

Über Fortpflanzung und Entwicklung von *Rotifer vulgaris*.

Ein Beitrag zur Naturgeschichte der Räderthiere.

Von

Dr. **Otto Zacharias** zu Hirschberg in Schl.

Mit Tafel XVI, Fig. 1—11.

Vorbemerkung.

Rotifer vulgaris ist, wie schon sein Name besagt, eins der am häufigsten vorkommenden Räderthiere. Schon SPALLANZANI hat es beobachtet und interessante Experimente über die Fähigkeit derselben, nach gänzlicher Austrocknung wieder aufzuleben, angestellt. In Teichen, Gräben und Tümpeln ist es während des ganzen Jahres massenhaft anzutreffen. Aber trotz der sich unausgesetzt darbietenden Gelegenheit, es untersuchen zu können, ist *Rotifer vulgaris* weder bezüglich seiner anatomischen Beschaffenheit, noch hinsichtlich seiner Entwicklungsgeschichte bisher genauer erforscht worden.

Im Nachstehenden gebe ich nun einen detaillirten Bericht über die Ergebnisse einer im Februar d. J. begonnenen und bis Mitte Juli fortgesetzten Untersuchung über dieses Räderthier.

I. Historisches.

Vor drei Decennien galt es noch für unausgemacht, ob die Rotatorien getrennten Geschlechts oder Zwitter seien. Der damalige Standpunkt der Forschung wird am besten durch einen Passus aus v. SIEBOLD's vergleichender Anatomie charakterisirt, den ich nachstehend wörtlich anführe. Er lautet: »Da die Rotatorien mit so deutlichen weiblichen Geschlechtsorganen versehen sind, so dürfte man mit Recht auch auf die Anwesenheit von männlichen Zeugungsorganen bei diesen Thieren schließen; allein trotz der sorgfältigsten Bemühungen hat sich bis jetzt kein befriedigendes Resultat über die wahre Beschaffenheit ihrer männlichen Geschlechtswerkzeuge erzielen lassen, so dass es noch

zweifelhaft ist, ob die Rotatorien Hermaphroditen sind, oder getrennte Geschlechter besitzen¹.«

Während diese Zeilen in Deutschland publicirt und gelesen wurden, entdeckte der Engländer BRIGHTWELL das kleine missgestaltete und bisher gänzlich übersehene Männchen von einem mit der EHRENBURG'schen Gattung Notommata verwandten Räderthier². Das war ein epochemachender Fund, dessen Wichtigkeit von DALRYMPLE sofort klar erkannt und in einer eingehenden Specialuntersuchung näher dargelegt wurde. Letztgenannter Forscher führte den Nachweis, dass das Männchen von Notommata anglica weder Kiefer noch Schlundkopf, noch Magen besitze, also keinerlei Nahrung zu sich nehme, sondern lediglich dem Minnedienste lebe³. BRIGHTWELL und DALRYMPLE participiren zu völlig gleichen Theilen an dem Verdienst dieser hochwichtigen Entdeckung. In den Lehrbüchern wurde bisher freilich immer nur der zweitgenannte Forscher namhaft gemacht.

Einige Jahre später (1854) sah sich Professor FRANZ LEYDIG in die Lage versetzt, die Getrenntgeschlechtigkeit an einem zweiten Beispiel, und zwar an einem von ihm neu entdeckten Räderthier (Notommata Sieboldii) bestätigen zu können. Das Weibchen dieser neuen Species hat große Ähnlichkeit mit dem von Notommata anglica, aber das Männchen ist erheblich anders gestaltet. Speciell sind es vier zipfelförmige Arme (ein Paar am Halse befindlich, das andere von der Körpermitte ausgehend), wodurch dieses Männchen von dem des englischen Räderthieres unterscheidbar ist. Es wurde im vorliegenden Falle gleichfalls festgestellt, dass das Männchen von Notommata Sieboldii weder Schlundkopf, noch Kieferzangen, noch Magen besitze.

Durch diese glücklichen und bedeutsamen Funde befestigte sich allmählich die Ansicht, dass den Rotatorien durchweg die Getrenntgeschlechtigkeit zukomme, und LEYDIG gab seiner (gewiss nicht bloß individuellen) Meinung über diesen Punkt folgendermaßen Ausdruck: »Die Räderthiere offenbaren in ihrem Bau eine zu große Harmonie, als dass man nicht aus der Geschlechtsdifferenz von Notommata anglica und Notommata Sieboldii den Schluss ableiten dürfte, dass auch die anderen Genera das Geschlecht auf zwei Individuen vertheilt haben sollten⁴.«

Dem Scharfsinn und der Umsicht LEYDIG's gelang es auch bald, weitere männliche Formen aus den von früheren Forschern gegebenen

¹ l. c. 1848. p. 184.

² The Annals and Magazine of natural history. 2^d Series. 1848.

³ Philos. Transactions of R. soc. of London. 2^d Series. III. 1849.

⁴ Über Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Diese Zeitschr. Bd. VI. 1855. p. 98 ff.

Schilderungen und Abbildungen zu diagnosticiren. So begründete LEYDIG so schlagend wie möglich, dass die EHRENBURG'sche Gattung *Enteroplea Hydatina* irrthümlicherweise als besondere Gattung beschrieben worden sei, während ihre Vertreter im Grunde doch nur die Männchen von *Hydatina senta* darstellen. Eben so vermuthete LEYDIG schon damals mit Recht, dass die *N. granularis* sich als das Männchen von *N. Brachionus* entpuppen werde. Durch F. WEISSE (Petersburg) wurde diese Vermuthung bekanntlich verificirt.

Durch den Breslauer Forscher Professor FERDINAND COHN, der sich in eingehendster Weise mit dem Organismus der Rotatorien befasst hat, wurde 1854 die Fortpflanzung dieser Thiergruppe zum Gegenstande einer besonderen Publikation gemacht¹. Sehr werthvoll ist dieselbe hauptsächlich dadurch, dass COHN so glücklich war, LEYDIG's Schlussfolgerungen durch das Experiment bestätigen zu können, wodurch der unwidersprechliche Nachweis geführt wurde, dass *Enteroplea Hydatina* das Männchen von *Hydatina senta*, und *N. granularis* dasjenige von *N. Brachionus* sei.

Drei Jahre später (1858) theilte F. COHN seine ferneren Beobachtungsergebnisse in einem interessanten Aufsätze mit, welcher unter dem Titel: »Bemerkungen über die Räderthiere«, im IX. Bande dieser Zeitschrift erschien. Auf den Schlusseiten dieser Publikation spricht COHN die Ansicht aus, dass bei den Räderthieren eine eigenthümliche Form des Generationswechsels stattfindet, die darin bestehe: dass »einzig und allein die befruchteten Weibchen hartschalige Eier legen, welche überwintern — während die unbefruchteten Sommereier entwickeln, aus denen unmittelbar entweder wieder Weibchen, oder zu gewissen Jahreszeiten auch Männchen hervorgehen«.

Werthvolle Aufschlüsse über den abweichenden Bau mancher Räderthiere gab eine Abhandlung von METSCHNIKOFF, welche 1866 publicirt wurde². Sie handelt über *Apsilus lentiformis*, dessen auffallendste Eigenthümlichkeit in der Abwesenheit jeglichen Flimmerapparates besteht. Auch dieses Räderthier ist getrennten Geschlechts. Dieses Faktum wurde zuerst von Professor RUD. LEUCKART constatirt. Auch hier bestätigte es sich, dass den Männchen jede Spur der Verdauungsorgane fehlt, wogegen das Wassergefäßsystem bei ihnen eine bedeutende Ausbildung zeigt.

Von W. SALENSKY, der bei *Brachionus urceolaris* die Embryonalentwicklung beobachtete (1871), wurde nachgewiesen, dass bei diesem Räderthier die Entwicklung der beiden Geschlechter in den ersten

¹ Diese Zeitschr. Bd. VII. 1855. p. 431—486.

² Diese Zeitschr. Bd. XVI. 1866. p. 346—356.

Stadien vollkommen übereinstimmend vor sich geht. Erst später erleidet der Darmkanal, welcher ursprünglich bei Männchen und Weibchen als eine Einstülpung an der Bauchseite auftritt, bei ersteren eine regressive Metamorphose und verkümmert¹.

In neuester Zeit (1883) ist von KARL ECKSTEIN² eine Arbeit über die Rotatorien der Umgebung von Gießen geliefert worden, in welcher zahlreiche werthvolle Beobachtungen enthalten sind. In Bezug auf *Rotifer vulgaris* giebt aber auch diese Abhandlung sehr wenig Auskunft, und ich sehe mich in den nachfolgenden Mittheilungen vorwiegend auf meine eigenen Beobachtungen angewiesen.

II. Das Material

für meine Untersuchungen fand ich in zwei Teichen, die unmittelbar vor meinem Wohnhause zu Cunnersdorf gelegen sind. Späterhin bezog ich es aus dem zwischen der Stadt Hirschberg und dem Dorfe Grunau sich hinziehenden »Froschgraben«, einer Lokalität, die seit v. FLOTOW's und F. COHN's Arbeiten über *Haematococcus pluv.* und *Stephanosphaera pluv.* auch in weiteren Forscherkreisen nicht mehr unbekannt sein dürfte. Die letztgenannte interessante Volvocinee kommt in dem stagnirenden Wasser dieses Grabens zu Zeiten massenhaft vor.

Der Froschgraben weist fast zu jeder Jahreszeit eine reiche Fauna auf. Neben zahlreichen Arten von Chironomuslarven, Cyclopiden, Muschelkrebsechen (*Lynceus*), Nematoden und Infusorien, sind hier auch drei verschiedene Räderthierspecies zu finden:

- I. *Philodina roseola*.
- II. *Eosphora najas*.
- III. *Rotifer vulgaris*.
 - α) In einer sehr großen Form (von 0,75 mm) mit röthlicher Cuticula.
 - β) In einer kleineren Form (von 0,50 mm) mit völlig farbloser Cuticula.

Ich habe, weil ich eine große Menge von Exemplaren nöthig hatte, mit dem kleinen *Rotifer* experimentirt; die anderen beiden Arten kamen nicht häufig genug vor, und ich benutzte sie meistens nur zur genaueren Orientirung über die Verhältnisse des Rotatorienorganismus. Speciell brauchbar hierzu fand ich das unter IIIα aufgeführte große Räderthier, welches seiner chagrinierten Cuticula wegen als *Rotifer granularis* bezeichnet werden könnte.

¹ Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des *Brachionus urceolaris*. Diese Zeitschrift. Bd. XXII. 1872. p. 455—466.

² Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. 1883. p. 343—443.

