervorgehen, »das Eigenthümliche des Furchungsaktes besteht also darin, dass der Dotter von einem Pol aus fortschreitend zerlegt wird in der Progression 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und nicht in der von 2, 4, 8, 16, 32, 64, wie sie bei anderen Thieren beobachtet wurde«. Dies ist nun nicht zutreffend, wollte man auf die Darstellungsart LEYDIG's eingehen, so müsste man die Progression 2, 4, 5, 8, 9, 10, 17, 20 etc. aufstellen.

Als ein nicht gerade glücklich gewählter Ausdruck werden wir es bezeichnen müssen, wenn TESSIN sagt, dass das Ektoderm »sich also successive in zwei Partien vom Entoderm« abtrenne. Bevor nicht das Ektoderm ganz gebildet ist, können wir die große Zelle nicht als Entoderm ansprechen, die Scheidung des Eiplasmas in einen ektodermalen und entodermalen Theil findet hier eben in Folge der eigenthümlichen unregelmäßigen Segmentation verhältnismäßig spät statt und bis dahin besteht die große Zelle I aus Ektoderm + Entoderm. Darin muss ich TESSIN Recht geben, dass er die Embryonalform, welche durch die bisherigen Theilungen entstanden ist, als Sterroblastula bezeichnet. Auch bei Callidina ist keine Spur eines Hohlraumes zwischen den Blastomeren vorhanden, sie schließen jeder Zeit innig zusammen. Eine einzige Angabe finden wir bezüglich einer Furchungshöhle bei *Philodina roseola*. ZACHARIAS hat bei der ersten Theilung des Eies daselbst eine kleine Höhle zwischen den beiden Blastomeren bestimmt wahrgenommen und diese Erscheinung bei allen Eiern dieser Species feststellen können. Ich kann nicht entscheiden, ob wir es hier mit einer wirklichen Höhle zu thun haben, oder ob nicht etwa eine unserer Fig. 7 entsprechende Formation der Furchungskugeln eine centrale Höhle vorgetäuscht hat und der centrale Fortsatz der größeren Zelle daran Schuld war. Diese Höhle verschwindet schon bei der nächsten Theilung gänzlich, kann also den Typus der Furchung der Räderthiereier nicht verändern, welcher in einem konstanten Aneinanderschließen aller Blastomeren einen seiner charakteristischsten Züge hat.

War bisher die große Zelle I, welche wir von jetzt ab als Entoderm ansprechen wollen, an ihrer Stelle verblieben, ohne sich an den Wanderungen der anderen Zellen zu betheiligen, so ist diese Ruhezeit für sie vorüber. Die nun auftretenden Veränderungen können in zweierlei Form sich geltend machen, entweder rückt die Zelle langsam als Ganzes gegen das Innere der Blastula vor oder, was häufiger ist, sie erfährt gleichzeitig eine Theilung, Ersteres ist in Fig. 34, Letzteres in Fig. 32, 33 und 34 dargestellt. Im ersteren Falle sind die äußeren Zellen noch bis zum Rande der Entodermzelle vorgeschritten, im letzteren reicht die sekundäre Entodermzelle *e* naturgemäß in Folge der

selbständigeren Kugelform beider Zellen weiter nach hinten, wodurch die äußeren Zellen, um Platz zu machen, gegen den freien vorderen Pol verschoben werden. Die Theilung der Entodermzelle, welche mit ihren Abkömmlingen in den Figuren nunmehr statt mit I mit E , e etc. bezeichnet werden soll, findet durch eine schräg von vorn unten nach hinten oben laufende Ebene statt, welche die Zelle in E und e zerfällt (Fig. 34). In dieser gegenseitigen Stellung verharren diese Kugeln nur kurze Zeit, dann lagern sie sich hinter einander. Fast zur selben Zeit wird die Zelle E halbirt, und zwar durch eine in der Medianlinie liegende Ebene (Fig. 32 E_1 , E_2). Die beiden daraus resultirenden Zellen sind gleich groß und bleiben neben einander liegen.

Es ist nun verschieden, welche dieser Zellen zuerst eine weitere Veränderung erleiden. Es kann

1) die Zelle e durch eine schräge Ebene in ein oberes und unteres Stück getheilt werden (Fig. 36 eo , eu), während die Zellen E_1 und E_2 unverändert bleiben;

2) jede der Zellen E_1 und E_2 eine kleinere Kugel an der ventrallateralen Partie ihres Umfanges nach hinten abgeben, welche kleineren Zellen diese Lage beibehalten, während die Zelle e wie früher zerfällt (Fig. 37, 38, ε_1 , ε_2);

3) die Bildung von ε_1 und ε_2 wie in 2 vor sich gehen, die Zelle e aber durch eine mediane Ebene in zwei neben einander liegende Theile getheilt werden (Fig. 40, 41, 42, e_1 , e_2).

Aus dieser Aufzählung ergibt sich, dass die Kugeln E_1 und E_2 immer ihre kleinen Zellen ε_1 und ε_2 entstehen lassen, während es unbestimmt ist, ob die Zelle e zuerst durch eine mediane oder eine schräge Ebene, welche der Transversalebene nahe kommt, zerlegt wird. Schließlich ergibt sich aber in beiden Fällen das gleiche Resultat, indem beide Ebenen, allerdings nach einander, auftreten und somit die Zelle e in vier Theilstücke, zwei dorsale und zwei ventrale, zwei rechte und zwei linke, zerlegt wird.

Demnach besteht das Entoderm aus acht Zellen, zwei großen vorderen, vier hinteren kleineren und zwei zwischen diesen und den vorderen, an der ventralen Fläche gelagerten, mittlerer Größe.

Inzwischen sind aber an den oberflächlichen Zellen wichtige Veränderungen eingetreten, welche, um diese Stadien richtig beurtheilen zu können, mit in Betracht gezogen werden müssen.

Wir haben sie zur Zeit verlassen, als die ersten der Längsachse parallelen Furchen auftreten. Wie schon oben erwähnt, herrscht in deren Erscheinen keine Regelmäßigkeit, indem die rechte Seite vor der linken und der mittleren Partie davon befallen wird, was zur Folge

hat, dass die mittlere und linke Zellreihe erst auf die besprochene Weise halbt wird, während die Zellen der rechten Seite schon von einer neuen Theilung ergriffen werden. Auch in der Anordnung der so entstehenden Zellen tritt eine Veränderung ein; dieselben stellen sich nämlich alternirend zu denen der anderen Reihe ein, was schon in der schiefen Lage des Doppelsternes angedeutet sein kann.

Es ist hervorzuheben, dass die drei stärker granulirten vorderen Endzellen der dorsalen Seite sich der bisher eingetretenen Zerfällung der übrigen Zellen in kleinere Theilprodukte nicht angeschlossen haben (Fig. 32). Erst ganz zum Schlusse zeigen sich in ihnen die Anzeichen einer mitotischen Kerntheilung, welche dann eine Zelltheilung nach sich zieht. Wie in dem übrigen Theile der oberflächlichen Zellschicht ist auch jetzt die rechte Seite voraus (Fig. 33), und die Theilungsebene ist genau dieselbe, wie jene, welche ihre Schwestern in die ursprünglichen drei dorsalen Zellreihen zerlegte, nämlich zur Längsachse parallel. Es entstehen dadurch sechs stärker granulirte Zellen, welche zu vorderst am vorderen Eipole liegen und die aus den dorsalen Elementen hervorgegangene Zellschicht vorn begrenzen (Fig. 34).

Nur einmal fand ich diese Zellen schon in der Sechszahl, ehe sie den vorderen Pol erreicht hatten; dieses Vorkommnis habe ich in Fig. 34 abgebildet; hier ist eben so wenig wie an den gewöhnlichen Stadien eine regelmäßige Anordnung der dorsalen Zellen in Reihen erkennbar.

Gleichzeitig mit den dorsalen Zellen werden auch die ventralen großen Blastomeren, welche bereits seit dem in Fig. 30 abgebildeten Stadium in zwei Reihen zerlegt sind, durch der Längsachse parallele Ebenen weiter zerfällt.

Die damit verknüpfte Verkleinerung der Blastomeren betrifft zuerst vornehmlich die seitlichen, dann erst die beiden medianen Reihen und bedingt ein weniger tiefes Hineinragen jeder einzelnen Zelle in das Innere der Sterroblastula und zugleich eine größere Ausbreitung dieser Zellschicht in den Flächenausdehnungen. Durch den ersteren Umstand wird der Entodermzelle der Weg gegen den hinteren Eipol frei gemacht; der letztere jedoch bewirkt eine Fortsetzung der Wanderungserscheinung, welche wir schon früher beobachten konnten, indem die ventralen Zellen namentlich in der Richtung nach hinten ihren Druck ausüben und bewirken, dass allmählich die vordersten dorsalen Zellen mit den sechs granulirten Zellen über den vorderen Eipol herum auf die Ventralfläche geschoben werden. Gleichzeitig zeigt sich auch eine Verschiebung von den Seiten her gegen die ventrale Medianlinie, welche darin am besten erkennbar ist, dass die erwähnten granulirten

Zellen eng zusammengedrückt werden und nicht mehr in einem Kreisbogen angeordnet bleiben (Fig. 34).

Gleichzeitig ist die große Entodermzelle oder richtiger es sind ihre Theilprodukte gänzlich von der oberflächlichen Schicht eingeschlossen, es ist die Blastula in das Stadium der Gastrula übergegangen, welches sich gleich dem vorigen durch den absoluten Mangel jedes Hohlraumes, sei es einer Furchungs- oder Urdarmhöhle, auszeichnet. Die oberflächliche Zellschicht, das Ektoderm, zeigt deutlich das Prostoma, welches mit der Wanderung der Ektodermzellen ebenfalls seine Lage verändert hat, wie aus der Vergleichung der Fig. 33 und 35 hervorgeht, indem in ersterer das Prostoma noch ganz am vorderen Eipole zu finden ist.

Das Ei besteht nunmehr aus einer ektodermalen Schicht kleinerer Zellen, welche, mit Ausnahme der sechs das Prostoma am vorderen Rande umgebenden, durch Dotter gelb gefärbten und etwas größeren Zellen, mit hellem Plasma versehen sind, und aus den im Inneren eingeschlossenen großen, stark mit Nahrungsdotter erfüllten Entodermzellen, welche zur Zeit, als die Gastrulation beendet ist, in zwei vordere und eine hintere getheilt sind.

Die Zeit vom Ausstoßen des Richtungskörperchens bis zur Vollendung der Gastrulation beträgt 24 Stunden.

Damit ist die Furchung vollendet, die Primitivorgane sind gebildet und das Ei tritt in das Stadium der Anlage seiner bleibenden Organe.

Brachionus scheint sich gar nicht von dem geschilderten Furchungsmodus zu entfernen, so weit sich aus SALENSKY'S Arbeit erkennen lässt, wenn sich auch SALENSKY sehr kurz fasst. »Die Abkömmlinge der eben erwähnten Zellen der vier Säulen setzen ihre Theilung immer weiter fort, umhüllen die anderen mehr und mehr und nehmen dabei in ihrer Größe ab. Der Schluss dieses Processes besteht darin, dass die kleineren Zellen, in Form einer Schicht, die größeren und dunkleren vollständig umlagern. Das Ei kommt wieder zu seiner ovalen Form und besteht sodann aus zwei Schichten, deren weiteres Schicksal darauf hinweist, dass man sie nicht ohne Recht den Keimblättern der Wirbelthiere zur Seite stellt. Die Zellen beider Schichten, an Form vollkommen gleich, unterscheiden sich von einander nur durch den Körnengehalt ihres Protoplasmas. Die Zellen des äußeren Blattes erscheinen uns, im Gegensatze zu denen des inneren, viel ärmer an Körnchen.«

Wenn auch diese Schilderung die Vorgänge nur in den allgemeinsten Zügen berührt, so enthält sie doch nichts Unrichtiges. Geradezu als übereinstimmend mit meiner Fig. 34 oder 35 muss ich aber seine Fig. 4 bezeichnen, welche die Entodermzelle in der Umwachsung zeigt,

wobei die Ektodermzellen bereits die ventrale Fläche erreicht haben und die Entodermzelle nach hinten zu wandern im Begriffe ist. Als einzigen Unterschied können wir den Mangel der granulirten Zellen ansehen, welche sicherlich vorhanden sind, kennen wir sie doch bis jetzt von jedem Räderthier, welches genauer untersucht ist; ich selbst habe sie auch bei Rotifer, Philodina, und wie ich später zeigen werde, auch bei Melicerta gefunden. Doch braucht hier kein besonderer Verstoß von Seiten SALENSKY'S vorzuliegen, da sie nicht bei allen Arten gleich deutlich auftreten, indem eine geringere Granulirung sie weniger in die Augen fallend macht, was bei Brachionus, dessen Eier ich noch nicht zu untersuchen Gelegenheit hatte, eben so wie bei manchen Philodiniden der Fall sein kann. Zudem sind in den 48 Jahren, seit Erscheinen der Arbeit SALENSKY'S, die optischen Hilfsmittel unvergleichlich besser geworden, was auch ins Gewicht fallen möchte.

In der erst vor wenigen Jahren erschienenen Beschreibung von ZACHARIAS über die Entwicklungsvorgänge bei Rotifer vulgaris und Philodina roseola vermissen wir jede einigermaßen genauere Darlegung der Verhältnisse. Dass die Zeichnung ZACHARIAS' von der Gastrula bei Philodina roseola kaum den Thatsachen entsprechen dürfte, hat schon TESSIN erkannt. Die Entodermzelle wird nämlich (Fig. 5 *gh*) so klein und so weit vorn liegend gezeichnet, dass sie, auch wenn sie vom Ektoderm schon ganz eingeschlossen ist, gerade bis zur Mitte des Eies reicht. Die Unwahrscheinlichkeit, dass die kleinen Ektodermzellen sich so schmal und lang ausziehen sollten, um bis zum Entoderm zu reichen, hat TESSIN mit Recht hervorgehoben. Eben so unwahrscheinlich ist es aber auch, dass das Material des inneren Keimblattes in seinem Volumen so sehr gegen das Ektoderm zurücktritt.

ZACHARIAS leitet das gesammte Ektoderm von den drei kleineren Zellen des Eies ab. »Diese sitzen der noch ungefurchten größeren Eihälfte sattelförmig auf und scheinen sich weiterhin auf Kosten der letzteren (die zusehends kleiner wird) zu vermehren.« Dass mit diesen letzteren Worten keine aktive Betheiligung der großen Zelle gemeint sein kann, wie sie thatsächlich vorhanden ist, erhellt aus den sofort darauf folgenden Zeilen: »Das Resultat dieser Vermehrung ist zugleich eine Umwachsung der bisher ungefurcht gebliebenen Eihälfte durch die Theilungsprodukte der ursprünglichen drei Blastomeren.« Das äußere und innere Keimblatt werden konform der SALENSKY'Schen Benennung bezeichnet; vom Entoderm wird nur gesagt, dass es sich zu furchen beginne, wenn die Umwachsung so weit fortgeschritten ist, dass nur noch eine kleine Öffnung (Blastoporus) zum Verschluss übrig bleibt. Nun soll bei Rotifer das Protoplasma der inzwischen durch

fortgesetzte Theilung vermehrten und verkleinerten Blastomeren mit einander verschmelzen, wodurch eine ziemlich dichte mit zahlreichen Kernen versehene Schicht entstehe, welche das Schicksal der großen Hypoblastzelle nicht mehr zu verfolgen gestatte. Wie wir sehen werden, tritt jedoch das Zellsyncytium der Haut sehr spät auf, erst nachdem alle Organe angelegt sind.

TESSIN liefert uns eine sorgfältige Darstellung der Vorgänge bei *Eosphora*, wodurch wir in die Lage versetzt sind, eine genaue Vergleichung anzustellen, welche eine weitgehende Übereinstimmung nachweist. Auch bei *Eosphora* werden die dorsalen Zellen durch zur Längsachse parallele Ebenen zerlegt, nur gehen diese Dinge bei *Callidina* durchaus nicht mit der Regelmäßigkeit vor sich, wie bei der ersteren Form; man könnte überhaupt die Furchung von *Eosphora*, so wie sie TESSIN schildert, das Schema der Furchung der Räderthier-eier nennen, mit solcher symmetrischen Exaktheit liegen die in den Figuren abgebildeten Stadien vor unseren Augen.

Ein anderer untergeordneter Unterschied ist, dass die Zerfällung der dorsalen Zellen in sechs Reihen schon stattfindet, bevor sie noch das Vorderende erreicht haben und auch die granulirten Zellen schon um diese Zeit getheilt werden, während bei *Callidina* letzterer Process erst zum Schlusse eingeleitet wird und die dorsalen Zellen in der Regel schon früh die ganze dorsale Seite bedecken, und dass ferner die granulirten Zellen gleichzeitig mit den übrigen Ektodermzellen zerfällt werden.

Auch die Theilung des Entoderms scheint in etwas verschiedener Weise vor sich zu gehen, da, nachdem in Übereinstimmung mit *Callidina* das dreizellige Stadium entstanden ist, welches TESSIN in Fig. 27 gezeichnet hat, die hintere Zelle lange Zeit ungetheilt zu bleiben scheint, wenigstens finden wir sie noch in der Zeit, wenn die granulirten Ektodermzellen schon in das Innere der Gastrula verlegt worden sind, noch in unveränderten Verhältnissen, während bei *Callidina* bereits die Viertheilung eingetreten ist.

Alles Übrige läuft bei beiden Formen ganz gleich ab.

Die Art der Theilung der Ektodermzellen, das Wandern derselben gegen den vorderen Pol, die Verschiebung des Prostoma auf die Bauchseite, die Entstehung der granulirten Zellen und deren Lage am Urmund, die ersten Theilungen der Entodermzelle sind Vorgänge, deren sichere Übereinstimmung festgestellt werden konnte.

II. Anlage der Organe.

A. Anlage des Kopfes, Mundes und Schwanzes.

Die nächste Veränderung am Ei betrifft die sechs granulirten Zellen. Schon früher wurde erwähnt, dass gleichzeitig mit der Verlagerung des Urmundes vom Vorderende auf die Bauchseite, bewirkt durch die Wanderung der dorsalen Zellen von hinten nach vorn, auch ein seitlicher Druck auf die ventrale Mittellinie ausgeübt wird, dessen Folgen in der Verschiebung der granulirten Zellen aus ihrer halbkreisförmigen Lage zu erkennen sind. Meist wird eine von ihnen in die Mitte der übrigen geschoben (Fig. 35), worauf sie eng an einander gepresst werden. Sie werden sodann von den Ektodermzellen überwachsen und in die Tiefe verlagert. Dies wird eingeleitet, indem jene Stelle des Ektoderms, an welcher sie sich (Fig. 36) befinden, sich gegen den Rücken und gegen innen einsenkt. Ermöglicht wird das, indem das Entoderm nach hinten ausweicht, wodurch die Ektodermzellen des hinteren Poles, bisher zu den höchsten und größten Zellen gehörig, ebenfalls zum Ausweichen genöthigt werden; sie theilen sich demnach, werden niedriger und kleiner und breiten sich mehr nach vorn aus, was eine Anhäufung von Ektodermzellen am vorderen Pole zur Folge hat (Fig. 37). Während die granulirten Zellen und die zunächst liegende Partie des ventralen Ektoderms hinter dem Blastoporus immer tiefer einsinken, werden die Ektodermzellen über die granulirten hinüber geschoben und die letzteren vollkommen überdeckt, so dass die Ektodermzellen endlich an der Stelle des Blastoporus an einander schließen (Fig. 38).

Das Ei ist in diesem Momente am Vorderende spitzer wie am Hinterende. Dann findet eine allmähliche Ausgleichung zur ovalen Form statt.

In dieser Zeit sind die ventralen Ektodermzellen noch viel größer als die übrigen, wie man am besten am Längsschnitte sehen kann. Die Stelle, wo sich das Ektoderm geschlossen hat, ist gerade dadurch sehr deutlich geblieben, weil die kleineren von der dorsalen Seite gekommenen Zellen unmittelbar an die großen Ektodermzellen der ventralen Seite stoßen und ohne Übergang daselbst sich an einander legen (Fig. 39). Von der Fläche ist diese Stelle durch eine quer bogenförmige Furche, deren hinterer Wall höher ist, angedeutet.

Die größten Ektodermzellen, jene der ventralen Fläche, fallen bald der Theilung anheim, und wir finden dann eine Zeit lang die relativ größten Zellen am Hinterende, mit einem Längendurchmesser von 0,017—0,02 mm; sie sind also nicht viel größer als die Zellkerne der großen Entodermzellen, welche 0,016 mm im Durchmesser haben. Am

Vorderende sind die Ektodermzellen während längerer Zeit platt und gewinnen erst später eine andere Form.

Bis nun ist keine Veränderung an den granulirten Zellen zu bemerken; sie liegen in ihrer ursprünglichen Zahl dicht oft asymmetrisch auf eine Seite zusammengedrängt und nehmen jetzt den vorderen Theil des vom äußeren Ektodermbelage umschlossenen Innenraumes ein, dessen hintere und mittlere Partie dem Entoderm zugewiesen ist.

Vom Entoderm sind diese eingeschlossenen Ektodermzellen sehr leicht zu unterscheiden, auch wenn man ihre Entstehung nicht verfolgt hat, indem nicht nur die Größe der Entodermzellen ein wichtiges Merkmal dafür abgibt, sondern auch das Ektoderm rings herum eine Art Einschnürung bildet, welche allerdings nicht äußerlich bemerkbar ist, sondern dadurch zu Stande kommt, dass diese granulirte Zellenmasse mit kleinerer Basis auf den beiden vordersten massigen Zellen des Entoderms aufsitzen und das fest anliegende Ektoderm an dieser Stelle höhere Zellen besitzt.

Bald, nachdem die granulirten Zellen eingeschlossen sind, fangen sie an sich zu theilen. Die Zellen selbst und ihre Theilstücke liegen zuerst ganz unsymmetrisch (Fig. 44 *Gr*). Im Längsschnitte erweisen sie sich als in zwei Lagen angeordnet (Fig. 42). Die Theilungen finden in jeder Lage für sich statt. Zum Schluss ordnen sich die Zellen vollkommen symmetrisch an, wie Fig. 43 zeigt. Es ergiebt sich als Resultat der Theilungen eine das erste Drittel des Innenraumes des Embryo einnehmende granulirte aus zwei Lagen bestehende Zellplatte, deren hinterer Rand in ziemlich gerader Linie quer abschließt. Ein Vorwachsen einzelner Zellreihen in Form von Streifen, worauf vor Allem das Augenmerk gerichtet war, findet nirgends statt. Dies ist um so leichter festzustellen, als die übrigen inneren Zellen, die des Entoderms, zur selben Zeit gänzlich unverändert in einem Ruhezustande in der erlangten Achtzahl verharren und eine Verwechslung beider Zellarten durch die Größendifferenz derselben ausgeschlossen ist.

Etwa fünf Stunden, nachdem der Process der Umwachsung der granulirten Zellen begonnen hat, ist die erwähnte Zellplatte ausgebildet und bald darauf, kaum eine Stunde später, ist schon das Entoderm in voller Theilung begriffen. Wie alle Theilungen bisher, erfolgt auch diese unsymmetrisch. Zunächst wird die ventrale Partie davon ergriffen, indem die zwei Zellen ε_1 und ε_2 in je drei Zellen getheilt werden, dabei ist die eine Seite voraus, was zur Folge hat, dass die Theilstücke dieser Seite überwiegend sich ausbreiten, und die andere Seite zurückdrängen.

Fig. 44 stellt das Stadium dar, in welchem beide Zellen ihre Thei-

lungen vollendet haben. Die beiden grauen Entodermkugeln, welche darunter liegen, sind die früher vorn gelegenen Zellen E_1 und E_2 , welche demnach durch die Ausbreitung der granulirten Zellen eine Verschiebung nach hinten erlitten haben, so dass nunmehr die Zellen E_1 , E_2 und ε_1 , ε_2 über einander liegen. Sodann theilen sich auch die ersteren in gleicher Weise wie ε_1 und ε_2 . Die Zellen e_1 und e_2 befinden sich noch am Hinterende; es sind, wie früher dargelegt, vier solcher Zellen im Ganzen vorhanden. Die Abkömmlinge der vier vorderen Entodermzellen legen sich als zusammengehörig zu einer rundlichen Masse zusammen, die vier hinteren Zellen, welche, wie wir wissen, aus der einen Entodermzelle am hinteren Ende entstanden sind, bleiben von dieser Masse ausgeschlossen und erscheinen für sich ebenfalls als zusammengehörig (Fig. 45).

Ein wichtiges Ereignis betrifft gleichzeitig das Ektoderm. Dasselbe ist noch heller geworden und hebt sich daher scharf vom gelblichen Inneren ab, so dass man schon am lebenden Ei den zu erwähnenden Vorgang beobachten kann. An derselben Stelle nämlich, wo sich das Ektoderm über den granulirten Zellen schloss, senkt es sich breit ein, vertieft sich trichterförmig, um endlich in Form eines engen cylindrischen Rohres in die Tiefe zu sinken, welches sich schräg nach hinten erstreckt und so ziemlich in die Mitte der Zellplatte trifft, deren Entstehung aus den granulirten Ektodermzellen wir oben verfolgt haben. Wir haben hier die Anlage des Mundes und des Schlundes vor uns (Fig. 45). Durch die Einsenkung des oberen Keimblattes wird die zweischichtige Zellplatte Gr aus ihrer Form gebracht und eingestülpt. Ihre obere Schicht legt sich dem Mundrohre dicht an, die untere Schicht folgt der ersteren in der Form nach, so dass die Gestalt eines Bechers erlangt wird. Von der Bauchseite gesehen giebt sich diese Anlehnung an die Mundeinstülpung und der formbildende Einfluss der letzteren ebenfalls zu erkennen, indem sich die Elemente der Platte concentrisch zur Schlundröhre stellen. In Fig. 44 ist dies dargestellt. Zum Verständnisse dieser Abbildung diene, dass die hellen Zellen um den Mund dem oberflächlichen Ektoderm angehören, und die granulirten Zellen so gezeichnet sind, wie sie in ihrer Schichtenfolge beim Senken des Tubus erscheinen.

Man findet also im Inneren sodann außer den beiden Entodermmassen eine dritte, von ersteren wohl getrennte rundliche Zellen-Gruppe, welche das vordere Ende einnimmt. Zu dieser Zeit ist noch die Unterscheidung der vorderen und der mittleren Gruppe, wo sie an einander stoßen, leicht möglich, da die vom Ektoderm stammenden Zellen kenntlich kleiner sind, wie die Entodermzellen. Später, wenn

die Zellen des inneren Keimblattes kleiner geworden sind, wird die Auseinanderhaltung schwieriger; nicht selten bilden dann die an einander stoßenden Theile des granulirten Ektoderms und des Entoderms je nach der Lage des Eies, Reihen von scheinbar zusammengehörigen Zellen, welche nach hinten gewachsene spiralg eingerollte Zellstreifen vortäuschen können.

Bisher war die ektodermale äußere Schicht des Embryo aus verhältnismäßig wenigen und großen Zellen zusammengesetzt. Von der Entstehung des Mundes an tritt nun der Embryo in das Stadium der Faltenbildung des Körpers, welcher Vorgang durch reichliche Zelltheilungen im oberen Keimblatte eingeleitet wird. Am spätesten theilen sich, wie bisher, die Zellen auf der ventralen Fläche hinter dem Munde. In dieser Zeit sind Zellen von der verschiedensten Größe zu finden, breite neben Gruppen von sehr schmalen und hohen Zellen, indem die Theilungen unregelmäßig vor sich gehen. Eine vollkommene Gleichheit in diesen Ektodermzellen ist auch später nicht mehr zu finden, weil gleichzeitig bedeutende Spannungen eintreten, welche die Zellen zusammendrücken und schließlich in gewaltigen Verschiebungen derselben ihren Ausdruck finden.

Zunächst bemerkt man eine Veränderung in der Nähe des Mundes, indem die umliegende Partie, namentlich gegen die Seiten zu, etwas einsinkt, so dass sie sogar etwas tiefer liegt als der Mundeingang.

Die äußere Form verändert sich in der Folge jedoch bedeutend. Es rückt die Mundöffnung etwas nach hinten, wodurch das Mundrohr schräg nach vorn gerichtet wird, der Körper krümmt sich gegen die ventrale Fläche ein, so dass das frühere Vorder- und Hinterende nahe an einander liegen. Ihre Grenze ist die Mundeinstülpung, welche bald in der Mitte der Bauchfläche angelangt ist und daselbst längere Zeit verharret. Gleichzeitig macht sich an der vor der Mundöffnung gelegenen Partie eine Veränderung bemerkbar, indem sich median ein Hügel erhebt, welcher nach vorn und an den Seiten von einem flachen Wall, der als eine Fortsetzung der seitlichen Ränder der erwähnten Einsenkung erscheint, begrenzt ist. Der Kopfhügel erweist sich später als die Stelle, an welcher die Organe des Kopfendes auftreten, während der Wall als primitives Räderorgan bezeichnet werden muss.

Nun findet eine neuerliche Ausbreitung des Ektoderms von der Rückenfläche gegen die Bauchseite statt, an welcher hinter der Mundeinstülpung eine neue Einsenkung des oberen Keimblattes stattfindet. Diese erstreckt sich nicht so tief wie die des Mundes und ist auch nicht cylindrisch, sondern zeigt die Form einer queren nach vorn halbmondförmig gekrümmten Furche (Fig. 47 Sp). Mit dem Auftreten dieser

Vertiefung ist der Unterlippenhügel (*U*) und Schwanz des Thieres (*Schw*) angelegt. Gleichzeitig sinkt das Ektoderm an den beiden Seiten der Bauchfläche in zwei der Medianlinie parallelen Richtungen ein. Diese Furchen stoßen hinten an die Ecken der Schwanzfurche und enden vorn sanft verflacht in dem Walle vor dem Kopfhügel. Der äußere Rand der Furchen erhebt sich ebenfalls wallartig in die Höhe, wodurch an der Bauchseite zwei seitliche Lappen angedeutet werden (*L*).

Zu dieser Zeit liegt der Mund nicht mehr an derselben Stelle wie früher, sondern ist wieder etwas nach vorn gewandert. Es macht sich jetzt die Einkrümmung des Körpers nach der Bauchseite weniger geltend, die beiden Enden desselben rücken auf dieser Fläche etwas aus einander, um der Unterlippe Platz zu machen. An den inneren Zellgruppen kann der Erfolg der Verschiebungen am leichtesten erkannt werden. Eine Vergleichung der Figuren 45 und 46 wird diese Verschiebungen am besten darlegen. Vorauszuschicken muss ich, dass Fig. 46 nach einem größeren Eie gezeichnet wurde, als die vorhergehende, was die größere Masse der inneren Zellen erklärt. Das Vorderende *V* wurde zuerst bis in die Mitte und dann bis in das erste Drittel der ventralen Fläche zurück verschoben, die ihm anliegenden granulirten Zellen folgten ihm und so kommt es, dass jene, welche früher dorsal gelagert waren, jetzt am vorderen Eipole liegen. Der letztere zeigt jetzt eine abgeflachte Form. Die Schlundeinstülpung hat sich vertieft und sich mit der Wanderung des Mundes aus der schiefen Richtung aufgerichtet und steht fast senkrecht zur Bauchfläche.

Eine ähnliche bedeutende Verlagerung hat das Hinterende erfahren. Mit dem Einsinken der Schwanzfurche ist vorläufig dieser Process beendet, welcher darin besteht, dass das Ektoderm des Hinterendes mit den ihm anliegenden vier Entodermzellen (eo_1 , eo_2 , eu , eu_2 in den Fig. 38—45) ventralwärts nach vorn wandert und im Medianschnitte (Fig. 46) einen nach vorn und unten hervorstehenden Zipfel (*S*) bildet. Die vier Entodermzellen bleiben dem Ektoderm anliegend und theilen sich in dieser Zeit derart, dass eine zweischichtige, mit alternirend liegenden Zellen ausgestattete Platte entsteht, welche im Medianschnitte dreieckig erscheint. Zwei Seiten liegen dem Ektoderm, die dritte der mittleren Partie des Entoderms an (e_1). Diese letztere hat ebenfalls eine kleine Gestalts- und Lageveränderung erfahren, indem früher ganz dorsal geliegene Theile jetzt am Hinterende erscheinen.

Die von SALENSKY gelieferte Beschreibung jener Stadien, welche der Furchung unmittelbar folgen, steht nur zum Theile mit den vorliegenden Ergebnissen im Einklange. Er lässt das Ektoderm sich an derselben Stelle, welche später zur Bauchseite des Embryo wird,

nach innen einstülpen und sagt darüber: »Diesen Einstülpungsprocess zu vermitteln sinken zwei an einander stoßende Zellen des oberen Blattes ins Innere des Eies hinab und lassen die Einstülpungsöffnung anfänglich in Form einer 8 erscheinen, welche, durch allmähliches Nachsinken der Nachbarzellen, immer weiter und tiefer wird, und als primitive Einstülpung bezeichnet werden kann.« Indem sodann auf eine analoge Einstülpung bei *Calyptraea* hingewiesen wird, bei welcher dieselbe Einsenkung die gleiche Rolle spielt, nämlich den frühesten Organen zur Anlage dient, fährt SALENSKY fort: »Die primitive Einstülpung, wie aus Fig. 7 ersichtlich, ist von beinahe ovaler Gestalt, und zeigt dieselben Formverhältnisse, wie sie bei der *Calyptraea* vorkommen. Die beiden Seitenwände bilden der Längsachse des Eies parallel gestellte Wülste; Rück- und Vorderwand bestehen aus zwei Höckern, die an die Seitenwände stoßen und die Öffnung schließen. Ähnlich wie aus beiden Seitenwänden der primitiven Einstülpung der *Calyptraea* ihre beiden Segel entstehen, bilden sich auch hier — aus entsprechenden Theilen — aus den Seitenwänden die beiden Lappen des Räderapparates, aus Vorder- und Rückwand — das Kopfende und der Fuß.« Wir kennen nun zweierlei Ektodermeinstülpungen, die der granulirten Zellen und die später eintretende des Mundes. Keine von diesen lässt sich mit der geschilderten primitiven Einstülpung ganz vergleichen. Die Verlagerung der granulirten Zellen in die Tiefe geht nicht in dieser Form und an dieser Stelle vor sich, eben so wenig trifft man darauf eine ovale Grube, sondern die Öffnung schließt sich ganz und die Stelle wird nur durch eine Quersfurche bezeichnet. Noch weniger stimmt die Bildung der Mundöffnung mit der Beschreibung überein. Erstens wird sie bei *Callidina* nicht in der Mitte der Bauchfläche angelegt und zweitens soll in der Tiefe der primitiven Einstülpung bei *Brachionus* erst später die Mundöffnung sich bilden.

Die Umgrenzungen der Mundeinstülpung bei unserem Thiere haben allerdings ähnliche Bestimmungen, wie die der primitiven Einstülpung bei *Brachionus*, über die Bildung des Mundes sagt aber SALENSKY später, dass sich am Boden der primitiven Einstülpung, in der Gegend des Kopftheiles eine kleine trichterförmige Vertiefung des oberen Blattes bilde, welche die Anlage des Vorderdarmes wie auch des Mundes darstelle. Wir können uns nur so zurecht finden, dass wir annehmen, SALENSKY habe die granulirten Zellen und deren Einstülpung ganz übersehen und es gehe außerdem die Mundanlage etwas anders vor sich als bei unserer *Callidina*, an welcher keine ovale Grube an der Bauchseite auftritt, in deren Grunde erst der Mund entstünde, sondern bei welcher zuerst der Mund entsteht; dann tritt eine schwache

Einsenkung der Umgebung auf und eine gegen die Bauchseite erfolgende Einkrümmung der Körperenden verlegt denselben tiefer, wodurch vielleicht etwas Ähnliches wie die primitive Einstülpung SALENSKY'S gebildet wird, zumal da zu Seiten des Mundes die beschriebenen niederen Lappen auftreten und die vordere Partie zum Kopfe wird.

