

Zur Entwicklung der einfachen Ascidien.

Von

C. Kupffer.

Hierzu Taf. XVII.

I. Die Gattung *Molgula*.

Lacaze-Duthiers macht die Mittheilung ¹⁾, dass die Entwicklung der *Molgula tubulosa* eine Ausnahme von dem für die Entwicklung der Ascidien voreilig als allgemein gültig angenommenen Gesetze aufweist, indem aus dem Ei nicht die lebhafteste, geschwänzte Larve hervorgeht, sondern ein amöbenartig sich bewegendes, rundes, halbflüssiges Wesen, eines Schwanzes entbehrend, das nach Sprengung der Eikapsel auf den Boden des Gefässes sich anhefte und ruhend verharre. Bald nach dem Ausschlüpfen zeige der kuglige Körper der jungen *Molgula* mehrere durch die Farbe unterschiedene Zonen. Die äusserste derselben entwickle mehrere Fortsätze, die längere Zeit hindurch auf die Zahl von fünf beschränkt bleiben und die der Autor als die ersten Bildungen der später an dem Körper des Thieres so zahlreichen fadenförmigen Haftzotten ansieht.

Lacaze-Duthiers stellt dann weitere Mittheilungen über den Entwicklungsgang dieses interessanten Geschöpfes in Aussicht. Bis heute indessen ist wenigstens der Kieler Bibliothek der betreffende Band der *Mémoires* nicht zugegangen.

Hancock ²⁾ verhält sich dieser Mittheilung gegenüber etwas skeptisch. Wenn er sie auch nicht direct anzweifelt, so weist er

1) *Comptes rendus* Mai 30. 1870. pag. 1154.

2) *Annals and Mag. of natural History* 1870 pag. 353.

doch die naheliegende Schlussfolgerung, die er auch bei Lacaze-Duthiers voraussetzt, als gelten diese Verhältnisse für die ganze Gattung *Molgula*, entschieden zurück. Er bezieht sich hierbei darauf, dass Van Beneden ¹⁾, in seiner *Asc. ampulloides*, die eine geschwänzte Larve entwickelt, eine *Molgula* vor sich gehabt habe. Der Schwanz dieser Larve sei aber vollständig entwickelt und durch einen langen fadenförmigen Fortsatz am Ende ausgezeichnet. Diese Behauptung, dass das Thier, an dem Van Beneden die Entwicklung studirte, eine *Molgula* sei, wird indessen von Hancock nicht weiter begründet. — Dann stützt er sich auch in seiner Abweisung auf die eigene Beobachtung, dass eine, seiner Meinung nach, unzweideutige *Molgula*, die er als *M. complanata* auf Grund eines Exemplars beschreibt ²⁾, ebenfalls geschwänzte Larven und zwar im Innern des Cloakenraums entwickelt. Diese glichen sehr den von Van Beneden beschriebenen und abgebildeten, also den Larven der *Asc. ampulloides V. Bened.*

Und endlich bezweifelt Hancock, ob die *Mol. tubulosa*, an der Lacaze-Duthiers gearbeitet hat, überhaupt in das Genus *Molgula* gehört. Denn sei sie identisch mit *M. tubulosa* von Forbes und Hanley (*British Molluska*), so müsste sie entschieden anderweitig untergebracht werden und zwar in ein neues Genus *Eugyra*, das in demselben Aufsätze characterisirt wird.

Hancock arbeitet mit einem so bedeutend reicheren Materiale, als ich innerhalb des Bereichs der Nord- und Ostsee bisher mir beschafft habe, dass ich hinsichtlich systematischer Fragen mit grosser Vorsicht mich zu äussern habe. Indem ich von der Fortsetzung der in diesem Jahr begonnenen »Untersuchung der deutschen Meere«, an der meine Collegen Möbius und Hensen direct betheiligt sind, und die im nächsten Jahre namentlich der Nordsee gelten soll, eine wesentliche Bereicherung meiner Sammlung mir verspreche, verschiebe ich mein Urtheil über die Opportunität einer Vermehrung der Genera der einfachen Ascidien unserer Meere bis zu einer demnächstigen zusammenfassenden Publication.