III. Anatomisches über *Rotifer vulgaris*.

Die äußere Begrenzung des bilateral-symmetrischen Körpers unseres Räderthieres wird von einer fein längsgestreiften durchsichtigen Cuticula gebildet, deren innerer weicher Theil (Hypodermis) aus einer homogenen Grundmasse mit eingestreuten Körnchen besteht. LEYDIG, der das Vorhandensein dieser zweiten Lage zuerst bemerkt hat, bezeichnet sie als Körnerschicht. Der fernrohrartig ausziehbare Fuß ist (eben so wie der Nackenzapfen) lediglich als eine Aussackung der Cuticula, nicht als ein in diese eingelenktes Organ zu betrachten. Eine Gliederung in dem Sinne, wie sie bei den Arthropoden auftritt, ist an dem Körper von *Rotifer* eben so wenig wie bei den anderen Rotatorien wahrzunehmen. Damit soll jedoch keineswegs in Abrede gestellt werden, dass eine Art von oberflächlicher Segmentirung den Rotatorienkörper in mehrere hinter einander gelegene Abschnitte theilt; dieses ist unleugbar der Fall, aber diesen Scheinsegmenten entspricht keine metamere Lagerung der inneren Organe. BÜTSCHLI gelangte darum mit Recht zu der Ansicht, dass die Gliederung der Rotatorien typisch verschieden von der Segmentirung der Ringelwürmer sei¹.

Die Mundöffnung ist bei *Rotifer*, wie bei den übrigen Philodineen, ventral, die Aftermündung dagegen dorsal gelegen.

Die Nahrungsaufnahme wird mit Hilfe des sogenannten »Räderorgans« bewirkt, von dem die ganze Thiergruppe ihren Namen erhalten hat. Dieses Organ besteht bei *Rotifer* aus zwei vor dem Munde gelegenen und flügelartig nach außen gerichteten Lappen, welche einen stark wimpernden Kranz von Cilien tragen und die Aufgabe haben, Nahrungsmaterial herbeizustrudeln. Der optische Eindruck, den der Beobachter von der unausgesetzt fortdauernden Cilienbewegung erhält, ist der von zwei schnell sich drehenden Rädern — daher der Name »Räderthier«. Dieses Organ, welches von den Rotiferen nach Belieben aus- und eingestülpt werden kann, bildet das eigentliche Kopfende und das wurmartige vordere Leibesdrittel, welches die karminrothen Augenflecken trägt, kann mit Recht als eine rüsselförmige Verlängerung betrachtet werden. Ist das Räderorgan eingezogen, so bezeichnet ein System von radiär gestellten Falten der Cuticula die Stelle, wo es in der Leibeshöhle verborgen ist. Soll es hervorgestülpt werden, so verkürzt das Thier sein Vorderende um die Hälfte, und schlägt es ganz auf den Nacken zurück, in der Weise etwa, wie es Fig. 2 zeigt. Bei dem plötzlichen Rückwärtsbiegen tritt der Saum des Räderorganes bereits flimmernd

¹ Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung *Chaetonotus*. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. 1876.

hervor und die Bewegungsmuskeln des letzteren stülpen die beiden »präoralen Lappen« vollends heraus (Fig. 3). Das Spiel der Cilien beginnt unverzüglich und zahlreiche Algenschwärmersporen, Diatomaceen, Infusorien etc. werden in das gleichfalls mit Cilien ausgekleidete Schlundrohr hinab befördert.

Dieses letztere führt in den sogenannten Schlundkopf, der die beiden gezähnten Kauplatten enthält und eine starke Muskelausstattung besitzt. Wenn das Räderorgan entfaltet ist, sind jene Platten in beständiger Bewegung und bereit, Alles, was in ihr Bereich gelangt, zu zermahlen. Von den älteren Beobachtern (LEUWENHOEK, JOBLOT, FONTANE) wurde der Kauapparat der Rotiferen irrthümlich für ein Herz gehalten. Betrachten wir ein mit der ventralen Seite nach oben liegendes Rotiferenexemplar bei einer 750maligen Vergrößerung unter einem gut definirenden Mikroskop, so sehen wir die uns zugekehrte untere Seite des Schlundkopfes mit drei drüsenartigen Anhängen versehen. Der dritte größere schiebt sich wie ein Keil zwischen die konvergent zu einander gestellten beiden kleineren hinein, und so entsteht ein Drüsenkomplex, der die ganze untere Seite des Schlundkopfes einnimmt. ECKSTEIN meint (l. c. p. 445), dass an der Drüsenmasse bei Rotifer und *Philodina* keine einzelnen Lappen zu unterscheiden seien. Ich kann mir diese von meinen eigenen Beobachtungen völlig abweichende Angabe nur dadurch erklären, dass der Gießener Beobachter den Schlundkopf eines Rotifers lediglich von der dorsalen Seite betrachtet hat. In diesem Falle erscheint die zu beiden Seiten heraufquellende Drüsenmasse allerdings ungelappt; aber sie ist es in Wirklichkeit nicht, wie die Einstellung des Mikroskops auf die Ventralfläche des Thieres beweist. Die drei Drüsenlappen springen dann sofort in die Augen. Was die feinere Struktur dieser Drüsen (die wohl am besten als Magendrüsen bezeichnet werden) betrifft, so besteht ihr Inhalt aus einer blassen, granulirten Masse, welche helle Kerne (mit Kernkörperchen) eingelagert enthält. Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass diese Organe dazu bestimmt sind, ein die Verdauung unterstützendes Sekret in den Magen abzusondern. Eine ähnliche Vorkehrung finden wir bekanntlich auch am Schlundkopf vieler Insektenlarven vor, insbesondere bei den Larven von *Chironomus*, wo stets ein ganzer Kranz von solchen Magendrüsen anzutreffen ist.

In der Gegend, wo das Schlundrohr in den Schlundkopf einmündet, aber auf der ventralen Seite, treten konstant zwei große (mit einem Kern versehene) Zellen auf, die dicht neben einander gelegen, und wie es scheint, zum Theil mit einander verschmolzen sind. Öfters sieht man statt des einen, auch zwei schöne runde Kerne in jeder dieser beiden Zellen liegen.

Aus dem Schlundkopf gelangt das zerdrückte und mit dem Drüsensekret vermischte Nahrungsmaterial in den Chylusdarm (Magen), der bei den Rotiferen, welche ich untersucht habe, eine deutlich wahrnehmbare Intima besitzt. Dieselbe ist höchst wahrscheinlich als eine direkte Fortsetzung der chitinösen Auskleidung des Schlundkopfes zu betrachten. Sie geht auch in den Afterdarm über und ist dort ganz besonders stark entwickelt. Umgeben ist diese Intima von einer fein granulirten Masse, welche ihrerseits wieder von einem zartwandigen Schlauche eingeschlossen wird. Diese Masse scheint der Sitz einer resorbirenden Thätigkeit zu sein; denn je nach der Beschaffenheit der in den Chylusdarm eintretenden Nahrung nimmt sie alsbald eine grünliche, bräunliche oder röthliche Färbung an. Lässt man die Thierchen hungern, so entfärbt sich nach und nach die granulirte Masse gänzlich, und erhält ein grau-glänzendes Aussehen. Ihrer Funktion nach ist sie offenbar mit der Epithelzellschicht des Mitteldarms vieler Insektenlarven (z. B. Chironomus) zu vergleichen. Wie bei diesen, so ist auch bei Rotifer die Ablagerungsstätte für Fettkügelchen in dieser resorbirenden Schicht zu erblicken. Bei reichlicher Ernährung treten außerordentlich große Fettropfen im Inneren des Rotiferendarmes auf.

Der Afterdarm besitzt, wie schon erwähnt, eine sehr dicke Wand, und ist meistentheils prall mit Koth gefüllt. Er mündet zugleich mit der sogenannten »kontraktilen Blase« in die dorsal gelegene Kloake nach außen hin aus.

Jene Blase, an der ein ansehnlicher Muskelbelag wahrnehmbar ist, stellt morphologisch nur eine erweiterte Partie, resp. den Vereinigungspunkt der zwei Exkretionsgefäße (»Respirationskanäle«) dar, die sich zu beiden Seiten im Innern der Leibeshöhle von Rotifer bis in die Gegend des Räderorganes hinziehen. Diese Kanäle haben ein überall gleich weites Lumen und eine ziemlich starke Wandung; an verschiedenen Stellen sitzen ihnen die sogenannten Zitterorgane oder Wimperfackeln auf, über deren Bau noch vielfach hin und her gestritten wird. Ich werde im Nachstehenden kurz mittheilen, was ich davon gesehen habe.

Bei Rotifer, bei welchem ich auf jeder Körperseite fünf solcher Organe zählte, habe ich unter Anwendung einer vorzüglichen homogenen Immersion aus dem Atelier von E. LEITZ in Wetzlar (1/16 Zoll Brennweite) bei mittlerer Ocularvergrößerung die Wahrnehmung gemacht, dass jedes Zitterorgan die Gestalt eines cylindrischen Bechers hat, der mit seinem verjüngt zulaufenden Endstücke dem Exkretionsgefäß aufsitzt. Der Becher ist oben offen, und die an seinem Grunde inserirte breite Cilie ragt ein wenig über die Öffnung hervor. Ich weiß sehr wohl, dass meine

Beschreibung unvollkommen ist und von den Schilderungen abweicht, welche andere Autoren gegeben haben: aber Jeder kann doch nur mit gutem Gewissen sagen, was er beobachtet zu haben glaubt. Wir bewegen uns hier an der Grenze des mikroskopischen Sehens und die Wahrscheinlichkeit eines Irrthums ist sehr groß. Ich sehe indessen, dass METSCHNIKOFF von den Zitterorganen bei *Apsilus lentiformis* eine ähnliche Beschreibung giebt, indem er mit Bezug auf das genannte Räderthier sagt: »Jederseits finden sich zwei in die Leibeshöhle ausmündende Trichter. In der Basis eines jeden Trichters sitzt ein langer, in der Richtung nach außen flimmernder Lappen¹«. Ich muss dem russischen Forscher meinen Beobachtungen zufolge vollständig beistimmen, obgleich ein so ausgezeichnete Räderthierbeobachter wie LEYDIG ist, konstatiert: dass die Flimmerrichtung an den von ihm beobachteten Zitterorganen »nach einwärts gehe«. Auch bei einer 1500maligen Vergrößerung (LEITZ' homogene Immersion von 4/16 Zoll und dessen Ocular Nr. 3) stellte sich mir der Sachverhalt nicht anders dar, als ich ihn oben beschrieben habe. Ich sah, dass das Schlagen der Cilien so heftig war, dass der sie umschließende Becher in fortdauernd zitternder Bewegung sich befand.

Nach diesen Wahrnehmungen beschloss ich die Zitterorgane eines Weibchens von *Brachionus urceolaris* zum Vergleich heranzuziehen. Ein recht großes Exemplar war bald aufgefunden und dieses beobachtete ich genau bei derselben Vergrößerung, wie meine Rotiferen. Das erhaltene Resultat war aber nicht der Art, dass ich es zur Stützung meiner Beobachtungen an den Zitterorganen von *Rotifer vulgaris* hätte verwenden können. Ich werde auch hier lediglich das von mir Wahrgenommene schildern, unbekümmert darum, wie es sich mit der früheren Beobachtung an *Rotifer* zusammenreimen lässt. Bei dem *Brachionus*-weibchen fand ich nach oben spitz zulaufende, knospenartige und (wie es sich mir darstellte!) völlig geschlossene Zitterorgane. Ich gab mir die größte Mühe einen Kontur zu entdecken, der ins Räumliche übersetzt, die Bedeutung einer Öffnung hätte haben können — aber ich reüssirte bei dieser Bemühung nicht. Auch gewann es den weiteren Anschein, als ob die Flimmerrichtung nach innen gehe, und die viel heftiger als bei den *Rotiferen* schlagende Cilie an dem oberen, geschlossenen Ende des Organes befestigt sei.