Aber auch bei dieser Erklärung finden wir einen Punkt, bei welchem eine unausgleichbare Differenz besteht; es ist dies die Frage der Entstehung der Unterlippe. Bei *Callidina* ist der Fuß erst dann in seinen Grenzen bestimmt, wenn sich die Unterlippe durch eine Quersfurche abgetrennt hat, SALENSKY lässt aus der Rückwand der primitiven Einstülpung den Fuß hervorgehen und später erst die Unterlippe aus der Tiefe der Einstülpung emporwachsen. Er sagt: »Zwischen Mund-einstülpung und Basis des Fußes erhebt sich buckelförmig das obere Keimblatt, aus dessen emporgerichteten Theile sich im Laufe der Zeit ein Organ bildet, das man als Unterlippenhügel bezeichnen kann.«

SALENSKY lässt die wichtigen Organe: Kopf, Unterlippe, Schwanz in der immer ovalen Einstülpung eingeschlossen sein, Verhältnisse, die bei *Callidina* nicht zu treffen sind, wenn man nicht die ventrale Einkrümmung des Embryo mit der primitiven Einstülpung vergleichen will.

Es wäre allerdings noch eine andere Deutung möglich, wenn man annehmen wollte, dass die schwache ventrale Einsenkung, welche die Einkrümmung des Embryo einleitet und nach der Bildung der Unterlippe auftritt, mit der SALENSKY'Schen primitiven Einstülpung zu vergleichen sei; demnach würde die letztere bei *Callidina* später auftreten als bei *Brachionus* und nicht jene wichtige Beziehung ihrer Hinterwand zur Genese des Fußes erkennen lassen. Welcher von beiden Anschauungen man sich zuzuwenden habe, kann ich, da ich die Entwicklung von *Brachionus* noch nicht aus eigener Anschauung kenne, nicht entscheiden.

Von den Vorgängen bei *Rotifer vulgaris* und *Philodina roseola* erfahren wir durch ZACHARIAS nur wenig, und dieses Wenige ist unrichtig. Bei *Philodina* häuft sich in der Entodermzelle zinnoberrother Dotter in größerer Menge an, wodurch sie durch ihre Farbe leicht kenntlich wird. Bevor sich der Blastoporus vollständig schließt »trennen sich von dem Hypoblast zwei kleinere Theilstücke ab, die sich durch ihren großen Körnerreichthum deutlich markiren. Sie haben eine hochrothe Farbe und liegen dicht vor dem Blastoporus nach innen zu«. ZACHARIAS erklärt sie für Mesoderm. Diese Mesoblastanlage bilde keine Schicht, wie es in der Zeichnung scheinen könnte, sondern einen Zellstrang, der von beiden Seiten her nach dem vorderen (da

ZACHARIAS die Pole verwechselt, richtiger »hinteren«) Körperende zu zwischen Ektoderm und Entoderm wächst. ZACHARIAS war nicht im Stande, diese Zellen im weiteren Wachsthum zu verfolgen, da ihm die beginnende Furchung der Entodermzelle die Unterscheidung dieser Zellen vom inneren Keimblatte unmöglich machte. Er erkannte nur noch, dass der »Mesoblastzellenstrang« nach einer Drehung des Eies um seine Längsachse gesehen »nicht central sondern der einen Eihälfte mehr genähert« als der anderen verlaufe.

Ich muss TESSIN in seinen diesbezüglichen Erörterungen vollkommen Recht geben. Die hochrothen Zellen sind nichts Anderes als jene granulirten Ektodermzellen bei *Callidina* und *Eosphora*, welche ins Innere gelangen, sie stammen sicher nicht vom Entoderm ab, trotz der Versicherung von ZACHARIAS, dass er diese Abstammung zweifellos konstatiert habe. Auch die Verwechslung bezüglich des vorderen und hinteren Körperendes hat TESSIN festgestellt. Ich hätte nur hinzuzufügen, dass die Behauptung von ZACHARIAS bezüglich der Abstammung der hochrothen Zellen wohl so zu erklären ist, dass sie erst zu einer bestimmten Zeit eine so intensive rothe Färbung erhalten, und daher früher dem Beobachter entgingen. Auch bei *Callidina* haben diese Zellen beziehungsweise jene Partien der drei Blastomeren, aus welchen sie hervorgehen, vom Anfange an nicht die auffallende gelbe Färbung, die ihnen später zukommt, sondern sie gewinnen sie erst allmählich. Es scheint bei *Callidina* wie *Philodina* also das Dottermaterial sich erst nach und nach entweder an diesen Punkten anzusammeln oder durch irgend welche Vorgänge des Stoffumsatzes eine intensivere Färbung anzunehmen.

Was die mit beneidenswerther Sicherheit ausgesprochene Behauptung, man habe es mit einem Zellstrange und keiner Schicht zu thun, anbelangt, so ist gerade das Gegentheil der Fall. Die Fig. 5 *g* bei ZACHARIAS entspricht zweifellos einer Seitenansicht des Eies, an welcher die zwei Schichten der Zellen zu sehen sind, während Fig. 5 *h* — etwa unserer Fig. 34 entsprechend — eine ventrale Ansicht darbietet, in der die hochrothen Zellen in einer gekrümmten Reihe angeordnet erscheinen. Das Vorwachsen dieser Zellreihe an beiden Seiten gegen das andere Eiende hat ZACHARIAS nicht beobachtet, sondern als ein Postulat seiner irrigen Voraussetzung von der Homologie dieser Zellen mit den Mesodermstreifen beziehungsweise den Urzellen des Mesoderms bei *Polygordius* als sicher angenommen.

Von der Entwicklung der Körperform bei *Rotifer vulgaris* weiß ZACHARIAS nur zu erzählen, dass durch eine früh auftretende quere Furchung auf der Bauchseite sich zunächst ein Kopf- und Schwanztheil

ausbilde. An dem Kopfe »treten sehr bald die zarten Umrisse des Räderorgans in Gestalt zweier halbkreisförmiger Falten hervor, die in einer Mittellinie, dem späteren Schlundrohr, zusammenstoßen«. Wir werden sehen, dass diese Bildungen durchaus nicht so einfach vor sich gehen.

Die ausführlichsten Nachrichten über diese Stadien haben wir wieder von TESSIN erhalten. Er schildert die Lage der sechs granulirten Zellen an dem Prostomiarande und deren Überwachung vom Ektoderm ganz übereinstimmend mit meinen Befunden an *Callidina*. Ein Unterschied, wohl nicht wesentlicher Natur, liegt erstens darin, dass die granulirten Zellen bei *Callidina* viel größer sind als die übrigen Ektodermelemente, während sie bei *Eosphora* genau die gleichen Volumina zeigen wie diese, und zweitens in dem Umstande, dass sie sich bei *Callidina* erst theilen, nachdem sie vom Ektoderm ganz eingeschlossen sind, bei *Eosphora* jedoch schon, bevor sie noch die ventrale Fläche ganz erreicht haben. Sie breiten sich dann zu einer Zellschicht aus, welche kappenartig das vordere Ende des Entoderms bedeckt. Was die Deutung dieser Elemente anbelangt, so werde ich im theoretischen Theile begründen, wieso ich mit TESSIN darin nicht übereinstimme.

Über die Schließung des Prostoma konnte TESSIN nichts Sicheres ermitteln, doch erkannte er, dass es nicht direkt in den eigentlichen Mund übergeht. Die Mundeinstülpung sah er genau an derselben Stelle dem eingestülpten granulirten Theil des Ektoderms nachwachsen und giebt dafür zunächst eine schräge Richtung nach vorn an. Wir wissen, dass das Mundrohr im Laufe der ektodermalen Verschiebungen dreimal seine Richtung ändert, zuerst liegt es schräg nach hinten, dann wird es durch die Wanderung des Mundes schräg nach vorn gerichtet, und zur Zeit der Bildung der Unterlippe läuft es senkrecht in das Innere hinein, da die Mundöffnung dann wieder etwas nach vorn wandert, die Richtung also keine konstante ist.

Die Beziehungen der Mundeinstülpung zu den granulirten Zellschichten sind TESSIN unbekannt geblieben. Die zwei Zeichnungen Fig. 41 und 42 sind zweifellos aus einem viel späteren Stadium als dieser Beobachter annimmt, zudem ist die Konservirung keine gute, auch sind sie nicht median ausgefallen, so dass sie zur Erklärung in der Medianlinie liegender Organe, wie Mundrohr, Pharynx und Darm nur mit Vorsicht zu Rathe gezogen werden können. TESSIN spricht in Anlehnung an diese Schnitte aus, dass die Masse der eingestülpten Ektodermzellen noch bedeutend zugenommen habe, so dass schließlich der ganze vordere Körperabschnitt nur vom Ektoderm erfüllt sei. Dies ist richtig, nur sind die hinzugekommenen Ektodermzellen in Fig. 42

nicht auf demselben Weg ins Innere gelangt, wie die in Fig. 44, wie man nach dieser Schilderung annehmen müsste. Dies zu erörtern wird später Gelegenheit sein.

Hinsichtlich der von TESSIN gegebenen Zeichnungen Fig. 31, 32 und 33 hätte ich zu bemerken, dass ich bei keinem der Räderthierembryonen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, solche Zwischenräume zwischen Ektoderm und Entoderm zu sehen im Stande war, wie sie hier mit größter Deutlichkeit gezeichnet sind, immer schlossen im Gegentheil diese beiden Keimblätter eng an einander, so dass niemals eine Furchungshöhle auftrat. Mir scheinen diese Figuren zu schematisch zu sein, als dass sie in der Beschreibung einer einzelnen Entwicklung (*Eosphora*) gerechtfertigt wären, da mir das Aneinanderschließen der Keimblätter im lebenden Zustande für die Räderthiere charakteristisch zu sein scheint.

TESSIN konnte, was die primitive Einstülpung SALENSKY's anlangt, diesem Forscher eben so wie ich nicht ganz zustimmen, sondern sprach die Ansicht aus, dass diese Einsenkung nicht so selbständig entstehe, sondern von der Mundeinstülpung ausgehe. Es geht also der Bildung der »primitiven Einstülpung« auch bei *Eosphora* die des Mundes voraus, wie es bei *Callidina* der Fall ist. Die Beschreibung SALENSKY's über diesen Punkt bedarf wohl noch der Bestätigung. Hervorzuheben ist die Angabe, dass bei *Eosphora* die seitlichen Ränder der Einsenkung eine Vorbauchung zeigen, welche immer deutlicher wird. Diese Thatsache wird von TESSIN in seinen phylogenetischen Erörterungen verwerthet. Bei *Callidina* treten diese Ränder allerdings nicht viel stärker hervor, wie der Wall um den Kopfhügel.

Die Bildung der Unterlippe hat TESSIN übersehen. Nach ihm wölbt sich der hintere Rand der Einstülpung in Form eines konischen Fortsatzes gegen die Bauchseite vor und bildet die Anlage des Schwanzes, bei *Callidina* geht aus dem hinteren Rand der Einsenkung die Unterlippe hervor. Als ein Verdienst TESSIN's haben wir es anzuerkennen, dass er zuerst auf die wichtige Thatsache hinwies, dass der »Fuß« anfänglich vom Entoderm erfüllt ist. Dies ist eine der bedeutendsten Entdeckungen in der Räderthierembryologie.

Was das Entoderm betrifft, so konnte TESSIN die Theilung der großen Zelle so weit verfolgen, dass er zuerst die Abschnürung einer hinteren kleineren Zelle und die folgende Zerfällung des vorderen größeren Stückes in zwei Blastomeren festzustellen vermochte. Diese letzteren sollen sich in je zwei gleich große hinter einander liegende Stücke theilen, so dass nun fünf gleich große Zellen vorhanden sind. Dieser Theilungsmodus entspricht einem der von *Callidina* geschilderten

bis auf den Umstand, dass bei letzterer Form die Kugeln nicht hinter einander liegen, sondern die mittleren Blastomeren gegen die Bauchseite verschoben sind. Die weiteren Theilungen entgingen *TESSIN*, er hebt nur hervor, dass keine dieser Zellen sich vor den übrigen auszeichne, so dass man etwa Merkmale einer entodermalen Mesodermbildung fände. Das Ergebnis der entodermalen Theilungen ist eine kompakte Zellenmasse mit radiärer Anordnung ihrer Theile, ohne Darmhöhle. Auch *Callidina* lässt aus den vier vorderen Entodermzellen eine ganz gleich gebaute Masse hervorgehen. Die Beziehungen der Abkömmlinge der hinteren vier Entodermzellen im Embryo sind *TESSIN* unbekannt geblieben.

B. Anlage der Genitalorgane, des Gehirns, des Pharynx und der Klebdrüsen.

Zuvörderst möge die Gestaltung des Körpers im Allgemeinen besprochen werden. Der Embryo zeigt zunächst ein bedeutendes Wachstum des Hinterendes, welches in ganzer Breite seiner anfänglichen Anlage nach vorn wächst. Bald wird der Hinterrand der Unterlippe verdeckt (Fig. 49). Dieses Vorwachsen findet unter fortschreitender Einkrümmung des ganzen Körpers statt, wodurch die Unterlippe immer tiefer hinuntersinkt. Dieselbe ist von der ventralen Fläche gesehen von nierenförmiger Gestalt mit nach vorn gerichteter Konvexität. Da auch der Vordertheil des Embryo zur Zeit dieser Einkrümmung etwas nach hinten wächst, wird der Mund in der ventralen Ansicht verdeckt und die Unterlippe scheint sich dicht an den Kopf anzuschmiegen. Dass jedoch ein Verschluss der Mundeinstülpung nicht stattfindet, kann an Längsschnitten (Fig. 54 *M*) nachgewiesen werden. Der Vordertheil verändert sich ebenfalls erheblich. Der im Stadium der Mund- und Unterlippenbildung sich erhebende Hügel und der ihn umgebende Wall, der noch in Fig. 48 deutlich zu sehen ist, verschmelzen zu einer sich über das ventrale Niveau erhebenden gewölbten nierenförmigen Platte (Fig. 49 *K*), deren Mittelpartie sich nicht mehr darüber erhebt, wie eine Seitenansicht zeigt. Die Fortsetzungen des ehemaligen Walles nach den Seiten des Körpers verschwinden, indem sie in der zwischen Kopf und Schwanz auftretenden Einschnürung in das Niveau zurücksinken. Somit zeigt der Embryo jetzt an der Ventralseite den nach vorn rundlich ausgebauchten Hintertheil, die nierenförmige Kopfplatte, die Unterlippe und die Einschnürung an den Seiten des Körpers, letztere genetisch zusammenhängend mit der vorschreitenden Krümmung des Körpers.

In der Folge nimmt die Krümmung immer zu, der Schwanz wächst

über die Unterlippe hinüber und schließt an die Kopfplatte an. Sein Wachsthum ist kein allseitiges gleiches, sondern betrifft am meisten die Mittelpartie, welche sich auch in Form eines Wulstes vorwölbt.

Die Kopfplatte hat ihren nierenförmigen Umriss durch Einziehung des hinteren Randes in einen halbmondförmigen umgewandelt (Fig. 50 K). Die Einziehung geht so weit nach vorn und ist schließlich so scharf, dass die seitlichen Ränder zu einander parallel stehen. Dadurch wird der Mund wieder bloßgelegt (M). Das Ektoderm ist durch fortgesetzte Theilungen seiner Zellen mehr kleinzellig geworden und zeichnet sich dadurch aus, dass die Zellkerne fast das ganze Volumen der Zellen einnehmen. Es hat im Laufe der Entwicklung eine bedeutende Vermehrung der Kernsubstanz stattgefunden, so dass von der Fläche gesehen das Epiblast fast nur aus Kernen mit spärlich eingestreuten Körnchen zu bestehen scheint.

Während dieser Zeit findet man nachstehende Veränderungen im Inneren. Die Richtung des Mundrohres wird in Folge der Verschiebung des Vorderendes geändert, sie geht nun schräg nach vorn. Die granulirten Zellen haben sich getheilt und gleichmäßig um die Mundröhre angeordnet; waren sie schon zur Zeit der Entstehung der Unterlippe in derselben enthalten, so haben sie diesen Raum auch bei der eingetretenen Verbreiterung derselben behauptet. Sie füllen den ganzen Raum vom Vorderrande bis zur hinteren Grenze der Unterlippe aus. Das Entoderm ist dafür etwas nach hinten gerückt; da der ganze hintere Theil des Embryo an dem ventralen Wachstum betheilig ist, findet eine Wanderung dieser Zellen gegen hinten und bauchwärts statt. Die Entodermelemente des Fußes, welche aus den vier hinteren Zellen hervorgegangen sind, unterscheiden sich von den übrigen Entodermzellen durch ihren geringeren Reichthum an Dotterkörnchen, sie sind viel lichter als diese. Sie bewahren ihre schon in Fig. 46 angedeutete zweischichtige Lage und sind von den anderen entodermalen Elementen wohl zu unterscheiden. Diesen Vorgängen folgen solche von größter Wichtigkeit nach. Das Ektoderm zeigt das Bestreben, sich an der Ventralseite anzuhäufen, seine Zellen schieben sich gegen diese Seite zusammen und werden hier zu hohen, schmalen Cylindern, während sie dorsal immer flacher werden und schließlich nur mehr eine dünne Lage platter Zellen darstellen (Fig. 52). An zwei Stellen des Vorderendes sind sie besonders hoch und dringen gegen den von den granulirten Zellen erfüllten Innenraum vor, wodurch dieselben zum Ausweichen gezwungen werden; es findet demnach eine merkliche Verschiebung der granulirten Zellen gegen den Rücken und gegen hinten statt.

Von den entodermalen Zellen, welche aus der mittleren der drei Zellgruppen stammen, welche im Inneren liegen, haben sich nun jederseits sieben bis acht Zellen als besondere Gruppe angeordnet, derart, dass ihre Elemente radiär gestellt sind (Fig. 52 G), es ist dies die Anlage der Keimdotterstöcke.

Zur selben Zeit beobachtet man abermals eine Schwankung in der Wachstumsenergie der rivalisirenden Körperenden, indem jetzt das Kopfende einen Vorsprung gewinnt und den Schwanz, der bereits über die Mitte der Bauchseite vorgewachsen war, wieder nach hinten zurückdrängt und selbst bis zur Mitte vorwächst. Dem zufolge ist das Mundrohr nun sehr stark nach vorn geneigt, die Unterlippe steht gerade in der Mitte des Medianschnittes und bildet ein gleichseitiges Dreieck.

Die oben besprochene Verschiebung der Ektodermzellen gegen die Bauchseite nimmt ihren Fortgang und es beginnt im Zusammenhange damit an der dem vorderen Eipole zunächst liegenden Verdickung des äußeren Keimblattes eine ungemein lebhafte Zelltheilung und Einwanderung der Zellen in das Innere. Die Zellen sind sowie die Zellkerne in der Bewegungsrichtung gestreckt, das Plasma ist sehr reducirt und nur als Körnchenbelag um jeden Kern erkennbar. Diese Ektodermzellen senken sich als eine zusammenhängende Masse, als eine Ektodermknospe in die Tiefe und zwar in einer Richtung, welche wenig von der längeren Eiachse gegen den Rücken zu abweicht (Fig. 54 C₁). Die Länge dieser eiförmigen Knospe ist 0,038 mm, deren größte Breite 0,023 mm. Ihre Zellen sind hell und dadurch sehr leicht von den granulirten Ektodermzellen im Inneren, welche nun stark zurückgedrängt werden, unterscheidbar. Die Stelle der Einwanderung ist durch eine Vertiefung gekennzeichnet. Es ist hiermit der erste Theil des Gehirns angelegt, das Ektoderm dorsal davon ist nun verbraucht und daher abgeflacht. Dies vollzieht sich etwa fünf Tage nach dem Ausstoßen des Richtungskörperchens.

Gleichzeitig ordnen sich die unter der Unterlippe und um die Mundröhre liegenden granulirten Zellen, zu denen sich die vom Gehirn zurückgedrängten gesellen, zum größeren Theile zu einem ovalen Körper an, welcher den umschlossenen Theil der Mundröhre als einen medianen, jedoch gegen die vordere Partie zu excentrisch gelegenen Spalt zeigt, der in der dorsalen Ansicht flach herzförmig erscheint und gekrümmt nach dem Bauche zieht. In der medianen Ansicht tritt er schwach sichelförmig gebogen auf und scheidet eine stärkere hintere von einer bedeutend schwächeren vorderen Masse. Die hintere Masse zeichnet sich in der ersten Zeit durch die langgestreckten, mit den Längsseiten an einander gelegten Zellen aus. Dieses Gebilde wird zum

Pharynx oder Schlundkopf des Räderthieres (Fig. 54 *Ph*). Von den granulirten Zellen bleiben eine Partie zwischen der Gehirnknospe und dem Munde (*Ms*) und eine Partie am Rücken des Embryo zwischen Pharynx und Gehirneinstülpung (*Sp*) übrig. Die letztere Masse ist besonders durch ihre Granula ausgezeichnet und bietet von der dorsalen Seite gesehen den Anblick einer breiten, median eingebuchteten, daher zweilappigen Schicht unter dem Ektoderm, welche vorn scharf von den farblosen Zellen des Ektoderms begrenzt ist und sich nach hinten an die Pharynxmasse anlegt und deshalb nicht scharf abgegrenzt ist, sondern sich in die granulirte Innenmasse, Pharynx und Darm zu verlieren scheint.

Das Entoderm hat ebenfalls Veränderungen erlitten. Die Hauptmasse desselben, welche aus der vorderen Entodermzellengruppe hervorging, bewahrt seine kugelige Formation mit radiärer Anordnung der Elemente, welche in der dorsalen Ansicht gut erkennbar ist. Vom vordersten Theile sondert sich aber, so viel ich verfolgen konnte, median eine mehrkernige Partie ab, welche zur dorsalen Bauchspeicheldrüse wird. Im Aussehen ist sie, da Entoderm und die granulirten Zellen ziemlich ähnlich sind, nicht von den letzteren zu unterscheiden, nur bewahrt sie ihre Lage am Pharynx beständig bei und kann so leicht erkannt werden.

Im Ektoderm geht noch eine Umwandlung vor sich und zwar am Hinterende des Körpers. Von der Stelle, wo das mittlere Entoderm aufhört und das hellere des bauchwärts eingeschlagenen Körpertheiles anfängt, ist das Ektoderm noch aus hohen Zellen zusammengesetzt, ein Beweis, dass es noch zur Bildung von Organen zu dienen hat. Und in der That sieht man es an der Spitze des Fußes in Form einer Knospe ins Innere dringen, welche allerdings längere Zeit wenig Fortschritte macht. In gleichem Maße weichen die Entodermzellen zurück.

Hohe große Ektodermzellen giebt es außerdem noch am Kopfende, wo die Kopfplatte aus solchen zusammengesetzt ist.

Während dieser Zeit zeigt die Körperform ebenfalls bemerkenswerthe Veränderungen, indem der Schwanz von Neuem nach vorn vorwächst und zwar so bedeutend, dass er bis nahe ans Vorderende gelangt (Fig. 53). Die bedeutende Wachstumsenergie macht sich mit der gleichzeitig stattfindenden Zusammendrängung der Ektodermzellen gegen diese Gegend durch wechselvolle Ausbuchtungen und Vorwölbungen der Ränder und Auftreten von Faltungen auf der Fläche geltend.

In Begleitung mit dem Vordrängen des Hinterendes weicht das Vorderende zurück, so dass in Folge dessen das letztere sich etwas mehr gerade streckt, während das erstere sich stärker krümmt. Mund und

ein Theil der Kopfplatte sind ganz versteckt. Die Ektodermzellen an den Körperseiten sind durch ihre langgestreckte Form ausgezeichnet, sie laufen in Form schmaler Streifen unter dem ungeschlagenen Endtheil des Körpers hinein.

Am Tage nach der besprochenen Gehirneinstülpung findet eine zweite Knospung des Ektoderms statt und zwar von den großen Zellen der Kopfplatte aus, an der Stelle der diesbezüglichen Ektodermverdickung. Dieser Vorgang ist ganz ähnlich dem erstbeschriebenen und besteht wie dieser aus einer kompakten und nur noch massigeren Einwanderung der zahlreichen Theilungsprodukte der großen Ektodermzellen. Die Stelle der Einstülpung ist durch eine flache Grube markirt (Fig. 55), wie dies auch bei der Einstülpung in Fig. 54 der Fall war. Die Zellen sind auch hier in der Einwanderungsrichtung, welche diesmal gegen den Rücken zielt, ausgezogen. Würde man den Embryo gerade strecken, so käme die Bewegung der Ektodermknospe gerade in der Längsachse zu Stande. Etwa 20 Stunden, nachdem die erste Ektodermeinstülpung ins Innere gewachsen, ist dieser zweite Einwanderungsprocess vollendet. Nun ist auch der zweite und größere Theil des Gehirns angelegt und das Centralnervensystem in seinen Grundzügen gebildet. Die Beziehungen beider Theile sind aus der Abbildung Fig. 55 erkennbar; der früher eiförmige Gehirntheil C_1 wird von dem zweiten Theile C_2 erreicht und aus seiner Form gebracht; er legt sich wie ein Sack auf die hintere obere Fläche des letzteren und erscheint demnach in seitlicher Ansicht birnförmig. Der zweite Gehirntheil behält seine ovoide Form bei. Nun füllen diese hellen Massen, welche mit dem Ektoderm noch zusammenhängen, den Vordertheil des Körpers nahezu ganz aus, die wenigen granulirten Zellen, welche unter der Kopfplatte lagen, wurden zurückgedrängt und liegen nur in dünner Schicht dem Gehirne auf der dem hinteren Körperende zugewendeten Seite an.

Zu erwähnen habe ich, dass dieser Process nicht ohne Rückwirkung auf die Lage des Pharynx bleibt, indem der letztere weiter nach hinten geschoben wird. Von inneren Veränderungen bemerkt man an ihm eine Vergrößerung des Spaltes.

Am stark granulirten Entoderm (D), welches bisher deutlich zellig erschien, beginnen die Zellgrenzen allmählich zu verschwinden und die embryonalen großen hellen Zellkerne zeigen die Neigung sich in kleine, stark lichtbrechende, wie man sie am entwickelten Thiere im Mitteldarm trifft, umzuwandeln. In Fig. 55 sind bei K solche Kerne zu sehen. Ektodermales Baumaterial ist jetzt noch an der den Mund umgebenden Partie aufgespeichert, namentlich in der Unterlippe

welche aus besonders hohen Zellen besteht, und der unteren Fläche des Körperendes. Die Einstülpung an diesem Ende hat bis jetzt keine besonderen Fortschritte gemacht.

Was die äußere Form anlangt, so beobachtet man meist um diese Zeit eine bemerkenswerthe Streckung des Vorderleibes. Diese beginnende Aufrollung legt allmählich den vom Schwanze verdeckten Mund bloß und gestattet freien Blick auf die Form des Kopfes, welcher bald eine wichtige Anlage zeigt. An der Stelle der Gehirneinstülpung C_2 , welche, wie wir wissen, von der Kopfplatte aus stattfindet und durch eine Grube markirt ist, sieht man die Oberfläche sich nach und nach erheben, die Grube verflacht sich gänzlich (Fig. 56) — hervorzuhellen ist, dass diese Grube innerhalb des Randes liegt, der durch die äußeren Umrise der Kopfplatte gegeben ist (Fig. 55, 56 R) — und endlich steigt das Ektoderm an dieser Stelle in Form eines steilen Hügels empor, dessen Zellen unmittelbar mit denen des zweiten Gehirntheilcs zusammenhängen (Fig. 57 R \ddot{u}).

Wir haben die Anlage des Rüssels vor uns, welche knapp vor dem Munde sich erhebt und ganz in dem Felde der Kopfplatte liegt.

Die Streckung des Vorderendes schreitet fort, bald liegt die Unterlippe frei vor und man sieht an ihr ein mächtiges Wachsthum in der Richtung gegen das Kopfende zu, endlich krümmt sie sich sogar etwas gegen den Rücken (Fig. 57 U) ein und stellt mit der gegenüber liegenden Fläche des Kopfes ein flaches, ziemlich weit klaffendes Rohr her, an dessen äußerem Ende der Mund liegt, welcher also durch das Wachsthum der Unterlippe weiter nach vorn verlegt worden ist. Die Zellen des Mundrohres sind noch groß und von embryonalem Charakter. Das Rohr ist innen gegen den Pharynx nicht geschlossen. Ich konnte, wie erwähnt, feststellen, dass der Spaltraum des letzteren von der Mundeinstülpung selbst abzuleiten ist, indem die bezüglichen granulirten Zellen sich um den unteren Theil derselben als Pharynxanlage gruppirten; er sieht in einer Medianansicht aus, wie der oben stehende Holzschnitt Fig. III zeigt.

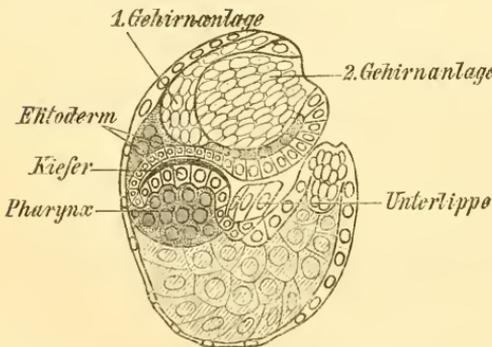


Fig. III.

Diese Spalte im Pharynx ist inzwischen größer geworden, sowohl

weiter als länger, wodurch die Masse in eine centrale eiförmige und eine äußere Wand getheilt wird (siehe auch Fig. 57). An der Oberfläche der centralen Partie wird eine cuticulare Schicht abgeschieden, welche zuerst glashell und wenig mehr als ein medianer schmaler Streifen (*K*) ist. Vom Rücken erweist sich die centrale Masse als median tief gefurcht, so dass der Cuticulastrifen zweitheilig angelegt wird. Damit sind die Kieferplatten zur Anlage gebracht worden, welche also ektodermalen Ursprunges sind.

In Folge der Streckung des Kopfendes werden auch ventrale Theile der granulirten Zellmasse des Kopfes sichtbar, welche ich entsprechend der Bestimmung der dorsalen Zellmasse (*Sp*) als die ventralen Speicheldrüsenanlagen betrachte.

Das granulirte Entoderm (*D*) hat seine zellige Natur eingebüßt und ist ein Zellsyncytium geworden. Wir sehen, dass also dieses Organ, der Mitteldarm, bereits die definitive Struktur erhält; auch seine Zellkerne erhalten immer mehr den endlichen Charakter.

Die Einstülpung des Ektoderms am Hinterende, welche allerdings am Medianschnitte weniger in die Augen fällt, da sie um diese Zeit sich mehr in die Breite des letzten Körpertheiles vertheilt, wie Flächenansichten zeigen, schreitet vor.

Nun beginnt das Hinterende des Körpers sich zurückzuziehen, was zur Folge hat, dass der anschließende Theil, welcher den Mitteldarm birgt, nach vorn geschoben wird. Der Mitteldarm legt sich dann über den Pharynx hinüber, verdeckt ihn zum Theil und die Bauchspeicheldrüse ganz (Fig. 57). Das Ektoderm des Hinterendes ist noch großzellig; allerdings sind seine Elemente nicht mehr von der kolossalen Größe, wie sie Fig. 56 zeigt. Es tritt nämlich eine neue Bildung des Ektoderms auf, wobei dessen Elemente benöthigt werden. Etwa in der Mitte jenes Theiles des Hinterendes, welcher noch das großzellige Ektoderm besitzt, senkt sich eine Einstülpung, und zwar eine hohle, in die Tiefe (Fig. 57A), welche die Anlage des Afters darstellt. Dadurch ist auch ein anderes wichtiges Organ des Räderthieres in seinen Grenzen bestimmt, der sogenannte Fuß oder Schwanz.

Endlich erübrigt noch einer Weiterbildung der Geschlechtsorgane zu erwähnen, welche darin besteht, dass von den anfänglichen Zellen nur vier in dieser Form erhalten bleiben und heranwachsen, während die übrigen klein bleiben und sich theilen.

Die äußere Form hat während dieser Zeit entsprechende Veränderungen aufzuweisen. In den Zeichnungen Fig. 55—57 sind der Raumersparnis halber die Kontouren darüber liegender Theile, so weit sie auf die Umriss des Körpers Einfluss haben, eingezeichnet. *R* be-

zeichnet dabei die seitliche Grenze des Vorderkörpers, welche am Kopfe durch den Rand der Kopfplatte bestimmt ist. Die Fortsetzung dieser Linie nach hinten bezeichnet etwa nicht einen Zusammenhang der Kopfplatte mit der Bauchfläche, sondern giebt den Umriss so, wie er in der Seitenansicht erscheint. Die Kopfplatte hat ihre ventrale Grenze am Anfange der Unterlippe, also am Munde. In Fig. 57 bemerkt man die Linie *R* eingebuchtet, wodurch der bauchwärts gelegene Theil derselben wie ein Wulst emporragt. Ein Blick auf die Fig. 59 wird eine Vorstellung von der Körperform geben, wie sie gegen Ende der besprochenen Periode vorliegt. Der Kopf ist durch den nunmehr herangewachsenen Hügel, die Rüsselanlage, ausgezeichnet. Umgeben ist dieses Organ von dem gewulsteten Rand der Kopfplatte, der nunmehr eine bleibende Bedeutung hat, indem er zum Theil die Anlage des definitiven Räderorgans vorstellt. Dieser Wall kommt durch Zusammenwirkung verschiedener Faktoren zu Stande. Es erweitert sich die Mundhöhle trichterartig, wodurch an dieser Stelle der innere Rand dem äußeren näher gerückt wird, ferner wird durch die Erhebung des umfangreichen Rüssels in der Mitte der Kopfplatte der übrig bleibende Theil der Kopfplatte in Form eines schmalen Streifens markirt, welcher in die Mundwand kontinuierlich übergeht und endlich wird dieses ganze Randgebiet aufgewulstet, so dass ein verhältnismäßig schmaler Wall um den Rüssel und die Seiten des Mundes entsteht. Es tritt an dem Walle jederseits eine Einbuchtung auf; was vor derselben liegt, wird zum Wimperpolster des Mundes, während der rückwärtige Theil das bleibende Räderorgan hervorgehen lässt. Das Vorderende ist an dieser Fig. 59 noch stark eingekrümmt; das ganze Vorderende erscheint in seinem Inneren hell, da es bereits vom farblosen Ektoderm erfüllt ist. Die Gehirnanlagen bewirken an ihm eine buckelartige Vorbauchung des zu vorderst liegenden Theiles. Das dreitheilige hintere Körperende ist, wie man an den welligen Kontouren erkennt, noch im Wachsthum begriffen.

Fig. 60 giebt die Gestalt des Embryo wieder, wenn er zwar bereits die Rüsselerhebung besitzt und das Vorderende in Streckung begriffen ist, jedoch den After noch nicht gebildet hat. Die Mundöffnung (*M*) erscheint, da die Unterlippe (*U*) noch nicht emporgewachsen ist, weit und ventral geöffnet, ihre oberen Theile werden von den vorderen erhabenen Rändern (*W*) des Walles etwas eingeengt. Das Hinterende hat sein Wachsthum eingestellt und erscheint, da an ihm eine Querfurche auftritt, in einen distalen fast rechteckigen und einen mit dem übrigen Körper unmittelbar in Zusammenhang bleibenden proximalen Theil geschieden. Das so abgeschnittene Ende wird zum Fuße und besitzt

in diesem Stadium abgerundete Ecken und einen vorspringenden medianen Wulst. In der Mitte der Quersfurche legt sich der After an (Fig. 61 A), der Wulst bildet sich allmählich zurück, die Quersfurche bleibt jedoch bestehen. Die Fig. 61 entspricht einem Embryo im selben Stadium, wie in Fig. 57. Die Streckung des Körpers macht Fortschritte, damit tritt eine reiche Quersfaltung der Haut ein, welche schon in Fig. 60 im Beginne zu sehen ist, die Unterlippe wächst nach vorn und macht damit die Mundöffnung von einer ventralen zu einer nach vorn gerichteten. Man bemerkt auch, dass die Unterlippe so breit angelegt ist, dass sie die zwei mit *W* bezeichneten Wülste des Kopfrandes von der äußeren Umgrenzung desselben in die Mundhöhle abdrängt.

Das hinter dem Fuße liegende Stück des Körpers, welches bisher breit abgerundet erschien, wird beträchtlich schmaler als der übrige Körper und erscheint zugespitzt, die Seiten des Körpers, früher eingezogen, werden breiter als die anderen Theile.

Die Veränderungen, welche den Rüssel, das Räderorgan, den Mund und die Oberhaut betreffen und schon in diesen Stadien zu finden sind, werden, da sie keine Neuanlagen, sondern Vorgänge zu endgültiger Ausbildung dieser Organe vorstellen, erst im nächsten Abschnitte besprochen werden.

Ein kurzer Rückblick möge uns die wichtigsten Veränderungen nochmals vor Augen führen.