Ich kenne bis jetzt mit Sicherheit 13 Arten einfacher Ascidien aus der Kieler Bucht, dem Alsen-Sunde, dem grossen Belt und dem

1) Recherches s. l'Embryogenie, l'Anat. et la Physiolog. des Ascidies simples. Mém. Acad. Royale d. Belg. Tome 20 pag. 93.

2) L. c. pag. 366.

Hafen von Arendal in Norwegen. — Diese Arten fügen sich zwanglos in die 3 Gattungen »*Ascidia*« *Baster. Forb. and Hanl.*, »*Cynthia*« *Savigny. Forb. and Hanl.*, »*Molgula*« *E. Forbes.*

Von dieser Zahl gehören 7 der ersten, 3 der zweiten und 3 der dritten Gattung an. Die auf die Gestalt und Merkmale des geschlechtsreifen Thieres gegründete Charakteristik der drei Gattungen wird durch die Bildung der Eier und den Gang der Entwicklung gestützt. Bei den 7 Arten der Gattung »*Ascidia*« haben die reifen Eier einen matt gefärbten, mehr oder weniger durchscheinenden Dotter. Die Follikelzellen bekleiden die Oberfläche der Eihaut in geschlossener gleichmässiger Schicht, meist zottenartig entwickelt; der Inhalt dieser Zellen ist blasig zerklüftet. Die Tunicazellen (Testazellen) bilden entweder eine geschlossene, epithelartige Schicht, oder erscheinen in regelmässig vertheilten Gruppen an der Innenfläche der Eihaut resp. der Oberfläche des Dotters.

Die drei Arten der Gattung »*Cynthia*«, die ich kenne, haben reife Eier von intensiv roth gefärbtem, undurchsichtigen Dotter. Da das Ei nicht ausgeworfen wird, sondern in der Leibeshöhle sich entwickelt, so kann man nicht leicht darüber ins Klare kommen, ob überhaupt noch Follikelzellen dasselbe bekleiden, nachdem es befruchtet worden ist. Man findet in Furchung begriffene Eier in der Leibeshöhle, die eine nackte Eihaut ohne Follikelzellen zeigen. Jedenfalls unterscheiden sich die Follikelzellen, die man als äussern Beleg der Eihaut ungefurchter Eier findet, von denselben der ersten Gruppe dadurch, dass sie nicht blasig zerklüftet sind. Sie sind klein von halbkugeliger Form.

Die Tunicazellen treten nicht in zusammenhängender Schicht auf, sondern erscheinen vereinzelt in der vorher zwischen Eihaut und Dotter in dünner Lage ausgeschiedenen Gallerts substanz der Tunica.

Drei Arten endlich, von denen eine aus dem westlichen Becken der Ostsee stammt, die beiden andern im Hafen von Arendal angetroffen wurden, gehören zur Gattung *Molgula E. Forbes.* Die reifen Eier sind denen der *Cynthien* ähnlich, die Follikel- und Tunicazellen verhalten sich wie bei diesen, der Dotter ist völlig undurchsichtig, aber farblos, bei auffallendem Lichte weisslich erscheinend.

Deutlichere Unterschiede zeigt die Entwicklung des befruchteten Eies der drei Gruppen: bei den *Ascidien* sens. strict. erfolgt die Befruchtung aussen und es entwickelt sich die von *Krohn, Kowa-*

Ievsky und mir beschriebene geschwänzte Larve im Freien. Bei den Cynthien erfolgt die Befruchtung und Entwicklung im Innern, die Larve verlässt die Eihaut in der Regel schon innerhalb der Leibeshöhle und gelangt als geschwänztes lebhaft schwimmendes Geschöpf ins Freie. Sie gleicht viel der von Milne-Edwards beschriebenen Botrylluslarve, ist intensiv roth gefärbt und daher sehr undurchsichtig. Das Rückenmark erstreckt sich, wie bei den Larven der ersten Gruppe durch den ganzen Schwanz, soweit die Chorda reicht.

Dasselbe, in Hirnblase, Rumpfganglion und Caudalstrang gegliederte Centralnervensystem, der ganzen Länge nach mit einem Centralcanal versehen, besitzen auch die mir bekannten Larven mehrerer Arten von Botryllus und Botrylloides *M. Edw.*, die ich im Hafen von Arendal fand.