Ich wiederholte meine hierauf gerichteten Beobachtungen nach einigen Tagen, aber ich kam immer wieder auf dasselbe Resultat zurück.

¹ Diese Zeitschr. Bd. XVI. p. 349. 1866.

Nun ersehe ich aus der Arbeit von ECKSTEIN, dass dieser Beobachter an den Zitterorganen von *Rotifer vulgaris* Wahrnehmungen gemacht hat, die von den meinigen erheblich abweichen, und eher mit dem übereinstimmen, was ich bei *Brachionus* gesehen zu haben glaube. Ich betone ausdrücklich, dass ich für meine Person zwar die Überzeugung hege, dass ich an dem mir zu Gebote stehenden Material nichts Anderes sehen konnte — dies schließt aber nicht aus, dass andere Beobachter über günstigere Objekte verfügt und vielleicht zahlreichere Beobachtungen angestellt haben, als ich.

Nach ECKSTEIN besitzen die Zitterorgane von *Rotifer vulgaris* eine kolbige Gestalt und sind mit dem dünneren Ende an den Seitenkanälen befestigt. Am oberen Ende sind sie mit einem halbkugelförmigen Deckel geschlossen, in dessen Mitte die lange Cilie befestigt ist. Unterhalb dieses Deckels will ECKSTEIN eine ovale Öffnung wahrgenommen haben, die indessen nicht bis zum freien Ende der Cilie reicht. Nach seiner Ansicht, die mit der von LEYDIG identisch ist, werden durch die schlagende Cilie die verbrauchten Körpersäfte aus der Leibeshöhle in die Exkretionskanäle übergeführt, von wo aus sie in die kontraktile Blase und von da nach außen gelangen.

Ich lasse diese Beobachtung in demselben Sinne gelten, in dem ich für die meinige Geltung beanspruche. ECKSTEIN giebt sicherlich auch nur das wieder, was er gesehen hat. So verschiedenen Beobachtungen gegenüber kann man aber nach dem Grunde ihrer Verschiedenheit fragen, und dieser liegt meines Erachtens in dem Einflusse, den die schnellere oder langsamere Bewegung der schwingenden Cilie auf unser Sehorgan ausübt. Bei *Rotifer*, wo die Cilie langsamer schwingt, hatte ich den Eindruck, dass das becherartige Organ oben offen sei. Bei den Zitterorganen von *Brachionus* aber, wo die Cilie eine heftig flackernde Bewegung zeigt und in kurzen Wellen erzittert, entstand in Verbindung mit der Wahrnehmung konvergent zulaufender Seitenkonturen des Organes, die Ansicht, dass letzteres oben geschlossen sein müsse. Diesen Schluss machen wir ganz wider unseren Willen, weil uns die kurz flackernde und etwas über den Rand hervorragende Cilie den optischen Durchschnitt eines kappenförmigen Deckels vortäuscht, der gar nicht existirt. Dass K. ECKSTEIN auch bei *Rotifer* einen »halbkugeligen Deckel« wahrgenommen hat, liegt vielleicht an der individuellen Beschaffenheit seines Sehorgans, oder an dem Umstande, dass seine *Rotiferen*exemplare mit schneller schlagenden Cilien ausgestattet (resp. frischer) waren als die meinigen.

Es ist unfruchtbar hierüber zu streiten. Alle Beobachtungen, bei welchen wir bis an die Grenze des mikroskopischen Sehens gehen

müssen, bleiben prekär. Man denke nur an die Frage nach der weiteren Zusammensetzung des quergestreiften Muskelfadens — wo sich die Beobachtungen der Forscher auch oft diametral gegenüberstehen. Da, wo die Diffraktionserscheinungen des Lichtes mit ins Spiel kommen, hat die mikroskopische Anatomie ihrem Wissensdrange einen Zügel anzulegen.

Ich fahre nunmehr in der Darlegung der anatomischen Verhältnisse des Rotiferenkörpers fort. Zu beiden Seiten des Chylusdarmes — im hinteren Leibesdrittel etwa — befinden sich die spindelförmigen Ovarien. Das eine von beiden ist gewöhnlich bedeutend größer als das andere. Jedes aber ist von einer dünnen, durchsichtigen Haut umschlossen, welche sich an beiden Enden des Organes in je einen soliden Strang auszieht. Der hintere, dickere dieser Stränge führt in den Fuß hinein und ist in der Nähe der kontraktilen Blase befestigt; der andere ist länger und zarter, so dass sein Anheftungspunkt im vorderen Theile der Leibeshöhle schwer bestimmt werden kann. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass diese Befestigungsweise der Ovarien frappante Ähnlichkeit mit derjenigen hat, die wir bei den noch unentwickelten Eierstöcken der Larven von *Chironomus plumosus*, *Corethra* etc. vorfinden. Bekanntlich besitzen die genannten Dipterenlarven schon kurz nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei (oft auch schon früher) im viertletzten Leibessegment jederseits eine deutlich wahrnehmbare, spindelförmige Geschlechtsanlage, die zwar manchmal durch den Fettkörper verhüllt ist, aber niemals in dem bezeichneten Körperabschnitt fehlt. Jedes Ovarium besteht bei *Rotifer* und den anderen Rotatorien aus einer feinkörnigen, farblosen Substanz, in welche große dunklere Kerne, die mit hellen Höfen umgeben sind, eingebettet liegen. LEYDIG hat die Kerne als Keimflecke, die lichten Zonen um dieselben als Keimbläschen gedeutet. Ich zähle in den kleinen Ovarien 5—6, in den großen 12—15 solcher Gebilde. Zu manchen Zeiten scheinen die Ovarien beinahe zu schwinden; ich habe wenigstens beobachtet, dass sie an manchen Rotiferenexemplaren kaum noch ein Viertel ihrer ursprünglichen Größe besitzen.

Zur Charakteristik der Leibeshöhle von *Rotifer* muss auch erwähnt werden, dass dieselbe selten ganz frei von Embryonen ist. Gewöhnlich sind drei darin enthalten, von denen der eine ziemlich weit entwickelt zu sein pflegt, während die beiden anderen erst in der Bildung begriffen sind. Bei den Bewegungen des Mutterthieres wird die Nachkommenschaft in der rücksichtslosesten Weise hin und her geschoben, auf den Kopf gestellt, zur Seite gedrückt, in ihrer Existenz überhaupt derartig ignoriert, dass es bloß wunderbar bleibt, wie sich die jungen Rotiferen

unter solchen Verhältnissen überhaupt entwickeln können. Aber es geschieht dies trotz der Verwunderung des Beobachters, je nach den Temperaturverhältnissen des Wassers, in fünf bis acht Tagen nach Ablösung des Eies vom Ovarium. Den Akt des Gebärens habe ich niemals beobachten können, und es ist mir völlig räthselhaft, durch welche Pforte das junge Thier die Leibeshöhle der Mutter verlässt.

Es bleibt uns noch übrig, einen Blick auf den vorderen Körperabschnitt von Rotifer, der die beiden karminrothen und mit einem Krystallkörper versehenen Augenpunkte trägt, zu werfen. Von der dorsalen Seite betrachtet zeigt uns dieser Abschnitt zunächst das unmittelbar vor dem Kauapparat gelegene Ganglion, welches eine dreizipfelige Gestalt hat. Bei *Philodina roseola* sitzen die Augenpunkte gerade über diesem Dreieck (im Nacken), und es sieht gerade so aus, als trüge das Thier die Zeichnung eines Fuchskopfes, der mit der Schnauze nach vorn liegt, auf seinem Rücken mit sich herum. Die Ähnlichkeit ist frappant und beruht keineswegs auf einer bloß subjektiven Anschauungsweise. Der vordere Zipfel des Ganglions schickt bei Rotifer zwei schwer sichtbare Äste nach den beiden Augenpunkten. Außerdem scheint mir eine Verbindung desselben Zipfels mit dem retraktilen Organ zu bestehen, welches am vordersten Körperende befindlich ist und einen Kranz von kurzen Cilien so wie zwei lange Tasthaare trägt. Der sogenannte Nackenzapfen (fälschlich »Respirationsröhre« genannt) ist ebenfalls durch eine Kommissur mit dem Hirnganglion verbunden. Wir haben es hier zweifelsohne mit einem Sinnesorgan zu thun, wie durch die Thatsache bewiesen wird, dass das Thier stets (ehe es sich aus dem kontrahirten Zustande in den gestreckten begiebt) diesen Zapfen tastend hervorstülpt und schnell wieder zurückzieht, wenn ein *Paramecium* oder eine *Daphnia* im Vorüberschwimmen daran stößt. Das Organ trägt an seinem oberen Ende ein Büschel Tastborsten. Ich gebe von dem vorderen Körperende von Rotifer in Fig. 3 eine Flächen- und eine Seitenansicht, aus denen sich der Leser leicht über die obwaltenden Verhältnisse orientiren kann.

Wenn das Räderorgan eingezogen ist, so repräsentirt es sich in der Dorsalansicht in Form von zwei halbmondförmigen Platten, deren mittlerer Theil das Licht weniger stark bricht als ihr etwas aufgewulstet erscheinender Rand. Jederseits steht mit dem nach hinten gerichteten Horn dieser Platten eine lappenförmige Substanzmasse in anatomischem Zusammenhang, über deren Bedeutung ich mir nicht klar geworden bin. Wird das Räderorgan ausgestülpt, so rücken die in Rede stehenden beiden Lappen etwas weiter vor, so dass sie zur Hälfte in jenes Organ mit

aufgenommen erscheinen. Sollten wir es etwa hier mit Speicheldrüsen (außer den erwähnten Magendrüssen) zu thun haben? Ich weiß es nicht.

Es bliebe mir schließlich noch übrig, einige Worte über das Muskelsystem und die »Fußdrüsen« zu sagen. Über die Funktion der letzteren ist man erst in neuerer Zeit klar geworden. Für EHRENBURG waren diese »keulenförmigen, trüben, langen Körper« noch problematische Organe. Er schwankte bei ihrer Deutung zwischen Muskeln und Sexualdrüsen. Jetzt weiß man, dass sie der Sitz einer sekretorischen Thätigkeit sind und ein klebriges Produkt absondern, welches zur Anheftung des Thieres an einer glatten Unterlage dient. Was die Muskeln betrifft, so begnüge ich mich damit, zu konstatiren, dass Kauapparat und kontraktile Blase besondere Muskeln besitzen, während im Übrigen Längs- und Quermuskeln vorhanden sind. Die letzteren wurden von EHRENBURG für Blutgefäße gehalten. In der Kopfgegend bemerkt man bei *Rotifer* eine komplicirte Verästelung von Muskelfäden, die sich im Speciellen nicht verfolgen lässt. Ein Cirkulationsapparat für die Blutflüssigkeit ist bei keinem Rädertier vorhanden. Das Blut erfüllt die Leibeshöhle ganz frei und die Bewegung desselben wird durch die Körperkontraktionen unterhalten. Eigentliche Blutzellen können nicht wahrgenommen werden; wohl aber sind zu jeder Zeit feine spindelförmige und rundliche Elemente in der Leibeshöhle suspendirt, die höchst wahrscheinlich funktionell die Bedeutung von Blutzellen besitzen.