Der Embryo zeigt anfänglich am Kopfe die vor dem Munde gelegene halbmondförmige Kopfplatte, an welche, den Mund verdeckend, das dreilappige Hinterende des gekrümmten Körpers anschließt. Im Wachsthum ist bald Kopf, bald Schwanz voraus, so zwar, dass zuerst das Hinterende, dann der Kopf und endlich wieder das Hinterende stärker wächst. Das gestaltgebende Princip dabei ist das Wachsthum des Ektoderms, welches gegen die Bauchseite periodisch vordrängt und schließlich am Rücken ganz flach wird. Die inneren Organe verhalten sich passiv und werden entsprechend nach vorn und hinten verschoben. Das Ektoderm bildet eine solide Einstülpung außerhalb der Kopfplatte, dann eine solche größere innerhalb derselben, beide legen sich an einander zur Bildung des Gehirns und bleiben mit dem Ektoderm im Zusammenhang. Ferner lässt dieses Keimblatt am hinteren Körperende eine Knospe in die Tiefe wachsen, aus welcher die Klebdrüsen hervorgehen, und in der Mitte der ventralen Einkrümmung des Hinterendes eine hohle Einstülpung entstehen, die Anlage des Rectums und Afters. Was vor derselben liegt, wird zum Fuße. Von inneren Organen finden wir aus den granulirten Zellen hervorgegangen den Pharynx, in welchem die Kiefer als cuticulare Ausscheidungen

gebildet werden, sodann die dorsalen und ventralen Speicheldrüsen und den dem Gehirne anliegenden Rest der granulirten Zellen. Der Mitteldarm wird gebildet von den in der Mitte des Körpers gelegenen Entodermzellen, welche sich kugelig gruppieren, rechts und links eine Anzahl Zellen zur Bildung der Geschlechtsorgane zusammentreten lassen, in welcher vier Zellen groß bleiben, während die übrigen sich theilen. Die Mitteldarmzellen fließen zu einem Syncytium zusammen und wandeln ihre embryonalen Kerne in die bleibenden um. Die lichtereren Entodermzellen des Körperendes werden von der Ektodermeinstülpung des Hinterendes zurückgedrängt.

Die Unterlippe wächst nach vorn, wodurch der Mund in dieser Richtung vorgeschoben wird, der Rand der Kopfplatte erhebt sich wallartig, und in ihrer Mitte erhebt sich an der Stelle der zweiten Gehirneinstülpung ein Hügel, der Rüssel. Ein Theil des Walles wird zum Räderorgan. Das Vorderende, nunmehr vom Ektoderm fast ganz ausgefüllt, streckt sich.

SALENSKY lässt die beiden seitlichen Lappen, welche die primitive Einstülpung begrenzen, nach vorn verschoben werden und eine halb-kreisförmige Gestalt annehmen. Vergleicht man seine Fig. 40 mit unserer Fig. 49 oder 50, so wird man erstaunt sein, welche minutiöse Übereinstimmung herrscht. Kopf, Unterlippe und Hinterende sind in gleicher Weise ausgebildet. Wachstumsschwankungen zwischen Kopf und Hinterleib beobachtete SALENSKY nicht. Durch das Vorwandern der Seitenlappen wird nach diesem Autor die primitive Einstülpung ihrer seitlichen Wände beraubt und verschwindet dadurch bis auf den Rest, den Mund, welcher von den Lappen und vom Unterlippenhügel in Form einer dreieckigen Vertiefung eingeschlossen wird. Dadurch wird der »Fuß«, der breit und viereckig erscheint, enthüllt. Als Fuß wird nämlich hier das hintere Körperende bezeichnet, welchen Namen ich so lange vermieden habe, bis durch das Auftreten des Afters der post-anale Theil des Leibes bezeichnet ist, nach welchem Zeitpunkt erst wirklich von dem sogenannten »Fuße« gesprochen werden kann. Gleich wie bei *Callidina* verdickt sich sodann auch bei *Brachionus* das obere Blatt des Kopftheiles etwas nach innen. Wir werden aus diesen Beschreibungen ersehen, dass wir mit Ausnahme der unaufgeklärten primitiven Einstülpung bis nun nur einen gleichartigen Entwicklungsmodus gefunden haben. Dies erstreckt sich auch auf die ferneren Stadien, mit Ausnahme weniger und — bis auf die Entstehung des Pharynx — untergeordneter Momente. So wird über das Wachsthum der Unterlippe gesagt: »Durch fortgesetztes Gegeneinanderrücken stoßen die beiden Organe — resp. Unterlippe und Räderorgan — auf einander, und

verbinden sich endlich, « was bei *Callidina* ebenfalls eintritt, indem (wie unsere Fig. 50 zeigt) die hinteren Ränder der nierenförmigen Kopfplatte sowohl sich nähern, als auch die Unterlippe emporwächst und sich an dieselben anschließt.

Die Zuschärfung des Randes der Kopfplatte zum Walle wird etwas anders geschildert, indem der äußere Rand der Räderlappen durch allmähliches Herabsinken zur Oberfläche des Embryo verschwinden und sich am inneren Rande eine nach beiden Seiten des Kopfes fortschreitende Aufwulstung bilden soll, welche den definitiven äußeren Rand des Räderorgans zu bilden bestimmt ist. Bei *Callidina* wirken bekanntlich dabei mehrere Faktoren zusammen. Der Kopftheil besteht nunmehr aus dem »Mitteltheile« und den beiden Lappen des Räderorgans. Das Ektoderm des Mitteltheiles schwillt nun an seinem Vorderende sehr bedeutend an. Dieser Vorgang ist zweifellos gleich zu setzen dem Einstülpungsmodus des Gehirns bei *Callidina*. Direkt beobachtet hat SALENSKY die Entstehung des Gehirns nicht, ist aber auf dem richtigen Wege, wenn er die Möglichkeit anführt, dass auf diese Weise das Gehirn entstehe. Später schildert er richtig die ovale Gestalt und die bedeutende Größe des Centralnervensystems und dessen Zusammenhang mit dem oberen Keimblatte, aus dem es entspringe. Auch giebt er an, dass nun das ganze vordere Körperende aus dem oberen Blatt bestehe, wie dies thatsächlich zutrifft. Dadurch wird wie bei *Callidina* die »innere Masse« zurückgedrängt. Als eine der wichtigsten Angaben müssen wir die bezeichnen, welche vom Kopfhügel gemacht werden. Nach der Bildung des Gehirns beschreibt SALENSKY die Anlage eines kleinen Hügels in der Mitte des Kopfes, innerhalb des Räderorgans, welche Anlage anfänglich nur schwach angedeutet, später zu bedeutender Höhe auswächst und als Kopfhügel bezeichnet wird. Es ist dies das Homologon der Rüsselanlage bei *Callidina*, wie die spätere Entwicklung besagt.

Der Fuß ist im Wachsthum etwas dem bei *Callidina* voraus, indem er bereits, bevor noch der After erscheint, eine konische Gestalt gewinnt und sich am Ende in zwei Höcker, die späteren »Endgriffel«, spaltet. Die Anlage des Afters und Hinterdarmes wird als eine kleine rundliche Vertiefung beschrieben.

Zwischen Gehirn und der dorsalen Körperwand sieht SALENSKY um diese Zeit eine Schicht entstehen, die durch reichen Körnchengehalt sich vom Ektoderm auszeichnet, in der er allerdings keine Kerne nachweisen konnte, welche letztere er aber nicht in Abrede stellt. Die Dicke der Schicht war so gering, dass eine Untersuchung über ihre Struktur sehr erschwert und kaum möglich war. Nach ihrer Lage zwischen oberem

und unterem Keimblatte, welche der Lage der Muskeln entspricht, sowie nach dem Umstande, dass diese Schicht in den Stadien, in welchen die Muskeln auftreten, körnchenärmer und heller wird, schließt SALENSKY, dass man es hier mit dem mittleren Keimblatte zu thun habe, aus dem sehr wahrscheinlich die Muskeln entstünden. Die Bildung der Muskelzellen selbst wurde nicht beobachtet. Er nimmt an, dass diese Schicht dem oberen Blatte entspringe, da sie an Stellen vorkomme, welche nur aus Ektoderm bestehe. Diese letzte Vermuthung ist vollkommen richtig. Jene Schicht entstammt den eingewanderten granulirten Ektodermzellen und ist nichts Anderes, als jene den oberen Speicheldrüsen den Ursprung gebende Partie der granulirten Zellen, welche in dorsaler Ansicht als eine zweilappige Schicht erscheint.

Nicht übereinstimmend ist die Schilderung der Pharynxanlage, SALENSKY lässt zunächst das Mundrohr immer mehr nach innen wachsen und dabei eine Zeit lang am hinteren Ende geschlossen bleiben. Letzteres ist richtig, ob aber ein aktives Wachstum des Mundrohres stattfindet, oder ob nicht vielmehr wie bei *Callidina* das Vorwachsen der Unterlippe die Mundröhre verlängert, ist fraglich. Endlich soll das Mundrohr durchreißen und die inneren Wände desselben sich trichterförmig erweitern, als erste Andeutung zur Bildung eines Schlundkopfes. Es sollen nun im Inneren der Einstülpung zwei kleine Zapfen, die Kieferanlagen, entstehen, die Einstülpung immer tiefer ins Innere hinein wachsen und sich kugelförmig in Folge Wachstums der Kiefer erweitern, welche große konische, den Innenraum ausfüllende Zapfen darstellen, an denen die ersten transversalen Chitinleisten auftreten. Die Wand des Pharynx, von SALENSKY auch Magen genannt, verdünnt sich.

Bei unserer *Callidina* ist der Schlundkopf schon früh angelegt, und entsteht nicht so spät und nicht aus einer trichterförmigen Erweiterung des letzteren, noch weniger treten die Kiefer erst nach Öffnung desselben auf. Jedoch lassen sich die Vorgänge bei *Brachionus* und *Callidina*, wofern SALENSKY keiner Täuschung unterlegen ist, ganz gut in Einklang bringen, wenn wir beachten, dass auch bei unserem Rädertier der Schlundkopf ektodermalen Ursprunges ist und aus einem Theile der granulirten Zellen hervorging und dass die Bildung desselben durch Umwachsung des Grundes der Mundeinstülpung durch diese Zellen geschah. Damit würde es sich bei *Brachionus* nur um eine Modifikation des Vorganges bei *Callidina* handeln, um eine räumliche und auch zeitliche Absonderung der Bildungsvorgänge zweier aus derselben Anlage hervorgegangener Organe, des Mundrohres und Schlundkopfes.

Nicht vereinbar finde ich SALENSKY's Angabe, dass die Unterlippe

in das Innere des Embryo verschoben, von den Lappen des Räderorgans nur umwachsen werde, und nicht mit ihnen zusammenfließe. Bei unserem Thiere wird die Unterlippe nicht von den Räderorganlappen umwachsen, sondern die Unterlippe wächst sogar über die beiden vorderen Wülste des Randwalles seitlich hinaus und drängt sie in die Mundhöhle hinein, wie später noch geschildert werden wird.

Von äußeren Organen berichtet uns ZACHARIAS in diesen Stadien, außer den oben erwähnten Bemerkungen über das Auftreten der Kopf und Schwanz trennenden Furche und der zarten Umrisse des Räderorgans noch, dass am Schwanztheile einige seichte Einkerbungen, durch welche die nachfolgende oberflächliche Segmentirung dieses Körperabschnittes bereits zum Ausdrucke gebracht werde. Hier wäre zu bemerken, dass die zuerst auftretenden Falten mit den späteren Hautfalten nichts zu thun haben. Über die inneren Organe erfahren wir, dass der Schlundkopf sehr früh sichtbar wird.

TESSIN hat die granulirten Zellen in ihrem weiteren Verhalten so weit verfolgt, dass er sie, nachdem sie sich als Kappe auf das Entoderm gelegt, zwischen Entoderm und Ektoderm hinaufwandern und schließlich auf die dorsale Seite gelangen sah, wo sie sich durch ihre tief dunkle Färbung vor den übrigen Elementen auszeichneten. Er deutet nun an zwei Schnitten (Fig. 41 und 42) von *Brachionus* eine Schicht mit dunkel kontourirt gezeichneten Kernen als diese granulirte Zellschicht und bemerkt dazu, dass sich die Mesodermis, wie er sie nennt, schon sehr weit nach hinten ausgebreitet hat. Sie reicht nämlich bis an die dorsale Grenze jener Zellmasse, die zum Schlundkopf wird. Wir sehen, dass TESSIN entgangen ist, dass nur ein Bruchtheil der granulirten Zellen, die Speicheldrüsenanlage, jene dorsale Lage einnimmt und die Mehrzahl zum Aufbau des Schlundkopfes verwendet wird. Dieser Autor lässt diese Schicht, in der Voraussetzung, das Mesoderm vor sich zu haben, sich allmählich nach dem hinteren Körperende ausdehnen. Die zum Beweise angezogene Fig. 37 lässt an einer Zeichnung nach einem lebenden Exemplare von *Eosphora* eine durch das Ektoderm scheinende dunklere Masse nahezu bis an den hinteren Pol reichen. Das Vorderende ist ganz hell gehalten, bis auf einen dreieckigen, dorsal befindlichen Fleck, der das vordere Ende der fraglichen Mesodermmasse bezeichnet. Eine tiefe Furche trennt Kopf und Endtheil des stark gekrümmten Embryo. Offenbar ist ein Stadium abgebildet, in welchem das Gehirn schon gebildet ist, darauf weist die helle Beschaffenheit des ganzen Vorderendes und die flache Grube am Kopfe hin. In diesem Falle werden, wie wir wissen, die granulirten Zellen zurückgedrängt, wodurch die vermeintliche Wanderung der granulirten

Masse hinreichend erklärt ist. Da nun in einer Totalansicht die erwähnten Speicheldrüsen vom daranstoßenden Entoderm nicht zu trennen sind, so wird auch begreiflich, wieso sie TESSIN so weit rückwärts reichen sieht. Ein Beweis für diese meine Erklärung ist mir eben TESSIN's Fig. 42, welche nach einem späteren Stadium gezeichnet ist, in welcher der Schlundkopf schon formirt ist, was in Fig. 37 sicher noch nicht der Fall ist. Da sieht man nun, dass die fragliche Schicht, welche mit der Mesodermschicht SALENSKY's ident ist, nur bis an den Schlundkopf reicht und hinten sich das Entoderm anlegt, es also ein Irrthum ist, von einem weiteren Nachhinterreichen der Masse zu sprechen.

Auch die folgende Fig. 43 ist kein Beweis für eine Wanderung des »Mesoderms« nach hinten. Das, was daselbst als Mesoderm bezeichnet ist, stellt sich als eine zwischen Darm und Schlundkopf eingekeilte granulirte, wenig umfangreiche Masse dar, welche als die dorsale Speicheldrüsenmasse aufzufassen ist. TESSIN konnte nicht feststellen, was aus unserer granulirten Zellenmasse wird, er stellt es als wahrscheinlich hin, dass die Muskulatur, das Exkretionssystem und vielleicht auch die Geschlechtsorgane sich daraus entwickeln, hält jedoch dafür, dass es ganz unmöglich sei, dass irgend ein anderes Organ, z. B. das Nervensystem oder ein Theil des Verdauungsapparates, aus ihr entstehen könne. Wir haben gesehen, dass zunächst der Schlundkopf und die dorsalen Speicheldrüsen zur Ausbildung kommen, — was aus dem Reste wird, soll später gezeigt werden —, dass aber die Geschlechtsorgane damit nichts gemein haben.

Nach TESSIN soll sich der Pharynx aus dem Entoderm entwickeln. SALENSKY's Schilderung von der Entstehung dieses Organs wird als irrig bezeichnet. Wenn gleich ich mit SALENSKY in diesem Punkte, wie oben dargelegt, nicht ganz übereinstimme, so kann ich den Grund, welchen TESSIN als mitbestimmend zur Zurückweisung der Angabe SALENSKY's aniebt, nicht billigen. TESSIN konnte nämlich nicht nur die Mundeinstülpung nur in ihrem vordersten Abschnitte erkennen, sondern fand sie auch stets schräg nach vorn und aufwärts gehend, während SALENSKY sie schräg nach hinten laufen lässt. Abgesehen davon, dass in dieser untergeordneten Hinsicht wohl Differenzen bei einzelnen Formen vorkommen können, treten so gewaltige Verschiebungen der Theile im Laufe der Entwicklung ein, dass die Mundeinstülpung sowohl nach vorn als auch nach hinten laufend gesehen werden kann und in der verschieden angegebenen Richtung dieses Rohres kein Beleg zur Stütze oder Ablehnung irgend einer Angabe abgeben kann. Was aber TESSIN's Ableitung des Pharynx vom Entoderm anlangt, so ist diese irrige Anschauung aus der ausschließlichen Benutzung von wenig gut

konservirten und eben so ausgefallenen Schnitten abzuleiten, welche weiter aus einander liegende Stadien betreffen. Der Schnitt, in Fig. 44 abgebildet, ist durch einen Embryo gelegt, welcher die Mundeinstülpung besitzt, dessen Entoderm zu einer kugeligen Masse geballt ist und dessen Ektoderm noch aus ziemlich hohen Zellen besteht, welche sich aber schon an den ventralen Seiten anzuhäufen beginnen und daselbst höher sind. Das Vorderende ist angefüllt mit der dorsal gelegenen »Mesoderm«-Schicht, deren Kerne mit sehr kräftigen Kontouren gezeichnet sind, und einer Zellmasse, welche die Mundeinstülpung umgiebt. Wir wissen, dass beide aus den granulirten Zellen entsprungen sind. Der nächste Schnitt Fig. 42 betrifft ein Stadium, in dem das Vorderende von einer mit dem Ektoderm zusammenhängenden Masse, — die gewiss getreue Zeichnung lässt dies genau erkennen, — erfüllt ist; das Ektoderm ist an dieser Stelle selbst mehrschichtig und entspricht ganz dem Zustande einer Einstülpung, wie die Bildung des Gehirns eine ist. Durch das eingedrungene Ektoderm ist die Pharynxanlage zurückgeschoben worden und wird dem Entoderm, von dem sie aber durch ihre Grenzen und Zellanordnung scharf getrennt ist, angepresst. Dies hat TESSIN, zumal da Pharynx und Entoderm zusammen annähernd kugelige Umrisse zeigen, als Beweis der Abstammung des ersteren Organs vom Entoderm angesehen. Es findet jedoch die weit nach hinten befindliche Lage des Schlundkopfes in der Verschiebung, welche die von vorn eindringenden Ektodermmassen bewirken, ihre Erklärung.

Im Pharynx sah TESSIN später einen Spalt und Chitinstäbchen, letztere als Anlagen des Kiefergerüsts, auftreten. Dass dieselben nicht der hinteren größeren Masse, wie Fig. 43 zeigt, sondern der vorderen schmalen Pharynxwand aufliegen und durch den Spalt von der ersteren getrennt sind, wird wohl auf Veränderungen in Folge der Konservirung zurückzuführen sein. Bei *Callidina* dient die Oberfläche der hinteren Masse als Matrix für die Kiefer.

Die Erörterungen darüber, ob man dieses Organ Schlundkopf oder »Vormagen«, »Kaumagen« nennen solle, sind dahin abzuschließen, dass, wenn mit letzteren Bezeichnungen eine Vorstellung von entodermaler Abstammung verbunden sein soll, gewiss nur die erstere Bezeichnung die richtige ist.

Die Verbindungsröhre zwischen Pharynx und Mitteldarm nennt TESSIN richtiger Weise Ösophagus.

Über die Entstehung des Nervensystems hat TESSIN keine Beobachtungen gemacht und konnte sich kein Urtheil bilden. Er sagt darüber: »So viel aber steht fest, dass die große Zellmasse, welche den ganzen

Kopftheil ausfüllt und von SALENSKY als das Centralorgan des Nervensystems angesehen wird, in der That als solches nicht aufzufassen ist. Es ist dies nämlich das eingestülpte Ektoderm, aus dem der Schlund und das Räderorgan hervorgehen. Ich glaube überhaupt nicht, dass das Hirn sehr massig angelegt wird. Zuerst tritt als zum Nervensystem gehörig eine Pigmentanhäufung, der Augenfleck, hervor. Dieselbe liegt nahe dem vorderen Körperende und bezeichnet somit auch die Lage des Hirns.« Schließlich wird die Vermuthung ausgesprochen, dass das Gehirn sich vom Ektoderm abspalte. Diese letztere Vermuthung ist richtig, jedoch irrt TESSIN in den anderen Anschauungen, indem das Gehirn sehr groß und massig entsteht und kein Zweifel ist, dass SALENSKY mit seiner Beschreibung im Rechte ist und wirklich die erwähnte große Zellenmasse bei *Brachionus* als Anlage des Centralnervensystems anzusehen ist. Das Räderorgan soll sich so wie der Schlund aus dem Ektoderm der Mundeinstülpung entwickeln und am Embryo stets eingestülpt sein. Demnach dürfte *Eosphora* ein für das Studium der Räderorganentwicklung recht ungünstiges Objekt sein. Die hierfür gegebene Zeichnung Fig. 44 zeigt eine so unsichere Abgrenzung der Elemente, dass sie nach einem nicht gut konservirten Embryo abgebildet zu sein scheint, der übrigens der Reife sehr nahe war, wesshalb er zur Untersuchung der Entwicklung des Räderorgans an und für sich nicht günstig gewesen sein dürfte.

Von den Veränderungen der Körperform wird nur noch eine Streckung des Embryo, die definitive Ausbildung des Fußes, das Zusammenfließen des Kopflappens und der Seitenlappen und das Verschwinden dieser Bildungen, sowie das Auftreten einer Kopf und Rumpf sondernden Einschnürung kurz angegeben.

III. Ausbildung der Organe.

a) Räderorgan und Rüssel. Die Besprechung beider Organe muss, da ihre Veränderungen meist innig zusammenhängen, gemeinsam erfolgen. Wir haben den Embryo verlassen, als sein Vorderende in Streckung begriffen und von einem centralen Hügel gekrönt war, welchen ein ventral an die Unterlippe stoßender und dorsal herumgreifender Wall umgab. An diesem Walle sahen wir eine Einziehung auftreten und denselben in einen wulstigen ventralen Theil und einen gleichmäßig verlaufenden dorsalen trennen (Fig. 59). Diese scharfe Einziehung ist in dieser Form keine bleibende Erscheinung, sondern nur im Verlaufe des Wachstums auftretend, sie gleicht sich später so aus, dass nur eine schwache Konkavität des Randes hinaufführt zur Erhöhung des ventralen Wulstes (Fig. 60). So lange die Unterlippe

noch nicht emporgewachsen ist, begrenzen diese Wülste die Mundöffnung auch von außen, später aber (Fig. 64) wächst die Unterlippe derart empor, dass sie weiter ausgreift, als die Mundöffnung breit ist, daher die Wülste nach innen davon zu liegen kommen. Auch bemerkt man eine Annäherung der letzteren an einander, so dass an dieser Stelle eine Verengung der Mundöffnung zu bemerken ist. Die Wülste bestehen aus großen hellen Kernen mit äußerst geringem Zellplasma.

Es erscheint auf dem Walle hinter den Wülsten jederseits ein schmaler, stark lichtbrechender glänzender Streifen, Cuticularstreifen im Holzschnitte, der zuerst dem Rande parallel, dann sichelförmig gebogen verläuft. Er endet mit einer knopfförmig über das Niveau emporstehenden kleinen Zelle. Der Hügel selbst nimmt eine andere Form an, indem seine obere Fläche nach vorn geneigt wird, so dass er dachförmig nach vorn und hinten

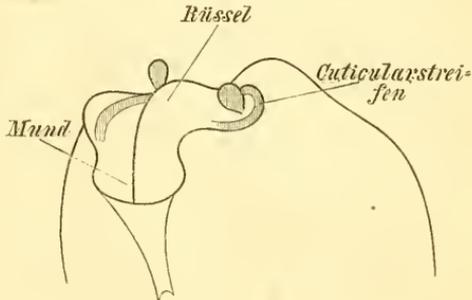


Fig. IV.

abfällt und daher die vordere Fläche der ehemaligen Ursprungsstelle der größeren Gehirnpartie entspricht. Seine ventrale Ansicht zeigt ihn (Fig. 64 *Rü*) von fast dreieckigem Umrisse, so zwar dass der Scheitel des Dreieckes gegen den Mund sieht. Gleichzeitig beobachtet man ein Vorwachsen dieses Hügels, der, wie schon angedeutet, zum Rüssel wird, gegen die Mundhöhle und eine Krümmung dieser Anlage nach der ventralen Seite, wodurch ihr Ende weit in den Mund hinab reicht. Der glänzende Streifen erfährt in seinem Weiterschreiten eine zunehmende Krümmung, welche die Endzelle, nicht hinter dem Rüssel, dicht an demselben vorbei, beiläufig (Fig. 60 *Cu*) etwas über die Mitte von dessen Seitenwand gegen die Bauchseite vorschiebt. Das vordere Ende des Streifens ist zur Zeit noch schwer zu ergründen, man sieht nur so viel, dass es nicht auf den Wulst hinaufläuft, sondern an ihm vorbei in die Mundhöhle sich senkt. Eine Seitenansicht (Fig. 62) wird die Beschreibung dieser Verhältnisse noch leichter verständlich machen.

Das von jedem sichelförmigen Streifen umgrenzte Feld (Fig. 64, 62 *Ro*) zeigt ein lebhaftes Wachsthum seines Ektoderms gegen das Innere, welches in Form je eines rundlichen massiven Zipfels in die Tiefe wuchert (*Zi*). Sein Aussehen ist hier wie in allen massiven Einstülpungen durch die zahlreichen großen hellen Kerne, welche von spärlichem körnigen Zellplasma umgeben sind, modificirt. Es verändert sich im

Laufe der Entwicklung in so fern, als später das Zellplasma bei Weitem gegenüber den Zellkernen überwiegt (vgl. Fig. 63—66 Zi).

Am Rüsselhügel markiren sich mehrere oberflächliche und an der dorsalen Basis gelegene Zellen durch ihren auffallenden Körnchenreichtum. Namentlich sind es vier Zellen, welche auch später sich dadurch auszeichnen (*y* in den Figg. 60—66). So auffallend sie sind, eben so wenig spielen sie eine hervorragende Rolle; sie sind noch, wenn das Thier fast ganz entwickelt ist, deutlich zu erkennen, und scheinen mir in jenes Hypodermispolster überzugehen, das bei den Philodiniden an der dorsalen Rüsselwand zu finden ist.

Bald beginnt die vom bewussten glänzenden Streifen umzogene Partie sich etwas zu erheben, wobei die dem Streifen entsprechende Hautstelle wie ein Graben vertieft dieselbe umgiebt (Fig. 67 *Cu*), sinkt jedoch schon am nächsten Tage sammt dem Streifen in die Tiefe, so dass das ganze Gebilde unter das Niveau jener Hautfalte rückt, welche vom oberen Rande der Unterlippe ausgehend als äußerer Mundrand um diese Zeit erscheint, gegen die dorsale Seite zieht und sich da zur Zeit noch gänzlich verliert (Fig. 63 *Mr*). Tags darauf bemerkt man eine noch stärkere Senkung dieses Gebildes (Fig. 64). Man erkennt an allen Stadien das mediane Ende des Cuticularstreifens — denn nichts Anderes ist dieses glänzende Band — an der knopfförmigen kleinen Zelle und sieht, dass dieselbe nicht viel weiter gewandert ist, dass es also nicht zu einem ringförmigen Schluss des Bandes kommt, sondern dasselbe nur zum Theil auf die mediane Seite, zwischen Rüssel und das erhabene Feld reicht. Dafür kann man aber am anderen Ende des Bandes eine wichtige Veränderung bemerken. Früher verlор es sich unbestimmt unter den Mundwülsten (*W*), nun kann man es deutlich sich dem erhabenen Felde vorn anschmiegen, in die Mundhöhle hinabsteigen und daselbst an der Rückenwand derselben im Bogen knapp unter dem Rüsselende vorüberziehend in das Band der anderen Seite kontinuierlich übergehen sehen. Fig. 63 zeigt dies Verhalten von der ventralen Fläche, Fig. 64, um einen Tag weiter in der Ausbildung, von der Seite.

Abermals einen Tag später beginnt der eingesunkene Theil auf jeder Seite des Kopfes wieder emporzusteigen, er sieht wieder über den Rand des Mundes hinaus und zeigt eine Ausbreitung des cuticularisirten Theiles, indem nunmehr die eingebogenen Seitenwände des Organs viel höher sind als früher (Fig. 65). Die obere Fläche fällt dermalen schräg gegen die Mundhöhle ab. Die Seitenansicht (Fig. 66) lässt erkennen, dass die obere Partie verbreitert ist und die untere, welche bereits als eine Art Stiel zu betrachten ist, nach beiden Seiten überragt. Der glänzende Streifen beginnt median, von der Seite

gesehen hinter dem Stiel, mit der noch deutlich sichtbaren erhabenen Zelle, läuft nach außen um den Stiel herum, senkt sich demselben noch anliegend an der dorsalen Mundwand unter den Rüssel, um die andere Seite zu gewinnen und dort im entgegengesetzten Sinne zu verlaufen. So weit die Seitenansicht das Organ erkennen lässt, ist es von der stark glänzenden Cuticula bedeckt. Nach etwa 24 Stunden werden diese beiden Gebilde in wenigen Minuten weit hervorgestreckt und stehen anfänglich in Gestalt zweier schmaler, meist ungleich starker Cylinder links und rechts vom Rüssel aus dem Munde empor.

Nun ist auch der glänzende Streifen fast verschwunden, welcher früher das Gebilde umsäumte, indem die in demselben in größerer Quantität abgelagerte Cuticula sich ausdehnen musste, und dünner geworden, nicht mehr so auffällt. Wenn jedoch irgend wo eine Falte an dem Cylinder oder am oberen Ende eine Grube auftritt, erscheint daselbst wieder die Haut glänzend. Auch an der dorsalen Mundwand ist, da der Rüssel gleichzeitig gestreckt wird, der Verlauf des Streifens nicht mehr zu erkennen, indem auch hier die Haut gedehnt wird.

Das Plasma hängt von der Decke jedes ausgestülpten Zapfens in die Höhlung hinab und zwar in Form von mehreren isolirten Zipfeln.

Allmählich schwellen noch am gleichen Tage die Zapfen am distalen Ende an, sie erscheinen in der Daraufsicht an der oberen Fläche nicht mehr rein cylindrisch, sondern in der dorsoventralen Richtung verlängert und werden an der medianen Seite eingebuchtet, kurz sie gewinnen allgemach die Gestalt, welche die beiden Theile des Räderorgans an dem erwachsenen Thiere zeigen. Diese Ausbildung nimmt noch den darauffolgenden Tag zum größten Theile in Anspruch (Fig. 71), indem die Theile des Räderorgans am oberen Ende deutlich halbkugelig anschwellen, so dass die unteren Partien sich als die Stiele der Räderorganhalbkugeln abheben. Alle diese Theile sind in so fern sehr beweglich, als ihr Plasma fast flüssig erscheint und häufig durch sehr rasch und wellenartig hinlaufende Kontraktionen die Haut zu entsprechenden wellenartigen Einziehungen und Ausbuchtungen veranlasst, welche so schnell sich fortbewegen, wie die Wellen einer undulirenden Membran.

Etwa 24 Stunden nachdem die Ausbildung der Halbkugeln begonnen, werden dieselben eingezogen und bleiben in diesem Zustande bis das Thier ausgeschlüpft ist, was noch ca. 5 Tage dauert. So lange das Räderorgan ausgestreckt ist, treten keine Wimpern an ihm auf, dieselben bilden sich erst am eingestülpten aus und zwar sind es die mit der glänzenden Cuticula ausgestatteten Theile seiner Oberfläche, welche sie hervorsprossen lassen.

Das Räderorgan der *Callidina* bildet sich also aus zwei, aus der Kopffläche sich allmählich erhebenden, zu beiden Seiten des Mundes gelegenen Partien, welche vorn durch denselben cuticularisirten Streifen verbunden sind, welcher auch an den Zapfen auftritt, und der später die Wimpern trägt.

Der Mund liegt vor den beiden Räderorganzapfen und erleidet gleichzeitig Veränderungen, die ihn seiner Vollendung entgegenführen. Wir haben ihn verlassen, als die Unterlippe die beiden seitlichen Wülste zurückdrängte. Indem dieselben sich nach innen stärker vorwölben, bilden sie die Mundöffnung links und rechts einengende vorspringende Polster, welche durch die weiter emporwachsende Unterlippe von der äußeren Mundbegrenzung ganz ausgeschlossen werden. Auch sehen sie dann kaum mehr über den Mundrand empor (Fig. 63 W). In Fig. 67 sind sie von oben zu sehen (W). Am entwickelten Thiere stellen sie die Wimperpolster vor, welche bei der Hereinschaffung der Nahrung eine große Rolle spielen.

Mit diesen Vorgängen Hand in Hand geht die Ausbildung des Rüssels. Derselbe hat nun eine dorsal und eine ventral schräg abfallende Fläche; letztere ist viel steiler und entspricht dem früheren oberen Ende, da der Rüssel eine Krümmung nach dem Munde zu erlitten hat. An seinen Zellen lässt sich eine Trennung erkennen in eine oberflächliche Schicht großer Elemente, zu welchen auch die stark granulirten Zellen, von denen oben die Rede war, gehören, und in die davon eingeschlossene Masse von Zellen, welche mit dem Centralnervensystem unmittelbar zusammenhängt (Fig. 68 *Rü*). Im oberflächlichen Ektoderm bemerkt man vor den granulirten Elementen sowohl in der Seiten- als Flächenansicht zwei große helle embryonale Zellkerne, die in so fern von Wichtigkeit sind, als sie einen Markstein für die Gebiete der Rüsseltheile abgeben. Ihre Zellen (Fig. 64, 65 α) gehören nämlich noch zum dorsalen Epithel des Rüssels, und erst was unter ihnen liegt, wird zum Rüsselende umgewandelt. Zunächst zeigt sich an dieser letzteren Stelle eine Vertiefung (Fig. 64), über welcher eine cuticulare Membran, in der Vorderansicht gekrümmt, sich allmählich erhebt. Schon am folgenden Tage ist das Wachsthum des Rüssels selbst so bedeutend, namentlich an seiner dorsalen Wand, dessen vordere helle Zellen sich vermehrt haben, dass er sich sehr stark und noch weiter gegen die Mundhöhle krümmt, wodurch sein Ende sogar unter das Niveau des Mundrandes taucht (Fig. 66 *Rü*). Die Endfläche ist allseitig vertieft und von einem deutlichen niedrigen Wall umgeben, der oben in die gekrümmte Membran übergeht.

Gleichzeitig mit den Räderorganzapfen wird auch der Rüssel aus-

gestreckt, indem er gerade in der Längsachse des Körpers aufgerichtet wird. Seine ventrale Wand ist nunmehr gegen früher sehr gedehnt worden, der glänzende Cuticularstreifen, welcher knapp unter der Endpartie (Fig. 66) von einer Räderorganhälfte zur anderen zog, verschwindet dadurch. An dieser Fläche erscheinen am lebenden Thiere die Cilien, welche die dorsale Mundwand besetzen.

Zuerst stehen die Räderorganzapfen und der Rüssel dicht an einander schließend am vorderen Körperende empor, erst nach und nach entfernt sich der Rüssel und weicht gegen den Rücken zurück, wodurch eine Lücke entsteht. Wenn die Zapfen an ihrem äußeren Ende zu den Halbkugeln des Räderorgans anzuschwellen beginnen, hängen sie mit dem Rüssel auch an der Basis nicht mehr zusammen, ein vom Munde ausgehender schmaler Hautwulst hat sich an der Basis der Räderorganstiele vortüber auch auf die Rückenseite ausgedehnt und hat so das Räderorgan von dem Rüssel getrennt. Vor dem Rüssel bildet dieser so spät entstandene Hautwulst die sog. Oberlippe.

Der Rüssel zeigt eine Streckung in die Länge, seine oberflächlichen Zellen vermehren sich und es tritt eine quere Hautfureche auf (Fig. 69), welche ihn in die zwei Scheinsegmente theilt. Die Endfläche hat ihre dorsale cuticulare Schutzmembran ziemlich weit entwickelt, deren Rand sich (Fig. 74 *M*) gezackt erweist. Am Rüsselende lassen sich, so lange er ausgestreckt ist, eben so wenig wie am Räderorgan Wimpern erkennen. Der Rüssel wird in der Folge wie letzteres eingezogen und verhartet in dieser Lage bis zum Ausschlüpfen. Seine inneren Zellen schließen dicht an einander und zeigen den Typus der Gehirnzellen, große Kerne, spärliches Plasma. In der Längsrichtung des Rüssels sind die Kerne gestreckt, was ein streifiges Aussehen hervorbringt.