Wenn somit die zusammengesetzten Ascidien (Synascidien) sich den beiden ersteren Gruppen der einfachen enge anschliessen, gestaltet sich die Entwicklung bei Molgula ganz abweichend. Ich spreche hier allerdings nur von zweien der drei Arten, die ich kenne. Die dritte fand ich erst nach dem Ende der Legezeit.

Bei den zwei Arten also wird das Ei noch vor der Furchung ausgeworfen und entwickelt sich im Freien. Eine Larvenentwicklung findet aber nicht statt, sondern der Entwicklungsgang ist ein continuirlicher und directer, der Embryo erlangt noch innerhalb der Eihaut die sämtlichen Charactere des geschlechtsreifen Thieres. Besondere Larvenorgane, die sich später rückbildeten, treten im Innern nicht auf. Es ist kein Rudiment weder der Chorda noch des Schwanzes sichtbar.

Die eine Art kommt im Kieler Hafen nicht zahlreich vor, in manchem Jahr sucht man tagelang vergeblich nach ihr, besonders am Beginn der Legezeit, im Juli. Im Spätherbst wird sie häufiger. Zahlreicher findet sie sich in den Gewässern von Sonderburg, im Hörup-Haff, in der Flensburger Förde. Sie bewohnt die tiefere Uferregion, die vom Rottang (moderndes Seegras) bedeckt ist, und alle Exemplare, die ich gefunden, waren mit anhaftenden Fragmenten halb vermoderten Seegrases bekleidet. Zweifellos gehört das Thier in das Genus Molgula *E. Forb.*, das nach äusseren Merkmalen folgendermassen charakterisirt wird: 1)

1) History of British Molluska pag. 36.

»Der Körper mehr oder weniger kugelförmig, angeheftet oder frei, mit membranöser Tunica, gewöhnlich mit fremden Gegenständen überzogen; die Oeffnungen auf sehr contractilen und nackten Röhren, die Kiemenöffnung sechslappig, die Cloakenöffnung vierlappig.«

Auch wenn dies Genus nach Alder und Hancock¹⁾ in die zwei enger begrenzten Genera »Molgula und Eugyra« gespalten wird, käme unser Thier in die erstere Gruppe, denn es besitzt die positiven Kennzeichen derselben: Längsfalten des Kiemensacks und Geschlechtsorgane, die in zwei Portionen vertheilt sind, während Hancock von seiner neuen Gattung Eugyra angiebt, dass der Kiemensack faltenlos ist und die Geschlechtsorgane eine zusammenhängende Masse bilden.

Das Thier lässt sich aber mit keiner der beschriebenen Arten identificiren. Von der Abbildung der *A. tubularis* Rathke in der Zool. Danic. unterscheidet es sich deutlich, die Beschreibung im Texte ist unzureichend und auch jedenfalls nicht zutreffend. *Forbes M. tubulosa* ist nach Beschreibung und Abbildung gewiss ein anderes Thier, als das unsrige, dessen Schilderung ich daher folgen lasse.

Gattung *Molgula* E. Forbes.

1. *M. macrosiphonica* n. sp.

Körper kugelförmig, bei erwachsenen Exemplaren bis 2 Cm. im Durchmesser haltend, Siphonen lang, von der Basis zur Spitze sich allmähig verjüngend, können nicht vollständig eingezogen werden; der Cloakensiphon ist der längere, im gestreckten Zustande dem Durchmesser des Körpers gleichkommend, stets gekrümmt, bisweilen knieförmig geknickt; der Kiemensiphon etwas kürzer, grade; die Basen beider Siphonen einander nahe gerückt, aber nicht zusammenstossend. Die ganze Oberfläche, ausser den Siphonen, mit langer fadenförmigen Haftzotten besetzt, die Tunica (test der Engländer) häutig, durchscheinend, besonders auf den Siphonen, die Oeffnungen ohne Ocellen und farbigen Saum, die Kiemenöffnung mit sechs dreieckigen Lappen, die Cloakenöffnung mit vier stumpfen Ecken besetzt; man sieht aber diese Vorsprünge erst deutlich, nachdem man die Tunica von den Siphonen abgezogen hat. Die Farbe ist matt.