IV. Die Embryonalentwicklung von *Rotifer vulgaris*.

Wenn man eine große Anzahl von *Rotiferen*exemplaren zur Verfügung hat, findet man stets eins oder das andere, welches die Phase der Abschnürung des Eies vom Ovarium zu verfolgen gestattet. Es entsteht zunächst eine kleine Beule an letzterem; dieselbe erweist sich bei näherer Beobachtung als prall mit Dotterkörnchen gefüllt, so dass die mehr und mehr an Umfang zunehmende Erhöhung sich durch ihr dunkleres und granulirtes Aussehen leicht sichtbar von dem hell gebliebenen Ovarium abhebt. Es sieht jetzt so aus, als zöge sich sämtlicher Dotterbildungsstoff an einer einzigen Stelle des Ovariums zusammen. Etwas Ähnliches muss auch an anderen Rädertierarten von früheren Beobachtern wahrgenommen worden sein. So beschreibt LEYDIG den Eierstock von *Notommata centrura* und sagt: »Die eine Hälfte desselben hat lediglich Dotterkörnchen, unter denen wieder zahlreiche, dunkler gehäufte Stellen sich bemerkbar machen.« Über den hufeisenförmigen Eierstock von *Pterodina Patina* referirt derselbe Autor in ähnlicher Weise wie folgt: »In dem einen Schenkel unterscheidet man die Keimbläschen mit ihrem Keimfleck und die feinkörnige

Dottermasse dazwischen; der andere Schenkel weist fast nur Dottersubstanz auf, dessen Moleküle hier größer geworden sind.« Ähnliche Beobachtungen sind von Professor LEYDIG auch an den Eierstöcken von *Brachionus*, *Noteus* und *Euchlanis* gemacht worden, woraus derselbe Forscher den Schluss ziehen zu dürfen glaubt, dass in den Ovarien der genannten Rädertiere eine annähernde Bildung zu jenen Eierstocksformen vorliege, in welchen (wie bei Hexapoden und Asellinen) die Produktion der Keimbläschen und der Dottermasse räumlich verschiedenen Stellen des Eierstocks übertragen ist¹.

Nach dem, was ich bei meinen Rotiferen mit aller Bestimmtheit wahrgenommen habe, kann ich mich dieser Ansicht nicht anschließen. Es scheint allerdings so, als sei in dergleichen Ovarien ein gesonderter Dotterbildungsherd vorhanden, aber bald sieht man in der Tiefe der Beule das Keimbläschen zu Tage treten und außerhalb des Ovariums Platz nehmen. Die Beule, die ursprünglich dem Ovarium aufsitzt, nimmt mehr und mehr an Umfang zu und schnürt sich schärfer gegen ihre Ursprungsstätte ab. Schließlich kehrt sich das Verhältnis um: das heranreifende Ei erlangt nach und nach seine definitive Größe, und dann sieht man letzterem das bedeutend verkleinerte Ovarium aufsitzen, während früher der umgekehrte Fall vorlag.

Die Abschnürung wird endlich zur Thatsache (nach drei bis vier Stunden etwa) und das Ei, in welchem man das Keimbläschen mit dem Keimfleck deutlich liegen sieht, fällt in die Leibeshöhle, wo es durch die Kontraktionen des Thieres in der ungenirtesten Weise hin und her bewegt wird. Der Process der Abschnürung vollzieht sich dergestalt, dass ein Theil der Umhüllungsmembran des Eierstocks mit abgeschnürt wird und auf das Ei übergeht, so dass der Embryo bei seiner Entwicklung in einer rings geschlossenen, wasserhellen Blase liegt, die ihrer Herkunft und Funktion nach als ein wirklicher Uterus (*poche de maturation*, JOLIET) zu betrachten ist. Bei einer 700maligen Vergrößerung und bei gutem Definitionsvermögen des betreffenden Mikroskops ist die den Embryo umgebende (in ihrem Vorhandensein aber oft bestrittene) Hülle mit größter Bestimmtheit wahrzunehmen.

Die Furchung des Eies von Rotifer (vgl. Fig. 4) ist sehr schwierig zu beobachten, weil die für die Untersuchung günstigen Thiere nicht nach Belieben zur Ruhe gebracht und vom Umherkriechen abgehalten werden können. Die Anwendung eines Kompressoriums ist unzumuthbar, denn der geringste Druck, der auf die zu beobachtenden Objekte ausgeübt wird, hat deren Kontraktion zur Folge. Es bleibt also nichts

¹ Diese Zeitschr. Bd. VI. 1853. p. 37, 47 und 94.

weiter übrig, als sich mit Geduld zu wappnen und zuzusehen, dass man durch geeignete Bewegungen des Objektträgers das Ei immer im Gesichtsfelde behält. Sehr oft tritt übrigens der erwünschte Umstand ein, dass sich die Thierchen mit dem Fuße festheften, das Räderorgan entfalten und nun 10—20 Minuten in dieser Situation verbleiben. Das geschieht aber nur, wenn sie sich ganz behaglich fühlen und die Beleuchtung keine allzu grelle ist.

Was ich bei Monate lang fortgesetzten Studien (Februar bis Juli 1884) über die Entwicklung von *Rotifer vulgaris* habe feststellen können, ist Folgendes. Das Ei zeigt nach seiner Abschnürung vom Ovarium ein central gelegenes Keimbläschen mit deutlichem Keimfleck. Die Entwicklung des Embryo wird damit eingeleitet, dass die Konturen des Keimbläschens unbestimmt werden, bis es verblasst und endlich ganz unsichtbar wird. Sobald dies geschehen, zeigen die Dotterkörnchen eine Tendenz, sich im mittleren Theile des Eies anzusammeln, so dass sich eine dunklere Centralmasse und eine lichtere peripherische Schicht unterscheiden lässt. Nach 20—25 Minuten hellt sich jedoch der Eiinhalt allmählich wieder auf und bei entsprechender Beleuchtung machen wir die Wahrnehmung, dass eine Theilung des Keimbläschens stattgefunden hat. Letzteres hat dabei allerdings nur wenig an Größe abgenommen, was sicherlich dadurch zu erklären ist, dass sich die Substanz desselben sofort wieder aus dem Dotter ergänzt. Nach den neueren Beobachtungen von LUDWIG WILL¹, denen zufolge Massen von Kernsubstanz aus dem Keimbläschen heraustreten und sich in Dottersubstanz umwandeln sollen, ist ja wohl auch der umgekehrte Vorgang denkbar. Gewöhnlich ist die Anordnung der Theilungsprodukte und des ursprünglichen Keimbläschens derart, dass letzteres in der Nähe des einen, die Tochterbläschen hingegen in der Gegend des anderen Eipols placirt werden.

Den Theilungsmodus habe ich am Rotiferenei nie direkt beobachten können; da aber die Tochterbläschen stets kleiner sind, als der ursprüngliche Eikern, so ist es wahrscheinlich, dass erstere durch einen Knospungsprocess aus letzterem hervorgehen. Etwas dem Ähnliches findet bekanntlich auch bei der Eifurchung von *Rhodites rosae* statt, wo sich (nach WEISMANN'S Beobachtungen) der sogenannte »hintere Polkern« gleichfalls durch Knospung vermehrt².

Es ist bemerkenswerth, dass sich die Dotterelemente nicht sogleich um die Nachkömmlinge des Keimbläschens gruppiren; es dauert vielmehr geraume Zeit (mehrere Stunden!), ehe der Anfang einer Blasto-

¹ Über die Entstehung des Dotters und der Epithelzellen bei den Amphibien und Insekten. Zool. Anz. Nr. 167 und 168. 1884.

² Beiträge zur Kenntnis der ersten Vorgänge im Insektenei. 1883. p. 85 ff.

merenbildung zu konstatiren ist. Meines Wissens ist jene Thatsache bisher nur von LEYDIG hervorgehoben worden, der 1855 bereits daran die Frage knüpft: » Soll man schließen dürfen, dass das Keimbläschen im Eierstocksei sich ohne Weiteres durch fortgesetzte Theilung in viele Kerne umgewandelt hat oder umschließen etwa die Winter-eier gleich bei ihrer Entstehung im Eierstock eine Anzahl von Kernen (Keimbläschen) im Gegensatz zu anderen Eiern, die immer nur einen Kern besitzen^{1?}«

Durch meine Beobachtungen wird auf das Vorkommen einer größeren Anzahl von Kernen im Ei mancher Rotatorien klares Licht geworfen, in so fern ich konstatiren konnte, dass zwischen der Blastomerenbildung und der Vermehrung des ursprünglichen Eikerns (durch Knospung) ein Zeitraum von mehreren Stunden liegt. Gelegentlich traf ich einmal ein Ei mit vier Tochterkernen an, ohne dass irgend eine Spur von beginnender Furchung zu bemerken war. In der Regel beginnt die Gruppierung des Dotters zu Blastomeren, wenn drei Kernknospen sich abgelöst haben. Das ist der Fall von *b'* in Fig. 4. Wie wir sehen werden, ist damit bereits die Anlage zum Epiblast gegeben. Durch kaum merklich fortschreitende Furchenbildung werden schließlich drei Blastomeren gebildet, von denen jedes einen Tochterkern eingelagert enthält. Diese sitzen der noch ungefurchten, größeren Eihälfte sattelförmig auf und scheinen sich weiterhin auf Kosten der letzteren (die zusehends kleiner wird) zu vermehren. Das Resultat dieser Vermehrung ist zugleich eine Umwachsung der bisher ungefurcht gebliebenen Eihälfte durch die Theilungsprodukte der ursprünglichen drei Blastomeren — ein Vorgang, der zur Bildung einer sogenannten *Haubengastrula* führt. Das äußere Keimblatt derselben wird durch die umwachsende Zellenmasse repräsentirt; das innere durch die sich zunächst passiv verhaltende Eihälfte, welche sich indessen auch zu furchen beginnt, wenn die Umwachsung so weit fortgeschritten ist, dass nur noch eine kleine Öffnung (Blastoporus) zum Verschluss übrig bleibt.

Ist letzteres geschehen, so verschmilzt das Protoplasma der inzwischen durch fortgesetzte Theilung vermehrten und verkleinerten Blastomeren mit einander, und es entsteht eine ziemlich dichte, mit zahlreichen Kernen versehene Schicht, welche uns das Schicksal der großen Hypoblastzelle nicht mehr zu verfolgen gestattet. Daran jedoch, dass dieselbe morphologisch einem inneren Keimblatte gleichwerthig gesetzt werden muss, ist nicht zu zweifeln, wenn wir den Furchungsprocess an dem Ei eines mit *Rotifer vulgaris* nahe verwandten Rädertieres (*Philodina roseola*) im Speciellen betrachten.