Noch so lange der Rüssel gestreckt ist, erfahren die inneren Zellen solche Veränderungen ihrer Form, dass man bereits die am Rüsselende ansitzenden Sinnes- und Ganglienzellen von den sich zu Fasern streckenden und der Verbindung mit dem Gehirn dienenden Elementen unterscheiden kann.

Schließlich wird der Rüssel mit dem Räderorgan eingezogen und von der Haut des Körpers umhüllt im Inneren geborgen.

b) Gehirn und Taster. In dem zuletzt besprochenen Stadium war das Gehirn aus den zwei Ektodermknospen zusammengesetzt, welche sich an einander legen, so dass die zuerst entstandene von der zweiten eingebuchtet wird und sich wie eine Decke auf das hintere Ende der letzteren anlegt. Beide Theile waren von gleicher Struktur und bestanden aus Zellen, deren Charakter in den verhältnismäßig großen hellen Kernen und dem spärlichen Plasma bestand. Die aus

der Kopfplatte entsprungene Gehirnpartie bleibt konstant mit der Ursprungsstelle, welche zum Rüssel wird, in Verbindung und streckt sich entsprechend der Streckung des Vorderendes etwas in die Länge (Fig. 67 C_2). Dessgleichen löst sich auch das zuerst entstandene Stück des Centralnervensystems nicht vom Ektoderm los. Man sieht daher die, nebenbei gesagt, das ganze Vorderende ausfüllende Gehirnmasse an zwei Stellen ohne Grenze gegen die oberflächige Zellschicht, an der mit T bezeichneten Stelle in Fig. 67 und an der zukünftigen Rüsselendfläche ($Rü$), welche durch die starke, beim Wachsen entstehende Krümmung des Kopfhügels nach vorn ganz gegen die Bauchfläche gerichtet wird. Zur Zeit, wenn der Embryo das Bild wie Fig. 64 zeigt, bemerkt man ein starkes Vordrängen des Ektoderms gegen das vordere Kopfende, welches die mit T bezeichnete Partie desselben weit nach vorn bringt, während gleichzeitig der Rüssel seine außerordentliche, im Stadium Fig. 66 den Höhepunkt erreichende Krümmung in die Mundhöhle erhält. Etwa im Stadium der Fig. 64 erheben sich, so viel ich erkennen konnte, vier Zellen über die Fläche der Oberhaut (Fig. 68, 70 T), welche anfänglich mehr isolirt stehen, später aber eng zusammenschließen und, indem sie ihre Kerne im Niveau der Haut zurücklassen, in die Höhe wachsen. Dadurch entsteht ein an seiner Basis die Zellkerne tragender plasmatischer, oben abgerundet, mitunter etwas angeschwollen endender Cylinder. Diese Anlage bildet sich zum Taster aus, erhält bald eine hyaline kragenförmige aufstehende Cuticula am Ende und eine Ausbauchung an seinem Körper (Fig. 66, 74 T). Sinnesborsten treten, so lange das Vorderende ausgestülpt ist, nicht auf, sie werden offenbar in der Zeit, in welcher der Embryo kontrahirt in der Eihülle liegt, erzeugt.

Mit dem Vorwachsen des Tastergebietes ist auch eine Lageveränderung der beiden Gehirnhälften verbunden. Das Stück C_1 wird gewissermaßen von dem Ektoderm nach vorn gezogen, es streckt sich gegen das Vorderende und legt sich allmählich auf die dorsale Seite des Gehirnthails C_2 , indem gleichzeitig dessen hinteres Ende davon frei wird (Fig. 68). Durch diesen Vorgang kommt es, dass jener Gehirnthheil, welcher am Embryo weiter hinten liegt, am entwickelten Thiere die vordere in den Tasternerv übergehende Spitze des Gehirns ausmacht, während das vorn angelegte Stück des Gehirns allmählich unter dem ersteren nach hinten rückt. Die Grenze zwischen beiden Gehirnpartien wird später verwischt, am ausgewachsenen Thiere deutet nichts auf eine solche Zusammensetzung desselben, indem am ausgewachsenen Thiere ein einheitlicher Ganglienzellenmantel die ebenfalls einheitliche Fasersubstanz umschließt.

Die Zellenmasse, welche zwischen Gehirn- und Rüsselendfläche liegt, wird, wie schon angeführt, zum Aufbau der Sinnes- und Ganglienzellen, sowie der Nervenfasern zwischen Gehirn und Rüssel verbraucht.

Die Lage des Gehirns erleidet im Laufe der weiteren Entwicklung eine merkliche Veränderung, indem es am entwickelten Thiere über dem Pharynx liegt, während im Embryo seine Lage nur vor dem Schlundkopfe zu finden ist. Es tritt also eine Wanderung nach hinten ein. In der Zeit, in welcher das Räderorgan und der Rüssel ausgestreckt sind, erkennt man unter dem Pharynx das subösophageale Ganglion als einen kugeligen Körper, dessen Abstammung auf eine Ektodermeinstülpung von der Bauchseite aus zurückzuführen ist.

c) Fuß resp. Schwanz. In Fig. 64 sehen wir diesen Theil des Körpers als ein quer gestelltes, vom übrigen Körper durch eine Falte getrenntes Stück, dessen Ecken abgerundet sind, und dessen vorderer Rand eine kurze rundliche Spitze besitzt. Gleichzeitig bemerkt man, dass es bereits ganz vom Ektoderm erfüllt ist, welches, wie schon bemerkt, den Charakter aller Ektodermeinstülpungen trägt und durch das spärliche Plasma und große Kerne ausgezeichnet ist. Das Entoderm des Schwanzes ist dadurch verdrängt worden und ordnet sich im Anschlusse an die Analeinstülpung in ziemlich regelmäßigen Zellreihen an (Fig. 62). Zunächst findet eine Streckung des Körpers statt, welche sich auch auf den Schwanz ausdehnt, so dass er das hintere Körperende bildet (Fig. 63). Tags darauf wird dieses Organ birnförmig, das heißt, es tritt ein Längenwachsthum auf, wobei sein Ende knopfartig vortritt. Im Inneren zeigt sich in den bisher gleichartigen Zellen die erste Differenzirung, da die der Spitze nahe gelegenen sich strecken und deutliche Körnchenreihen ein streifiges Aussehen erzeugen (Fig. 64). Bis zum nächsten Tage ist schon eine bedeutende Veränderung zu verzeichnen. Der Schwanz ist länger geworden und zeigt bereits bezeichnende Eigenschaften. Er wendet sich meist nach links. Das knopfförmige Ende hat sich zu einem konisch zulaufenden Gebilde umgeformt, welches an seinem quer abgeschnittenen Ende eine Anzahl (ca. 10—13) feine Zäpfchen in einer Reihe hervorsprossen lässt (Fig. 65). Die Körnchenstraßen, welche bald unter diesen beginnen, haben sich vermehrt und vergrößert.

An der Basis dieses Endtheiles bemerkt man, wo das großzellige Ektoderm beginnt, dass sich an jeder Seite je eine Zelle aufgerichtet hat, welche zur Zangenspitze wird (Fig. 65 Z). Im übrigen Theile des sich nach dem After zu stark verbreiternden Schwanzes findet sich noch das unveränderte aus dicht gedrängten gleichartigen Zellen bestehende embryonale Gewebe, welches außen von einer deutlich unter-

schiedenen Oberhaut bedeckt wird. Der zäpfchentragende Endtheil des Schwanzes entbehrt dieser großzelligen Deckschicht, indem er aus diesen oberflächlichen Zellen selbst hervorgegangen ist.

Im Vordertheile sondert sich die innere Zellenmasse von der hinter ihr liegenden, so dass man eine Grenzlinie beide trennen sieht; die innere gruppirt sich in zwei symmetrisch liegende Zellhaufen, deren Elemente sich strecken und nach und nach in je drei Zügen anordnen und sich dadurch auszeichnen, dass ihre Kerne sie nahezu ganz ausfüllen, wesshalb sie auch keine Körnchen besitzen, sondern nur mattglänzend aussehen (Fig. 74 K^l). Sie werden zu den bei dieser *Callidina* in sechs Reihen angeordneten Klebdrüsenzellen.

Die darauf folgende hintere unpaare Zellgruppe besitzt körniges Plasma und gewinnt am Ende ein völlig streifiges Aussehen. An der Haut zeigen sich bestimmte Quersfurchen, welche den spitz zulaufenden Schwanz in vier Scheinsegmente theilen, von denen das an den Rumpf schließende das größte ist, das dritte die Zangen trägt, das vierte und kleinste an seinem Ende den von keiner Hautschicht überzogenen Konus trägt, der die in einer Querreihe gestellten Zäpfchen, die sich bald als kleine vorstehende Röhrrchen erweisen, entstehen ließ. Dieses vierte und letzte Glied, welches also seiner Entstehung nach gleichwerthig den übrigen drei ist, wird bald eingezogen und wird auch am erwachsenen Thiere selten ganz vorgestreckt. Das zweite und dritte bilden später ein einziges Glied, da die Grenzlinie zwischen ihnen nur eine Zellgrenzlinie ist und später verschwindet. Es resultiren endlich drei Schwanzglieder. Der röhrentragende Endabschnitt ist, wie wir sahen, keine kreisförmige Platte oder ein Cylinder, an dessen Grundfläche die Röhrrchen im Kreise stehen, sondern ein flaches Gebilde, an dessen Unterseite diese Röhrrchen dem Rande anliegend in einer Reihe entstehen. Der Rand des bewussten Gebildes zeigt sich häufig in der Mitte eingebuchtet. Mir scheint demnach die Annahme PLATE'S¹, dass eine Saugscheibe, wie sie *Discopus* besitzt, als die ursprüngliche Form des Endgliedes anzusehen sei, nicht gerechtfertigt, wie ich schon weiter oben erwähnte, vielmehr zeigt sich als erstes Stadium der Hinterrand von Mündungen besetzt, welcher leicht durch Einbuchtungen die Zäpfchen der *Callidina symbiotica* und die »Zehen« anderer Philodinen ableiten lässt. Die Saugscheibe wäre wohl eher als eine Umbildung nach einer anderen Seite hin aufzufassen. In dem Stadium, wo das Räderorgan und der Rüssel ausgestreckt werden, besitzt dieser Endtheil eine Breite von 0,0438 mm, die Röhrrchen sind 0,003 mm lang.

¹ Über die Rotatorienfauna des baltischen Meerbusens. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLIX. p. 44.

Das ganze Endglied wird schon bald dauernd eingezogen, wenn die übrigen Schwanzglieder noch gestreckt bleiben.

Die letzte Zelle der inneren Reihen der Klebdrüsenzellen verlängert sich und zieht sich zu einem Faden aus, der sich an der Bauchwand ansetzt (Fig. 71).

Von den seiner Zeit eingestülpten Ektodermzellen des Schwanzes sah ich im selben Stadium jederseits eine an der Bauchseite des Klebapparates sich strecken und zu einem der Schwanzmuskeln werden, der sich an dem unpaaren, wie ich bemerken will, durch eine Art Mantel sich abschließenden Zellenkomplex ansetzte und gegen die Basis des Schwanzes zu hinlief. Etwa zwei Tage später als das Räderorgan eingezogen wird, wird auch der ganze Schwanz ins Körperinnere eingezogen und bleibt von nun an in dieser Lage (Fig. 72).

d) Verdauungsapparat und Geschlechtsorgane. Die Veränderungen des Mundrandes, so weit sie vom Wachsthum des Rüssels und des Räderorgans abhängen, sind bereits besprochen worden. Die Mundhöhle selbst ist jedoch ebenfalls einer Umbildung unterworfen. In Fig. 61 war sie ein breites, flachgedrücktes Rohr, welches sich am inneren Ende in den Pharynx fortsetzte. Bald sieht man die dorsale Wandung etwa in der Mitte des Rohres sich vorbauchen (Fig. 62), während die Unterlippe noch geradwandig verläuft. Sodann krümmt sich die letztere der sich vergrößernden Vorbauchung der Rückwand entsprechend ein und beide stellen so ein gebogenes Rohr (Fig. 68) dar.

Die besonders sich vorwölbenden und zu den Wimperpolstern sich umbildenden Theile der beiden Mundwülste üben auf die Formation der Mundhöhle ihren Einfluss aus. Eine Flächenansicht lässt zwei Kontouren erkennen. Der vordere läuft von den äußeren Rändern der Mundwülste nach abwärts und lässt die Höhle als eine schmälere, gegen unten etwas erweiterte Röhre erkennen, der rückwärtige geht von der Anlage der Wimperpolster aus, schließt einen gleich unter denselben sich bedeutend erweiternden, jedoch nicht so weit hinabreichenden Raum ein. In Fig. 63 sind diese Grenzlinien ihrer Lage nach mit *v* und *h* bezeichnet. Es stellt sich also heraus, dass durch die Vorbauchung der Rückwand und die Wimperpolster ein breiterer jedoch kürzerer Raum der Mundhöhle abgegrenzt wird, als es der vordere schmälere Raum ist, der viel weiter hinabreicht (Fig. 66).

Die Masse des Pharynx, welche die Kiefer erzeugt und der Kau-muskulatur den Ursprung giebt, zeigt in einer Seitenansicht nicht mehr dieselbe Anordnung der Zellen wie in den früheren Stadien. Die Kiefer, Anfangs nur schmale Streifen, werden breiter und zeigen zuerst einige, dann alle von den großen Querleisten — die Zähne — (Fig. 68), später

auch die feinen Riefen (Fig. 64, 66). In dem Stadium der Fig. 64 sind in jedem Kiefer schon fünf Zähne zu sehen, in dem der Fig. 74 schnappen die Kiefer zum ersten Male kräftig zusammen, ein Zeichen, dass die bezügliche Muskulatur entwickelt ist. Sie wird durch die große Zellenmasse im Pharynx gebildet, an deren Oberfläche die Kiefer abgeschieden werden. Die Anzahl der Zähne variiert von da an bei den Embryonen sehr und man trifft Zahnformeln wie $\frac{6}{6}$, $\frac{6}{7}$ etc.

Die Öffnung des Schlundes in den Pharynx wird von einem eigenen Gebilde flankirt, das im erwachsenen Thiere persistirt und dort schon von PLATE gesehen, aber nicht erkannt worden ist. Etwa am vierten Tage vor dem Ausschlüpfen wird man zuerst auf diesen Organtheil (Fig. 72 *m*) aufmerksam, indem daselbst ein ungemein lebhaftes Zittern wie das einer undulirenden Membran auftritt. Mit ihm oder richtiger durch ihn zittern, etwas weniger stark und weniger rasch, die Wände der Mundhöhle und das Räderorgan. Es zeigt sich, dass die ziemlich dicke Wand des unteren Theiles des Mundbechers, den ich seiner Zeit zum Gegensatze zur eigentlichen Mundhöhle Schlundröhre zu nennen vorschlug, der Platz und die Ursache dieses Zitterns ist.

Die Schlundröhre geht aus dem früher erwähnten vorderen schmälern Theile der embryonalen Mundhöhle, welcher tiefer hinabreicht, hervor, indem die Höhlung durch Näherung der seitlichen Wände zu einer schmalen Spalte wird, welche von der Bauchseite wie ein Rohr erscheint. Diese Wände zeigen nun einen eigenthümlichen Bau. Es laufen in ihr parallele eng liegende Streifen schief nach unten. Wenn nun das Zittern sehr energisch auftritt, so erscheinen diese Streifen wie Cilien und die ganze Bewegung als wie von einem Flimmerepithel

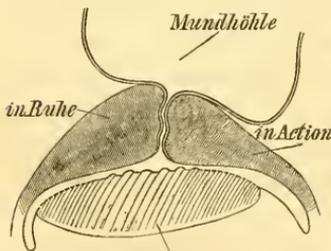


Fig. V.

hervorgebracht. Beim Nachlassen der Bewegungsenergie erkennt man jedoch, dass die vermeintlichen Cilien an einer die Schlundröhre auskleidenden und mit ihnen undulirenden Cuticula enden. Ferner sieht man, dass diese Streifen sich als Fasern erweisen, welche unabhängig von einander wellenartige Bewegungserscheinungen zeigen. Es hat sich die gesammte Wand des Schlundrohres in Muskelfibrillen um-

gewandelt, an welchen einander äußerst rasch folgende Kontraktionserscheinungen auftreten, so dass mehrere Kontraktionswellen gleichzeitig über jede Faser hinlaufen. Diese Erscheinung dauert am Embryo von jetzt ab an, jedoch ist es immerhin möglich, dass Ruhepausen eintreten.

Bei schwacher Vergrößerung macht sich die ganze Erscheinung nur in einer wellenartig nach hinten laufenden Bewegung der das Lumen auskleidenden Cuticula geltend.

Zu erwähnen habe ich, dass am dorsalen Ende des Pharynx, wo der Ösophagus entspringt, eine ähnliche zuckende Bewegung zu bemerken ist, daher wohl ähnliche Einrichtungen zu treffen sein werden.

Der Mitteldarm hat bis zum Stadium Fig. 72 fast keine Veränderungen erlitten, einige passive Verschiebungen abgerechnet. Wenn das Thier sich bereits endgültig kontrahirt hat, erscheinen drei große durch dünne Substanzbrücken getrennte Hohlräume, welche dorsal und mehr nach hinten gelegen sind. Durch Vereinigung derselben und weitere Ausbildung entsteht das runde Lumen des Mitteldarmes, das also sehr spät erst sich bildet und durch Auseinanderweichen des bisher soliden Zellsyncytiums entsteht. Der Mitteldarm hat allein seine gelbliche Farbe bewahrt, während die übrigen Organe eine Aufhellung ihres Plasmas erfahren haben.

Wir wissen, dass die ehemals im Schwanz enthalten gewesene Entodermmasse durch das eindringende Ektoderm verdrängt wurde. Sie ordnet sich nach ihrer Verlegung zwischen Mitteldarm und der Analeinstülpung (Fig. 62 *E/f*) als die Anlage des Blasendarmes an und verliert erst mit der Zeit ihre gelbliche Färbung, indem die Zellen hell werden. Auch hier sind die Zellkerne ursprünglich groß, das Plasma äußerst spärlich. Die ganze Masse ist solid und erhält erst einige Tage vor dem Ausschlüpfen einen centralen Hohlraum, der sich mit der Analeinstülpung, die (Fig. 71 *R*) auch das Rectum bildet, in Verbindung setzt.

Dem Mitteldarm liegen die Keimdotterstöcke dicht an und sind an der Bauchseite desselben einander ziemlich genähert. Von den großen Zellen, welche sie ursprünglich zusammensetzen, bleiben jederseits nur vier erhalten, welche zu Dotterzellen werden, die übrigen werden zu anderen Zwecken verwendet, indem ein Theil von ihnen die Keimzellen liefert, andere jedoch sich um den ganzen Komplex herumlegen und so jene Haut bilden, welche die Keimdotterstöcke umhüllt und sich nach vorn und hinten beim erwachsenen Thiere zu Fortsätzen auszieht. Jene Umhüllung (Fig. 66, 74) ist Anfangs — sie tritt im Stadium der Fig. 64 zuerst deutlich auf — ziemlich dickwandig, zeigt mehrere Kerne und granulirte Plasmareste und umgiebt die Keimdotterstöcke ziemlich eng, ohne jedoch irgend einen Fortsatz zu zeigen. Wann ein solcher auftritt, weiß ich nicht zu sagen.

Von Bedeutung ist, dass der Embryo von *Callidina* in jedem Geschlechtsorgan vier, zusammen also gerade acht Dotterkerne besitzt, eine Zahl, welche später bekanntlich nicht eingehalten wird.

e) **Muskeln und Bewegungen.** Die ersten Muskelfasern treten ziemlich früh auf, indem sie bereits bald nach dem Beginn der Streckung des Körpers zu sehen sind. Es sind dies langgestreckte bandförmig gewordene Zellen, welche, wie Fig. 62, an der Körperseite zuerst auftreten und zwischen Räderorgan und der Mitte des Körpers verlaufen. Ihre Lage ist unter der Haut, wie man schon am lebenden Objekt leicht erkennen kann. Später gabelt jeder Muskel sich an seinem Vorderende, welches in das Innere jedes Räderorganlappens eindringt. Der zuerst sichtbare Muskel wird also zum Rückzieher des Räderorgans.

Da mit dem Erscheinen dieser und der übrigen vorderen Muskeln die wenigen zwischen Gehirn und Haut übrig gebliebenen granulierten Zellen verschwinden, ohne dass eine Wanderung derselben eintritt, da die Muskeln ferner genau dieselbe Lage zwischen Haut und Centralnervensystem haben wie eben diese Reste der durch die Bildung des Gehirns fast ganz verdrängten granulierten Zellmasse, ist es gerechtfertigt, beide in genetischen Zusammenhang zu bringen und anzunehmen, dass die Leibeshöhlenmuskeln, welche zum Kopfe laufen, also der sogenannten vorderen Gruppe angehören, aus diesen granulierten Zellen (vgl. Fig. 57 *Gr*) entstehen.

Mit dem Auftreten dieser Muskeln machen sich die ersten Bewegungen bemerkbar. Das Vorderende wird nicht allmählich, wie in Folge des Wachstums, sondern ziemlich rasch nach vorn gestreckt und der Schwanz etwas nach hinten gerückt (Fig. 63), am nächsten Tage sind schon ganz ausgiebige Bewegungen des ganzen Körpers zu sehen. Es hat sodann der Körper keine bestimmte Gestalt mehr, da beträchtliche Verschiebungen der Körpertheile ausgeführt und langsam, gleichsam wälzend, Schwanz und Rumpf bewegt werden und die Haut bald eingezogen, bald aufgebläht wird.

Das Vorderende kann so eingezogen werden, dass der Rüssel ganz nach unten in die Mundhöhle umgebogen wird und die Haut sich in Falten darüber schließt.

Der Schwanz wird vom Stadium Fig. 63 an bedeutend gestreckt und nimmt in den meisten Fällen eine schiefe Lage ein, indem er sich nach einer Seite krümmt, jedoch seine Lage wechselt. Mitunter wird er bis zum Munde vorgestreckt, wobei gleichzeitig das Vorderende etwas aufgerichtet wird, so dass der Rüssel über den Mundrand heraus sieht.

Wenn die Räderorganlappen ganz ausgestreckt werden, trifft es sich, dass der Schwanz zum ersten Male ganz, jedoch nicht dauernd, eingezogen wird, da er sich bald wieder ausstülpt und dann gestreckt bleibt, bis auch das Vorderende bleibend eingezogen wird. Dass sich Zellen des vom Ektoderm durch Einstülpung abgeleiteten Komplexes

zu kontraktile Faserzellen strecken, wurde schon oben erwähnt. Mit ihrem Erscheinen ist der Schwanz befähigt, sich zu kontrahiren. Diese Zellen zeigen schwache Körnchen an ihrer ganzen Peripherie, das Centrum aber erscheint mattglänzend. Die Stelle, wo der Kern sitzt, ist angeschwollen.

Die Haut bestand noch in Fig. 59 aus dicht gedrängten großkernigen Ektodermzellen. Durch die zahlreichen Abgaben an Zellen, welche das obere Keimblatt für Centralnervensystem, Räderorgan, After und Klebdrüsen zu leisten hat, bleiben verhältnismäßig wenig Zellen zum Aufbau der Haut zurück. Besonders ist dies am Bauche auffällig (Fig. 64), wo jederseits eine Reihe schmaler quer ausgezogener Zellen die Haut zusammensetzen. An den übrigen Theilen bleiben sie etwas dichter erhalten, lassen jedoch auch hier zumeist deutliche Längsreihen erkennen.

Die Bauchfläche zeigt in Folge der Einkrümmung reichliche Querfalten, die je eine Zellbreite besitzen, welche sich auch auf die Seiten und den Rücken fortsetzen. Diese haben mit den späteren bleibenden Querfalten nichts gemein, welche nämlich erst mehrere Tage später auftreten. Wenn das Räderorgan vorgestreckt wird, sind auch die ersten Längsfalten, zuerst jederseits zwei, zu bemerken, welche sich bald vermehren.

Die Oberhautzellen haben bereits ihre Grenzen eingebüßt und sind zu einem Syncytium vereinigt, bis auf eine Anzahl von Elementen, welche sich unter den übrigen flachen Zellen durch schärfere Grenzlinien auszeichnen, sonst aber gleichgeartet sind. Es sind dies Zellen, welche quer ausgezogen sind und in Form von Querbändern an einander schließen. An ihren Vereinigungsstellen sind sie verschmälert und besitzen in der Mitte ihres Verlaufes einen Zellkern, so groß wie die übrigen Ektodermzellen, zwischen welchen sie, wie der optische Querschnitt zeigt, liegen.

Man kann nun ein Ausscheiden dieser queren Zellenreihen aus dem ektodermalen Verbande beobachten, und nach 24 Stunden findet man sie gänzlich von der Oberhaut abgelöst derselben innen anliegen. Zu dieser Zeit ist noch deren Zellnatur erhalten. Sie werden zu den querverlaufenden Hautmuskeln, welche bekanntlich aus einzelnen, an Hautfalten an einander stoßenden fibrillären Stücken bestehen. Jedes dieser Stücke wird demnach von einer Zelle gebildet.

Über ihnen haben sich die ektodermalen Zellen wieder an einander geschlossen und bleiben noch eine Zeit lang ziemlich dick, gewinnen also erst in späterer Zeit jene ungemein starke Verringerung ihrer Höhendimension, welche die Räderthierhaut auszeichnet. Wenn die

ersten Falten zu sehen sind, haben diese Zellen bereits eine einheitliche cuticulare Schicht abgeschieden, welche am erwachsenen Thiere stärker als die aus den Oberhautzellen hervorgegangene Hypodermis ist. Wenn das Thier sich dauernd kontrahirt hat, treten an der Cuticula auch bereits die charakteristischen buckelartigen Erhebungen auf, welche derselben ein chagrinartiges Aussehen gewähren.

f) Exkretionsorgan. Die Ausbildung dieses Systems fällt in eine späte Zeit, indem erst, wenn der Embryo Vorder- und Hinterende eingezogen hat, die ersten Spuren desselben auftreten. Vor Allem bemerkt man in der Nachbarschaft des Pharynx auf jeder Seite eine Gruppe von enggedrängten, fast nur aus Kernsubstanz bestehenden Zellen von mattem Glanze, von welchen ich nicht weiß, woher sie kommen, ob direkt vom Ektoderm oder von den granulirten Zellen. Da um diese Zeit das Thier bereits kontrahirt ist und daher die Organe sehr zusammengedrängt sind, ist das Studium gerade dieses Theiles der Entwicklung sehr erschwert. An der genannten Stelle bemerkt man dann zuerst das Auftreten eines ungemein reichlich gewundenen Kanals, an welchen anhaftende gestreckte Zellen zu den Flimmerlappen werden. Ob der Kanal durch Aushöhlung der oben erwähnten Zellen oder durch gleichzeitiges Aneinanderschließen mehrerer Zellen, welche einen Hohlraum umgeben, entsteht, ließ sich nicht entscheiden, es war nur so viel festzustellen, dass die erwähnte Zellgruppe daran betheiligt ist und dass von hier aus die Ausbildung des Exkretionsgefäßsystems nach vorn und hinten fortschreitet. Die Flimmerlappen entstanden durch Aushöhlung (siehe Holzschnitt VI) einzelner dem Kanale ansitzender Zellen, wobei zu beachten war, dass die Höhlung nahe bis in den Gipfel der Zelle reichte, die Flimmern sich also erst später durch Hineinwachsen bildeten.

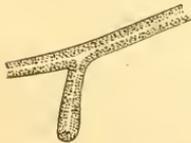


Fig. VI.

Die Wand der Lappen und des Kanales war zu dieser Zeit von gleichmäßig körnigem Plasma gebildet. Von einer Öffnung an der Spitze der Lappen war keine Spur zu finden. Im optischen Querschnitte erwiesen sie sich als kreisrund und eben; so war auch das Flimmerbüschel von kreisrundem Durchschnitte. Das Flimmern desselben ließ sich in dieser Ansicht als ein gleichmäßiges Hin- und Hergleiten dieser Kreisscheibe innerhalb des Lappens verfolgen, entsprechend den einzelnen Wellenbergen und Thälern, welche das Büschel durchheilten.

Dass die Flimmerlappen elastisch sind, war zu erkennen, wenn sie zwischen anderen Organen eingeklemmt und durch den Druck abgeflacht wurden, indem nach Aufhören desselben die frühere cylindrische Form zurückkehrte. In so fern zeigen sie also das gleiche Verhal-

ten wie am erwachsenen Thiere, nur in der Gestalt ist eine kleine Verschiedenheit zu bemerken. Die embryonalen Flimmerorgane sind bis auf das dem Kanale ansitzende und verjüngte Ende gleichmäßig cylindrisch, während die des erwachsenen Thieres eine mehr konische Form zeigen, da sie sich vom Anfang an gegen ihre Mündung verjüngen. Ihre Länge ist an beiden fast gleich, am Embryo beträgt sie 0,0075 mm, am erwachsenen Thiere 0,00875 mm, also ist nur ein minimales Wachstum zu verzeichnen.

Die plasmatische Kappe ist gleich vom Anfang an vorhanden.

Einen Tag später, nachdem die in Fig. 72 dargestellte Stufe erreicht ist, hat sich der Kanal durch den ganzen Körper erstreckt, auch die kontraktile Blase ist bereits in Funktion. An der Aufknäuelung am Pharynx sitzen zwei Flimmerlappen, von hier aus windet sich der Kanal nach vorn und hat am eingezogenen Räderorgan einen und vor demselben noch einen Lappen ansitzen, oder richtiger, er hört hier mit einem Flimmeranhang auf. Nach hinten senkt sich der Kanal von der Seite gegen den Bauch hinab und bildet unter den Genitalorganen eine zweite Aufknäuelung, an der zwei Flimmerlappen sitzen. Von hier aus hebt er sich wieder und zieht mit noch einem Lappen versehen zum Rectum. Zum Schlusse steigt die Zahl der Flimmerorgane auf acht.

Das Ausschlüpfen des Thieres.

Am 17. Tage beobachtete ich eine lebhafte Bewegung des Embryo, der sich streckte und mit dem Schwanze gegen den hinteren Eipol stemmte und so die Sprengung der Eihaut am vorderen Pole bewirkte. Die Öffnung der Eihaut geschieht an der durch den Querriss gekennzeichneten Stelle, doch genügt dieselbe nicht, wesshalb noch ein longitudinaler Riss bis gegen die Mitte des Eies hinzukommt. Die Querlinie am vorderen Eipole bezeichnet also die Stelle, wo die erste Öffnung zu entstehen hat und die nur zur leichteren Erzeugung einer größeren dient.

Das Ausschlüpfen geschieht zuerst nur zur Hälfte, dann folgt eine Pause, worauf das Thier vollends herauschlüpft. Die Kiefer arbeiten hierbei stark. Nach dem Ausschlüpfen, welches nicht mit Hilfe des Räderorgans, sondern nur durch die Kriechbewegungen geschieht, liegt das Thier eine Zeit lang bewegungslos neben der Eihaut, wie um auszurufen. Dann bemerkt man eine lebhafte innere Bewegung, ein Ausstrecken des Fußes und zum ersten Male des Räderorgans, welches mit seinen Cilien wirbelt.

Messungen ergeben, dass die Zangen 0,02 mm an der Spitze, 0,0075 mm an der Basis von einander entfernt sind. Die verhältnis-

mäßig kleinsten Organe sind die Keimdotterstöcke, welche nur 0,0025 mm lang und 0,00125 mm breit sind.

Endlich zieht sich das Thier nochmals ein, worauf eine heftige Kontraktion der Blase erfolgt, gleichsam um die letzten embryonalen Exkrete hinauszuschaffen.

Nun ist das Thier zum weiteren Funktioniren seines Organismus geeignet. Es misst an Totallänge 0,27 mm, gleicht dem ausgewachsenen Thiere und unterscheidet sich von ihm nur durch die geringere Größe, die Unreife der Genitalorgane und durch die helle glasige Beschaffenheit seiner Organe.

Bis zur Ausbildung der Organe hat nur SALENSKY die Embryogenie verfolgt.

Der Parallelismus der Vorgänge, welcher im Großen und Ganzen bisher zu erkennen gewesen, hält je nach den Organen noch an, bis Trennung der Entwicklungswege stattfindet, welche allmählich zur Ausbildung der Familien-, Gattungs- und Speciescharaktere führt. Zunächst bemerken wir, dass *Brachionus* die gleiche Kopfbeuge, wenn wir es so nennen dürfen, zeigt, wie *Callidina*. Das Kopfende ist gleichfalls nicht nach vorn, sondern bauchwärts gewendet und steht senkrecht zur Längsachse des Eies, wie SALENSKY's Fig. 13 und 14 zeigt. Die erstere entspricht etwa unserer Fig. 59 und lässt wie diese den Wall erkennen, der den Mitteltheil des Kopffeldes zu beiden Seiten umgibt und gegen den Rücken vorschreitet, wie bei *Callidina*. Diese Mitte des Kopfendes bei *Brachionus* ist ebenfalls hügelartig erhöht und entspricht der Lage nach dem Rüssel der *Callidina*. Es ist nach SALENSKY's Schilderung mehr als wahrscheinlich, dass auch bei *Brachionus* von hier aus eine Gehirneinstülpung erfolgt. Die Fig. 14 stellt ein ähnliches Stadium dar, wie unsere Fig. 60, in welchem sich der Embryo etwas aufröht und der Kopf mehr aufgerichtet wird. Während *Callidina* noch lange ohne Wimpern bleibt, treten dieselben bei *Brachionus* schon jetzt auf. »Dieses sind nämlich die sensitiven Borsten, welche zunächst zum Vorschein kommen, und zwar nicht am Rande des Räderorgans, sondern am Mitteltheile des Kopfes sich bilden, so dass sie erst später beim fortschreitenden Wachsthum des Räderorgans nach hinten, auf dessen Wimpersaum fallen.« Es drückt sich hier die auch später zum Vorschein kommende Tendenz aus, die Mitte des Kopfes dem hinteren Rande des Räderorgans zu nähern. Der Kopfhügel richtet sich immer weiter empor, während die übrigen Theile des Kopfes in seiner Umgebung sich abplatteln; endlich treten an der Basis desselben Wimpern in Form eines Kranzes auf, der Hügel wird cylindrisch und weicht immer mehr gegen die hintere Seite des

Embryo zurück. Am Schlusse bildet am oberen Ende des Hügel sich eine kleine Vertiefung, welche ebenfalls von einem Wimperkranze umsäumt wird. Das Zurücktreten des Kopfhügels findet sich auch bei *Callidina*; *Brachionus* erhält nur viel früher die auf demselben stehenden Wimpern. Der an der Basis stehende Wimperkranz bildet sich jedoch bei ersterer Form überhaupt nicht aus.

Die Ausbildung des Räderorgans bei *Brachionus* differirt in so fern von der unserer Form, als bei ersterem die beiden Lappen schließlich an der Rückenseite des Kopfes zusammentreffen, während bei *Callidina* der die Ausdehnung des Räderorgans bezeichnende glänzende cuticulare Streif sich, bevor es zum Verschlusse kommt, jederseits einkrümmt und so den Rüssel nach hinten austreten lässt. Auch am Vordertheile des Kopfes zeigen sich die zum verschiedenen Bau der erwachsenen Thiere hinleitenden Differenzen, indem die Lappen sich bis auf einen zum Munde führenden Spalt nähern.

Über die Ausbildung des Gehirns und der Taster hat SALENSKY keine Beobachtungen gemacht. Über den »Fuß« sagt er, dass er sich immer mehr verdünne und gegen die linke Seite des Körpers krümme, ausnahmsweise sich jedoch auch nach rechts wende und dass an der Spitze die Endgriffel aufträten, welche sich immer mehr zuspitzten, Erscheinungen, die auch *Callidina* zeigt.

Nach SALENSKY entstehen die Geschlechtsorgane, der Mitteldarm und die »gelappten Drüsen«, welche den Bauchspeicheldrüsen bei *Callidina* entsprechen, aus dem Entoderm, was im Grundsätze den bei *Callidina* dargelegten Befunden entspricht, nur scheint bei *Brachionus* die Abtrennung der Genitalorgane viel später zu erfolgen als hier. Es wird nämlich angegeben, dass die ganze Entodermmasse gleichzeitig durch zwei longitudinale und dorsale Furchen in drei der Hauptachse parallele Wülste zerfalle; der mittlere in Form eines Cylinders ist die Anlage des Mitteldarmes, die beiden seitlichen werden jedoch durch ventrale Querfurchen in je eine vordere zu den Bauchspeicheldrüsen und eine hintere zu den Genitalorganen sich umbildende Masse zerlegt. Dass SALENSKY diese letztere als Eierstock anspricht und bald junge Eier zu erkennen glaubt, ist erklärlich; die Erkenntnis vom Bau des Keimdotterstockes ist erst jüngeren Datums.