1) Ann. of natur. histor. 1870 pag. 365—367.

bräunlich grau. Der Ueberzug wird wohl nach dem Standorte wechseln, alle Exemplare, die ich erhalten habe, waren von Bruchstücken modernden Seegrases dicht bedeckt. Diese Bekleidung haftet sehr fest an, indem die Haftzotten die einzelnen Stücke umschlingen. Nur die Siphonen ragen nackt hervor.

Der Kiemensack ist längsgefaltet, hat jederseits sechs Falten, die Tentakeln am Eingange desselben sind ästig verzweigt. Der Darm macht, vom Magen an, zwei Windungen, die an der linken Seite des Kiemensacks gelegen sind, die Geschlechtsorgane bilden zwei längliche Körper, die, auseinandergerückt, der eine zwischen den Windungen des Darms, der andere an der entgegengesetzten Seite des Kiemensacks liegen. Beide enthalten Hoden und Eierstock vereint. — Die langen, unter sich ungleichen Siphonen unterscheiden diese Art sowohl von *M. tubulosa* *Forb.* wie von *Asc. tubularis* *Rathke*, die *Forbes* mit der seinigen identificirt. Beide werden abgebildet mit konischen gerade aufgerichteten Siphonen, von kaum der halben Länge des Körperdurchmessers. *Forbes* erwähnt ausserdem von seiner Art, dass die Siphonen bläulich seien und mit gelben Ocellen am Rande besetzt wären, wovon hier keine Spur. Die *Asc. tubularis* *Rathke* wird ausserdem als »*verrucosa*« bezeichnet, was hier ebenfalls nicht zutrifft.

2. *M. simplex* *Alder* and *Hancock*¹⁾, die zweite Art, die mir befruchtete Eier lieferte, fand ich wie erwähnt im Hafen von Arendal, wo sie auf schlammig-sandigem Grunde, besonders des Tromö-sundes, sehr gemein ist; das Thier ist kaum halb so gross als die vorige Art, kugelrund, mit kurzen konischen Siphonen, die völlig eingezogen werden, ohne Ocellen. Der Kiemensack ebenfalls mit sechs deutlichen Längsfalten jederseits. Der Darm und die Geschlechtsorgane verhalten sich wie bei der vorigen, nur dass die Geschlechtsorgane hier eine gelappte, dort eine ziemlich glatte Oberfläche zeigen. Der Ueberzug ist feiner Sand. Die Beschreibung der *M. simplex* von *Hancock* stimmt mit den Kennzeichen dieser norwegischen Art so gut, dass ich keinen Grund zur Trennung finde.

An den Eiern, die diese beiden Arten im verflossenen Sommer und Herbst mir lieferten, liessen sich die Grundzüge der Entwicklung befriedigend feststellen, die sich bei beiden übereinstimmend verhalten und den Angaben von *Lacaze-Duthiers* nach der nega-

1) *Ann. and Mag. of natur. hist.* 1870 pag. 365.

tiven Seite hin entsprechen, insofern eine geschwänzte, mit einer Skeletaxe ausgestattete Larve nicht gebildet wird. Der Embryo gestaltet sich aber andererseits durchaus nicht amöbenartig, sondern wird innerhalb der Eihaut zur wohl characterisirten Ascidie mit muskulösen Siphonen, Kiemenspalten, pulsirendem Herzen etc.

Mein Material war ein spärliches. Von *M. macrosiphonica* besass ich während des Juli nur ein Paar, das ich mir vom Höruphaff holte, nachdem ich hier am Orte mehrere Tage lang vergeblich gesucht hatte. Nach Arendal kam ich in der Mitte des August und musste leider erfahren, dass die Legezeit der Ascidien dort überhaupt zu Ende ging und die diesjährige Brut nicht geschlechtsreif wurde. Ich wäre indessen auch bei reicheren Vorräthen schwerlich weiter gekommen, als aus den folgenden Mittheilungen erhellt, denn die Eier beider Arten sind sehr ungünstig für die Beobachtung der fundamentalen Vorgänge. Der ungefurchte wie der gefurchte Dotter ist völlig undurchsichtig und die einzelnen, nach einander gebildeten Theile werden erst klar, nachdem die histiologische Entwicklung bereits ziemlich weit vorgeschritten ist.