¹ Über den Bau etc. p. 102.

Wir haben im Riesengebirge und insbesondere in der Gegend von Hirschberg (beim Dorfe Grunau) eine sehr große Species der genannten Philodinae, deren Eier sich zu embryologischen Beobachtungen ganz vorzüglich eignen. Der Darmkanal dieser Thierchen ist zinnoberroth gefärbt, und dasselbe Pigment finden wir auch in den Dotterkörnchen des Eies vor — ein Umstand, der — wie ich bei meinen Studien von Tag zu Tag mehr bemerkte — außerordentlich werthvoll ist. Ich kultivirte große Mengen von diesen Thieren in zwei kleinen Aquarien, die mit Regenwasser gefüllt waren. Algenschwärmosporen dienten als Fütterungsmaterial. Am frühen Morgen (um 4 oder 5 Uhr) fand ich beständig stecknadelkopfgroße Kolonien am Rande des Aquariums sitzen, die sich bei mikroskopischer Besichtigung als aus 30—40 Individuen bestehend erwiesen. Dazwischen sieht man 50—60 frisch abgelegte oder bereits in der Entwicklung begriffene Eier, welche man natürlich sofort zu verwerthen hat. Dass es so vielen Räderthierbeobachtern — wie aus den bezüglichen Abhandlungen hervorgeht — nicht hat gelingen wollen, eben abgelegte Eier zu finden, kommt einfach daher, dass sie nicht früh genug aufgestanden sind. So viel ich urtheilen kann, erfolgt bei *Philodina roseola* die Eiablage während der späten Morgenstunden nur noch vereinzelt und am Nachmittag gar nicht mehr. Dieses Verhalten hat sein Analogon in der niederen Pflanzenwelt. Dem Botaniker ist es wohl bekannt, dass die Kopulation mancher Algen lediglich in den ersten Tagesstunden stattfindet.

Wenn sich das reife Ei von *Philodina roseola* noch in der Leibeshöhle seines Producenten befindet, liegt das Keimbläschen stets an demjenigen Pole, welcher der Afteröffnung zugekehrt ist. Einen Keimfleck vermochte ich niemals bei *Philodina roseola* zu entdecken.

Über die ersten Entwicklungsstadien habe ich Folgendes zu berichten. Im abgelegten Ei schwindet alsbald das Keimbläschen, und ganz eben so wie bei *Rotifer* häufen sich die Dotterkörnchen um einen centralen Punkt, so dass eine körnchenarme peripherische Protoplasmaschicht im Ei sichtbar wird. Nach und nach aber wird der Inhalt des letzteren wieder homogen, jedoch nur vorübergehend, denn bald lichtet sich der Dotter an zwei nahe bei einander befindlichen Punkten der Längsachse des Eies und es entsteht dazwischen die erste Furche, durch welche der Eiinhalt in zwei ungleich große Hälften zerlegt wird (vgl. Fig. 5 b). In dem Maße, wie die Vertiefung der Furche fortschreitet, treten auch die Kerne der beiden ersten Segmente deutlich konturirt hervor. Dass sich der erste Furchungskern durch Knospung aus dem Kern der Eizelle entwickelt, habe ich bei *Philodina roseola* einige Mal direkt wahrgenommen. Ich verweise zur Erläuterung auf die Fig. 6, in welcher vier auf einander

folgende Stadien des in Rede stehenden Knospungsprocesses dargestellt sind. Am Beginn der Knospung kommt es vor, dass sich die eigentliche zähflüssige Kernsubstanz innerhalb der sie umschließenden festen Hülle stark amöboid bewegt (Stadium 1, Fig. 6). Nach einigen Minuten tritt dann aber der knospende Tochterkern (Stadium 2) deutlich hervor. Dieser theilt sich oft sogleich nach seiner Entstehung in zwei bis drei gleichwerthige Gebilde (Stadium 3) und ich habe sogar den Fall beobachtet, dass der ganze Kern (incl. Knospe) in diesem Stadium die Gestalt einer Rosette annahm, und fünf Tochterkernen zu gleicher Zeit den Ursprung gab. Bei Bildung der weiteren Blastomeren kann man das Hervorsprossen der dazu gehörigen Tochterkerne aus dem ursprünglichen Keimbläschen fast regelmäßig beobachten (Fig. 5 c und d).

Erwähnenswerth ist, dass sich am Ei von *Philodina roseola* das Auftreten einer kleinen Furchungshöhle (*fh*) bestimmt wahrnehmen lässt. Ich habe dieses Gebilde nicht bloß vereinzelt, sondern bei allen Eiern, deren erste Entwicklungsstadien mir zu Gesicht kamen, konstatiren können.

Die Furchung schreitet nach Bildung des ersten kleineren Segmentes in der Weise vor, dass sich noch zwei andere Blastomeren von der großen Eihälfte aus bilden, das ursprüngliche erste Theilstück zwischen sich nehmen und mit diesem in oberflächlicher Weise verschmelzen. Dieses Stadium wird in unserer Fig. 5 durch *d* repräsentirt. *e* zeigt uns dasselbe Ei um 90° herumgedreht. In *c* ist das Auftreten der zweiten Furche und die Knospung eines Tochterkernes aus dem Keimbläschen dargestellt.

Wie bei *Rotifer vulgaris*, so können wir auch hier beobachten, dass sich die drei ersten Blastomeren nun ihrerseits theilen und die Hypoblasthälfte des Eies zu umwachsen beginnen. In letzterer (*en*) haben sich mittlerweile mehr Dotterkörnchen als in der Anlage des äußeren Keimblattes (*ec*) angehäuft, wodurch es — wie wir sehen werden — möglich wird, die Hypoblastzelle bei der ferneren Entwicklung im Auge zu behalten. Nach und nach wird das noch ungefurchte, körnchenreiche Dotterstück von den sich theilenden Blastomeren förmlich umflossen und wie mit einer Haube umgeben. Ehe sich aber der Blastoporus an letzterer vollständig schließt, trennen sich von dem Hypoblast zwei kleinere Theilstücke ab, die sich durch ihren großen Körnchenreichthum deutlich markiren. Sie haben eine hochrothe Farbe und liegen dicht vor dem Blastoporus nach innen zu. Ich stehe nicht an, diese rothen Zellen (*me*) als die Anlage eines mittleren Keimblattes zu deuten, aus dem die Ovarien, die Muskeln, die Exkretionsgefäße und die keulenförmigen Organe (im Fuß) hervorgehen.

Die sich entfaltende Mesoblastanlage bildet keine Schicht, wie es in unserer Fig. 5 *h* scheinen könnte, sondern einen Zellenstrang, der von beiden Seiten her, nach dem vorderen Körperende zu (zwischen Epiblast und Hypoblast hinein) wächst. Das Verfolgen dieses Wachstums ist im Speciellen nicht mehr möglich, da sich endlich auch die große Hypoblastzelle zu furchen beginnt und nun die Unterscheidung des mittleren Keimblattes vom inneren illusorisch wird. Bei einer Drehung des Eies um seine Längsachse sieht man aber, dass der Mesoblastzellenstrang nicht central verläuft, sondern der einen Eihälfte mehr genähert ist als der anderen.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich die ersterwähnten rothen Zellen für jene »Urzellen des Mesoderms« anspreche, deren Auftreten in der Annelidenentwicklung (bei *Criodrilus*) von HATSCHKE längst bemerkt und beschrieben worden ist¹. HATSCHKE's Fig. 4 auf Tafel I der angezogenen Abhandlung zeigt die qu. Zellen genau in derselben Lage zu den beiden primären Keimblättern, wie ich sie am Ei von *Philodina roseola* vorgefunden habe. Ich konnte an letzterem Objekt auch zweifellos konstatiren, dass die Mesodermanlage in Form einer Abspaltung vom Hypoblast ihren Ursprung nimmt. In welcher Weise sich dieselbe strangartig verlängert, ist aus Fig. 5 *h* vollständig klar ersichtlich. Wenn HATSCHKE von diesen Mesodermzellen sagt, »dass sie eine nähere Verwandtschaft zum Entoderm als zum Ektoderm zeigen«, so ist das richtig und wohl begreiflich, da sie in einer genetischen Beziehung zu letzterem stehen.

Die Rotatorien treten durch den von mir erbrachten Nachweis auch in eine bedeutsame Beziehung zur *Polygordius*larve, zur *Trochophora* — von der wir wissen, dass sie Mesodermstreifen genau von derselben zelligen Anordnung, wie der Embryo von *Philodina roseola*, besitzt.

Höchst wahrscheinlich ließe sich das Vorhandensein einer solchen Mesodermanlage auch bei *Rotifer vulgaris* konstatiren, wenn es ein Mittel gäbe, den Hypoblast bei diesem Räderthier deutlicher zu verfolgen. Es ist aber ganz unmöglich über das weitere Schicksal desselben (nach seiner Umwachsung durch das Ektoderm) bei *Rotifer* ins Klare zu kommen. Auch mit Färbungen (Methylgrün) hatte ich keinen Erfolg.

Was die weitere Entwicklung der Embryonen von *Rotifer vulgaris* anlangt, so bildet sich durch eine früh auftretende quere Furche auf der Bauchseite zunächst ein Kopf- und ein Schwanztheil aus (Fig. 4 *f'*). An ersterem treten sehr bald die zarten Umriss des Räderorgans in Gestalt zweier halbkreisförmiger Falten hervor, die in einer Mittellinie, dem späteren Schlundrohr, zusammenstoßen. Zur selbigen Zeit bemerkt man

¹ Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. 1878. p. 3 und 92 ff.

am Schwanz- (resp. Fuß-) Theil einige seichte Einkerbungen, durch welche die nachfolgende oberflächliche Segmentirung dieses Körperabschnittes bereits zum Ausdruck gebracht wird.

Von den inneren Organen ist in frühen Embryonalstadien von Rotifer auch nicht die geringste Spur zu entdecken; ihr Vorhandensein und ihre Wahrnehmbarkeit fallen aber gewiss nicht auf einen und denselben Zeitpunkt. Denn ohne Zweifel ist der Darmkanal bereits vorhanden, wenn sich die Umrisse des Schlundkopfes und die gezähnelten Kieferplatten desselben zu zeigen beginnen, was bekanntlich ziemlich früh geschieht. Dass wir zu dieser Zeit das Verdauungsrohr noch nicht wahrzunehmen im Stande sind, liegt wohl nur daran, dass der Unterschied zwischen seinem Lichtbrechungsvermögen und dem der es umgebenden Gewebe erheblich kleiner ist als der, welcher zwischen den letzteren und der chitinösen Auskleidung des Schlundkopfes besteht. Auf das zufällige Vorhandensein eines solchen Unterschiedes muss darum die besonders frühe Wahrnehmbarkeit des Rotiferenschlundkopfes zurückgeführt werden.