Unser Räderthier zeigt die Genitalorgananlage sehr früh und erst geraume Zeit nachher die vom Entoderm oder eigentlich vom Mitteldarm sich ablösenden Drüsen. Dies erscheint jedoch von untergeordneter Bedeutung gegenüber der Thatsache vom entodermalen Ursprung dieser Organe. Auch darin finden wir eine Ähnlichkeit, dass auch bei *Brachionus* die Darmhöhle erst spät durch Auseinanderweichen der

bishin soliden Zellenmasse sich bildet. Während bei dieser Form die einzelnen Zellen erhalten bleiben, geht *Callidina* noch weiter und lässt dieselben zu einem Syncytium verschmelzen. Die Verbindung des Schlundkopfes (von *SALENSKY* Magen genannt) mit dem Mitteldarm tritt ebenfalls erst spät auf. Auch geht die Ausbildung der Organe mit einer Klärung ihres Inhaltes vor sich; *SALENSKY* beschreibt dies von den gelappten Drüsen und den Genitalorganen.

Nicht übergehen kann ich jedoch einen Punkt, in welchem ich dem genannten Forscher nicht beipflichte. Es betrifft dies folgende Stelle: »Sobald das mittlere Blatt entstanden, tritt es auch gleich in den Fuß hinein, um sich allmählich in dessen Muskeln zu verwandeln. Durch Spaltung des Fußes in seiner Mitte entsteht eine Höhle, in die nun das mittlere Blatt hineinwächst. Die Ausbildung der Muskeln fällt jedoch in ein viel späteres Stadium.«

Dies setzt voraus, dass die körnchenreiche dünne Schicht, welche er als mittleres Keimblatt beschreibt, sich über das ganze Thier nach hinten ausbreitet, wofür der Nachweis nicht einmal *TESSIN*, der an Schnitten studirte, gelungen ist. Die im Fuße auftretende Spalte möchte ich mit der paarigen Ausbildung der Klebdrüsen in Verbindung bringen und annehmen, dass die Muskeln des Fußes eben so entstehen wie bei *Callidina*.

Zu keinem Vergleiche können die Angaben über die Umbildung der Haut herangezogen werden, da die *Philodiniden* einer Schale entbehren und sich *SALENSKY*'s Beschreibung auf die Bildung dieser beschränkt.

B. Über die Entwicklung von *Melicerta ringens*.

Die von *JOLIET* gelieferte Beschreibung der Entwicklung von *Melicerta* ist die einzige, welche wir bisher besitzen, und diese ist derart abweichend von der von *SALENSKY*, *TESSIN* und mir über andere Rädertiere gelieferten, dass der Schluss unabweislich wäre, *Melicerta* hätte eine ganz besondere, dem Typus der Rädertierentwicklung nicht entsprechende Embryogenie und nehme in Folge dessen, vielleicht gemeinsam mit ihren Verwandten, eine Ausnahmstellung ein. Diesen bisher einzigen Widerspruch zu bestätigen oder zu lösen war somit eine unabweisbare Aufgabe, wofern man aus den vorliegenden Befunden irgend eine allgemeine Folgerung hätte ziehen wollen.

Die nicht übereinstimmenden Angaben betreffen vor Allem die Furchung und die Anlage der Keimblätter, sodann aber auch die Bildung der Organe. Wieso *JOLIET* zu seinen, wie ich gleich bemerken will, vielfach irrigen Angaben gekommen ist, wird uns erklärlich, wenn wir

die Erfahrung gemacht haben, dass das *Melicerta*-Ei ein sehr schwierig zu beobachtendes Objekt ist und gerade für die Untersuchung der Organbildung recht ungünstig sich erweist, da die bei anderen Räderthieren so charakteristische Körnchenansammlung in den granulierten Zellen und im Entoderm nicht als Wegweiser dienen kann, indem auch die oberflächlichen Ektodermzellen an vielen Stellen gleiche Granulaansammlungen besitzen.

Die Furchung wird durch die Asymmetrie des Eies und durch die fast spiralförmigen Verschiebungen der Blastomeren zu einem schwer zu untersuchenden Vorgang.

Bei meiner vorwiegend der möglichst vollständigen Erforschung des *Callidina*-Eies zugewendeten Thätigkeit musste ich mich begnügen *Melicerta* nur in so fern zu berücksichtigen, als dies zur Aufklärung der Widersprüche und der Feststellung der wichtigeren Homologien nöthig war.

Die Methode der Untersuchung war die gleiche, wie bei der *Callidina*, auch hier wurden die Eier isolirt in reinem Wasser aufbewahrt und die normale Entwicklungsweise durch das endliche Ausschlüpfen des jungen Räderthieres konstatiert. Die Eier der *Melicerta* sind jedoch empfindlicher gegen äußere Einflüsse und während von *Callidina* alle aufbewahrten Eier schließlich ausschlüpfen, traten hier häufig am Ende der Furchung pathologische Umbildungen auf, welche die einzelnen Zellen kompakter und kleiner werden ließen und nach einem mehrtägigen Stillstande den Embryo zum Zerfalle führten. Die Kontrolle durch die Feststellung des Ausschlüpfen eines normalen Thieres ist hier dringend geboten.

Namentlich ist jedes Ei, dessen Entwicklung einen Stillstand zeigt, sofort als abnorm auszuschließen. Zumeist erscheinen die Eier im Allgemeinen so, wie JOLLET sie beschreibt, als längliche Ovoide mit einem spitzeren und einem stumpferen und dickeren Ende, deren Mantelfläche nur auf einer Seite cylindrisch, auf der anderen jedoch ausgebaucht ist, wesshalb im Profil die erstere geradlinig, die letztere mit krummen Rande erscheint. Da ganz richtigerweise das dickere Ende als das Kopfende, das dünnere als das Hinterende bezeichnet wird, sowie ferner dieser Autor dergleichen richtig die vorgebauchte Fläche als die ventrale, die cylindrische als die dorsale ansieht, so wäre die Orientirung durch diese Form des Eies eigentlich erleichtert, wenn nicht eine gewisse Asymmetrie die Vorbauchung nicht allein auf die ventrale Fläche beschränken, sondern sie bald stärker, bald schwächer auch auf die rechte oder die linke Seitenfläche ausdehnen würde, wodurch beim Rollen des Eies das Wiederauffinden der früheren

Stellung ungemein erschwert und so eine Fehlerquelle geöffnet wird. Bei manchen Eiern fehlt außerdem der Unterschied der beiden Enden, sie sind gleichmäßig dick.

Jedes Ei ist von einer dünnen und klebrigen Eihaut umschlossen, welche JOLIET in dem untersten Theile des Oviductes als Dotterhaut entstehen sah. Sie besitzt eine Art Deckelspalte, welche durch eine krumme an der Bauchfläche verlaufende und bis gegen die Mitte des Eies herabziehende Linie angedeutet ist.

Die Länge der Eier, aus welchen Weibchen hervorgehen, schwankt zwischen 0,42 und 0,47, die Breite zwischen 0,06 und 0,07. Das Verhältnis zwischen großer und kleiner Achse ist etwa 2:4. Nur die gleichmäßig dicken Eier zeigen das Verhältnis 4,4:4.

Für die männlichen Eier fand ich eine Länge von 0,08—0,09 mm mit entsprechender Breite.

Die nachstehenden Beobachtungen wurden sowohl an weiblichen wie männlichen Eiern gemacht, ein Unterschied in der Furchung und Keimblätteranlage ist nicht zu finden.

Auch JOLIET fand diese Vorgänge bei beiden Eiern ganz gleich verlaufend, wesshalb sie in der Beschreibung nicht aus einander gehalten werden müssen.

Die Veränderungen im noch nicht abgelegten, jedoch reifen Ei, welche nach JOLIET in einem Verschwinden des Keimflecks, einer Vergrößerung des Keimbläschens bestehen, das zugleich seinen deutlichen Umriss verliert und, bis auf einen unbestimmt geformten Fleck im Centrum des Dotters, endlich verschwindet, habe ich nicht kontrollirt, meine Beobachtungen setzen bei der Ausstoßung des Richtungskörperchens ein.

JOLIET sah bei einem männlichen Ei, welches ein befruchtetes Weibchen gelegt hatte, zwei Polbläschen in einer Einziehung des Dotters etwa gegen die Mitte des Eies herauskommen, ohne dass es zur Bildung eines Amphistars gekommen wäre. Bei parthenogenetischen Eiern suchte er vergeblich nach einem Richtungskörperchen, vermuthlich, da er der Meinung war, sie müssten von dem noch im Oviduct befindlichen Eie ausgestoßen werden. Dies ist jedoch nicht der Fall, vielmehr ist die Bildung des Richtungskörperchens die erste Aufgabe des abgelegten Eies. Das Keimbläschen zeigt zuerst noch seine wohl begrenzte sphärische Gestalt (Fig. 73) und liegt etwa in der Mitte des Eies, sodann wandert es, indem es lebhaft seine Gestalt verändert, gegen den hinteren Pol, wird zu einem halbmondförmigen Fleck mit gekerbten Rändern (Fig. 74), dessen Konvexität der Bauchfläche zuge-

kehrt, welcher es sich rasch nähert. Knapp unter der Oberfläche zerlegen die Kerben den Kern in drei eng an einander liegende ungleiche rundliche Stücke (Fig. 75), deren der Oberfläche zunächst liegendes aus dem Ei gepresst wird. Es besteht fast ganz aus Kernsubstanz und erzeugt durch seine Lage, zwischen Eihaut und Dotter, eine Einbuchtung im letzteren (Fig. 76). Hierauf wandern die beiden im Dotter verbliebenen Stücke gegen das Innere. Dies geht ohne jede Plasmastrahlung vor sich. Ein zweites Richtungskörperchen sah ich an dem beobachteten Ei nicht ausstoßen. Es ist möglich, dass der zweite rundliche Körper das zweite Richtungskörperchen vorstellt, welches im Ei verbleibt und mit dem Reste des Keimbläschens zum Furchungskern verschmilzt. Alles dies geht rasch vor sich.

Die erste Furche läuft senkrecht zur großen Achse und trifft die Stelle, wo das Richtungskörperchen saß, welches nicht mehr gefunden werden konnte.

Das Ei wird in zwei ungleiche Theile (*I* und *A* Fig. 77) zerlegt, deren kleinerer am spitzen Ende liegt, etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Länge hat und aus hellerem Plasma besteht als der größere. Dass der Kern des letzteren bei seiner Wanderung nach der Theilung des ersten Furchungskernes, als auch bei späteren Theilungen, kommaförmig wird, hat JOLLET schon beobachtet, eben so, dass das dickere Ende bei der Bewegung voraus ist und der Schwanztheil des Komma endlich vom Kopfe resorbirt wird, worauf der Kern des großen Segmentes in dem Winkel zwischen der ersten Furchungsebene und der ventralen Fläche liegt. Der Kern des kleinen Blastomers kommt früher zur Ruhe. Nach einer kurzen Pause zeigen beide Kerne gleichzeitig Gestaltveränderung, der untere streckt sich parallel zur kleinen Achse, der obere schief gegen die große Achse des Eies, letzterer bewegt sich, wie ein Komet einen Schweif hinter sich lassend, mehr gegen die Mitte des Eies. Von da an ist bei den Kerntheilungen leicht Plasmastrahlung zu beobachten. Zuerst folgt der Kerntheilung die Zelltheilung in dem großen Blastomer, die Theilungsebene steht senkrecht zur Kernspindel und schneidet ein Stück an der rechten Seite schief heraus (Fig. 78 *II*). Etwas später theilt sich die Furchungskugel *A* in zwei gleich große Segmente *a* und *b*; gleichzeitig beginnt das Segment *II* herabzuwandern und *a* und *b* zu verdrängen (Fig. 79), bis *b* die Mitte zwischen beiden hält und am hinteren Eipole liegt. Wenn das Ei von der anderen Seite betrachtet wird, zeigt es die drei kleinen Zellen nicht in einem Punkt zusammenstoßend, sondern die zwei seitlichen *II* und *a* (Fig. 80) grenzen in einer längeren Geraden direkt an einander, die Zelle *b* liegt also hier etwas weiter nach hinten.

Nun folgt eine kurze Ruhepause. Vom Ausstoßen des Richtungskörperchens bis zu dieser Pause liegt ein Zeitraum einer Stunde.

Vergleichen wir die bisher verzeichneten Vorgänge mit denen bei *Callidina* und *Eosphora*, so finden wir dieselben Erscheinungen: das Ei theilt sich in zwei ungleiche Segmente, die erste Furche geht durch die Stelle des Richtungskörperchens (für *Eosphora* dürfte dies zweifellos auch gelten), die größere Furchungskugel lässt auf der rechten Seite eine kleine Zelle entstehen, die kleinere Furchungskugel theilt sich in zwei Hälften, welche sich mit der ersteren kleineren Zelle symmetrisch einstellen. Bei dem günstigen Objekte *Callidina* gelingt es die Beziehung dieser späteren Furchen zum Richtungskörperchen zu erkennen und festzustellen, dass dieselben unter dem Körperchen sich treffen (Fig. 10). Dies gibt uns die Möglichkeit auch für *Melicerta* die Stelle zu ermitteln, wo das Richtungskörperchen in diesem Stadium zu finden sein würde, wenn es eine eben so resistente Zellnatur hätte, und zwar ist dies der Schnittpunkt der drei Furchen in Fig. 79. Dass diese Folgerung richtig ist, ergibt sich aus den weiteren mit *Callidina* übereinstimmenden Erscheinungen der Furchung. Als weiterer Schluss ergibt sich, dass Fig. 79 die dorsale, Fig. 80 die ventrale Ansicht des Eies darstellt. Diese letztere Figur stimmt auch in Bezug auf die Grenzen der seitlichen Zellen *a* und *b* mit Fig. 11 von *Callidina* überein.

JOLIET, der die Theilung richtig beobachtet hat, hat sich in der Beurtheilung der Lage der Zellen getäuscht. Er sieht die Zelle *II* als eine ventral gelagerte an, während sie in der That auf der rechten Seite des Eies liegt; da er die Orientirung nur nach der Form der Eischale vorgenommen hat, war er durch diese Art der Bestimmung Täuschungen unterworfen, welche die variable Eiform mit sich brachte. Dieser Irrthum, welcher JOLIET veranlasste die Medianebene ganz wo anders zu suchen, war die Veranlassung zu den übrigen sich als Konsequenz ergebenden Fehlern.

Die mit meiner Beobachtung nicht übereinstimmende Angabe über die Zeitdauer der geschilderten Vorgänge — JOLIET sah zwischen der Ablage des Eies und dem vierzelligen Stadium (Fig. 79) drei Stunden verfließen — scheint von geringerer Wesenheit, da offenbar die Temperatur, der Sauerstoffreichthum des Wassers etc. großen Einfluss auf die Schnelligkeit der Entwicklung auszuüben im Stande ist.

Waren die bisherigen Theilungen am Ei nicht gerade leicht zu verfolgen, so wächst nun die Schwierigkeit mit jeder neuen Zellvermehrung. Und so kam es, dass schon die nächsten Theilungen von JOLIET missverstanden worden sind. Er lässt die große Zelle *I* sich

theilen, das so erhaltene Blastomer gegen den unteren Pol rücken, gleichzeitig die Zelle *II* durch eine der großen Achse parallele Ebene in zwei Hälften zerlegt werden, zwischen welche das neue Segment hineinwandern soll, um sie zu zwingen an die Seiten des Segmentes *a* zu gleiten und so eine laterale Stellung einzunehmen. Die Sache geht jedoch so vor sich, dass die Zelle *I* streng ventral eine kleinere Zelle abschnürt (Fig. 84 *III*), welche sich zwischen und theilweise auf die zwei Blastomeren *II* und *a* legt, durch ihr Vorrücken gegen den hinteren Pol die hier gelegenen Zellen *a*, *b* und *II* mehr dorsal schiebt. Nahezu gleichzeitig schicken sich die Kerne dieser Zellen zur Mitose an und bald nachher ist jede derselben in zwei Hälften zerfallen (Fig. 82 *II*₁, *II*₂, *b*₁, *b*₂). Von der ventralen Seite bietet sich der in Fig. 83 dargestellte Anblick. Zu oberst finden wir die Zelle *I*, von welcher *III* sich abgeschnürt hat. Letztere schiebt sich zwischen und auf die Zellen *a*₂ und *II*₂, denen sich, in spitzem Winkel eindringend, die Zelle *b*₂ zugesellt. Diese drei sind die ventralen Theilstücke der ursprünglichen Zelle *a*, *b*, *II* in Fig. 79, 80. Die dorsalen sieht man darunter liegend durchschimmern (*a*₁, *b*₁, *II*₁).

Der Vergleich mit den Vorgängen bei *Callidina* führt zur Erkenntnis einer überraschenden Homologie. Stellen wir Fig. 49 und Fig. 82, Fig. 20 und Fig. 83, neben einander, so finden wir nur einen geringen, durch die längliche Gestalt des Melicerten-Eies hervorgerufenen Unterschied. Von der durch JOLIET behaupteten Trennung der Zelle *II* durch eine zugleich für die Zelle *III* als Symmetrieebene dienende Ebene ist nicht zu reden, da *II* auf der rechten Seite des Eies, *III* aber ganz ventral ist. JOLIET wurde eben durch die oben erwähnte unrichtige Annahme der Medianebene dazu verleitet, welche aber in Wirklichkeit nicht durch die Zelle *II* sondern in den Fig. 79 (Dorsalansicht) und 80 (Ventralansicht) zwischen *II* und *a* in der Richtung der großen Achse hindurchläuft und *I* sowie *b* annähernd symmetrisch theilt. Dass von einer genauen Symmetrie bei dieser Eiform keine Rede sein kann, habe ich schon erwähnt, doch handelt es sich bei der Orientirung auch nicht um eine solche.

JOLIET hat offenbar die typische Form der Ventralansicht in diesem Stadium (Fig. 80) gar nicht gesehen und seine Fig. 18, 19, 20 sind halbseitliche Bilder. Eben so ist seine Fig. 24 wohl weder rein ventral noch seitlich gezeichnet, wie schon die rundlichen Kontouren der Blastomeren zeigen. Ich habe in Fig. 84 eine nicht genau seitliche Ansicht abgebildet, um den Unterschied in den Begrenzungslinien zu zeigen, welche hier rundlich, bei genau eingestellten Eiern jedoch (Fig. 82) mehr gerade mit scharfen Winkeln erscheinen. Wenn jedoch diese

Fig. 21 eine genaue Seitenansicht sein sollte, dann könnte sie nur mit unserer Fig. 82 verglichen werden, mit dem Bemerkten, dass JOLIET's Zellen a und b unseren II_1 und II_2 entsprechen, während unsere Zelle b (JOLIET's A) noch nicht getheilt ist. Letzteres wäre nicht unwahrscheinlich, da, wie ich erwähnen muss, wie bei *Callidina* die Zelle II in der Theilung um ein Geringes vor b voraus zu sein pflegt. Auch die Frage, wieso JOLIET die besprochene Theilung der Zelle II hat zu sehen glauben können, ist leicht gelöst. Da sich fast gleichzeitig II und a theilen, werden in der ventralen Ansicht die Protoplasmastrahlungen in a_2 und II_2 leicht als genetisch zusammengehörig angesehen werden können. Auf dieselbe Weise ist die Angabe zu erklären, dass sich auch a durch eine »dorsoventrale« Ebene theile und dass ihre Stücke wie die von II die Seiten gewinnen. JOLIET musste dies als eine Konsequenz der geschilderten Angabe fordern; er hat eben die zusammengehörigen Stücke der Zelle II und a aus einander gerissen und a_2 , II_2 sowie a_1 , II_1 als aus je einer Zelle entstanden angesehen. Aber noch eine Folgerung brachte die irrthümliche Annahme einer dorsoventralen Theilungsebene mit sich. Wir sahen, dass die Zelle b gleich ihren Nachbarinnen in je eine ventrale und dorsale Hälfte zerfällt wird, die auf einander lagern. Dies sah auch JOLIET, aber in der Meinung befangen, dass die Theilungen der drei Zellen a , b und II in der Medianebene vor sich gehen mussten, lässt er die Zelle b sich durch eine »anteriorposteriore longitudinale« Ebene in zwei Kugeln theilen, von welchen die eine gegen die Zelle a hinaufsteigend über die andere gleiten soll, um sich zwischen den vermeintlichen Hälften von a wie ein Keil festzusetzen. Diese Theilungsart und das Hinübergleiten ist, wie schon gesagt, jedenfalls ein Postulat und ist von JOLIET gewiss nie direkt beobachtet worden, da es nicht existirt, wohl aber kann die eigenthümliche »Rotation«, wie sich JOLIET ausdrückt, das Herunterdrängen der Zelle III und die dadurch bewirkte Verschiebung der Zellen b_1 und b_2 nach der dorsalen Seite, die wir schon bei *Callidina* sahen, diesen Forscher in der Meinung bestärkt haben, dass die Zelle b_1 über die b_2 auf die dorsale Seite hinweg glitte. Während nach JOLIET die Furchung bei *Melicerta* nach einem ganz anderen Typus vor sich gehen würde, als bei den übrigen darauf hin untersuchten Rädertieren, stellte es sich bei genauerer Untersuchung heraus, dass im Gegentheil die eingehendste Übereinstimmung herrscht.

Kurze Zeit darauf giebt Zelle I eine neuerliche Furchungskugel IV ab (Fig. 85), welche ebenfalls in der ventralen Medianlinie liegt und nach hinten rückend die Zelle III weiter schiebt, die ihrerseits auf b_2 und b_1 ihren Druck ausübt und sie immer mehr dorsal lagert. Aber

auch die Abkömmlinge von *a* und *II* werden verschoben und allmählich statt über einander hinter einander angeordnet, wodurch sie der Hauptachse mehr parallel werden. Die Zelle *III* theilt sich ebenfalls in zwei hinter einander liegende Stücke.

JOLIET hat diese Theilungen richtig beobachtet (die beiden Abkömmlinge von *b*, in JOLIET's Figuren mit *A* bezeichnet, liegen dorsal und sie werden offenbar nur in Folge eines Druckfehlers p. 194 ventral genannt). Irrig ist die Meinung, dass sich die Hälften von *a* und *II* an den Seiten vereinigten, sie waren vorher nicht getrennt, sondern entstanden durch Theilung aus *a* und *II*. Dass die kleinen Zellen, welche aus *II*, *a* und *b* hervorgingen, heller sind als die Zelle *I* und ihre Abkömmlinge, hat JOLIET bereits gesehen.

Die Abschnürung der Zelle *IV* entspricht der gleichen Theilung bei *Callidina* (Fig. 22), die Theilung der Zelle *III* durch eine transversale Furche in zwei gleiche Hälften ist bei *Melicerta* vorweggenommen und kommt bei *Callidina* erst nach der Entstehung der Zelle *V* zur Vollendung.

Bald machen sich in den sechs dorsalen kleinen Zellen mitotische Erscheinungen geltend. Zuerst geht die Kern- und Zelltheilung in der hinteren Zelle *II*₂ vor sich (Fig. 86), dann auch in den übrigen. Demnach resultiren entsprechend dem *Callidina*-Ei (Fig. 28) drei dorsale Reihen von je vier kleinen Zellen, welche der Längsachse ziemlich gleich gerichtet sind. Diese Lage haben sie durch den andauernden Druck erreicht, welcher von den großen ventralen Zellen durch deren Herabdrängen entstanden ist. So wie bei *Callidina* ist die Zelle *III*₁ bereits am hinteren, in unserer Zeichnung unteren, Ende angelangt, die früher schief von der Bauchseite zum Rücken liegenden Abkömmlinge der Zellen *a*, *b* und *II* wurden längs gestreckt gelagert. Diese Verschiebungen fanden ein beschleunigendes Agens in der Bildung einer neuen ventralen Zelle *V* aus der Zelle *I*, so dass jetzt vier Reihen von je vier Zellen, am oberen Pol durch die große Zelle *I* abgeschlossen, sich ergeben. Wir sehen also nun auch in der ventralen Zellreihe den in Fig. 28 gezeichneten Zustand erreicht.

Unsere Fig. 88 zeigt dieses Stadium von der Rückenseite, in der bereits *III*₁ sichtbar ist. In dieser sowie in Fig. 87 erscheint uns als einziger Unterschied von *Callidina* die in der Form des Eies begründete Asymmetrie, in Folge welcher die Zellen, wenn nicht eine genaue Seiten- oder Rückenlage vorliegt, in sogar spiraligen Reihen angeordnet erscheinen können.

Die große Zelle *I* giebt endlich noch eine Furchungskugel ab (Fig. 89 *VI*), welche der ventralen Zellreihe sich anschließt und die

Verschiebung derselben fortsetzt. Je mehr die ventrale Zellreihe herabsteigt, um so mehr wandern die dorsalen drei Zellreihen hinauf zum oberen Pol.

Es machen sich sodann neue Theilungen bemerkbar, welche sowohl die dorsalen wie ventralen Zellen betreffen. Die Segmentations-ebene für die Abkömmlinge der Zellen II_1 , II_2 etc. steht jetzt, wie wir an Fig. 89 sehen, senkrecht zur früheren Theilungsebene. Zur selben Zeit machen sich Theilungen in Zelle III_2 und, wie eine etwas später angefertigte Ventralansicht zeigt, auch in der Zelle VI bemerkbar, welche jedoch wie bisher alle Theilungen dieser Ventralreihe transversal verlaufen. Erst später treten auch longitudinale Segmentationen auf, wie sie uns von *Callidina* (Fig. 29, 30) schon vor der Bildung der Zelle VI bekannt geworden sind. Das endliche Ergebnis der Furchung ist jedoch bei beiden Formen ein vollkommen gleiches. Bei beiden erhalten die ventralen Zellen noch eine Zeit lang ihre in die Augen fallende Volumina (Fig. 94), während die dorsalen sich bedeutend verkleinert und abgeflacht haben, bei beiden bewirkt die stete Theilung und Abflachung der dorsalen wie ventralen Zellen eine Wanderung der dorsalen bis an den oberen Pol, und endlich bei beiden bleiben die vordersten dorsalen Zellen dunkler granulirt. Fig. 94 entspricht etwa dem Stadium Fig. 33. Hervorzuheben wäre, dass bei *Melicerta* die Größendifferenz zwischen den ventralen und dorsalen Zellen auffallender ist, und dass die dunkleren Zellen, welche allerdings nicht so bemerkbar wie bei *Callidina* sind, sich schon früher gleichzeitig mit den übrigen dorsalen Zellen theilen und nicht so lange in der Dreizahl erhalten bleiben. Die große Zelle I , welche nun keine Zellen mehr abgibt, wird auch bei *Melicerta* allmählich von den oberflächlichen Elementen überwachsen und wandert in das Innere, indem sie dabei aus der breiten Form, mit der sie die Sterroblastula abschloss, in eine langgestreckte übergeht. Ein Hohlraum zwischen Ektoderm und Entoderm ist auch jetzt eben so wenig, wie in der Zeit der ganzen Furchung zu sehen. Alle Zellen schließen an einander, so dass dermalen die hintere Hälfte des Eies ganz vom Ektoderm eingenommen wird.

Der eben besprochene Theil der Furchung ist von JOLIET theilweise nicht richtig erkannt worden, er übersah die beiden Zellen V und VI , welche für die Verschiebung der Zellen von so großer Wichtigkeit sind, schildert aber wohl die »Rotation« der Blastomeren selbst. Ganz irrig ist aber folgende Angabe (p. 198): »Au point où nous avons laissé l'oeuf, les dispositions son déjà prises pour l'investissement des sphères ventrales par les plus petites, puisque celles-ci occupent à la fois la

face dorsale et les deux côtés des premières. A mesure que les petites cellules se multiplient, elles se glissent entre la membrane de l'oeuf et les plus grosses, dont la forme se modifie graduellement. « Von einer solchen Neigung, die ventralen großen Zellen zu umwachsen, ist an den kleineren auch keine Spur zu sehen. Die ventralen wie dorsalen bzw. lateralen Zellen bleiben an der Oberfläche des Embryo und bilden das Ektoderm. Auch ist es unrichtig, dass die Rotation der ektodermalen Blastomeren mit der Umhüllung der Entodermzelle vollendet ist. Vielmehr setzt sich diese fort und giebt noch zu einer wichtigen Veränderung Veranlassung, welche wir schon von *Callidina* und *Eosphora* kennen. Gleichzeitig mit dem Herabsinken der großen Entodermzelle, gleichzeitig und im Zusammenhange mit der Verkleinerung der großen ventralen Ektodermzellen werden die Randzellen des dorsalen und lateralen Ektoderms über den vorderen Pol hinweggeschoben und gelangen an die ventrale Fläche, woselbst sie von den nachrückenden Ektodermzellen überwachsen und in die Tiefe geschoben werden (Fig. 92, 93, 94). Es ist dies der gleiche Vorgang wie bei den beiden oben erwähnten Formen, wo diese Zellen von mir granulirte genannt wurden, eine Bezeichnung, welche hier weniger zutrifft, da diese Zellen zwar im Allgemeinen dunkler als wie die umgebenden sind, jedoch bei Weitem nicht so hervorstechen, wie die bei *Callidina* und *Eosphora*. Sie haben jedoch das gleiche Schicksal, wie diese, theilen sich bald und bilden eine im seitlichen Anblick zweischichtige Lage (Fig. 96). Die Stelle, wo sie unter dem äußeren Ektoderm verschwunden sind, ist noch eine Zeit lang als eine ovale weite Grube zu sehen (Fig. 98).

Der Blastoporus, jene Stelle, welche das ehemalige Prostoma bezeichnete, ist, entsprechend unseren Erfahrungen bei anderen Räderthieren, vom vorderen Pol an die Bauchseite gewandert (Fig. 92 *B*), seine vorderen Grenzzellen, unsere granulirten Zellen, sind aus seiner oberflächlichen Umgrenzung geschieden, und an deren Stelle sind andere Ektodermelemente getreten.

Ob wir es bei der erwähnten ovalen Grube mit etwas Ähnlichem wie mit der primitiven Einstülpung bei *Brachionus* zu thun haben, kann ich nicht entscheiden, da nun in meinen Beobachtungen eine Lücke ist, welche die Entstehung des Mundrohres betrifft. Wenn es auch zweifellos ist, dass es vom Ektoderm aus entsteht, so ist doch noch festzustellen, ob es vom Boden dieser ovalen Grube aus sich ein-senkt, oder ob dieselbe sich schließt und dann, wie bei *Callidina*, an dieser Verschlussstelle eine Einstülpung gebildet wird.

Die Entodermzelle, welche durch die in die Tiefe gerückten Ekto-

dermzellen zu weiterer Wanderung nach hinten veranlasst wird — diese Wanderung hält Schritt mit der allmählichen Abflachung des Ektoderms an der Ventralseite, so dass niemals eine Höhlung zwischen beiden entsteht — wird zunächst durch eine schiefe dorsoventrale Ebene (Fig. 95) getheilt. Die untere (I') der beiden Kugeln wandert gegen den oberen Pol, die obere (I'') hinunter, und während dieser Wanderung theilt sich die letztere abermals, und zwar durch eine transversale Ebene in ein oberes größeres und ein unteres kleineres Stück (I'''). Wenn das letztere tiefer unten steht, wie die hinaufwandernde Kugel I' , so zerlegt sich die Kugel I'' abermals, und zwar in zwei gleiche Hälften, und alle vier Entodermzellen setzen ihre Verschiebungen so lange fort, bis der in Fig. 98 dargestellte Zustand erreicht ist, wo zwei asymmetrisch verschobene Paare von großen inneren Zellen zu sehen sind. Dieser Theilungsmodus der Entodermzellen lässt sich nicht leicht mit dem bei *Gallidina* oder dem bei *Eosphora* vergleichen.

JOLIET hat die Einstülpung der dunkleren Ektodermzellen ganz übersehen und die Theilungen der Entodermzellen nicht genau beobachtet. Auf der Suche nach einem Mesoderm, und von der irrigen Meinung befangen, dass die zwei ventralen Zellen *III* und *IV*, oder wenigstens Theile von ihnen, vor den übrigen Ektodermzellen überwachsen würden, glaubte er an der Bauchseite der Entodermzellen ziemlich große Zellen sehen zu können, welche von den beiden ventralen Zellen abstammten. Demnach bestünde der Embryo jetzt aus dem Ektoderm, das zum Theil, »wenn nicht ganz«, von den dorsalen und lateralen Zellreihen herkommt, aus dem bereits mehrzelligen Entoderm und aus Zellen, welche an der Ventralseite der letzteren liegend vom Ektoderm überzogen sind, dem Mesoderm¹.

¹ JOLIET sagt darüber: »Je considère comme représentant une partie du mésoderme, les cellules dérivées des deux sphères moyennes qui occupent encore, du côté ventral de l'endoderme, une position où, plus tard, se trouveront dans la larve les organes génitaux. Ces cellules ne sont pas les seules, certainement, qui résultant de la resolution des sphères moyennes, qui étaient beaucoup plus volumineuses. Que sont devenues leurs soeurs? Je ne puis en ce moment répondre à cette question, je n'ai pu suivre leur destinée, mais il est probable qu'elles se sont glissées sous les cellules extérieures, où elles formeraient les muscles et l'appareil excreteur. Ce ne sont là que des conjectures qui réclament l'appui d'observations précises. En tout cas, nous voyons que l'embryon, représenté figure 35, se compose, sinon de feuilletés continus, au moins des masses cellulaires, qui correspondent assez bien, par leur situation et leur destination, à l'endoderme, à l'ectoderme et au mésoderme des animaux supérieurs.«

JOLIET hat also Zellen zwischen Entoderm und Ektoderm gefunden, er kennt nur ihre momentane Lage, aber nicht ihre Bestimmung und vermuthet nur darüber

Über das Schicksal der ventralen Zellen ist JOLIET überhaupt im Unklaren geblieben, er ist mehr der Meinung, dass das Ektoderm daselbst aus einer Ausbreitung der dorsalen und lateralen Zellen unter die Abkömmlinge der Zellen *III* und *IV*, als durch diese letzteren allein gebildet werde. In Wirklichkeit sind weder Abkömmlinge der ventralen Zellen zwischen Ektoderm und Entoderm gerathen, noch wird das ventrale Ektoderm von den dorsalen und lateralen Zellen mit gebildet. Auch die Versicherung JOLIET's, dass der Blastoporus an seinem ventralen Rande gewiss von Tochterzellen der »zwei mittleren« Kugeln, unserer Zellen *III* und *IV*, begrenzt würde, entspricht nicht der Wirklichkeit, da erst die Theile des ventralen Blastomers *VI* dieser Aufgabe entsprechen.

Vielleicht ist es aber möglich eine Erklärung dafür zu finden, wieso JOLIET Zellen zwischen Entoderm und Ektoderm, nach seiner Meinung an der Bauchseite des Embryo, hat sehen können. Zur Zeit nämlich, wenn die dunklen Randzellen des Ektoderms in die Tiefe dringen, liegt die Entodermzelle noch ziemlich weit vorn, so dass die ersteren Zellen vor der großen Zelle nicht hinreichend Platz finden und desshalb an der einen Seite derselben fast bis zu ihrer Hälfte in Form eines aus drei Zellen bestehenden Stranges nach hinten reichen. Am Gipfel der Entodermzelle sitzt eine vierte, und zwei andere Zellen legen sich auf ihrer anderen Seite an, indem sie weniger weit nach hinten sich erstrecken. Im Ganzen zählt man an solchen Stadien sechs solcher dunkler Zellen. Mitunter stellt sich die Theilung der Entodermzelle früher ein als in der in Fig. 92—95 dargestellten Reihe ersichtlich (speciell fand ich dies bei männlichen Eiern), so dass schon zwei und sogar drei Entodermkugeln noch verhältnismäßig weit vorn liegen. Wenn wir nun annehmen, dass JOLIET ein solches Stadium vor sich gehabt und die Seitenfläche mit der Bauchfläche verwechselt hat, ist es begreiflich, dass er Zellen zwischen Ektoderm und Entoderm gesehen hat, die er aber von den ventralen Elementen ableitete. Beim Zurückwandern der Entodermmasse bleiben die dunklen Zellen an ihrem Platze und schließen dann an einander, eine ähnliche zweischichtige Lage bildend, wie die granulirten Zellen der *Callidina*.