Das Ei (Fig. 1). Das gelegte Ei besteht ausser der undurchsichtigen Dotterkugel aus einer schmalen, durchsichtigen Schicht um den Dotter, der zarten Eihaut und einer einfachen Lage halbkugelig gewölbter Follikelzellen, die die Eihaut aussen bekleiden. Die Basen dieser Zellen schliessen dicht an einander und gestalten sich hexagonal, weshalb die gesprengte Eihaut, von innen betrachtet, aus hexagonalen Facetten zu bestehen scheint. Das Ei unterscheidet sich also von denen der bisher genauer auf die Entwicklung untersuchten Ascidien, *A. mammillaris*, *mentula*, *canina*, durch das Fehlen einer deutlichen Lage von Tunicazellen an der Innenfläche der Eihaut. Wendet man einen leichten Druck an, so entdeckt man kleine rundlich-spindelförmige Zellen vereinzelt in der schmalen durchsichtigen Schicht zwischen Eihaut und Dotter (Fig. 1. γ). Es lässt sich der Zeitpunkt ihres Auftretens schwer bestimmen. Man kann nur das Eine mit Bestimmtheit aussagen: sie sind bereits vor der Furchung da. Der Act des Ausstossens der Eier ist hier nicht so bequem zu beobachten, wie bei *Asc. canina*, weil die Eier kaum halb so gross sind und mehr vereinzelt gelegt werden. Nach wiederholtem stundenlangem Warten ist es mir zwei Mal gelungen, einige unmittelbar nach dem Auswerfen mit der Pipette aufzufangen. Bei diesen sah man zwei Stadien des Vorgangs:

einige Eier enthielten die vereinzelt Zellen bereits in der hellen Schicht, andere noch nicht. Die letztern zeigten deutlich im dunklen Dotter hart an der Oberfläche desselben in Abständen von einander kleine lichte runde Flecke, die in der dunklen Masse wie Bläschen hervorstachen. Dieselben hellen Flecke findet man auch an einzelnen reifen Eiern im Oviduct, nicht an allen. Sie fehlen vollständig an der Peripherie der beiden ersten Furchungskugeln, es sind dann aber auch schon Tunicazellen vorhanden. Und diese erscheinen zunächst stets hart an der Oberfläche des Dotters, erst allmählig etwas abrückend. Ich bringe daher diese Zellen mit den erst auftretenden kleinen hellen Flecken der Randschicht des Dotters in Zusammenhang. — Die Herkunft der Tunicazellen an den Ascidieneiern ist kontrovers und bei der Wichtigkeit der Elemente, aus denen das für die Tunicaten charakteristische Organ entsteht, wird es zweckmässig sein, den Stand der Kontroverse eingehend darzulegen.

Kowalevsky hatte sich gleich anfänglich dafür ausgesprochen, die Zellen der Tunica stammten von den Follikelzellen. Mir schien diese Annahme zunächst auch die wahrscheinlichere. Eingehende Untersuchungen des Ovariums von *Asc. canina* überzeugten mich aber eines Andern. Ich fand, dass noch keine Spur der Tunicazellen da war, als bereits die Follikelzellen die Eihaut gebildet hatten und darnach die blasige Zerklüftung des Protoplasmas erfuhren, die ihnen als Zotten des gelegten Eies eigentümlich ist. Da der Dotter auf diesem Stadium noch zur Genüge durchsichtig ist, lässt sich die Abwesenheit von etwa vorher eingewanderten Zellen mit voller Sicherheit feststellen.

Die Tunicazellen treten bei dieser Art also erst auf an Eiern, die folgende Beschaffenheit haben: eine durch diffuses Pigment hellgelb gefärbte, leicht körnige Dotterkugel wird dicht umschlossen von der homogenen, isolirbaren Eihaut, und dieser sitzen aussen in einfacher Schicht, und eng an einander schliessend, grosse farblose sechsseitig prismatische Zellen auf. Diese besitzen eine zwar zarte, aber deutliche Membran, einen stark lichtbrechenden Kern und sind im Uebrigen von wasserhellen ziemlich gleich grossen Bläschen angefüllt, zwischen welchen der Kern in der Schwebelage gehalten wird.¹⁾ Protoplasmae sind weder um den Kern, noch an der Innenseite

1) Siehe meine Fig. dieses Archiv Bd. 6 Fig. 2 B.

der Membran nachweisbar. Sehr dünne Lagen von Protoplasma mögen die Wandschicht der zellsafthaltigen Bläschen bilden, deren Constitution ich mir sonst nicht erklären könnte, allein der Nachweis ist weder optisch noch chemisch zu führen. Jedenfalls sind diese so umgewandelte Follikelzellen derartige, dass man ihnen die Fähigkeit der Vermehrung, der Brutbildung absprechen muss.