Demnächst ist es ein kleiner, vacuolenartiger Hohlraum im hinteren Theile des Embryo, dessen frühe Sichtbarkeit konstatiert werden muss. An derselben Stelle, wo dieser Hohlraum bei Rotiferembryonen zu bemerken ist, sieht man bei jungen Thieren von *Lacinularia*, *Stephanoceros*, *Floscularia* etc. Körnerhäufchen (sog. »Harnkonkremente«), die in eine besondere Blase eingeschlossen zu sein scheinen. Ich stelle dahin, ob von der Existenz dieser Konkreme auf das Vorhandensein einer Primordialniere geschlossen werden kann, und erwähne nur das interessante Faktum, dass AUBERT auch am Embryo von *Aspidogaster conchicola* »zwei auffallende schwarze Punkte oder Kügelchen« beobachtet hat, von denen er sagt, dass sie das Licht stark brechen, einen geschichteten Bau haben und konstant an derselben Stelle (zwischen Bauchnapf und Darm) auftreten¹. Es ist dies offenbar ein vollkommenes Analogon zu den Fällen, die oben bezüglich der Rädertiere mitgeteilt worden sind.

Wenn der Embryo von Rotifer vulgaris so weit herangewachsen ist, dass er ein genaues Abbild des Mutterthieres im verkleinerten Maßstabe darstellt, so fängt er an sich lebhaft zu bewegen und dabei wird die Uterusblase (poche de maturation), in die er eingeschlossen ist, gelegentlich zerrissen. Nun liegt er ganz frei zwischen Darm und Leibeshaut, welcher Raum für ihn eine Art von Kinderstube ist, nachdem er seinen ersten Geburtsakt überstanden hat. Man sieht dergleichen

¹ Diese Zeitschr. Bd. VI. 1855. p. 370.

Embryonen, resp. junge Rotiferen, fleißig Kriechübungen innerhalb des mütterlichen Körpers anstellen, und häufig befinden sich auch schon die Kieferplatten der Jungen in klappender Bewegung. In einigen Fällen habe ich solche Embryonen auch bereits mit vollständig entfaltetem Räderorgan in der Leibeshöhle der Mutter Strudelversuche machen sehen. Aber es ist das während meiner mehrmonatlichen Untersuchung nur zwei- bis dreimal vorgekommen.

Ich habe schon oben erwähnt, dass es mir niemals vergönnt gewesen ist, zu sehen, auf welchem Wege der reife Embryo aus dem Körper seiner Mutter herausbefördert und so zu sagen zum zweiten Mal geboren wird. Ich bezweifle, dass die Pforte, durch welche das junge Geschöpf den engen Bezirk seiner Entwicklung verlässt, in der Kloakenöffnung zu erblicken ist. In diese Öffnung mündet nur der Enddarm und die kontraktile Blase. Es muss anderen Rotiferenbeobachtern vorbehalten bleiben, das Räthsel des Geburtsaktes für diese Thiere zu lösen. Ich bekenne mein vollständiges Nichtwissen in diesem Bezug.

V. Die Fortpflanzung.

Am 15. Februar dieses Jahres fand ich in einem meiner Glasgefäße Rotiferenexemplare vor, welche Eier der bekannten Größe und Gestalt in der Leibeshöhle flottirend zeigten, daneben aber noch andere eiähnliche Gebilde an der Innenseite der Cuticula angeheftet trugen, die ihren Ursprung aus der LEYDIG'schen Körnerschicht (durch Sprossung) zu nehmen schienen.

Das war mir ein höchst unerwarteter und frappanter Anblick. Bei näherer Untersuchung erwiesen sich sämmtliche in dem betreffenden Glasgefäße befindliche Rotiferen mit solchen Eiern der zweiten Art ausgestattet. Wenn man sich die geeigneten Exemplare herausuchte, so war es möglich, das Fortschreiten des Sprossungsprocesses mit größter Deutlichkeit zu verfolgen. Jeder Tropfen Wasser, den ich auf einen Objektträger brachte, enthielt 40—42 Rotiferen. An diesen ließen sich die sprossenden Eier in allen möglichen Reifestadien beobachten.

Waren es denn aber wirklich »Eier«, die hier zur Beobachtung kamen? Diese Frage legte ich mir natürlich vor und durchmusterte auch die mir zu Gebote stehende Litteratur bezüglich dieses Punktes. Ich fand indessen nirgends eine Angabe, aus der ich hätte entnehmen können, dass Jemand vor mir solche sprossende Eier bei Rotiferen beobachtet habe. Da kam mir auf einmal eine Notiz aus dem »Archiv für Naturgeschichte« (1874, Bd. II, p. 468) zu Händen, wonach GANIN die Bildung von Eiern durch Sprossung bei *Callidina parasitica* (einer in *Gammarus pulex* schmarotzenden Philodinide) konstatirt haben sollte.

Die Eiknospen nehmen nach GANIN's Bericht aus der Matrix der Cuticula ihren Ursprung, umgeben sich alsbald mit einer strukturlosen Membran, entwickeln sich weiter und schnüren sich dann los. Daneben sollen aber von demselben Räderthiere auch echte entwicklungsfähige Eier producirt werden.

Diese Notiz passte vortrefflich zu meinen eigenen Beobachtungen. Die Entwicklung der Knospen aus der Körnerschicht (= Matrix) hatte ich gesehen (Fig. 8 *a—g*). Ich hatte genau constatirt, dass dieselben nach und nach zu ellipsoidischen Gebilden heranwachsen, welche in ihrer äußeren Gestalt völlig mit den Eierstockseiern von Rotifer vulgaris übereinstimmen. Allerdings blieben die von mir beobachteten Matrixeier auch nach Erlangung ihrer definitiven Größe noch mit ihrer Ursprungsstätte in Verbindung. Nur in einigen Fällen fand ich dieselben wie die Eierstockseier in der Leibeshöhle flottirend. Sonst waren sie stets mit ihrem vorderen Ende in die Körnerschicht eingebettet, und ein kleiner Fortsatz ging bis in das Innere der chitinösen Cuticula hinein. So schien es wenigstens en profil. Von der Fläche her gesehen (vgl. Fig. 7 *mkrp*) nahm sich die Sache etwas anders aus. Ich machte jetzt die Wahrnehmung, dass die Cuticula gerade über dem Ei durchbohrt war, und dass die so entstandene mikropylartige Öffnung sich von einem kleinen ringförmigen Wall umgeben zeigte¹.

Ich sah dergleichen »Eier« am vorderen und auch am hinteren Körperende meiner Rotiferen von innen her befestigt. Dass eine bestimmte Stelle für die Anheftung bevorzugt würde, war nicht wahrzunehmen. Indessen schien es manchmal so, als ob der vordere Theil der Leibeshöhle (rechts) und der hintere (links) öfter »Eier« angeheftet trügen, als andere Stellen. Wie die betreffenden Gebilde, wenn sie ihre definitive Größe erlangt haben, aussehen, zeigt uns *e* in Fig. 8. Das Ganze stellt eine hyaline eiförmige Blase dar, an deren einem Pole sich ein kugeliges, feinkörniges Gebilde vorfindet, während in der Nähe der mikropylähnlichen Öffnung ein vacuolenartiger Hohlraum zur Ausbildung gelangt ist. Ich glaube bemerkt zu haben, dass die Vacuole ihren Ort innerhalb der Blase verändern kann; in mehreren Fällen sah ich sie

¹ Bei genauer Besichtigung der Fig. 4 (*Stephanocerus Eichhornii*) auf der ersten von den vier Tafeln, welche Professor LEYDIG seiner schönen Abhandlung über den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere beigegeben hat, sehe ich ein mit dem Buchstaben *h* bezeichnetes Gebilde (rechts am Vorderende des Thieres), von dem der bewährte Histolog bekennt, dass die Bedeutung desselben »ihm unbekannt geblieben sei«. Er beschreibt es als »eine Gruppe wasserheller Blasen, die mit einem kurzen, aber bei passender Lage deutlichen Gang an der Cuticula ausmünden«. Sollte hier nicht eine ähnliche Beobachtung vorliegen, wie ich sie bei Rotifer öfter gemacht habe?

bis dicht in die Nähe des kugeligen Gebildes rücken. Letzteres schien mir gewisser amöboider Bewegungen fähig zu sein; ich sah es einige Mal mit Buckeln und stumpfen Ausläufern versehen, welche sich aber nach einiger Zeit wieder zurückzogen.

Bisher hatte ich die bezüglichen Beobachtungen immer nur mit einer 550maligen Vergrößerung gemacht. Nunmehr kam mir der Gedanke, die bei solcher Vergrößerung noch ganz hell und klar erscheinenden Vacuolen mit einer LERTZ'schen Ölimmersion (von $1/16$ Zoll Brennweite und einer numerischen Apertur von 1,25) zu besichtigen. Die Anwendung dieses Objektivs ermöglichte eine 900malige Vergrößerung.

Als ich nunmehr einen Blick ins Mikroskop that, war meine Überraschung groß. Die Vacuole zeigte nämlich zahlreiche wimmelnde Fäden in ihrem Innern, und zwar waren die meisten derselben auf der Seite angehäuft, wo die Wand der Vacuole das kugelige Gebilde berührte (vgl. Fig. 9). Was waren das für Fäden?

Seitdem ich von GANN'S früherer Beobachtung wusste, dachte ich von vorn herein nicht anders, als dass ich wirkliche (nur anders geartete) Rotifereneier vor mir hätte, und demgemäß lag mir nichts näher, als jene beweglichen Fäden im Inneren der Vacuole für Spermatozoen zu halten.

Es kam noch ein anderer Umstand dazu, der mich in dieser Auffassung bestärkte. Ich machte nämlich eines Tages die Beobachtung, dass einige meiner Rotiferenexemplare mit sonderbaren sackförmigen Anhängseln ausgestattet waren, die sich immer genau an der Stelle befanden, wo die mikropylartige Öffnung des »Eies« durch die Cuticula zu Tage trat. Ich beobachtete die Säckchen (Fig. 10 s) stundenlang, aber ich konnte über ihre Bedeutung zunächst keinen Aufschluss erlangen. Ich erhielt nur einen Begriff davon, wie fest sie den Rotiferen aufsitzen mussten, da sie trotz der raschen Bewegungen der Thiere durch allerlei Algengestrüpp wie festgemauert ihren Platz behaupteten. Nach einiger Zeit machte ich ganz gelegentlich — nur um zu sehen, ob die Glasbehälter noch lebende Bewohner hätten — einige Präparate, und da gelang es mir, folgenden Vorgang an einem der Säckchen zu beobachten.