Nummehr tritt die Entwicklung in das Stadium der Anlage der Organe. Auch für ein diesbezügliches Studium ist das *Melicerta*-Ei kein günstiges Objekt. Abgesehen davon, dass es viel kleiner als das der *Callidina* ist, sind die Zellen beider Körperschichten unregelmäßig und

Einiges, und doch zieht er den bestimmten Schluss, dass die Rädertiere die drei Keimblätter wie die höheren Thiere haben. Wie wir sehen, ist es gefährlich, so leicht über fehlende Beweise hinwegzugehen.

stellenweise mehr oder weniger mit Körnchen erfüllt, was einen klaren Einblick verhindert.

Ich konnte folgende Punkte, welche mir zur Vergleichung wichtig waren, feststellen. Der Schwanz wird in der gewöhnlichen Weise durch eine, wie schon JOLIET richtig angiebt, U-förmige Furche angelegt und wächst eine Zeit lang nach vorn, bis er sich fast ganz über die Mundöffnung legt; letztere ist viereckig mit ausgezogenen Ecken. Erfüllt ist er vom Entoderm, dessen Zellen in regelmäßigen alternirenden aber einschichtigen Reihen angeordnet sind. An seiner Spitze erscheint eine klare Ektodermeinwucherung, die Anlage der Klebdrüse, deren Fortschreiten man an der weiter dringenden Aufhellung erkennt. An der Basis des langgestreckten Schwanzes bildet sich in Folge einer hohlen Ektodermeinstülpung der Enddarm mit dem After (Fig. 100 A). Das Vorderende hat inzwischen die Kopfanlage ausgebildet. So wie bei *Callidina* (Fig. 49, 50) macht sich eine Krümmung des Embryo bemerkbar, so dass das Kopfende ventral sieht, und eben so wie dort erscheint daselbst eine über das übrige Niveau hervorragende Kopfplatte, welche durch fortschreitende Einziehung des an den Mund stoßenden Hinterrandes nierenförmig wird (Fig. 100). Dieses Stadium ist von Wichtigkeit, da es auch bei *Brachionus* auftritt. Sodann findet die Anlage des Gehirns wie bei *Callidina* statt, und man sieht die eingestülpten Massen sowohl im Rücken wie am Centrum der Kopfplatte mit dem Ektoderm im ununterbrochenen Zusammenhang.

Der Embryo streckt sich (Fig. 101), das Kopfende wird dadurch zum Vorderende, der Schwanz wird nach hinten gezogen, bleibt aber noch ventral eingeschlagen. Am Kopfe erscheint am Rande der Kopfplatte ein Kranz von starken Cilien, welcher bald ganz geschlossen ist. Die Kopfplatte selbst ist gewölbt. Nach und nach erhebt sich in ihrem Centrum jene Stelle, an der ein Theil des Gehirns entstand, und wird zu einem Hügel, der um so mehr hervortritt, als die übrige Oberfläche der Kopfplatte sich abflacht und in das Niveau des Wimperkranzes zurücksinkt (Fig. 103). Zu dieser Zeit erscheinen die ersten Sinnesorgane, rothe Augenflecke. Meist sieht man sie als zwei rothe schmale längliche Flecke schon an den Seiten der gewölbten Kopfplatte mehr der Bauchseite genähert auftauchen, und sie rücken bei der Bildung des Kopfhügels mit auf denselben. Da von nun an das Vorderende mehr oder weniger eingezogen werden kann, können die Augenflecke auch in das Innere des Körpers gelangen. Auch am Rande des Gehirns entstehen jetzt solche Pigmentansammlungen, welche hinter einander liegen. Diese zeigen keine Regelmäßigkeit in ihrer Anordnung und können an der einen Seite in größerer Anzahl vorhanden sein, wie an

der anderen. Auch sind sie nicht von Dauer, da wir an dem zum Ausschlüpfen bereiten Embryo nur jederseits einen Pigmentfleck finden, welcher mehr dem hinteren Ende des Gehirns genähert in der Nähe eines ganglienartigen Anhangs desselben liegt und der Lage nach nur mit dem hintersten der früheren Augenflecke übereinstimmt (Fig. 107).

Wie wenig in dem Auftreten der Augenflecke unbedingte Regelmäßigkeit herrscht, mag man daraus ersehen, dass auch vor dem Erscheinen der Scheitelaugen schon am Gehirnrande Pigmentflecke zu finden sein können.

Der Kopfhügel weicht, wie bei *Callidina* und *Brachionus* gegen den Rücken zurück und nähert sich dem dorsalen Rande des Wimperkranzes.

Die Streckung des Embryo deckt einen Theil der vom Schwanze verhüllten Bauchfläche auf. Dicht unter dem Cilienkranze findet sich nun eine ziemlich große viereckige bewimperte Platte, welche in Form eines Rechtecks mit der längeren Dimension bis zur Schwanzspitze reicht. Am vorderen Ende liegt die Mundeinstülpung, welche als hohles, gegen den Kaumagen nicht geschlossen erscheinendes Rohr schräg nach innen und hinten läuft und auf einen kugeligen Körper, die Pharynxanlage, zielt. Zunächst wachsen nun die seitlichen Ränder dieses ventralen Wimperfeldes in der vorderen Partie gegen die Medianlinie und verwandeln dadurch die Umrisse desselben in die eines Dreiecks. Die Basis dieser Figur ist ein nach vorn gekrümmter Bogen; am Scheitel ist noch eine Kommunikation mit der Mundpartie vorhanden. Gleichzeitig geht mit diesem Wachstum der Ränder eine Vertiefung des ganzen Feldes Hand in Hand, welche an zwei Stellen am größten ist, in der Mitte des hinteren Wimperfeldes und vorn an der die Mundöffnung umgebenden Partie. Zwischen diesen beiden Organen ist also die bewimperte Oberfläche erhöht, jedoch noch nicht so weit emporgehoben wie die Ränder des Feldes. Doch dauert es nicht lange (etwa einen Tag), bis dieser quere Wall diese Höhe erreicht hat, womit die Unterlippe gebildet, und dann zwei scharf geschiedene Gebilde, die Mundhöhle und das zukünftige Wimpergrübchen, als gesonderte Organe zu erkennen sind. Während dieser Zeit wächst auch der hintere Rand des Wimperfeldes und zwar, wie schon der nach vorn ausgebogene Umriss erkennen lässt, nach vorn. Anfangs verläuft die Vertiefung allmählich nach hinten zum Niveau des Randes empor, dann wird eben dieser Rand über die Grube hinübergezogen, die tiefste Stelle derselben weicht etwas nach hinten, wodurch eine Art Tasche, die hinten geschlossen ist, gebildet wird. Der Rand derselben erweist sich dann in der Bauchansicht fast kreisrund. Unter diesen Grübchen ist das

Ektoderm stark verdickt und füllt den ganzen Zwischenraum zwischen Mundrohr und Bauchfläche aus. Die endliche Ausbildung erlangt dieses Wimpergrübchen, indem der Umriss seiner Öffnung sich stark verengert, seine Wand homogen wird und das Ektoderm darunter, welches eine sehr große syncytiale Platte (Fig. 105, 106 *Kd*) bildet, drüsige Natur annimmt. Der Binnenraum des Grübchens, jenes Organs, welches beim Erwachsenen an dem Aufbau des Gehäuses durch Bildung der Kugeln sich beteiligt, ist von einem schwarzen rundlichen Körper erfüllt, welcher ganz jenem gleicht, der im Enddarm liegt und wie dieser einen embryonalen Auswurfstoff, in diesem Falle der Kittdrüse des Wimpergrübchens, darstellen dürfte (Fig. 105, 106 *Ex*₂).

Im Pharynx tritt wie bei *Callidina* ein Spaltraum auf, der jene Masse, welche die Kiefer und die Kaumuskeln liefert, von der vorderen Wand sondert. Das Mundrohr, früher ein Rohr mit kaum sichtbarem Lumen, wird erweitert, so dass es von der Seite als eine große Höhle, welche gegen den bereits mit Drüsen ausgestatteten Pharynx zu abgekniert ist, erscheint (Fig. 104 *M*). Es öffnet sich in den mit den Kieferplatten versehenen Pharynx. Das Entoderm gliedert sich in ziemlich regelmäßig angeordnete Reihen großer Zellen, welche den Mitteldarm und jenen Abschnitt liefern, welcher bei den Philodiniden als Blasendarm bezeichnet worden ist. Der Enddarm, aus der Aleinstülpung entstanden, öffnet sich in den entodermalen Darm und enthält jenen bekannten schwärzlich erscheinenden Körper, welcher schon früh auftritt (Fig. 102) und den ich als Auswurfstoff bezeichnete. Ich befinde mich in dieser Hinsicht in Übereinstimmung mit BALBIANI¹ und PLATE², welch' Letzterer eine übersichtliche Darstellung der seiner Zeit vorliegenden Angaben über das Vorkommen solcher Körper (Fäkalien) im Enddarm von embryonalen und erwachsenen Rädertieren gegeben hat. Wir sind zu dieser Auffassung um so mehr berechtigt, als solche Körper auch von den zwei größten Drüsen, der Kitt- und der Klebdrüse, erzeugt werden.

Dem Mitteldarm ventral anliegend sehen wir ein stark granuliertes Organ entstehen, welches sich als ein am Darm breit angewachsener, mit der Spitze freier Zipfel darstellt (Fig. 105 *Ge*). Wir haben den Keimdotterstock vor uns. In dem Stadium der Streckung des Körpers werden nämlich an dem Entoderm einige große durch die dunkle

¹ G. BALBIANI, Observations sur le Notommate de Werneck et sur son parasitisme dans les tubes des Vauchéries. Ann. d. sc. nat. Zool. S. VI. T. VII. Art. II p. 4—40. 1878.

² L. PLATE, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jen. Zeitschr. für Naturw. Bd. XIX. N. F. XII. p. 98. 1885.

Beschaffenheit des Plasmas ausgezeichnete Zellen sichtbar, deren Zahl ich leider festzustellen unterließ. Sie liegen ganz ventral und sind zweifellos ihrer Lage nach als die Mutterzellen des Genitalorgans anzusehen. Ob sie ursprünglich paarig angeordnet waren, weiß ich nicht.

Der entodermale Darmtheil gewinnt ziemlich spät seine Höhlung, welche aber dann bald sehr weit wird und mit großen Cilien ausgestattet ist. Mitteldarm wie Hinterdarm sind spiralig gedreht. Der After ist allmählich nach vorn verlegt worden und mündet an dem zum Ausschlüpfen bereiten Embryo in der Mitte des Rückens. Der Exkretkörper im Enddarm behält nicht seine Lage immer bei, sondern schlüpft bei Wendungen und Verkürzungen des Körpers auch in den Hinterdarm und wieder zurück.

Da beim erwachsenen Thiere ein Gehirn bisher nicht nachgewiesen werden konnte, war die Frage nach der Entwicklung und Ausbildung desselben besonders wichtig. Die Ektodermmasse, welche dies zu bilden bestimmt ist und welche sich eingestülpt hat, ist mit der Oberfläche im Zusammenhange geblieben, obwohl sie sich immer weiter nach hinten biegt. Wenn der Wimperkranz auftritt, stößt sie hinten schon an den Pharynx; sie bildet eine hinten breit aufhörende und gegen die Kopfplatte zu wenig verschmälerte Masse, an der später eine Einschnürung derart sich bemerkbar macht, dass ein mehr birnförmiges Gehirn und eine mit dem Kopfhügel zusammenhängende Masse, welche durch einen schmälere Verbindungsstrang zusammenhängen, gebildet werden. Das Gehirn ist relativ groß und beim kontrahierten, zum Ausschlüpfen bereiten Jungen (Fig. 407), wo die nach vorn gehenden Verbindungsfasern zusammengefaltet sind, ein voluminöser, in der Seitenansicht (Fig. 406) rundlicher, in der Dorsalansicht mehr viereckiger Körper, an dessen lateralen Rändern jederseits ein ganglienartiger Anhang sitzt, vermuthlich der Beginn der nach hinten ziehenden Nervenstränge, in dessen Nähe die Augen dem Gehirnrande ansitzen.

Wir haben den Schwanz in jenem Stadium verlassen, als er im Begriff war, sich von der Bauchfläche zurückzuziehen und durch die Anlage des Afters abgegrenzt war. An seiner Spitze wanderte das Ektoderm ein, um die Anlage der Klebdrüse zu bilden und das Entoderm, welches ihn erfüllte, zurückzudrängen. Seine Umrisse wechseln dabei häufig (Fig. 401, 402). Einen oder zwei Tage vor dem Ausschlüpfen wird er rasch ganz nach hinten ausgestreckt und etwas eingezogen (Fig. 404). Die vielen und kleinen Zellen der Klebdrüse werden dadurch unter den Hinterdarm geschoben (Fig. 405 K7). Im noch ausgestülpten Theile erscheinen die schon bei *Callidina* bekannten Streifen von Körnchen, worauf diese ganze eingestülpte Masse streifiges

Aussehen erhält. Das Schwanzende ist grubenförmig vertieft und daselbst mit Flimmern versehen, welche sich lebhaft bewegen. Die Zellschicht der Oberhaut des Schwanzes und der umgrenzenden Partien zeichnet sich durch ihre besondere Dicke aus. Je weiter nach vorn, um so dünner wird diese Hautschicht, bis sie von der Mitte des Körpers an kaum mehr zu erkennen ist. Dies weist uns darauf hin, dass wir von den so ausgezeichneten Körperstellen noch eine besondere Leistung zu erwarten haben, welche in der That darin besteht, dass diese später noch bedeutend in die Länge zu wachsen haben, um die besonders langgestreckte Form des Schwanzes herzustellen.

Die zellige Oberhaut wird allmählich zu einem Syncytium und scheidet die Cuticula ab, an der zuletzt eine Gliederung in Form einer Querfalte auftritt, welche gerade an der Aftermündung vorbeizieht (Fig. 407).

Vom Räderorgan weiß ich zu sagen, dass es nicht vollkommen geschlossen bleibt, sondern in der dorsalen wie ventralen Mittellinie eine kleine Unterbrechung erleidet. Seine Cilien sind kräftig und haben eine charakteristische Krümmung. Da sie über ihrer Basis verdickt sind, scheint eine kontinuierliche Linie die ganze Wimperreihe entlang zu laufen. Gegen das Ende der embryonalen Entwicklung erscheint unter dem Rande dieses Wimperkranzes eine ringförmig verlaufende Furche in der Haut, wodurch derselbe auf einen Wall zu liegen kommt. Diese Furche sehe ich als die Anlage der Wimperrieme an. Den unteren Kranz in seiner Entstehung zu sehen gelang mir nicht, da einige Zeit (ein bis zwei Tage) vor dem Ausschlüpfen das Räderorgan wie das ganze Vorderende dauernd eingezogen wird und in viele Falten gelegt im Körper verborgen bleibt. Die ausschlüpfende Larve besitzt bereits beide Kränze.

Es bleiben noch die Muskeln, das Wassergefäßsystem und die Leibeshöhle zu besprechen übrig.

Von Muskeln sah ich vier Paare Leibeshöhlenmuskeln auftreten, wovon zwei der vorderen und zwei der hinteren Gruppe angehören. Namentlich bei den ersteren war die ursprüngliche Form der kontraktilen Faserzelle gut zu erkennen. Die vorderen Muskeln, je ein ventrales und ein dorsales Paar, zogen ausgespannt von der Haut der hinteren Körperhälfte gegen das Räderorgan, die hinteren in gleicher Vertheilung liefen im geschlängelten Verlaufe als Bänder in den Fuß. Sie entsprangen am Segmente, dessen Grenze, wie wir sahen, am After vorbeizieht.

Die Bildung des Wassergefäßsystems zu studiren, war das Melicerten-Ei zu ungünstig. Die ersten Flimmerlappen sah ich, als der Schwanz nach hinten ausgestreckt wurde. Vier liegen neben dem Ge-

hirn, einer am Pharynx und einer an der Basis des Fußes. Der sie tragende Kanal bildete an den Seiten zwischen Gehirn und Räderorgan eine dichte Aufknäuelung.

Die Leibeshöhle erscheint erst, wenn das Vorderende eingezogen ist, indem sich die Haut namentlich im mittleren Theil des Körpers bedeutend abhebt.

Wenn das Thier zum Ausschlüpfen reif ist, verändert sich die Form der Eihaut, welche elastisch dem Drucke des Körpers nachgiebt. Die eintretende Wasseraufnahme bläht besonders die vordere Körperhälfte auf, wodurch der Körper keulenförmig wird, welche Gestalt der Eihaut mitgetheilt wird. Dem Druck des sich streckenden Thieres nachgebend, öffnet sich die Schale an der vorbezeichneten Stelle, um der jungen *Melicerta* die Freiheit zu geben.

JOLIET hat die Bildung des Wimperfeldes als eine sich vertiefende Grube richtig beobachtet und hält sie für gleichwerthig mit der primitiven Einstülpung bei *Brachionus*. Allerdings setzt er hinzu, dass charakteristische Unterschiede vorhanden seien, nämlich das späte Erscheinen und die geringere Ausdehnung des Feldes. Letzterer Umstand ist bei der Beurtheilung der Frage ohne hohen Werth, wohl aber ist das späte Auftreten dieser Vertiefung ein Umstand, der schwer ins Gewicht fällt. JOLIET weist darauf hin, dass sie bei *Melicerta* nach, bei *Brachionus* vor Bildung des Fußes erscheine. Noch wichtiger scheint mir aber die Frage zu sein, ob denn beide Gruben dieselben embryologischen Beziehungen zeigen. Von der primitiven Einstülpung giebt SALENSKY an, dass ihre Wände Fuß, Räderorgan und Kopf zu bilden bestimmt sind, während an ihrem Grunde der Mund sich einsenkt. Die ventrale Grube bei *Melicerta* hat jedoch mit der Bildung dieser Organe nichts zu thun, da nicht einmal der Mund in ihr entsteht, indem er schon früher angelegt ist. Sie ist nichts Anderes als ein Wimperfeld hinter dem Munde, dessen Flimmerung sich mit der des Mundes in Verbindung setzt, oder wenn wir wollen, eine Ausdehnung der oralen Flimmerung nach hinten.

Die Bildung der Unterlippe geht nach JOLIET so vor sich, wie ich sie eben geschildert, wir befinden uns diesbezüglich in Übereinstimmung. Wie ich mich zu JOLIET's phylogenetischer Erklärung der Wimpergrube stelle, werde ich im allgemeinen Theile darlegen. Den Mund lässt JOLIET viel später entstehen als den inneren Wimperkranz des Räderorgans. Er soll sich erst dann vom vorderen Grübchen als eine Vertiefung einsenken, wenn schon die Unterlippe das Wimpergrübchen und Mundfeld getrennt haben. Es dürfte wohl der Mund das frühest angelegte Organ sein.

JOLIET ist wie SALENSKY der Meinung, dass sich der Pharynx am Grunde des Mundes bilde. So wenig wie JOLIET konnte ich etwas bemerken, was mit den »Lappen« des Räderorgans übereinstimmte, wie sie bei Brachionus beschrieben werden. Das Räderorgan von Melicerta wird als ein geschlossener Ring angelegt, welcher das Vorderende über dem Munde umgrenzt. Die anale Einstülpung sah unser Beobachter erst als sie am Rücken an ihrer für den reifen Embryo charakteristischen dorsalen Stellung angelangt war; die Zahnbewaffnung erschien ihm deutlich, als der Embryo die ersten Bewegungen zeigte, was mit meinen Erfahrungen übereinstimmt.

Keine Beobachtungen liegen vor über die Entstehung des Gehirns, des Muskel- und Exkretionssystems, der Genitalorgane und der Klüdrüsen. Der Darm wird richtig von der großen Entodermzelle abgeleitet, die Kopfregion soll erfüllt sein von hellem Ektoderm (unserer Gehirneinstülpung) und von einer gewissen Zahl Mesodermzellen (unseren granulirten Zellen). Letztere schienen ihm nicht, wie SALENSKY bei Brachionus darstellte, eine kontinuierliche Schicht zu bilden, sondern nur dort zu liegen, wo Muskelfasern oder Theile des Exkretionssystems sich bildeten, doch wurde hierüber keine Sicherheit erlangt.

Die Augen sah JOLIET mit einem Krystall versehen nahe dem ventralen Rande unter dem Munde liegen und später noch weiter hinter wandern. Über die Ausbildung des Schwanzes erfahren wir, dass er sich an das spitze Eiende zurückzieht und durch seine Aktion das Ausschlüpfen veranlasst.

Endlich finden wir die Angabe, dass der untere Darmtheil kenntlich ist an dem schwärzlichen Fleck, den man später in der freischwimmenden Larve in der Kloake finde.

Die noch folgenden wenigen Schilderungen JOLIET's betreffen die freie Larve.

IV. Theoretischer Theil.

Das Ei der Räderthiere zeichnet sich durch einige wesentliche Eigenschaften aus. Vor Allem giebt sich eine bilateralsymmetrische Differenzirung der Eizelle zu erkennen. Für die Räderthiere trifft also die einstmalige Annahme HATSCHK's, dass »bei allen Bilaterien schon in der Eizelle eine bilateral-symmetrische Anordnung der Theilchen vorhanden sei«, ganz und gar zu. Sowohl bei Callidina, wie bei Melicerta ist mit dem Hervortreten des Richtungskörperchens schon die zukünftige seitliche Symmetrie festgestellt. Das Richtungskörperchen kommt an der dorsalen Seite des künftigen Embryo hervor, bei

Melicerta dem späteren hinteren Pole näher, bei Callidina fast am späteren vorderen Pole des in beiden Fällen länglichen Eies. Nach dem Auftreten der ersten Furche, welche durch das Richtungskörperchen bestimmt wird und ungleiche Stücke abschneidet, gleicht sich diese Differenz aus, indem bei Callidina das kleinere Blastomer an den hinteren Pol, das größere an den vorderen Pol wandert, wodurch sowohl für die Blastomeren als für das Richtungskörperchen die gleiche Lage erzielt wird, als bei Melicerta. Immerhin ist jedoch die Wanderung der beiden Blastomeren sehr bemerkenswerth, da dadurch die erste Theilungsebene eine bedeutende Verschiebung erfährt. Die nachfolgenden Vorgänge der Furchung sind für Eosphora, Callidina und Melicerta in allen wesentlichen Dingen vollkommen gleich. So weit Zeichnungen über die Furchung des Brachionus vorhanden sind, stimmen auch diese damit überein, so dass man, gestützt auf die Erfahrung bei Repräsentanten aller vier Hauptgruppen der Räderthiere, die bezüglichen Vorgänge als typisch für diese Thierklasse wird ansehen müssen. Eine polare Sonderung des Plasma findet in so fern statt, als nach der ersten Theilung das Ei aus einer kleineren ausschließlich animalischen und einer größeren Partie besteht, in welcher animalisches und vegetatives Plasma gemischt ist, dessen Trennung erst allmählich erfolgt und der Furchung eben ihre Besonderheit verleiht. Die Stelle, welche man demnach eigentlich nach der Beschaffenheit des Plasma als animalen Pol bezeichnen müsste, liegt am unteren Eiende, der vegetative Pol am oberen. Das Richtungskörperchen befindet sich an der Grenze zwischen den beiden inäqualen Segmenten. Seine Nachbarschaft ohne Weiteres als animalen Pol zu betrachten, bereitet Schwierigkeiten, da das große Segment an eben dieser Stelle vegetativ erscheint, während an der diametral gegenüber liegenden Partie wiederholte Ansammlungen und Abtrennungen von animalischem Plasma stattfinden. Man könnte sich, wenn man an der regelmäßigen Lage des Richtungskörperchens am animalen Pole festhalten will, so helfen, dass man eine ursprüngliche polare Differenzirung des Eies annimmt, wobei man also nach den ersten Theilungen (Fig. 10 Taf. I) vier Blastomeren hat, von welchen die drei kleineren ausschließlich animalisches Plasma besitzen, während die große vierte Furchungskugel gemischtes Plasma enthält. Nun müsste man ferner annehmen, dass, da die Abtrennung des animalischen Plasmas von der großen Zelle nicht am animalen Pole sondern am vegetativen stattfindet, fortwährende Umlagerungen und Wanderungen des Plasma stattfinden und schließlich ein Blastomer, das bis an den animalen Pol reicht, als rein vegetativ übrigbleibt. Eine wesentliche Eigenthümlichkeit der

Furchung besteht ferner darin, dass die zusammengehörigen Furchen nicht gleichzeitig auftreten, dass namentlich die äquatorialen Theilungsebenen, welche die große Zelle betreffen, zeitlich voraus sind, dass sodann die von der großen Zelle abgetrennten Stücke schon von der zweiten Äquatorialfurchung an größer sind, als die aus den animalen Zellen entstehenden, da sie das Material für mehrere Zellreihen enthalten, und dass endlich eine Wanderung der Elemente des animalen Poles vom unteren Eipole an den oberen über die dorsale Fläche und eine Wanderung der aus der großen Zelle neugebildeten gegen den unteren Pol hin stattfindet, welcher eine förmliche Drehung der Segmente um eine Transversalachse gleich kommt. *Teredo* zeigt auf den ersten Blick eine bedeutende Ähnlichkeit des Vorganges, welcher bei genauerer Erwägung aber einen fundamentalen Gegensatz besitzt, da hier die Abgabe der animalischen Plasmapartien vom großen Segmente an der gerade entgegengesetzten Seite desselben erfolgt, wie bei den Rotatorien.

Darin, dass die Furchung eine inäquale ist und sich durch den Mangel einer Furchungshöhle auszeichnet, dass sie zu einer epibolischen Gastrula führt, finden wir gewisse Ähnlichkeiten mit einigen anderen Mollusken und den Nematoden. Einer eingehenderen Vergleichung halten jedoch diese Analogien nicht Stand, wesshalb hier nicht weiter davon zu sprechen ist.

Allerdings giebt sich in der Lage des Richtungskörperchens bei *Teredo*, *Aplysia*, *Anodonta* etc. zwischen den beiden ersten und auch hier ungleich großen Blastomeren volle Übereinstimmung zu erkennen, aber schon die Vertheilung des animalen Plasmas ist eine andere, indem es bei diesen Formen um den Pol des Richtungskörperchens versammelt ist. *Teredo* zeigt darin mit den Räderthieren gleiches Verhalten, dass die kleinere Kugel ausschließlich ektodermales Plasma enthält, während *Aplysia* am gegenüberliegenden Pole dieser Kugel auch vegetatives besitzt. Das vierzellige Stadium der Räderthiereier kann seiner Form nach von dem vierzelligen des *Aplysia*-Eies abgeleitet werden, indem man sich im letzteren das große Blastomer durch die zweite Meridionalfurchung nicht halbirt, sondern in ungleiche Theile zerlegt denkt. Die weiteren Vorgänge entfernen sich jedoch bedeutend bei *Aplysia* von den im Vorstehenden geschilderten, indem sie in einer Abgabe des ektodermalen Plasmas von Seiten aller vier Blastomeren am Bildungspole gipfeln. Die größte Ähnlichkeit zeigt noch *Anodonta*.

Was die Furchen anbelangt, sind sie meiner Meinung nach so zu deuten, dass die erste Furche und die beiden darauf folgenden, welche das kleinere Segment halbiren und von dem größeren das Stück II (Taf. I) abschneiden, zusammengehören, und zwar sind die beiden

letzteren Furchen als eine einzige aufzufassen, wie es auch TESSIN thut, demnach haben wir zwei senkrecht zu dem Richtungskörperchen sich schneidende untere Furchungsebenen, welche wohl als Meridional-ebenen zu betrachten sind. Alle aus diesen Theilungen hervorgegan- genen Segmente erleiden nun eine diese Meridionalebenen schneidende Theilung, welche man als äquatorial bezeichnen wird. Diese letztere Theilungsebene steht anfänglich schief (Fig. 21, Taf. I), nach einigen weiteren äquatorialen Theilungen jedoch richten sich die Ebenen all- mählich ganz äquatorial zur Längsachse des Eies. Besonders deutlich sind die Beziehungen dieser Furchen in Stadien wie Fig. 28, Taf. II zu sehen. Es folgen dann, wenn durch fortgesetzte äquatoriale Theilun- gen das große Blastomer seiner animalischen Bestandtheile entledigt ist und auch die kleinen Ektodermzellen entsprechend äquatorial ge- theilt sind, meridionale Theilungen, welche alle ektodermalen Zellen betreffen, während die große vegetative Zelle in die Ektodermhülle zurücksinkt. Damit ist das Gastrulastadium erreicht (Fig. 33, Taf. II). Was von nun an folgt, ist schon Anlage der sekundären Organe. Es liegt also das Prostoma an dem oberen Eipole. Was man sonst so be- zeichnete, ist die Verschlussstelle des Ektoderms nach Abgabe des Materials für das erste sekundäre Organ in die Tiefe. Demnach be- zeichnet die Längsachse des Eies die Scheitelachse der Gastrula. Das Ektoderm des Scheitelpoles wandert jedoch gegen den oberen hypo- tropen Eipol, indem gleichzeitig eine Krümmung des Embryo nach der Bauchseite erfolgt, welche zuerst am Vorderende, und dann auch am Hinterende eintritt. Diese Einkrümmung verlegt die Stelle, wo sich der Urmund befand, nach der Bauchseite und die Zellen des Scheitelpoles gelangen an das obere Eiende, wo sie das Centralnervensystem bilden.

Diese Einkrümmung des Körpers hebt auch BARROIS von Pedalion hervor und sieht, meiner Ansicht nach richtigerweise, darin die Ur- sache der ventralen Depression, welche SALENSKY für phylogenetisch so wichtig hielt, indem er sie als den Mutterboden wichtiger Anlagen betrachtete, welche Eigenthümlichkeit die Rädertiere mit den Mollus- ken verbinden sollte. Ich stimme BARROIS bei, wenn er sagt, dass diese Einrollung des Embryo im Ei nichts gemein haben könne mit einem allgemeinen Organisationsplane, sondern nur eine verwirrende Modi- fikation des Entwicklungsganges sei. Die Verwandtschaftsbeziehungen zu den Mollusken sind nicht in diesen, sondern in anderen Verhält- nissen begründet, wie später noch erörtert wird.

GIARD¹ hat bei Gelegenheit einer Debatte über die Pedalion- entwicklung aus BARROIS' Ergebnissen den Schluss gezogen, dass »die

¹ Revue scientif. XIII. p. 304. 1877.

Öffnung der primitiven Invagination« nicht in den definitiven Mund übergehe. Das schnellere Wachstum des Ektoderms in einer gewissen Richtung bewirke es, dass der Blastoporus, d. h. die Verschlussstelle des Ektoderms, nicht mit dem Prostoma zusammenfalle, er entspreche wohl physiologisch aber nicht morphologisch dem letzteren. Dies wäre gewiss richtig, wenn nicht die granulirten Zellen dabei außer Acht gelassen worden wären.

Diese gekörnten Zellen scheinen mir die Umrandung des eigentlichen Prostoma vorzustellen, welches, wie GOETTE ausführt, bei verwandten Thieren bei Dendrocölen, Nemertinen, Nematoden und Chätopoden nicht zum Munde, sondern zur Öffnung des Darmes in den Schlund wird. Dies ist auch hier anzunehmen. Demnach hätten wir uns zu denken, dass die ursprüngliche Schlundwandung aus dem Ektoderm hervorgegangen ist und das Prostoma durch die Einstülpung in die Tiefe verlegt wurde und in den entodermalen Darmtheil führte. Später bildete sich eine besondere Bewaffnung dieses primären Schlundes aus, welcher der Zerkleinerung der aufgenommenen Nahrung dienend mehr in die Tiefe rückte und einer neuen ektodermalen Einstülpung, welche die Zufuhr übernahm, Platz machte. Wir haben meiner Meinung nach, den bleibenden Schlund der Räderthiere als eine sekundäre Bildung anzusehen, wodurch die erste Einstülpung der granulirten Zellen als primäre Schlundbildung eine Erklärung findet. Der Schlundkopf der Räderthiere ist demnach als älteres Gebilde anzusehen, wie das Mundrohr, welches mannigfachen Umbildungen ausgesetzt ist.

Da wir jedoch wissen, dass nicht alle granulirten Zellen in die Bildung des Schlundkopfes und seiner Drüsen eingehen, sondern auch Leibeshöhlenmuskeln daraus entstehen, werden wir eine Konzentration zweier Organanlagen in eine einheitliche anzunehmen haben.

Es ist schon damit ausgesprochen, dass ich die granulirten Zellen nicht als Mesoderm betrachte. Wie ich über TESSIN'S Versuch denke, die Abspaltung dieses »Mesoderms« vom Ektoderm auf das allgemein gültige Schema von der entodermalen Entstehung des mittleren Keimblattes zurückzuführen, habe ich schon seiner Zeit dargelegt. Meine Bedenken waren gerechtfertigt.

TESSIN ging von dem Grundsätze aus, dass die Räderthiere ein vollgültiges Mesoderm besitzen müssten und in der Suche nach einem solchen traf er keine anderen Elemente, welche einer solchen Deutung unterzogen werden konnten, deshalb mussten diese das Mesoderm vorstellen. Er nahm als sicher an, dass weder das Gehirn noch ein Theil des Darmkanales daraus entstünde. Obwohl er nicht nachweisen konnte, was aus diesen granulirten Zellen werde, war es für ihn ausge-

macht, dass er das Mesoderm vor sich habe. Sein Schluss ist folgender: »Es bleibt also nichts weiter übrig, als dass solche Organe aus unserer Zellschicht entstehen, die normalerweise aus dem mittleren Keimblatt gebildet werden; dies spricht aber dafür, dass wir die betreffende Schicht wirklich als Mesoderm zu betrachten haben.« Dies erweist sich als ein Fehlschluss. Sehr wichtig ist das Geständnis, dass er niemals eine der normalen Mesodermbildung der Würmer und anderer Bilaterien entsprechende Bildung sehen konnte. Es ist dies vollkommen richtig und wir müssen demnach annehmen, dass die Räderthiere eines Mesoderms nach dem Schulbegriffe entbehren. Was wir finden, sind vereinzelt Organanlagen, von denen nur die granulirten Zellen außer dem Schlundkopfe noch Zellen für Leibeshöhlenmuskeln enthalten. Die Hautmuskeln spalten sich von der Oberhaut ab, die Genitalzellen entspringen der Darmanlage, die Klebdrüse verdankt einer Ektodermeinstülpung ihren Ursprung, wie sich überhaupt das Ektoderm in der Entwicklung als das aktive, die Formveränderungen bedingende und die Mehrzahl der Organe liefernde Element erwies, während das Entoderm eine passive Rolle spielte. Das Exkretionssystem konnte ich in so fern mit Sicherheit auf das Ektoderm zurückführen, als es bestimmt nicht auf das Entoderm bezogen werden kann. Ob es sich direkt oder auf dem Umwege der granulirten Zellen vom Ektoderm herleitet, kann ich noch nicht entscheiden.

So viel ist sicher, dass von einer einheitlichen Mesodermanlage nicht zu reden ist, sondern die Räderthiere einen tieferen Zustand darstellen, auf welchem noch gesonderte Organanlagen zu finden sind, welche sich bei den höheren Würmern erst in einheitlicher indifferenter und vereinfachter Anlage zeigen. Diese Auffassung wird um so annehmbarer in der Erwägung, dass man bei manchen Formen höherer Würmer nach neueren Untersuchungen dem Ektoderm eine große Antheilnahme am Aufbau gerade solcher Organe, welche man früher dem Mesoderm zuschrieb, zugestehen muss. Es ist damit auch die rein entodermale Entstehung des Mesoderms bei verwandten Formen in Frage gestellt, wie überhaupt die Lage der »Polzellen« an der Grenze von Entoderm und Ektoderm auf Beziehungen zu beiden Keimblättern deutet. Indem aus beiden Blättern frühzeitig sich sondernde Anlagen zu histologisch undifferenzirten Urmesodermzellen sich zusammenlegen und ontogenetisch sehr früh auftreten, kommt es zur vorzeitigen Sonderung einer mehr oder minder einheitlichen Mesodermanlage. Jedoch scheinen auch bei Auftreten einer solchen die Keimblätter nicht die Fähigkeit der weiteren Gewebsdifferenzirung zu verlieren, wie man gegen BALFOUR einwenden möchte.