Es bleiben also nur zwei Weisen der Herkunft der Tunicazellen für mein Object denkbar; entweder es sind eingewanderte Elemente, oder sie stammen vom Dotter her.

Ich habe nun früher ausgeführt ¹⁾, welche positiven Wahrnehmungen für die letztere Auffassung sprechen:

1. Die jungen Tunicazellen haben bei *A. canina* gleich von Anfang an die gelbe Farbe des Dotters, die keinem Elemente ausserhalb der Eihaut zukommt.

2. Es finden sich in jedem Eierstock während der Legezeit folgende Formen neben einander:

Eier, die innerhalb der Eihaut den gleichmässig körnigen gelben Dotter zeigen;

Eier, die eine pellucide körnchenfreie gelbe Randschicht des Dotters aufweisen;

andere, die diese Randschicht radiär zerklüftet wahrnehmen lassen, und endlich

Eier mit der einfachen Lage kleiner gelber Zellen an Stelle dieser Randschicht.

Dass durch die directe Beobachtung der genetische Connex dieser Phasen nicht erwiesen werden kann, ist selbstverständlich, es fragt sich daher, ob das Nebeneinander dieser verschiedenen Zustände in demselben Eierstocke genügende Berechtigung gewährt, dieselben in der Reihenfolge genetisch zu verbinden, als es eben geschehen ist. Ich glaubte diese Berechtigung läge vor und sprach mich deshalb ²⁾ dahin aus, die Tunicazellen entstünden aus dem Dotter auf dem Wege der »freien Zellenbildung«, vor der Befruchtung und ohne Betheiligung des bei allen diesen Entwicklungsvorgängen intact verbleibenden Keimbläschens.

Kowalevsky, der im Uebrigen meiner Darstellung des Entwicklungsganges der Eier beistimmt, beharrt für diesen Punkt bei

1) Dies. Arch. Bd. 6 pag 123.

2) A. a. O.

seiner ersten Meinung¹⁾, und stützt diese auf neue Beobachtungen an einer Art, die der von mir benutzten am nächsten steht, an *Asc. intestinalis*. Leider trifft seine Voraussetzung, dass dieselbe für mich leicht zugänglich ist, nicht zu, die *Asc. intestinalis* kommt in unsern Buchten nicht vor. Ich war daher im verflossenen Herbste an die Norwegische Küste gegangen und durchsuchte den Hafen und die Rhede von Arendal mehrere Wochen lang nach diesem Thier, fand aber, bei einer sonst reichen Ascidienfauna, von der *A. intestinalis* *Forb. Hanl.* nur zwei junge Exemplare. Reife Eier von der Form, wie Kowalevsky eines Fig. 4 Tab. X dieses Arch. Bd. 7 abbildet, enthielten sie noch nicht, sondern alle entsprachen erst den Figg. 1, 2, 3 von Kowalevsky. Gerade diese jungen Stadien sind nun zwar die wichtigen für Entscheidung der vorliegenden Frage, indessen ist es doch ein Uebelstand, wenn das reife Product nicht zur Vergleichung vorliegt. Die Deutung einzelner Theile bleibt dann doch immer unsicher.

Was ich nun hier constatiren konnte, war Folgendes: die leicht gelblich tingirten unreifen Eier waren von einer einfachen Lage platter, mit Kern und Kernkörperchen versehenen Zellen dicht umschlossen, der Epithelialkapsel des Follikels. Die Zellen erschienen von der Kante spindelförmig, in der Flächenansicht hexagonal. Eine Eihaut war noch nicht vorhanden. Ausserdem fanden sich, nicht in kontinuierlicher Lage, kleinere rundliche Zellen zerstreut nach innen von der ersten Lage, zum Theil, oder vollständig in den Dotter eingesenkt. Das sind die Zellen, die Kowalevsky als Tunicazellen deutet. Aus diesen Beobachtungen ziehe ich nun den Schluss:

1. dass diese Objecte durchaus mit den von Kowalevsky gesehenen und gezeichneten identisch waren, aber
2. dass diese vermeintlichen Tunicazellen durchaus nicht identisch sind mit den Zellen des Follikelepithels, sie haben ungefähr nur die Grösse der Kerne der letztern.