In dem homogen aussehenden Inhalt desselben trat plötzlich eine Vacuole auf (v in a , Fig. 11), die sich ziemlich rasch (nach dem Mikropylgebilde zu) abwärts bewegte. Der Durchtritt der Vacuole durch die Öffnung in der Cuticula erfolgte thatsächlich, und es zeigte sich alsbald innerhalb des »Eies« ein kleines Bläschen (v_1) derselben Art, nur etwas kleiner. Ein Theil der ursprünglichen Vacuole (v_2) blieb im Halse der Mikropylöffnung zurück. Da, wo die Vacuole in dem Säckchen zuerst

aufgetreten war, zeigte sich ein scharf konturirter Spalt (*h*), der indessen bald verschwimmende Ränder zeigte und endlich total verschwand. Zwei Minuten später bildete sich eine neue Vacuole an derselben Stelle wie vorher; dieselbe zerfiel aber sogleich in zwei kleinere, und beide traten abermals den Weg nach der Mikropyle an. Dieses Mal gelangten beide bis in die Blase, so dass nun drei derartige Gebilde darin vorhanden waren. Zwei davon verschmolzen aber nach kurzer Zeit, und so blieben nur zwei zurück. Nach 15 Minuten verschmolzen aber auch diese und gaben zur Entstehung einer einzigen größeren Höhlung im Inhalt der eiförmigen Blase Anlass.

Alle diese merkwürdigen Vorgänge glaubte ich mit einer bisher übersehenen geschlechtlichen Fortpflanzungsweise von *Rotifer vulgaris* in Beziehung setzen zu sollen, und das um so mehr, als die Säckchen lebhaft an die Spermatophoren mancher Crustaceen (Cyclopiden) erinnerten.

Da machte mich Herr Professor EHLERS (Göttingen) darauf aufmerksam, dass Herr Professor FRIEDRICH v. STEIN (Prag) vor Jahren (1872) auf der Naturforscherversammlung zu Leipzig einen zur Ordnung der Suctorina gehörigen (also mit den Acinetinen und Opalinen verwandten) infusoriellen Parasiten beschrieben habe, auf den meine Beschreibung der eiähnlichen Gebilde in der Leibeshöhle von *Rotifer vulgaris* ganz vorzüglich passe. Herr Professor v. STEIN wurde nun in Bezug auf den vorliegenden Fall konsultirt, und er hatte die Güte, meine Schilderung mit seinen eigenen früheren Beobachtungen zu vergleichen. Danach wird es nun im hohen Grade wahrscheinlich, dass ich denselben Parasiten, welchen Herr Professor v. STEIN seiner Zeit entdeckt, und unter dem Namen *Trypanococcus Rotiferorum* St. beschrieben hat, jetzt wieder aufgefunden habe.

Herr v. STEIN hat in dem Vortrage, den er auf jener Naturforscherversammlung hielt, ganz detaillirte Angaben über die Organisation von *Rotifer* und über den Bau des *Trypanococcus* gemacht, aber er kam leider nicht dazu, einen Bericht darüber für das »Tageblatt« zu verfassen. Hieraus ist es zu erklären, dass der *Trypanococcus* nicht so bekannt geworden ist, als er es wohl verdiente.

Das, was ich als eine mit Spermatozoen angefüllte Höhlung (Vacuole) in dem vermeintlichen »Ei« angesehen habe, ist nach STEIN die Leibeshöhle des Parasiten, die mit zarten, fortwährend schwingenden Cilien ausgekleidet ist. Von dieser Leibeshöhle soll ein Kanal (Schlund) bis zu der vielerwähnten mikropylartigen Öffnung gehen, welcher dann die Bedeutung eines Mundes zukommen würde. Hierzu habe ich allerdings die Bemerkung zu machen, dass ich das Vorhandensein eines solchen Schlundes

niemals beobachtet habe, auch bei Anwendung der Ölimmersion nicht. Hätte ich einen derartigen Kanal wahrgenommen, so wäre ich wohl kaum auf den Gedanken gekommen, die qu. Gebilde als »Eier« zu deuten. Dagegen muss ich zugeben, dass eine auf ihrer inneren Wand mit Cilien besetzte Magenöhle recht gut den Gesichtseindruck erklärt, den ich auf eine mit wimmelnden Fäden angefüllte Vacuole bezog. Das kugelige Gebilde in der Trypanococcusblase deutet Herr v. STEIN als den Nucleus des infusoriellen Parasiten.

Nun fragt es sich aber, was die Säckchen darstellen, deren Anwesenheit ich ganz zweifellos konstatiert habe, und in denen ich so eigenthümliche Kontraktionserscheinungen mit Vacuolenbildung wahrnehmen konnte. Herr v. STEIN bekennt, dass er solche sackförmige Anhängsel niemals an seinen Rotiferen wahrgenommen hat, ist aber der Ansicht, dass sie ganz wohl die Bedeutung einer Fortpflanzungserscheinung haben könnten. Möglicherweise entstehe durch Knospung ein bewimperter Spross, aus dem schließlich wieder die unbewegliche und parasitische Trypanococcusblase hervorgehe. Es ist schade, dass Herr v. STEIN über den wirklichen Verlauf einer solchen Sprossbildung keine Fakta zu Gebote stehen, und dass wir uns in Folge dessen hier nur auf hypothetischem Gebiet bewegen können. Gerade diese Säckchen, welche mir von außen her aufgesetzt (gekittet) zu sein schienen, unterstützten in mir den Gedanken an eine Fortpflanzung geschlechtlicher Art bei den Rotiferen, obgleich ich in Verlegenheit gewesen wäre, ein Organ bei dieser Thiergruppe aufzuzeigen, welches muthmaßlich die Funktion einer männlichen Geschlechtsdrüse hätte haben können.

Die Einwände des Herrn v. STEIN gegen eine andere Ansicht als die, dass wir es im vorliegenden Falle lediglich mit Trypanococcus zu thun haben, sind sicherlich vom größten Gewicht. Trotz alledem ist die Sache noch nicht vollständig aufgeklärt, und es ist vom höchsten Interesse, dass alle Forscher, welche sich eingehend mit der Anatomie der Rotiferen beschäftigen, auf das Vorhandensein von Trypanococcus Acht haben, damit wir nach und nach Genaueres über die Fortpflanzungsgeschichte dieses merkwürdigen Infusorium erfahren.

Es wäre zur Klärung der Eiersprossungsfrage selbstverständlich auch sehr wichtig, wenn Herr Professor GANIN die Freundlichkeit haben würde, sich specieller über seine im Jahre 1874 bei *Callidina parasitica* gemachten Beobachtungen zu äußern. Er hat dies wohl auch in Nr. 6 der »Mittheilungen der Warschauer Universität« gethan, aber die betreffende Abhandlung ist in russischer Sprache abgefasst und daher nicht allgemein zugänglich.

Bezüglich der Fortpflanzung von *Rotifer vulgaris* habe ich also nur das längst bekannte Faktum aufs Neue konstatiren können, dass dieselbe auf parthenogenetischem Wege erfolgt. Dass neben den Eierstockseiern, welche sich ohne vorhergehende Befruchtung entwickeln, zu Zeiten auch solche (durch Sprossung) entstehen, welche einer Befruchtung unterliegen, ist nach dem, was Herr Professor v. STEIN gegen meine Beobachtungen eingewendet hat, sehr zweifelhaft geworden. Ob die früheren Wahrnehmungen des Herrn Professor GANIN, welche allerdings für eine zweite Art der Eibildung bei Philodiniden zu sprechen scheinen, thatsächlich so gut fundirt sind, dass sie jeden Zweifel ausschließen, kann ich nicht beurtheilen. Es wäre, wie schon gesagt, wünschenswerth, dass Herr Professor GANIN selbst sich hierüber ausspräche. Der Gegenstand, um den es sich handelt, ist biologisch und physiologisch von der allergrößten Wichtigkeit.

Hirschberg in Schl., im September 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI, Fig. 1—11.

Fig. 1. Ein erwachsenes Exemplar von *Rotifer vulgaris* von der Bauchseite gesehen. *auf*, die durchschimmernden Augenflecken; *ro*, das Räderorgan; *gs*, graue Substanzmassen (Speicheldrüsen?); *z*, paarige Zellen; *ka*, Kauapparat; *dr*, Magendrüsen; *i*, Intima des Darmes; *eg*, Exkretionsgefäßstamm; *zo*, Zitterorgane (Wimpertrichter); *ov*, Ovarium mit davon sich abschnürendem Ei; *cbl*, kontraktile Blase; *fdr*, Fußdrüsen; *fe*, ausstülpbares Fußende.

Fig. 2. Vorderes Leibesende von *Rotifer vulgaris* mit ausgestülptem Räderorgan; *k*, auf den Rücken umgeschlagenes Kopfende des Thieres; *nz*, Nackenzapfen (»Respirationsröhre« der Autoren); *gngl*, Gehirnganglion; *ro*, Räderorgan.

Fig. 3. Das vordere Leibesende von *Rotifer* mit eingestülptem Räderorgan. Fig. 3 *a* von der Seite und Fig. 3 *b* von oben gesehen. *tb*, Tastborsten.

Fig. 4. Entwicklungsstadien von *Rotifer* (*a'—f'*). *kbl*, Keimbläschen; *ec*, Anlage des Ektoderms; *en*, Anlage des Entoderms; *u*, Uterusblase; *g'* und *h'*, Rotifereneier mit anormaler Furchung, in der Entwicklung zurückgeblieben.

Fig. 5. Entwicklung von *Philodina roseola* (*a—h*). *kbl*, Keimbläschen; *fh*, Furchungsböhle; *f*, anormal auftretende Furche; *ec*, Ektodermanlage; *en*, Entodermanlage; *me*, Anlage des Mesoderms.

Fig. 6. Entstehung von Tochterkernen durch Sprossung aus dem primären Kerngebilde.