Der »Fuß« erwies sich, wie TESSIN fand, ursprünglich mit Entoderm erfüllt, welches vom Ektoderm verdrängt wird. Mir scheint daraus der Schluss zu ziehen, dass die Räderthiere Ahnen haben, welche einen längeren Körper besaßen, als ihre Abkömmlinge. Der Fuß ist nicht dem Molluskenfuße homolog, sondern als hinterster Körpertheil, als Schwanztheil aufzufassen, an welchem eine starke Umbildung Platz gegriffen hat. Ursprünglich scheint der After am Hinterende gemündet zu haben. Indem nun die Zellen seiner Umgebung als Klebdrüsen zu fungiren begannen und immer mehr dieser Aufgabe dienend an Zahl zunahmten und sich zu einem größeren Komplexen vereinigten, wurde der After von dieser für die Anheftung zweckdienlicheren Stelle abgedrängt und dorsal verschoben, wo wir ihn jetzt noch finden. Ich halte diese Stellung des Afters für eine abgeleitete, und den Fuß für einen terminalen und nicht ventralen Anhang.

TESSIN gründet auf die erwähnte Thatsache eine Homologisirung mit dem Postabdomen der niederen Krebse und sucht dies dadurch glaubwürdig zu machen, dass er auf die dorsale Lage des Afters bei gewissen Krebsen verweist. Ich meine, dass die Homologie auch so angenommen werden kann, ohne zu der ausnahmsweisen Rückenlage des Afters bei den Krebsen seine Zuflucht zu nehmen, wenn wir die Sache so deuten, dass der Rotatorienafter ursprünglich endständig war, wie das Vorhandensein des Entoderms beweist. Demnach halte ich den Einwurf PLATE'S nicht für zutreffend, »entspräche also der Fuß der Räderthiere dem Postabdomen der Krebse, so wäre es unverständlich, wesshalb bei jenen die Afteröffnung weit vor dem hinteren Körperende, bei diesen hingegen, die doch als höher organisirte Formen von jenen abstammen müssten, terminal gelagert ist«. Der Fuß der Räderthiere befindet sich nicht mehr in seinem ursprünglichen Zustande. Desshalb ist es auch fraglich, ob wir auch die Klebdrüsen bei den Krebsen wiederzufinden erwarten dürfen.

Ich bin auf Grund des Verhaltens des Körperendes bei den Rotatorien, mit Rücksicht auf übereinstimmende Stadien in der Entwicklungsgeschichte der Krebse (*Trochophora*, *Moina*) und im Hinblick auf die eigenthümliche *Hexarthra polyptera* geneigt, TESSIN zuzustimmen und mit ihm eine Ableitung der Krebse von räderthierähnlichen Ahnen anzunehmen. Jedoch haben die Räderthiere außer diesen noch viel hervorragendere Beziehungen durch die *Trochophora* zu anderen Formengruppen.

Wir sehen nämlich die einer *Trochophora* zukommenden Eigenschaften, wie Scheitelplatte, die Längsmuskeln, Kopfniere etc. allmählich in der Entwicklung auftreten, und zwar zuerst die Scheitelplatte.

Anfangs in Form einer einfachen Ektodermverdickung, senkt sie sich bald als mehrschichtige Masse in die Tiefe, in enger Anlehnung an die vorher gebildete Ektodermknospe des Tastergebietes. Erst spät bildet sich die definitive Form des Rädertiergehirns, das heißt, die Scheitelplatte rückt weiter nach hinten und die zwischen den oberflächlichen Zellen und ihr befindlichen Zellen strecken sich zu Fasern aus. Die Stelle, wo es entstanden, bleibt jedoch durch die daselbst zur Ausbildung gelangten Sinnes- und Ganglienzellen deutlich. In so fern entfernt sich das fertige Rädertier nur wenig vom Stadium der Trochophora, da immer noch die Verbindung mit der Ursprungsstelle beibehalten ist.

Die Kopfniere erscheint erst gegen Ende der Entwicklung und bleibt in ihrer Form dauernd erhalten. Eben so sind die Muskeln, die sich im Embryo nach und nach zeigen, in derselben Anordnung und Art im erwachsenen Thier zu finden. Die Flimmerkränze, von welchen bei *Melicerta* der obere zuerst sich zeigt und längere Zeit allein bleibt, erscheinen ebenfalls in einem späteren Stadium.

Besonders bei *Callidina* treten sie definitiv erst kurze Zeit vor dem Ausschlüpfen auf. Wenn wir in der Entwicklung der letzteren Form ein Stadium suchen, welches etwa dem der *Melicerta* mit dem präoralen Wimperkranz entspräche, werden wir zur Erkenntnis gelangen, dass es nicht im entwickelten Zustande zu finden sein wird. Wir können nur jenes Stadium der *Callidina* zum Vergleiche heranziehen, in welchem durch die Abgrenzung der Kopfplatte ein präorales Feld geschaffen ist, in dessen Mitte der Kopfhügel sich findet. Würde die Peripherie dieses Feldes, welches dem Scheitelfelde entspricht, mit einem Wimperkranze versehen sein, so hätten wir einen präoralen Cilienring, wie er der *Melicerta* zukommt. Dieser Ring kommt aber hier nicht in demselben Maße zur Ausbildung. Allerdings schreitet die Bildung des cuticularen Streifens, auf dem die Cilien später entstehen, vom Bauche aus auf dem Randwalle des Scheitelfeldes an den Seiten vorbei gegen den Rücken vor, gelangt auch so weit, dass der Kopfhügel innerhalb des von den beiden Streifen beschriebenen Kreises fällt, dann aber, statt auf dem vorgezeichneten Wege weiter zu schreiten und sich dorsal zu vereinigen, biegt er plötzlich gegen die Bauchseite und läuft an dem äußeren Rande der Rüsselbasis vorbei, wodurch der Kopfhügel aus dem Scheitelfelde hinaus gelangt. Wir erkennen in dem eigenthümlichen Verlaufe dieses Processes, wie an dem so späten Auftreten der Cilien einen sekundär abgeänderten Vorgang, der sich aus den bei *Melicerta* und *Brachionus* bleibend zu findenden Verhältnissen ableiten lässt. Das Räderorgan der Philodiniden ist kein

ursprüngliches, wie das von *Brachionus* und *Melicerta*, sondern ein weiter umgeformtes.

So weit können wir nun den allgemeinen Schluss ziehen, dass die Räderthiere am Ende ihrer Entwicklung dem Trochophorastadium, wenn die erwähnten Eigenschaften in Betracht gezogen werden, nahe kommen und dasselbe nicht überschreiten. Denn die Veränderungen am Räderorgan bei *Melicerta*, welche in einer Umwandlung des einfach kreisförmigen in ein vierlappiges bestehen, gehen nicht über die Organisation der Trochophora hinaus und eben so scheinen die Umwandlungen bei *Callidina* nur in so fern von Wichtigkeit, als die Scheitelplatte eine scheinbare Verschiebung ihrer Lage erfährt, indem die Kränze sich nicht mehr hinter ihr schließen. In so fern wäre der Vergleichung der Räderthiere mit der Trochophora der Boden gebnet.

Wir wollen kurz die Homologien neben einander stellen. Über die Wimperkränze und die Scheitelplatte, von welchen in der Entwicklung der Räderthiere der obere zuerst erscheint, habe ich schon in meiner *Discopus*-Arbeit bereits gesprochen, gegen meinen damaligen Versuch, das Gehirn der Räderthiere auf die Scheitelplatte der Trochophora zu beziehen, mit einem Wort, eine vollkommene Homologie der präoralen Partie darzulegen, hat sich PLATE¹ gewendet. Indem er sich auf eine frühere Darlegung seines Standpunktes berief, welche besagte, »dass das Gehirn der Räderthiere nicht der Scheitelplatte homolog gesetzt werden darf, weil es von Anfang an außerhalb der Wimperkränze und nicht am vorderen Pol der Körperlängsachse, sondern am Rücken über dem Schlunde liegt«, in welcher Hinsicht er sich mit TESSIN in Übereinstimmung befindet, meint er, dass ich mich »auf falscher Fährte« befand, als ich annahm, dass das Gehirn der Philodiniden innerhalb der Wimperkränze entstand, diese Stelle eine Konzentration ihrer Sinneszellen und eine einheitliche Verlegung nach hinten erfuhr, wobei die Wimperkränze unterbrochen wurden. Diesen Komplex von Sinneszellen sah ich im Rüssel der Philodiniden, dessen Ganglien mit dem Gehirn mehrfach zusammenhängen. Als ein noch erhaltenes Zwischenstadium betrachtete ich *Rhinops*, dessen Rüssel eben im Durchbrechen des Räderorgans begriffen sei. Indem ich die entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse vor der Hand bei Seite lasse, möchte ich zunächst meine Ansicht auf rein vergleichend anatomischem Wege, auf dem sie angegriffen worden, vertheidigen.

PLATE leugnet nicht die Möglichkeit des von mir dargestellten Vorganges, stützt sich jedoch darauf, dass man bis jetzt noch keine Räder-

¹ L. PLATE, »Über die Rotatorienfauna des bottnischen Meerbusens etc. Zeitschrift f. w. Zool. Bd. XLIX. p. 32. 1889.

thierform gefunden habe, welche eine der Scheitelplatte homologe Ektodermverdickung der Umbrella besäße, sondern vielmehr das Gehirn immer außerhalb der Wimperkränze läge, »so dass es auch durchaus unwahrscheinlich ist, dass es je in irgend einer anderen Lagerung gefunden werden wird«. Abgesehen davon, dass ich es nicht wage, diesem sicheren Blicke in die Zukunft mich anzuschließen, haben wir zu beachten, dass es bei vergleichend anatomischen Betrachtungen nicht auf die Lagerung eines Gebildes allein ankommt, sondern die Beziehungen dieses Organs zu anderen wesentlich berücksichtigt werden müssen. Dies braucht nicht erst erläutert zu werden. Nun steht das Gehirn mit Sinneszellen, welche bei den Philodiniden außerhalb der Wimperkränze im Rüssel, bei den anderen Rotatorien innerhalb derselben liegen, in auffallender Beziehung. Wenn diese Verhältnisse erst für wenige Formen mit wünschenswerther Klarheit dargelegt sind, so ist dies kein Beweis gegen diese Behauptung, sondern nur ein Fingerzeig, wie sehr von vielen Untersuchern mühseligen Beobachtungen aus dem Wege gegangen worden ist. Ob nun diese Sinnesapparate zu einem unpaaren Rüssel vereinigt sind oder symmetrisch auf dem Scheitelfelde vertheilt sind, ist ganz nebensächlich, da ich nicht behauptete, dass alle Rädertiere an der Stelle der Scheitelplatte ein rüsselartiges Gebilde trügen oder getragen hätten, sondern vielmehr sagte¹: »Das Stadium, auf welchem sich das Scheitelfeld der Philodiniden befindet, setzt ein anderes voraus, auf welchem die im Rüssel aufbewahrten Organe innerhalb der Wimperkränze sich befanden und vielleicht aus eben so isolirten Anlagen bestanden, wie die Anlagen des Kopfganglions bei *Lopadorhynchus*.« Ich stellte mir den Rüssel als eine Vereinigung von ehemals isolirt stehenden Sinneszellen vor, wie sie bei vielen anderen Rotatorien noch vorkommen. Von solchen Sinneszellen der Umbrella leitete ich das Gehirn ab, die jetzt noch vorhandenen Sinnesorgane daselbst sollten die bleibenden Zeugen dieses Bildungsmodus sein. Den Rüssel der Philodiniden dabei in Betracht zu ziehen, würde ich dadurch verleitet, dass das Räderorgan dieser Thiere kein einziges Sinnesorgan umschließt, was gewiss auffallend genug ist. Auf diese Weise suchte ich diesen merkwürdigen Mangel in Einklang zu bringen mit dem Vorhandensein solcher Sinnesapparate rüsselloser Rädertiere.

PLATE meint ferner, dass die Verhältnisse bei *Rhinops* anders zu deuten seien, als von mir geschehen. Da die ganze ventrale Fläche des Rüssels dicht mit Cilien besetzt ist und sich außerdem der äußere Wimperkranz jederseits bis zur Spitze dieses Organs heraufziehe, so sei der Rüssel nur als eine zungenförmige Verlängerung des Randes

¹ *Discopus*. p. 435. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLVII.

der Wimperscheibe anzusehen. »Es ist wenigstens nicht einzusehen, wesshalb die Wimperkränze, die doch — wie viele Gattungen zeigen —, schon an sich das Bestreben haben, in der dorsalen und ventralen Mittellinie eine Unterbrechung zu bilden, sich auf ein Organ ausgedehnt haben sollen, welches sich erst sekundär zwischen sie schob.« Da die Augenflecke bei den Räderthieren eine wechselnde Lage haben, bei den meisten Formen am Gehirn, bei anderen (Philodina, Rhinops) an der Spitze des Rüssels, bei Asplanchneen im Bereiche des Wimperkranzes, bei keiner Art im Centrum der Wimperscheibe liegen, so scheint es PLATE natürlicher »den bei Rhinops an der Spitze des Rüssels gelegenen Augen eine ursprüngliche Lage am Rande als in der Mitte des Cilienfeldes zuzuschreiben. Andere Sinnesorgane sind von der Rüsselspitze des Rhinops nicht bekannt, obwohl man doch, wäre sie in der That das Homologon der Scheitelplatte und Vorläuferin des mit Tastbüscheln versehenen Philodinenrüssels, dergleichen hier erwarten sollte«.

Vor Allem ist es irrig, dem Rüssel von Rhinops außer den Augen Sinnesorgane abzusprechen. Dieser Rüssel ist nicht ganz nach dem Schema des Philodinenrüssels gebaut, sondern seine Endfläche ist schief gegen die Bauchseite geneigt, daher »die ventrale Fläche« dicht mit Cilien besetzt ist. Diese Fläche entspricht der Endfläche und seine Cilien den aktiv beweglichen Sinneshaaren des Philodinenrüssels. Mit dieser ventralen Fläche tastet das Thier in ganz ähnlicher Weise wie die Philodiniden mit ihrem Rüssel. Die wimperlose »Spitze« entspricht der auch bei den Philodiniden niemals Haare tragenden Schutzmembran. Auch in der Embryogenie der Callidina giebt es ein Stadium, auf welchem der Rüssel seine Endfläche ganz ventral gerichtet besitzt und seine oberste Partie demnach ohne jedes Sinnesorgan ist. Rhinops hat demnach seinen Rüssel noch nicht so weit entwickelt als die Philodiniden. Wesshalb der äußere Wimperkranz (nicht »die Wimperkränze«) an den Seiten des Rüssels hinaufreichen, könnte eben dadurch erklärt werden, dass ein so mächtiges Organ ihn durchbricht. Übrigens halte ich die Aufwerfung dieser Frage für nebensächlich und fast möchte mir scheinen, sie wäre durch PLATE'S Ausführungen gegen TESSIN p. 34 gleichfalls erledigt. Ich möchte übrigens die Entscheidung dieser Frage bis zur genauen Untersuchung dieses Thieres verschieben, da leicht eine Verwechslung der Tastcilien des Rüssels selbst mit den Cilien des betreffenden Wimperkranzes stattgefunden haben kann.

Rhinops hat, wie aus HUDSON'S Zeichnung hervorgeht, einen Rüssel, der den ersten Wimperkranz bereits verlassen hat und im Begriff steht, den zweiten zu durchschreiten.

Was die Lage der Augen am Rande der Wimperscheibe bei den

Asplanchnen anbelangt, so müsste erst entwicklungsgeschichtlich festgestellt werden, ob diese Lage wirklich primär ist, ob bei diesen Thieren die Augenflecke dem Wimperkranze selbst angehören, oder ob sie nicht vielmehr nur dem Kranze genähert im Scheitelfelde liegen. Ich setzte seiner Zeit nur ein Stadium voraus, in welchem die Sinnesorgane innerhalb der Wimperkränze sich befanden, ob im Centrum oder anderswo ist dabei nebensächlich, das Hauptgewicht liegt darin, das eine Anzahl von Sinneszellen des Scheitelfeldes sich zu einem Organ vereinigte, welches die Wimperkränze durchbrach. Wenn in weiterer Ausführung die Hypothese aufgestellt wird, dass der Rüssel der Adineta, einer Form, welche, wie ich demnächst zeigen werde, von den Philodiniden abgeleitet und dem räuberischen Leben angepasst ist, sonst aber ganz gleichen Bau besitzt, »so sehr an die hakenförmig gebogene Platte, welche bei Stephanops, Colurus, Metopidia und Monura den Vorderrand des Kopfes überragt«, erinnern, dass der Rüssel der Philodiniden aus der Umbildung eines derartigen Stirnfortsatzes entstanden gedacht werden müsse, so brauchen wir als Erwiderung nur die gleich darauf folgenden Worte anzuführen: »Der einzige Unterschied zwischen dem kleinen Rüssel der Adineta und dem Stirnhaken eines Colurus besteht in den Tastbüscheln, welche jener zukommen und diesem fehlen.« Damit ist auch schon über diesen Versuch das Urtheil gesprochen. Niemals kann ein mit Sinnes- und Ganglienzellen reichlich versehenes, mit dem Gehirn unmittelbar in Verbindung stehendes Gebilde wie der Rüssel der Adineta und Philodiniden, welches bei manchen Formen sogar Augen trägt, mit einer einfachen Falte des Hautkörpers, welche gar keine Sinnesapparate zeigt, verglichen werden.

Endlich hat PLATE einen Umstand wohl übersehen, welcher seine Ableitung des Rüssels unmöglich macht und mich seiner Zeit zur Aufstellung meiner theoretischen Betrachtungen wesentlich veranlasste, dass nämlich im Rüssel des Rhinops das Gehirn enthalten ist, wie HUDSON angiebt. Von diesem Gehirn gehen Faserstränge an die Sinnesorgane des Rüssels. Nach ALLEN war meine Ansicht von der Homologie dieses Gebildes mit dem Gebiet der Scheitelplatte eine wohlbegründete. Meine Ansicht ist nun durch die entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse vollauf bestätigt worden. Thatsächlich bildet sich im Scheitelfelde eine der Scheitelplatte homologe Verdickung des Ektoderms, welche, in die Tiefe vorwachsend, den Haupttheil des Gehirns liefert, thatsächlich entsteht bei Callidina an dieser Stelle ein Hügel, welcher zum Rüssel wird, welcher erst durch das definitive Räderorgan aus dem von diesem umsäumten Felde hinaus verlegt wird.

Der ganze Vorgang weist darauf hin, dass die Wimperkränze dorsal unterbrochen wurden¹. Der Cuticularstreifen, welcher die Anlage der Wimperkränze bezeichnet, zieht ventral ununterbrochen vor dem Kopfhügel vorüber und schreitet nach dem Rücken vor und weicht erst zum Schluss seiner Bildung von seinem Wege ab, indem er jederseits an der Rüsselseite sich ventral wendet.

Für wichtig und für eine weitere Stütze halte ich es, dass auch bei *Melicerta* an der Stelle der ehemaligen Scheitelplatte ein Kopfhügel entsteht, welcher wieder sehr dem von *Brachionus* gleicht, jedoch in beiden Fällen nur eine Verlegung aus der Mitte des Scheitelfeldes nach der dorsalen Seite erfährt, ohne die Kränze zu durchbrechen. Es scheint die Tendenz der Bildung eines Kopfhügels also eine größere Verbreitung zu haben.

Was also die Wimperkränze und die Scheitelplatte anlangt, so können wir als gesicherte Homologien dafür das Räderorgan und die centrale Gehirnknospe der Rädertiere ansehen².

Damit sind auch die Einwände, welche von *TESSIN* gegen die Homologisierung der Wimperkränze bei den Rädertieren und der Trochophora erhoben worden sind, entgültig entkräftet worden. Schon *PLATE* hat, entgegen seiner früheren Ansicht, die diesbezüglichen Bedenken als nicht stichhaltig erklärt, indem er auf die vielfachen Modifikationen hinwies, welche der Wimperapparat bei den Annelidenlarven selbst erleidet, so dass das Fehlen einer geradezu minutiösen Übereinstimmung keinen besonderen Werth haben könne. Namentlich sei auf die Unterbrechung, welche der präorale Wimperkranz bei vielen Formen besitzt, kein großes Gewicht zu legen. Es tritt übrigens auch bei *Polygordius* eine solche Unterbrechung auf. *Melicerta* zeigt eine geradezu typische Form des präoralen Wimperkranzes, er tritt aber nicht überall gleichzeitig auf, sondern bildet sich vom Bauche aus gegen den Rücken fortschreitend aus, so dass auch er eine Zeit lang nicht ge-

¹ Eine Erklärung für den Grund dieser Ausscheidung dieser Sinneszellen ist wohl darin zu finden, dass es sich nicht nur um ein Freimachen des Wimperapparates von allen übrigen Organen zum ungehinderten Gebrauche und vor Allem um die Möglichkeit handelte, dasselbe einzuziehen, ohne den Kontakt mit der Außenwelt aufzugeben, sondern, dass auch die Ausbildung der Kriechbewegung einen wesentlichen Einfluss auf diesen Vorgang genommen haben wird.

² Dieser Nachweis ist nicht bloß für die Stellung der Rädertiere von Wichtigkeit, er wirkt auch auf die Trochophoratheorie zurück, welche wie jede Theorie mit jeder Frage, welche durch sie gelöst werden kann, an Werth gewinnt. Es ist gewiss ein gutes Zeugnis für diese Theorie, dass eine auf sie basirte vergleichend-anatomische Ableitung eine so umfassende Bestätigung durch die Entwicklungsgeschichte erfuh.

geschlossen ist. Ob nun auch überall ein postoraler Kranz sich entwickelt, scheint mir mit Hinweis auf die bekannten Modifikationen bei den Annelidenlarven mehr nebensächlich zu sein und es hat demnach die Frage, ob der Wimpersaum, welcher bei vielen Räderthieren unter den präoralen an den Mund zieht, dem postoralen Wimperkranz oder nur der Wimperrinne entspricht, nur untergeordnete Bedeutung.

Uns kann endlich auch nicht der Einwurf berühren, welchen PLATE erhoben hat, dass der Ringnerv einiger Annelidenlarven, der auch Pilidium zukommt, noch nicht im Räderorgan aufgefunden worden ist. Dieser Ringnerv ist ein zweifellos larvales Organ, ob von phyletischem Werthe oder nicht, ist hier gegenstandslos und verliert seine funktionelle Bedeutung mit der weiteren Ausbildung des Nervensystems. Es wäre daher seine Existenz bei den Räderthieren mit einem so entwickelten Nervensystem nicht einmal unbedingt nöthig. Bevor nicht neuerliche Untersuchungen darüber vorliegen, könnte diese Frage nicht in Betracht gezogen werden. Ob die Philodiniden mit ihrem stark modificirten Räderorgan überhaupt zur Entscheidung herangezogen werden dürfen, scheint mir sehr unsicher zu sein. Ein Ringnerv könnte höchstens bei ursprünglicheren Formen gesucht werden. Übrigens wissen wir auch über die Trochophora von Mollusken noch nichts hinsichtlich eines Ringnerven und gerade sie steht dem Räderthiere sehr nahe.

Ich möchte nur noch kurz erwähnen, dass JOLIET die ventrale Depression bei *Melicerta*-Embryonen, aus welcher zum größten Theil das Kugelchenorgan wird, unter Hinweis auf das Räderorgan bei *Diglena forcipata* (einem einfachen Wimperfelde, in dessen Mitte der Mund liegt) als das primitive Räderorgan betrachtet. Dass dieses Wimperfeld mit dem Räderorgan nichts zu thun hat, ist durch die Embryologie der *Melicerta* hinreichend festgestellt, indem sich dasselbe ganz unabhängig von der ventralen Depression anlegt. PLATE hat richtigerweise schon einmal den Gedanken, in den reducirten Wimperorganen von *Notommata aurita* Ehr., *ansata* Ehr., *Tardigrada* Leyd., *saccigera* Ehr., *Diglena forcipata* Ehr., *Giraffa* Gosse, *Adineta vaga* primäre Verhältnisse erblicken zu wollen, zurückgewiesen. Die Entwicklungsgeschichte würde einem solchen Versuche keine Stütze bieten. In wie weit das Räderorgan der Trochophoraform an der Erzeugung der erwähnten rückgebildeten Wimperorgane theiligt ist, wird für jeden Fall erst festgestellt werden müssen. Wahrscheinlich werden die hinter dem Munde liegenden Theile des Wimperapparates nichts mit dem Räderorgan zu thun haben, sondern auf eine eigene postorale und ventrale Bewimperung der Haut zurückzuführen.

ren sein. Ich betrachte diese Bewimperung, sowie das Wimperfeld bei *Melicerta* und die Wimperstreifen der *Gastrotricha* als Reste der von den Turbellarien überkommenen allgemeinen Bewimperung der Haut, wie sie auch noch in größerer oder geringerer Ausdehnung bei Trochophorae von Mollusken und Anneliden und bei *Dinophilus* erhalten sind. Die von BALFOUR und SALENSKY betonte phylogenetische Beziehung der Turbellarien (*Pilidium*) und der Räderthiere etc. anerkennend, muss ich auch TESSIN Recht geben, wenn er in den seitlichen Lappen, welche in der Entwicklung der Rädertierembryonen auftreten, Anklänge an die Lappen des *Pilidium* sieht. Allerdings tritt die Trochogastrula (SALENSKY) = Protrochophora (HATSCHKE) nur als ein embryonales, rasch vorübergehendes Stadium auf, wie schon SALENSKY seiner Zeit erkannte, da die Rädertiere einer umfassenderen Metamorphose entbehren.

Das Exkretionssystem ist bis jetzt unbestritten der Kopfniere gleichgesetzt worden, es hat sich kein Anzeichen erhoben, dass diese Homologie unbegründet wäre. Von Interesse ist es, dass bei manchen Trochophorae, wie z. B. von *Echiurus*, die Endzellen sogar sehr den Flimmerlappen, wie sie bis jetzt bei *Asplanchna amphora* und *Callidina* beschrieben worden sind, gleichen, so dass sie beide auf die Wimperzellen bei den Turbellarien bezogen werden können.

Der Darmkanal mit ektodermalem Vorderdarm, entodermalem Mittel- und Hinterdarm und ektodermalem Enddarm findet seine Homologa in den entsprechenden Abschnitten bei Larven von höheren Würmern, Mollusken etc.

Ferner sprechen die Muskeln sehr zu Gunsten einer Vergleichung, denn abgesehen vom gleichen Charakter derselben finden wir die z. B. bei *Teredo* zur Ausbildung kommenden großen larvalen Längsmuskel in gleicher Art und mit gleicher Funktion bei den Rädertieren wieder. Die beiden im Scheitelfelde sich inserirenden Muskelpaare treffen wir in den ventralen und dorsalen Rückziehern des Räderorgans, beziehungsweise des Rüssels, wieder, die vor den Wimperkränzen an die Haut sich ansetzenden großen Fasern sind ebenfalls zu finden und zwar in den paarigen dorsalen und ventralen Muskeln zum Vorderende, welche bei den Rädertieren vor dem Räderorgane an der Haut sich inseriren. Es sind dies Muskeln, die ich für alle Rädertiere, so weit unsere Kenntnisse reichen, als typisch nachweisen konnte¹.

Zudem ist noch ein Umstand hervorzuheben, auf den ich hinzuweisen Veranlassung nehme. Die bisher von mir darauf hin untersuchten *Callidinen* und *Discopus* besitzen ein ziemlich bedeutend-

¹ Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLVII. p. 374. Grazer Arbeiten. Bd. II. p. 462.

des subösophageales Ganglion, welches auf Schnitten nachgewiesen werden kann, jedoch auch in Totopräparaten nach Färbung deutlich genug erscheint. Es liegt auf der Bauchseite der Pharynxwand an und ist durch die Speicheldrüsen für gewöhnlich den Blicken entzogen. Bei dem für das Studium der Nerven-anatomie günstigen *Discopus* findet man, dass dieses Ganglion mit dem ventralen hinteren Längsnerven in Verbindung steht. Dieses Ganglion wird aus der hinter dem Munde auf der Bauchseite befindlichen Ektodermverdickung angelegt und löst sich erst später von dem äußeren Keimblatte ab, um an den Pharynx unter den Ösophagus zu rücken. Diese Entstehungsweise erinnert lebhaft an die eines subösophagealen Ganglions bei *Teredo*. HATSCHEK¹ beschreibt das Auftreten einer medianen Ektodermverdickung am Rumpfe der Trochophora als Anlage der ventralen Ganglienmasse, welche sich später vom Ektoderm loslöst und das Fußganglion bildet. Sowohl die gleiche Entstehung beider Ganglien als ihre gleiche Lagerung in den der Trochophora so nahe stehenden Stadien berechtigt zur Anschauung, dass man es hier mit einem homologen Gebilde zu thun habe. Damit ist ein neuer Fingerzeig für die Stellung der Räderthiere gegeben.

Der erwähnte Forscher² nimmt für *Sipunculus* eine ungegliederte Stammform mit einem primitiven Centralnervensystem des Rumpfes an, »von welchem das Bauchmark sowohl bei *Sipunculus*, *Sagitta*, *Brachiopoden*, *Mollusken* (Pedalnerven) als auch bei Archianneliden sich ableiten ließe«. Dieser Stammform stehen das Räderthier und die Trochophora von *Teredo* mit ihrem einfachen Bauchganglion jedenfalls sehr nahe. Es gewinnen somit die Räderthiere nicht bloß Beziehungen zu den Anneliden, sondern noch viel nähere zu den Mollusken und den anderen oben angeführten Gruppen; sie haben das Bauchganglion nach seiner Abspaltung vom Ektoderm in einfacher Form erhalten³. Es dürfte demnach das subösophageale Ganglion der Anlage des Pedalganglions der Mollusken, dem Bauchganglion der Chaetognathen und dem subösophagealen Ganglion des Schlundringes bei den Brachiopoden homolog sein⁴.

¹ B. HATSCHEK, Über die Entwicklungsgeschichte von *Teredo*. Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. III. 1880. p. 15.

² B. HATSCHEK, Über die Entwicklung von *Sipunculus nudus*. Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. V. 1884. p. 70.

³ Auch die weiter oben angedeutete Ableitung der Kruster von einem trochophoraähnlichen Ahnen wird durch den Nachweis dieses Ganglions, welches in Lage und Entstehungsart dem unteren Schlundganglion bei niederen Krebsen (*Cetochilus*) gleichkommt, gestützt.

⁴ Auch die von GOETTE und GANIN beschriebene getrennte Anlage des Gehirns

Als eine Konsequenz würde sich ergeben, dass die nach hinten ziehenden Nerven nicht in Gänze der Schlundkommissur der Metanephridiozoa entsprechen würden, sondern nur so weit, bis sie an das subösophageale Ganglion die verbindende Faser abgegeben haben. Diese »Schlundkommissur« der Räderthiere ist nur in ihrer weiteren Ausbildung (Callidina) aus einheitlichen Strängen geformt, bei *Discopus* ist im Gegensatz zu dem konzentrierten Gehirn und subösophagealen Ganglion ein lockerer Komplex von Ganglienzellen vorhanden »periencephalische Zellen«, aus denen erst der Hauptnerv hervorgeht. Die Nerven laufen nach der Kommissurbildung noch weiter nach hinten und enden in Ganglien am Hinterende.

Es können trotzdem diese Nerven den Seitennerven der Turbellarien entsprechen, das heißt das subösophageale Ganglion hätte sich den vorhandenen, von den Turbellarien überkommenen Nerven eingefügt.

Ob es sich im Anschluss an die »lateralen« Taster, oder ein anderes Sinnesorgan entwickelt hat, entzieht sich vor der Hand noch der sicheren Beurtheilung. Ich zweifle nicht, dass sich dieses postorale Ganglion auch bei den anderen Räderthieren findet, und da ist es nicht so unwahrscheinlich, dass die »lateralen« Nervenstränge der lateralen Taster dorthin laufen. Der eigentliche Ursprung dieser Nerven ist dort noch nicht gesehen worden, die bisherigen Beschreibungen besagen, dass die Nerven in ihrem Laufe nicht aufs Gehirn zielen. PLATE¹ versichert, er habe sich bei *Hydatina*, *Brachionus* und *Asplanchna* »auf das bestimmteste davon überzeugt, dass sie sich der Ventralseite nähern und nach vorn bis zu der vorderen Verknäuelung des Wassergefäßes laufen, ohne mit dem Centralorgan zu communiciren«. Es ist leicht möglich, dass diese Nerven dem subösophagealen Ganglion zugehören und ihre Verbindung mit dem Gehirn eine ähnliche ist, wie bei *Discopus*, nämlich durch lockere Ganglienzellen. Ob die zwei Nervenpaare der Philodiniden auch bei den übrigen Räderthieren zu finden sind, ob sie beide zusammen den lateralen Nerven derselben entsprechen, muss späterer Entscheidung vorbehalten bleiben. Die Philodiniden sind ohne laterale Taster, und da sie abgeleitete Formen sind, wie schon das Verhalten des Räderorgans und Rüssels beweist, dürfte dies eine Rückbildung sein, so dass wir, bei Erfüllung der obigen

und der Bauchganglien bei den Nematoden fällt innerhalb der Grenzen der Bildungsart des Nervensystems bei den Räderthieren und macht es möglich, die Nematoden den Rotatorien näher zu bringen.

¹ L. PLATE, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jen. Zeitschr. Bd. XIX. N. F. XII. p. 94.

Voraussetzung, die Möglichkeit, deren subösophageales Ganglion auf laterale Taster zurückführen zu können, nicht aus dem Auge lassen dürfen.

Nach dieser Abschweifung zurückkehrend, möchte ich bemerken, dass das Nervensystem der Räderthiere Ähnlichkeiten mit dem der niederen Mollusken zu besitzen scheint. Hier wie dort ein Centrum über dem Schlunde, von welchem zwei Paare Nerven entspringen, ein ventrales und ein seitliches. Das erstere hängt mit dem subösophagealen Ganglion zusammen und endet, wie auch das letztere, am hinteren Körperende in Ganglienzellgruppen. Wir können der Lage nach das erstere den Pedalnerven und das letztere den Pallialnerven vergleichen. Auch ein Ganglion, den Sublingualganglien gleichgelagert, finden wir bei *Discopus* in der ventralen Ganglienzelle unter dem Schlunde. Besonders die *Solenogastres* könnten diesbezüglich angezogen werden, indem ein Schema des Nervensystems derselben und der Räderthiere große Übereinstimmung zeigen würde, wenn von der unpaaren Ausbildung des »Sublingual-« und »vorderen Pedalganglions« bei den Rotatorien abgesehen wird. In wie fern Homologien zwischen den Nerven dieser Thiere mit primärer und den *Solenogastres* mit sekundärer Leibeshöhle bestehen können, musste erst festgestellt werden.

Jedenfalls hat aber durch den Nachweis des subösophagealen Ganglions bei den Räderthieren und der Entstehungsart derselben die Annahme einer ungegliederten Stammform mit einem primitiven Bauchganglion für die oben erwähnten Thiergruppen eine Stütze gewonnen. Eben so erleichtert die Auffindung des Bauchganglions eine Vorstellung von der Ableitung der Bryozoen von eben dieser Stammform. Die Bryozoenlarven werden dermalen so aufgefasst, dass das mit Wimpern und einer Drüse versehene Hinterende der Larve dem Scheitelfelde resp. der Scheitelplatte der Trochophora gleich gehalten wird. Allerdings setzt eine solche Annahme erhebliche Umwandlungen voraus, ist jedoch die am meisten glaubwürdige. Bei dieser Orientierung der Bryozoenlarven ist das zwischen dem Mund und After gelegene Ganglion, welches das hauptsächlichste Nervencentrum darstellt, dem ventralen Ganglion der Tereidlarve und dem subösophagealen Ganglion der Räderthiere gleich zu halten.

PLATE¹ vergleicht dagegen den terminalen Wimperbüschel, welchen manche Männchen und junge Weibchen der Räderthiere (*Melicerta*, *Lacinularia*, *Brachionus*) besitzen, mit dem terminalen Cilienbüschel mancher Bryozoenlarven. Dies hat zur Folge, dass diese Partie nicht

¹ L. PLATE, Beiträge zur Naturgeschichte der Räderthiere. Jen. Zeitschr. Bd. XIX. p. 416.

der Umbrella, sondern der Subumbrella der Trochophora gleich zu setzen und dass das Ganglion der Bryozoen als das Scheitganglion und nicht als die subösophageale Ganglienmasse zu betrachten wäre. Demnach müsste der After sekundär in das angenommene Scheitelfeld eingedrungen sein, welche Anschauung jedoch nicht durch die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte gestützt ist, da im Gegentheil die Entoprokten den primären Stand darzustellen scheinen. Der perianale Wimperkranz der Annelidenlarven könnte dagegen immerhin diesem Wimperbüschel der Räderthiere entsprechen, da er sich an derselben Stelle findet, an der ehemals der After lag.