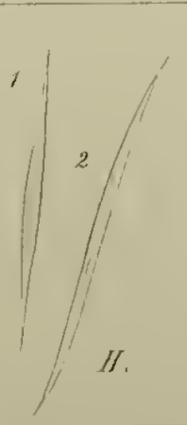
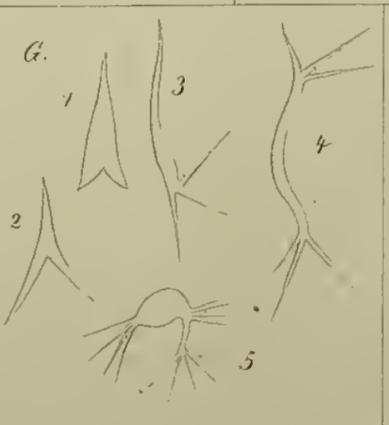
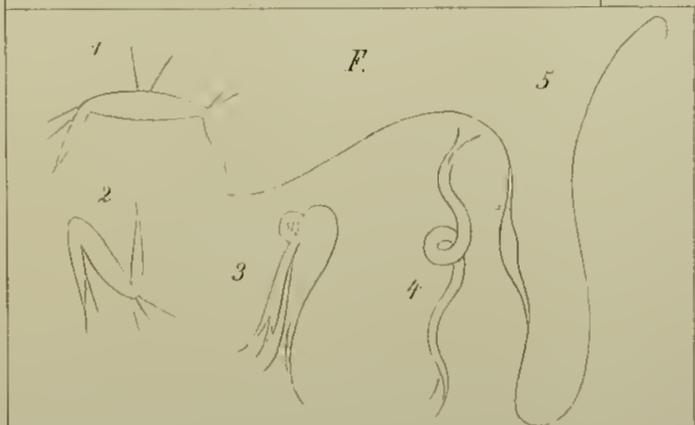
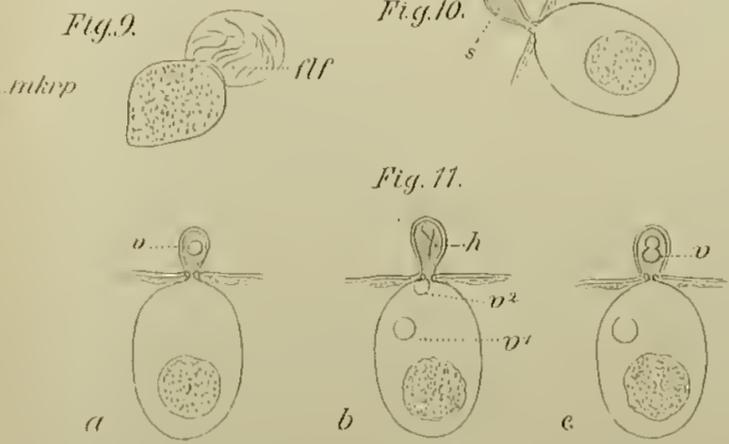
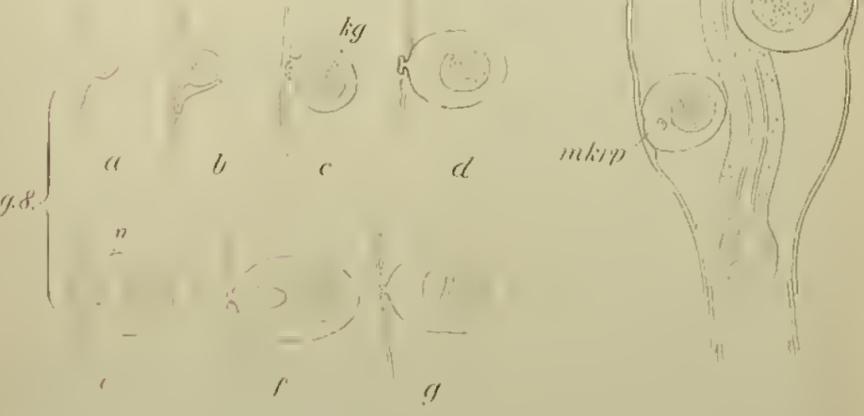
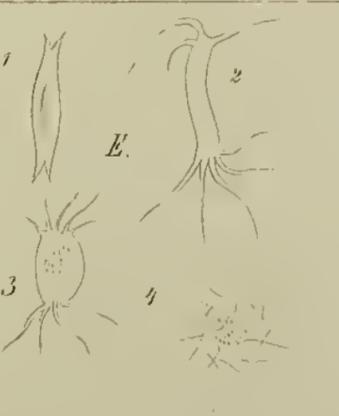
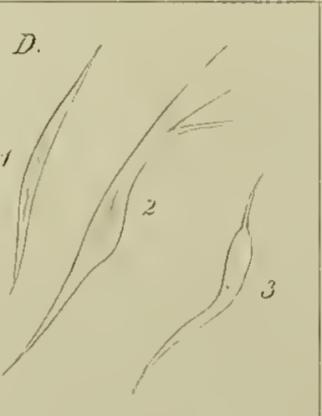
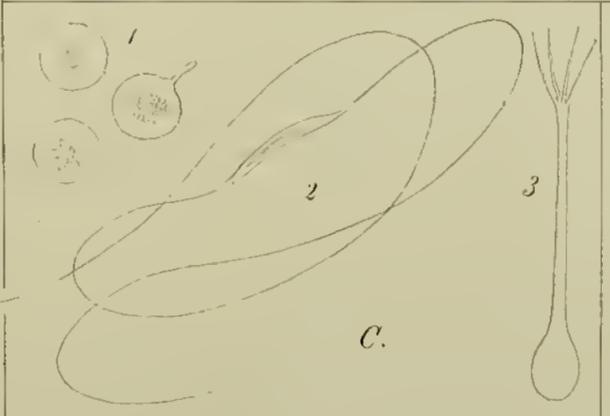
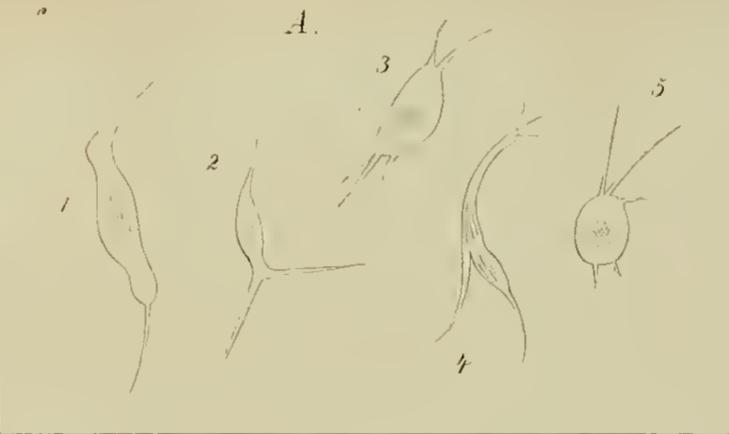
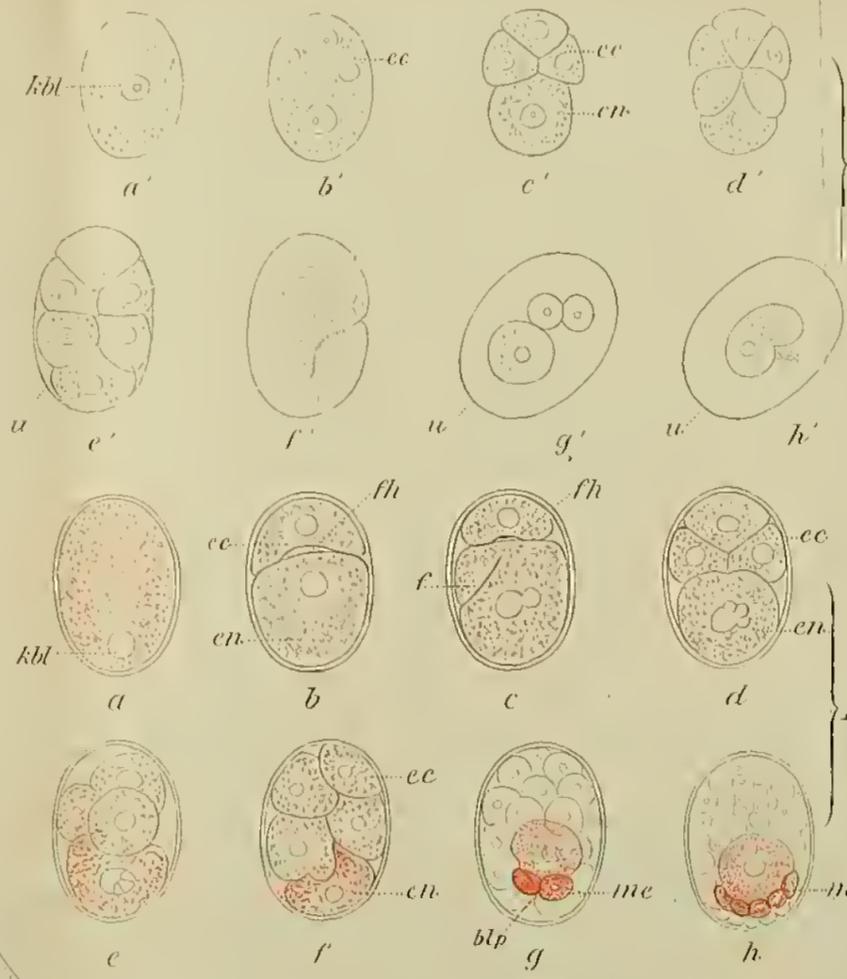
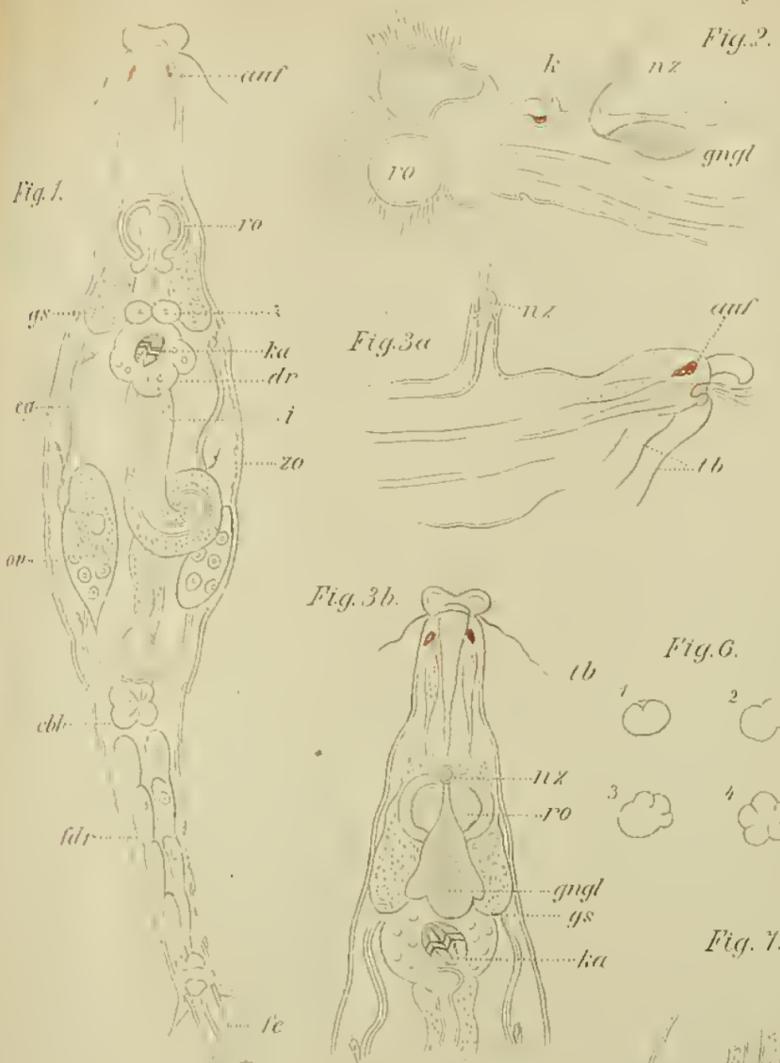
Fig. 7. Trypanococcusblasen in der Leibeshöhle von Rotifer. *mkrp*, mikropyl-artige Öffnung nach außen.

Fig. 8. Entstehung dieser Blasen durch Sprossung aus der Körnerschicht (= Matrix): (*a—g*). *v*, Vacuole; *kg*, kugeliges Gebilde (Nucleus).

Fig. 9. Eine dem Nucleus anliegende Vacuole mit beweglichen Fäden im Inneren (*flf*).

Fig. 10. Trypanococcusblase mit aufsitzendem »Säckchen« (*s*).

Fig. 14. Vacuolenbildung in den »Säckchen« (*a*, *b* und *c*).



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Zacharias Otto

Artikel/Article: [Über Fortpflanzung und Entwicklung von Rotifer vulgaris 226-251](#)