So weit stimmen die Bauverhältnisse der Räderthiere mit den Charakteren einer Trochophora ganz überein. Es wird nun aber von HATSCHEK¹ noch ein charakteristisches Organ für die Trochophora verlangt, nämlich die Mesodermstreifen des Rumpfes. Diese fehlen in der Entwicklung der Räderthiere gänzlich. Es lässt sich bisher nichts heranziehen, welches dem Vergleich mit solchen Streifen gewachsen wäre.

Demnach lassen sich die Räderthiere nicht als Trochophorae im angegebenen strengen Sinne ansehen, sondern sie stehen unter diesem Stadium. Das Fehlen einer Mesodermanlage in der Entwicklung widerlegt auch die LANG'sche Ansicht, dass die Räderthiere geschlechtsreif gewordene Annelidenlarven seien. In einem solchen Falle würde man mit Recht als Beweis das Auftreten von so charakteristischen Anlagen wie Polzellen und wenigstens primären Mesodermstreifen verlangen.

Die Rotatorien dürften demnach in ihrer Ontogenie wichtige Aufschlüsse über die Mesodermanlage und die Stammesgeschichte zunächst der Anneliden und Mollusken enthalten.

Wenn wir die Stellung der Räderthiere mit kurzen Worten zusammenfassen, werden wir aussprechen müssen, dass die Räderthiere tiefer stehen wie die mit Mesodermstreifen versehenen Larven der Anneliden und Mollusken, und dass sie der hypothetischen Stammform dieser Gruppen, wie der der Bryozoen, Brachiopoden und Chätognathen, sehr nahe stehen. Damit ist auch ihre systematische Stellung gekennzeichnet. Dabei ist jedoch nicht aus dem Auge zu verlieren, dass auch viele Räderthiere innerhalb des ihnen zukommenden Typus sich gewiss auch weiter umgewandelt haben, wenn sich auch der Hauptsache nach die Organisation der Stammform erhalten hat. Die Thatsache, dass das Entoderm ursprünglich bis zum Hinterende reichte, wie die Ontogenie zeigt, im erwachsenen Thiere jedoch einer ektodermalen Klebdrüse Platz gemacht hat, welche das Hinterende ausfüllt,

¹ B. HATSCHEK, »Über die Entwicklungsgeschichte von Echiurus«. p. 3.

weist auf solche Umänderungen hin. Diese Drüse tritt in gleicher Ausbildung und Lagebeziehung zum After auch bei den Gastrotrichen auf. In wie fern sie ausschließlich diesen beiden Thiergruppen zukommt und eine sekundäre Bildung darstellt, entzieht sich noch der Beurtheilung. Für die Möglichkeit, solche Drüsen am Hinterende als einen Charakter der erwähnten hypothetischen Stammform ansehen zu dürfen, spricht vor der Hand eben nichts, wenn wir nicht rudimentäre Gebilde heranziehen, wie die Analblasen von Annelidenlarven, welche gleichfalls ektodermalen Ursprungs sind und von SALENSKY für Drüsen, von HATSCHKE für eine larvale Skelettbildung, von KLEINENBERG als ein Homologon des Bauchschildes für ein Gebilde unbekannter Funktion gehalten werden. Für eine Drüse glaubt der letztere Forscher es nicht erklären zu können, da Ausführungsgänge fehlen. Vielleicht hat die Stammform Hautdrüsen am Hinterende besessen, welche sich erst bei den Räderthieren und Gastrotrichen weiter entwickelten. Dafür spricht, dass der Schwanz so spät ausgebildet wird und in der Fertigstellung weit hinter dem Räderorgan, Scheitelplatte etc. kommt.

Die Räderthiere und Gastrotrichen zeigen noch eine Eigentümlichkeit der Organisation, welche weitere Aufklärung hinsichtlich ihres phylogenetischen Werthes erheischen. Ich meine die sogenannten dorsalen und lateralen Taster, welche den Larven der verwandten Gruppen zu fehlen scheinen. Bei *Callidina* tritt die Anlage jenes Gehirnthheiles, welcher im Anschluss an den hier allein vorhandenen dorsalen Taster entsteht, so viel früher auf als die Scheitelplatte, dass dieser Umstand die Frage aufwerfen lässt, ob man es hier mit einem ursprünglichen Zeitverhältnisse zu thun habe. Die Entscheidung dieser Frage nach den an einer Form allein gemachten Erfahrungen muss ich einstweilen ablehnen, bis durch weitere Untersuchungen größere Ausblicke gewonnen sind. Gewiss ist aber in jedem Falle die Zusammensetzung des Gehirns aus zwei verschiedenen Anlagen bemerkenswerth genug, zumal die eine derselben aus einem außerhalb des Scheitelfeldes gelegenen Gebiet des Ektoderms erfolgt. Ich will hier nur die Möglichkeiten andeuten, welche künftige Studien zu Tage fördern können. Entweder ist die zeitliche Reihenfolge überall dieselbe wie bei *Callidina*, dann wird man sich wohl vor die Nothwendigkeit gestellt sehen, die Thatsache, dass die Räderthiere vor der Entstehung der Scheitelplatte ein der Subumbrella angehöriges dorsales Nervencentrum besitzen, phylogenetisch zu verwerthen, in welchem Falle den Tastern eine entsprechende Bedeutung beizulegen wäre; oder eine solche Zeitfolge findet nicht allgemein statt, dann könnte man die Taster als eine erworbene, in der Entwicklung früh auftretende und

dieselbe beeinflussende Eigenschaft ansehen. Eine dritte Möglichkeit möchte ich noch andeuten. Die Scheitelplatte wird bei *Callidina* erst durch einen sekundären Process aus dem von den Kränzen umsäumten Felde geschoben und liegt beim entwickelten Thiere außerhalb desselben, das heißt jene Stelle, wo sie entstanden, liegt dann außerhalb desselben. Es wäre nun denkbar, dass auch das dorsale Tastergebiet ursprünglich dem Scheitelfelde angehörte und einer ähnlichen Lageveränderung seinen jetzigen Platz verdankte.

Es lässt sich also jetzt noch nicht entscheiden, in wie weit die für die Räderthiere und Gastrotrichen typischen Charaktere der dorsalen und lateralen Taster nur der Stammform dieser allein oder auch der oben erwähnten gemeinsamen Ahnenform für die angeführten Gruppen angehören, ob also der trochophoraähnliche Ahne der Gastrotrichen und Räderthiere selbst in den Kreis der erwähnten Stammform fällt oder ob er von derselben selbst erst abgeleitet ist. Dass bei der Einbeziehung der Rotatorien in spekulative Betrachtungen auch die Gastrotrichen mit berücksichtigt werden müssen, dürfte bei der nahen Verwandtschaft beider und in Folge des Umstandes, dass die letzteren in manchen Dingen viel ursprünglichere Verhältnisse zeigen, wie ich nachweisen konnte¹, nicht weiter zu begründen sein.

So viel geht aus den vorliegenden Betrachtungen hervor, dass die Räderthiere bis auf die fehlenden Mesodermstreifen und Urmesodermzellen die der Trochophora zukommenden Charaktere zeigen. Durch den Besitz eines postoralen ventralen Ganglions nähern sie sich der Trochophora der Mollusken und stehen auch der Stammform der Nematoden, Bryozoen; Brachiopoden und Chätognathen sehr nahe. Durch den Besitz eines postabdominalen Abschnittes während der Embryonalentwicklung und die Ausbildung beweglicher Ruder bei Hexarthra leiten sie zu den Crustaceen hinüber. In der Embryogenie der Räderthiere ist ferner der Hinweis zu finden, dass sie von der Protochophora der Plathelminthen abzuleiten sind.

Nachschrift.

Nach Vollendung vorstehender Arbeit erschien das III. Heft von HATSCHEK'S Lehrbuch der Zoologie und die Arbeit von MASIUS, »Contribution a l'étude des Rotateurs«, Arch. d. Biol. v. BENEDEN. Tome X. 1890 (1891). Eine eingehende Benutzung dieser beiden die Räderthiere

¹ Die Gastrotrichen. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XLIX. p. 369—379. Arb. Zool. Inst. Graz. Bd. III. p. 459—469. 1889.

betreffenden Schriften war demnach unmöglich und ich muss mich begnügen, zwei Punkte hervorzuheben. MASIUS fand bei *Asplanchna helvetica* ebensolche Cilien am freien Ende der Wimperflammen; wie ROUSSELET (vgl. p. 22 meiner Arbeit), und theilt ihnen die gleiche Funktion zu wie ich; HATSCHKEK nimmt für die Trochophora als ursprünglichen Charakter den Besitz von dorsalen und lateralen Tastern, wie sie den Räderthieren zukommen, an, während ich diese Frage offen ließ.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Callidina russeola* und sind in 430-facher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 1. Ei von der linken Seite gesehen. Bald nach dem Ausstoßen des Richtungskörperchens *R*.

Fig. 2. Ei von der dorsalen Seite gesehen. Das Plasma um das Richtungskörperchen ist in amöboider Bewegung.

Fig. 3. Ei von der rechten Seite gesehen mit beginnender Kerntheilung. *I*, der animal-vegetative Kern; *A*, der animale Kern.

Fig. 4. Ei von der rechten Seite. Das Richtungskörperchen ist an den oberen Pol verschoben worden und zeigt wie das umgebende Plasma des Eies amöboide Bewegung. Die Plasmastrahlung wandert mit ihren Centren aus einander.

Fig. 5. Die Achse der Kernspindel stellt sich senkrecht zur Eiachse, die Pfeile deuten die Verschiebungsrichtung an. Die dunklere Kerntheilungsfigur bezeichnet die frühere Stellung. Die erste meridionale Furche schneidet etwas schief zur Eiachse ein kleineres Stück *A* ab.

Fig. 6. Die Drehung der beiden Blastomeren beginnt, die animale Partie *A* wandert an den unteren, die gemischte *I* an den oberen Eipol. Die Eihaut wird dabei stark angespannt. Das Richtungskörperchen wird der Furche genähert.

Fig. 7. Ruhestadium, nachdem die Blastomeren an ihrem Platze angelangt. Die kleinere *A* überragt mützenförmig die größere *I*. Das Ei ist bilateral-symmetrisch.

Fig. 8. Ei vom Rücken gesehen. Die zweite meridionale Theilfurche trennt von *I* ein kleineres Stück animalen Plasmas ab (*II*). *Do*, Dotterschollen.

Fig. 9. Die zweite meridionale Furche tritt auch im Segment *A* auf, gleichzeitig wandert *II* herab gegen den unteren Pol.

Fig. 10. Die Theilung der Zelle *A* ist vollendet, ihre Theilstücke *a*, *b* und die Blastomeren *II* und *I* egalisieren sich zur bilateralen Symmetrie.

Fig. 11. Das Ei im selben Stadium von der Bauchseite gesehen.

Fig. 12. Das Ei im selben Stadium von der rechten Seite. Bezeichnung wie in Fig. 10.

Fig. 13. Bauchansicht. Auftreten der ersten äquatorialen Furche, welche von *I* ein kleineres Stück *III* abschneidet, welches genau in der ventralen Medianlinie des Eies liegt.

Fig. 14. Dasselbe Stadium von der rechten Seite. Ruhepause nach vollzogener Verschiebung der animalen Blastomeren *a*, *b*; *II*, durch das Blastomer *III*. Ver gleiche Fig. 12.

Fig. 15. Rechte Seitenansicht. Die Äquatorialfurche ergreift das rechts liegende Segment *II* und theilt es in *II*₁ und *II*₂. Die Segmente *a* und *b* sind noch ungetheilt.

Fig. 16. Ei vom Rücken gesehen. Asymmetrie der Anordnung der Blastomeren, hervorgebracht durch die frühere Theilung der Zelle *II*.

Fig. 17. Dasselbe Stadium von der Ventralseite gesehen.

Fig. 18. Von links gesehen. Die erste äquatoriale Furche ergreift auch die letzten beiden noch ungetheilten Segmente und zerlegt sie in die Stücke *a*₁, *a*₂ und *b*₁, *b*₂.

Fig. 19. Rechte Seitenansicht. Die Blastomeren beginnen sich symmetrisch einzustellen. Das Richtungskörperchen wird etwas nach dem oberen Pol geschoben.

Fig. 20. Bauchansicht. Die Egalisirung ist vollendet. Die zarten Linien bezeichnen die dorsalen Grenzen der Zellen. Bezeichnung wie Fig. 18.

Fig. 21. Rechte Seitenansicht. Dasselbe Stadium. Das Richtungskörperchen ist dem oberen Pole noch mehr genähert. Bezeichnung wie Fig. 18.

Tafel II.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Callidina russeola* und sind in 450-facher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 22. Rechte Seitenansicht. Die Zelle *I* wird bereits durch die zweite Äquatorialfurche getheilt. Das abgespaltene Stück *IV* drängt *III* gegen den unteren Pol, die Zellen *b*₁, *b*₂, *II*₁, *II*₂, *a*₁, *a*₂ weichen nach dem oberen Pole aus.

Fig. 23. Ventralansicht desselben Stadiums.

Fig. 24. Ventralansicht. An der Zelle *I* tritt die dritte Äquatorialfurche auf und trennt das Stück *V* ab.

Fig. 25. Dasselbe Stadium von der linken Seite. Die dorsalen und lateralen Zellen sind der Längsachse des Eies parallel geworden. Das Richtungskörperchen befindet sich nahe dem oberen Pol.

Fig. 26. Rechte Seitenansicht. Die zweite und dritte Äquatorialfurche tritt auch an den dorsalen und lateralen Zellen, zunächst an *II*₁, *II*₂ auf. Es resultiren vier Reihen von je vier Zellen, von welchen die ventrale Reihe mit Zelle *I* am umfangreichsten ist.

Fig. 27. Ventralansicht. Die Zelle *I* wird durch die Theilung der Zelle *III* in *III*₁ und *III*₂ aus der ventralen Reihe ausgeschlossen. Es entstehen vier Zellreihen mit je vier Zellen und einer großen Zelle (*I*) am oberen Pol. Beginnendes Gastrulastadium.

Fig. 28. Dorsalansicht desselben Stadiums. Die Zellreihe *b* ist ganz dorsal gelagert, Zellreihen *a* und *II* lateral. Die vordersten dieser Zellen sind stark granulirt.

Fig. 29. Ansicht von der Bauchseite. Die ventralen Zellen zunächst *IV* und *V*, werden meridional getheilt in *IV*_α, *IV*_β, *V*_α, *V*_β.

Fig. 30. Dieselbe Ansicht. Die meridionale Furche hat auch die Zellen *III*₁ und *III*₂ ergriffen. Die Zelle *I* giebt durch eine äquatoriale Theilung die Zelle *VI* ab.

Fig. 31. Dorsalansicht. Die meridionale Furche hat alle übrigen oberflächlichen Zellen (Ektoderm) getheilt. Die große Zelle *I* (Entoderm) sinkt in die Tiefe ein.

Fig. 32—35 sind durchsichtig gedacht gezeichnet.

Fig. 32. Dorsalansicht (gewöhnlicher Vorgang). Die meridionale Furche theilt

eben die Ektodermzellen mit Ausnahme der vordersten drei. Die Entodermzelle ist bis auf das Prostoma vom Ektoderm bedeckt und hat sich getheilt; E_1 und E_2 die zwei vorderen, e die hintere Entodermzelle.

Fig. 33. Seitenansicht. Die meridionale Theilung der granulirten vordersten drei Zellen beginnt. Die rechte Seite ist wie immer voraus. E_2 die vordere rechte, e die hintere Entodermzelle.

Fig. 34. Bauchansicht. Die Ektodermzellen werden über die Dorsalseite nach der Bauchseite geschoben, voran die sechs granulirten Zellen Gr . Nach einem Ei gezeichnet, in welchem die Entodermzelle erst in zwei hinter einander liegende Stücke E und e getheilt ist.

Fig. 35. Ein ähnliches Stadium; die granulirten Zellen schieben sich zum Theil über einander. Die Entodermzelle ist schon getheilt in die vorderen Zellen E_1 und E_2 und die hintere e .

Fig. 36. Schnitt durch ein etwas späteres Stadium. Die Bauchseite liegt rechts. Die granulirten Zellen werden in das Innere gedrückt. Die Zelle e hat sich in eine obere (eo) und eine untere (eu) getheilt.

Fig. 37. Gleiche Seitenlage. Das Ektoderm der rechten Seite ist abgelöst gedacht. Die granulirten Zellen sinken in eine Vertiefung ein und werden vom hellen Ektoderm überwachsen. Die vorderen Entodermzellen haben je eine kleine Zelle ϵ abgegeben.

Fig. 38. Dieselbe Lage, etwas gedreht. Die granulirten Zellen sind ganz überwachsen.

Fig. 39. Die granulirten Zellen nehmen den vorderen Theil des Embryo ein. Das Ektoderm der Dorsalseite ist über den oberen Pol weit herabgerückt. Die Verschlussstelle deutlich, da das ventrale Ektoderm großzellig ist.

Fig. 40. Gleiches Stadium von der Bauchseite (Embryo durchsichtig gedacht). P , die Verschlussstelle des Ektoderms; Gr , die granulirten Zellen; E_1 , E_2 die vorderen, ϵ_1 , ϵ_2 die mittleren (ventralen), e_1 , e_2 die hinteren Entodermzellen.

Fig. 41. Ein etwas späteres Stadium. Die granulirten Zellen theilen sich lebhaft.

Fig. 42. Schnitt durch dasselbe Stadium. Die granulirten Zellen ordnen sich zweischichtig an. Bauchseite linker Hand. P , die Verschlussstelle des Ektoderms. Die übrigen Bezeichnungen gleich Fig. 40.

Tafel III.

Die Fig. 43—53 sind in 450facher, Fig. 54—57 in 650facher Vergrößerung gezeichnet. Sämmtliche von *Callidina russeola*.

Fig. 43. Ventralansicht. Die granulirten Zellen haben sich zu einer zweischichtigen Platte von symmetrischer Anordnung der Zellen ausgedehnt. E_1 , E_2 die vorderen, ϵ_1 , ϵ_2 die mittleren, eo_1 , eo_2 die oberen hinteren Entodermzellen.

Fig. 44. Dieselbe Ansicht wie Fig. 43. Das Ektoderm der Bauchseite ist bis auf die den Mund (Ma) bildenden Zellen entfernt gedacht. Die granulirten Zellen haben sich concentrisch zur Mundeinstülpung angeordnet. Die vorderen Entodermzellen E_1 , E_2 sind über die mittleren geglitten; die letzteren haben sich in je drei, fast symmetrisch angeordnete, Zellen ϵ_1 , ϵ_2 getheilt. Die hinteren Zellen eo_1 , eo_2 sind ungetheilt.

Fig. 45. Dasselbe Stadium der rechten Seite. Auch die oberen Entodermzellen (E in den früheren Figuren) haben sich getheilt und bilden mit den ehemals mittleren eine kugelige großzellige Masse, den künftigen Darm D . eu_1 , eo_1 , die untere und obere hintere Entodermzelle der rechten Seite.

Fig. 46. Gleiche Seitenansicht. Unterlippe und Schwanz werden gebildet *U* und *S*; *Md*, Mund; *K*, die Erhebung des Ektoderms am Kopfe; *Gr*, granulirte Zellen; *D*, Darmzellen; *e₁*, die Theilungsprodukte der vier hinteren Entodermzellen.

Fig. 47. Dasselbe Stadium wie in der vorigen Figur. Bauchseite. *K*, Ektoderm-erhebung (Kopfplatte); *L*, Seitenwülste; *Md*, Mund; *S*, Schwanz; *Sp*, Spalte, welche Schwanz und Unterlippe (*U*) trennt.

Fig. 48. Von der rechten Seite gesehen. *V*, vorn. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 47.

Fig. 49. Bauchansicht. *V*, vorn; *K*, Kopfplatte; *U*, Unterlippe; *S*, Schwanz.

Fig. 50. Bauchansicht. Erstes Vorwachsen des Schwanzes *S*; *M*, Mund; *K*, Kopfplatte.

Fig. 51. Längsschnitt von dem Stadium Fig. 50. *E*, Entoderm; *Gr*, granulirte Zellen; *K*, Kopfplatte; *M*, Mund; *S*, Schwanz; *U*, Unterlippe.

Fig. 52. Der Kopftheil wächst stärker und drängt den Schwanz nach hinten. *G*, Genitalanlage; *Ph*, Pharynxanlage.

Fig. 53. Linke Seitenansicht. Zweites Vorwachsen des Schwanzes *S*. *K*, Kopfplatte; *R*, Rückenseite.

Fig. 54—57 gleiche Lage wie Fig. 53.

Fig. 54. Bildung der ersten Gehirnknospe *C₁*. *D*, Darm; *Ef*, Entoderm des Fußes; *G*, Genitalanlage; *K*, Kopfplatte; *Kl*, Klebdrüsenanlage; *P*, seitliche Speicheldrüse; *Ph*, Pharynx; *S*, Schwanz; *Sp*, dorsale Speicheldrüse.

Fig. 55. Bildung der zweiten Gehirnknospe *C₂*. *K*, stark lichtbrechende Kerne, *R*, Rand der Kopfplatte; *U*, Unterlippe. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 54.

Fig. 56. Streckung des Embryo. *De*, Deckelspalte. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 54.

Fig. 57. Anlage des Afters *A*. *Ki*, Kiefer; *Rü*, Kopfhügel (Rüssel). Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 54.

Fig. 58. Kiefer von *Callidina russeola*. *L*, Leisten; *F*, Flügelfortsatz. 1600 : 1.

Tafel IV.

Sämmtliche Figuren sind in 650facher Vergrößerung gezeichnet und beziehen sich auf *Callidina russeola*.

Fig. 59. Rechte Seitenansicht. *G*, Genitalanlage; *D*, Darm; *Ph*, Pharynx; *R*, Räderorganlappen; *Rü*, Rüsselanlage; *S*, Schwanz.

Fig. 60. Drei Viertel Bauchansicht. *Ez*, Ektodermzelle am Ende des Cuticularstreifens *Cu*; *M*, Mund; *Rü*, Rüssel; *S*, Schwanz; *W*, Mundwülste.

Fig. 61. Bauchansicht. *A*, After; *Ro*, Fläche des Räderorgans; *Zi*, Ektodermzipfel desselben. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 60.

Fig. 62. Rechte Seitenansicht. *A*, After; *D*, Mitteldarm; *C*, Gehirn; *Cu*, Cuticularstreifen; *Ef*, Entoderm des Schwanzes; *Ez*, Ektodermzellen; *G*, Genitalanlagen; *K*, Kiefer; *Kl*, Klebdrüse; *Ph*, Pharynx; *Mu*, Räderorganmuskel; *Rü*, Rüssel; *Ri*, Fläche des Räderorgans; *S*, Schwanz; *Sp*, Speicheldrüse; *y*, körnige Zellen der Rüsselbasis; *W*, Wülste des Mundrandes; *Zi*, Zipfel des Räderorgans.

Fig. 63. Bauchansicht. *h* hinterer, *v* vorderer Kontour der Mundhöhle; *Mr*, Mundrand; *x*, helle große Kerne im Rüssel. Die übrige Bezeichnung wie Fig. 62. *W*, die vorgebauchten Theile der Mundwülste.

Fig. 64. Rechte Seitenansicht. *M*, Unterlippe. Die übrige Bezeichnung wie Fig. 62. Die Genitalanlage erhält eine Umhüllung.

Fig. 65. Auswachsen des Schwanzes *S*. *Cu*, Cuticularstreifen; *D*, Mitteldarm;

Ef, Hinterdarm; *Rü*, Rüsselendfläche; *Ro*, Räderorgan; *x*, helle Kerne im Rüssel; *Z*, Zangen des Schwanzes; *Zi*, Zipfel des Räderorgans; *W*, die vorgebauchten Wülste.

Fig. 66. Rechte Seitenansicht. *Ki*, Kiefer; *G*, Genitalorgan; *Sp*, Speicheldrüse; *M*, Mundhöhle; *Schl*, Schlundröhre; *y*, die gekörnten Zellen an der Rüsselbasis. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 65.

Fig. 67. Vorderende. *C*₁, erster Gehirnantheil; *C*₂, zweiter Gehirnantheil; *T*, Tastergebiet; *U*, Unterlippe. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 65.

Fig. 68. Optischer Längsschnitt. *A*, After; *C*₁, *C*₂, Gehirn; *D*, Mitteldarm; *Bl*, Hinterdarm; *G*, Genitalorgan; *K*, Kiefer; *Kl*, Klebdrüse; *Rü*, Rüssel; *M*, Mund; *S*, Schwanz; *Schl*, Schlundröhre; *Sp*, Speicheldrüse; *T*, Taster; *U*, Unterlippe; *x*, helle Kerne; *y*, gekörnte Zellen.

Fig. 69. Rüssel von der Seite. *M*, Schutzmembran; *x*, *y*, wie Fig. 68; *I*, *II*, die beiden Scheinglieder.

Fig. 70. Bildung des Tasters *T*.

Fig. 74. *D*, Mitteldarm; *G*, Genitalorgan; *M*, Schutzmembran; *Mu*, Mund; *Kl*, Klebdrüse; *R*, Rectum; *Ro*, Räderorgan ausgestreckt; *T*, Taster; *W*, Wimperpolsteranlage; *I*, *II*, Tastersegmente.

Fig. 72. Thier kontrahirt. *D*, Mitteldarm; *G*, Genitalorgan; *M*, Mundhöhle; *m*, Muskeln des Schlundrohres; *Ro*, Räderorgan; *Sp*, Speicheldrüse; *Sub*, subösophageales Ganglion; *S*, Schwanz.

Tafel V.

Fig. 73—407 *Melicerta ringens* ♀. Fig. 73—404 300fache, Fig. 405—407 370fache Vergrößerung.

Fig. 73. Eben gelegtes Ei. Rechte Seitenansicht.

Fig. 74. Kernmetamorphose. Rechte Seitenansicht.

Fig. 75. Zerfall des Kernes in drei Theile. Rechte Seitenansicht.

Fig. 76. Ausstoßung des Richtungskörperchens *R*. Rechte Seitenansicht.

Fig. 77. Erste (meridionale) Furche. *I*, animales vegetatives Segment; *A*, animales Segment. Rechte Seitenansicht.

Fig. 78. Auftreten der zweiten meridionalen Furche. Dorsalansicht.

Fig. 79. *I* hat das Stück *II* abgegeben, *A* ist in *a* und *b* getheilt worden und haben annähernd symmetrisch eingestellt. Ventralansicht.

Fig. 80. Stadium der Fig. 78 von der Bauchseite.

Fig. 84. Die erste äquatoriale Furche schneidet von *I* das Stück *III* ab.

Fig. 82. Die erste Äquatorialfurche ergreift auch die Segmente *a*, *b* und *II* (*a*₁, *a*₂, *b*₁, *b*₂, *II*₁, *II*₂).

Fig. 83. Dasselbe Stadium egalisiert von der Bauchseite.

Fig. 84. Dasselbe Stadium in einer schiefen Seitenansicht.

Fig. 85. Die Zelle *I* giebt durch eine neuerliche Äquatorialtheilung die Zelle *IV* ab, welche die Zelle *III* nach unten schiebt. Letztere theilt sich ebenfalls durch eine äquatoriale Furche. Rechte Seitenansicht.

Fig. 86. Zelle *I* erleidet abermals eine äquatoriale Theilung (*V*), dessgleichen beginnt die zweite Äquatorialfurche an den kleinen Zellen aufzutreten. Rechte Seitenansicht.

Fig. 87. Linke Seitenansicht. Vier Reihen von je vier Zellen. Die Entodermzelle *I* axial.

Fig. 88. Dorsalansicht. Die ventrale Zelle *III*₁ ist bereits am Rücken angelangt.

Fig. 89. Rechte Seitenansicht. III_2 theilt sich äquatorial. Die Abkömmlinge der Zellen *a*, *b*, *II* erleiden meridionale Theilungen.

Fig. 90. Bauchansicht. Zelle *VI* theilt sich äquatorial.

Fig. 91—97 von der linken Seite gesehen. *D*, Rücken, *V*, Bauchseite.

Fig. 94. *I*, Entodermzelle. Gastrulastadium.

Fig. 92. *Bl*, Blastoporus. Das Überwachsen der Randzellen des Blastoporus beginnt.

Fig. 93. *Gr*, eine überwachsene Randzelle.

Fig. 94. Die Überwachsung der Zellen *Gr* ist vollendet.

Fig. 95. *Gr* entspricht den granulirten Zellen bei *Callidina*. Die Entodermzelle theilt sich in *I'* und *I''*. *I'* in Theilung.

Fig. 96. Entodermzelle *I''* abermals in Theilung. Die Zellen *Gr* vermehren sich.

Fig. 97. Die vier Entodermzellen stellen sich zu je zwei und zwei, jedoch etwas schief hinter einander. Die Pfeile bedeuten die Richtung der dabei ausgeführten Bewegung.

Fig. 98. Embryo von der Bauchseite. *E*, die vier Entodermzellen.

Fig. 99. *M*, Mund; *S*, Schwanz.

Fig. 100. *Gr*, die überwachsenen (granulirten) Zellen; *A*, After; *Kl*, Klebdrüsenanlage; *K*, Kopfplatte; *M*, Mund; *S*, Schwanz.

Fig. 101. Linke Seitenansicht. *A*, After; *M*, Mund; *Oc*, Augen; *Ph*, Pharynx, *K*, Kopfplatte; *S*, Schwanz; *Wi*, Wimpergrube; *Wk*, präoraler Wimperkranz.

Fig. 102. Ventralansicht. Bezeichnung wie Fig. 101.

Fig. 103. Dorsalansicht. *D*, Mitteldarm; *Dr*, Speicheldrüsen; *Ex*, Exkret; *G*, Gehirn; *Oc*, Augenflecke; *Ph*, Pharynx; *Rü*, rüsselartige Erhebung; *Wk*, präoraler Wimperkranz.

Fig. 104. Linke Seitenansicht. *M*, Mund; *Kl*, Klebdrüse; *S*, Schwanz. Die übrigen Buchstaben wie Fig. 103.

Fig. 105, 106, 107. Embryo vor dem Ausschlüpfen.

Fig. 105. Ventralansicht. *Ex₁*, Exkretkörper in der Wimpergrube; *Ex₃*, Exkret des Schwanzes; *D*, Mitteldarm; *Dr*, Speicheldrüse; *Ge*, Genitalorgan; *Kd*, Kittdrüse des Wimpergrübchens; *Kl*, Klebdrüse; *Ph*, Pharynx; *Mu*, Muskeln; *Ro*, Räderorgan; *Wi*, Wimpergrube.

Fig. 106. Linke Seitenansicht. *A*, After; *Ex₂*, Exkret des Enddarmes; *G*, Gehirn; *Bd*, Hinterdarm; *Ed*, Enddarm; *Oc*, Auge; *Mu₁* vordere, *Mu₂* hintere Muskeln; *S*, Schwanz. Die übrigen Buchstaben wie Fig. 105.

Fig. 107. Dorsalansicht. Bezeichnung wie in der vorigen Figur.

Fig. 108. Vorderende von *Callidina russeola*. Dorsalansicht. 1—8, Quermuskel; *D*, Mitteldarm; *DP*, dorsales Pankreas; *DSp*, dorsale Speicheldrüse; *C*, Gehirn; *N*, Nervenursprung; *Gz*, Ganglienzelle zwischen Muskel und Taster; *lG*, laterales, *mG*, medianes Rüsselganglion; *lSp*, laterale Speicheldrüse; *n₁* oberer, *n₂*, unterer Rüsselnerve, *Rü*, Rüssel; *RM*, Schutzmembran; *R₁*, großer Längshautmuskel; *R₂*, kleiner Längshautmuskel; *Rm*, Räderorgan- und Rüsselmuskel; *T*, Taster; *Tg*, Tasterganglion; *Tz*, Tastersinneszellen; *Tn*, Tasternerv; *OW* oberer, *UW* unterer Wimperkranz; *uf*, Nervenfasern vom Taster zum Schlund; *vf*, Nervenfasern vom Taster zum Rüssel; *Zi*, Räderorganzipfel.

Fig. 109. Hinterende, Dorsalansicht. 9—12, Quermuskel; *A*, After, *D*, Mitteldarm; *Hd*, Hinterdarm; *Ge*, Genitalorgan; *Od*, Oviduct; *Ex*, Exkretionsorgan; *Kl*, Klebdrüse; *R₁*, dorsaler Längshautmuskel.

Tafel VI.

Fig. 110. *Lejeunia cuneata* L. u. L. 40:4.

Fig. 111. *Lejeunia lanceolata* G. Blatt mit Tönnchen. 250:4.

Fig. 112. *Lejeunia lanceolata* G. 250:4.

Fig. 113. *Jungermannia Mülleri*.

Fig. 114. *Callidina russeola*, Vorderende bis zum Mund. Ventralseite. 2—9, Quermuskeln; B_1 , fünfteiliger Hautmuskel, B_2 , zweitheiliger Hautmuskel; *Ex*, Exkretionsorgan; *Md*, Magendarm; *lSp*, laterale Speicheldrüse; *Nl*, Nervus lateralis; *nv*, Nervus ventralis; *Oes*, Ösophagus; *Rph*, Retraktor des Pharynx; *Schl*, Schlundrohr; *Sub*, subösophageales Ganglion; *vm*, ventraler Leibeshöhlenmuskel zur Haut; *vP*, ventrales Pankreas; *vR*, ventraler Räderorganmuskel; *vSp*, ventrale Speicheldrüse; *Wi*, Wimperluster des Mundes; *Zi*, Zipfel des Räderorgans.

Fig. 115. Hinterende von *Callidina russeola*. Ventralseite. 10—14, Quermuskeln; *1r*, *2r*, *5r*, die drei Reihen der Klebdrüsenzellen; *I*, *II*, die beiden ersten Schwanzglieder; *am*, Kloakenmuskel; B_2 , der zweitheilige Hautlängsmuskel; B_3 , der breite Hautlängsmuskel; *Cl*, Kloake; *dh*, dorsaler Muskel zum Hinterdarm; *Fm*₁, *Fm*₂, *Fm*₃, die drei ventralen Schwanzmuskeln; *E*, Endglied; *Kg*, Klebdrüsengänge; *Md*, Magendarm; *Rm*, Ringmuskel (zweiter Sphincter); *Sph*, erster Darmsphincter; *n*, unpaares Stück des Klebdrüsenapparates; *v*, Mündung der vereinigten Exkretionsröhren in die Kloake; *Z*, Zange mit Klebdrüsenhängen.

Fig. 116. *Lejeunia lanceolata* G. 40:4. Die Tönnchen stehen zerstreut.

Fig. 117. *Lejeunia adpressa* Nees (?). 40:4. Die Unterlappen nur an wenigen Stellen umgeschlagen.

Fig. 118. *Lejeunia pellucida* M. 40:4.

Fig. 119. *Lejeunia adpressa* bei 140facher Vergrößerung.

Fig. 120. *Lejeunia elliptica* L. u. L. 40:4. Die Umbiegung der Unterlappen ist verschieden stark.

Fig. 121—123 Querschnitte aus einer Serie von *Callidina russeola*.

Fig. 121. Schnitt durch das Gehirn *G*. *Gp*, Fasersubstanz; *Ex*, Exkretions-system; *Mr*, Muskelrohr des Schlundes; *Schr*, Schlundrohrzellen.

Fig. 122. Schnitt an der Austrittsstelle des Ösophagus *Oe*. *D*, Magendarm; *Ex*, Exkretionsröhre; *H*, Haut, gefaltet; *M*, Kaumuskeln; *lSp*, laterale, *vSp*, ventrale Speicheldrüse; *Qm*, Quermuskel.

Fig. 123. Schnitt durch das subösophageale Ganglion. *D*, Mitteldarm; *L*, Längsmuskel; *Sub*, subösophageales Ganglion; *Ex*, Exkretionsröhre; *Oe*, Ösophagus; *vSp*, ventrale Speicheldrüse.

Fig. 124. Kiefer von *Callidina Mülleri* n. sp.

Fig. 125. *Lejeunia flava* Sw. 40:4.

Fig. 126. Flimmerlappen von *Callidina russeola*, lebend.

Fig. 127. Nervus lateralis und ventralis von *Callidina symbiotica*.

Fig. 128, 129. Flimmerlappen nach Einwirkung von Essigsäure.

Fig. 130. Anlage der Quermuskeln bei *Callidina russeola* n. sp.

Fig. 131. Kiefer von *Callidina Lejeuniae* n. sp.

Fig. 132. Kiefer von *Callidina Holzingeri* n. sp.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