Man kann daher aus dem vorliegenden Befunde nicht unmittelbar schliessen, wie Kowalevsky²⁾ es thut, dass die Zellen des Follikelepithels sich von der Theca ablösen und in den Dotter eintreten.

1) Arch. f. micr. Anat. Bd. 7. pag. 103.

2) Dies. Arch. Bd. 7. pag. 103.

Auch nach Kowalevsky's Zeichnungen entsprechen seine Tunicazellen nach Grösse und Gestalt den Kernen der Follikelzellen. Die ganzen, langgestreckten Spindeln in der Circumferenz des Dotters seiner Figg. 1, 2, 3 sind die Follikelzellen, nur dann gibt es ja ein geschlossenes Epithel, und eine Flächenansicht der Zellen an einem gesprengten und ausgebreiteten Follikel lehrt auf den ersten Blick, dass die Spindeln der Ausdruck der Kantensicht jener platten Zellen sind. Text und Bezeichnung der einzelnen Theile in den Abbildungen 1, 2 und 3 lassen mich fast vermuthen, dass Kowalevsky die Kerne der Follikelzellen für die ganzen Zellen genommen hat. — Wenn nun auch die kleinern rundlichen Zellen an und in der Randschicht des Dotters bei unreifen Eierstockseiern der *A. intestinalis* vom Follikelepithel herkommen — den Gegenbeweis kann ich an diesem Objecte nicht führen —, so können dieselben nur Abkömmlinge dieser Epithelzellen sein und nicht diese selbst, in direkter Einwandung begriffen. Es fehlt mithin ein wesentliches Glied in Kowalevsky's Beweisführung, der Nachweis der Abstammung.

Aber diese Art gibt für die vorliegende Frage überhaupt ein viel ungünstigeres Object als *A. canina*. Bei der letztern trennt die Eihaut bereits Epithel und Dotter und ist das Epithel in seiner eigenartigen Umbildung bereits weit vorgeschritten, wenn die Tunicazellen entstehen, so dass beide Theile scharf aus einander gehalten werden können. Nach wiederholter Prüfung der beschriebenen Verhältnisse muss ich daher bis auf Weiteres bei meiner Deutung bleiben.

Diese Deutung harmonirt ferner mit der Art des Auftretens der Tunicazellen am Ei von *M. macrosiphonica*. Kleine pellucide, schwach lichtbrechende Zellen treten vereinzelt am reifen Ei auf, in der Gallertschicht zwischen Dotter und Eihaut erscheinend, nachdem vorher helle Flecke an der Peripherie des dunklen Dotters sichtbar geworden waren. Sie sind kaum halb so gross als die starklichtbrechenden Follikelzellen an der Aussenfläche der Eihaut. Irgend welche Anzeichen von Theilung oder Brutbildung an den letztern sind durchaus nicht wahrzunehmen.

In diesem Falle wäre allerdings, falls derselbe isolirt genommen wird, ein Einfluss der Befruchtung oder eine Betheiligung des Keimbläschens an der Bildung der Tunicazellen nach der directen Beobachtung nicht auszuschliessen, denn das Erscheinen derselben an den Eiern kurz vor oder nach dem Auswerfen fällt ziemlich mit dem

Zeitpunkt der Befruchtung zusammen und das Keimbläschen ist der Undurchsichtigkeit des Dotters wegen schon vorher nicht zu erblicken. Aber diese Frage darf nicht an einem isolirten Falle, der ausserdem unklare Verhältnisse aufweist, aufgeworfen werden, sondern muss im Zusammenhange mit den zahlreichen Fällen der Ascidien-Gruppe beurtheilt werden, wo weder ein Einfluss der Befruchtung noch eine Betheiligung des Keimbläschens denkbar sind.

Es bleibt nur die Alternative; entweder sind es vom Follikel-epithel stammende und in den Dotter eingewanderte Zellen, die nachträglich wieder austreten, oder es sind Producte freier Zellenbildung in der Randschicht des Dotters. Wenn ich mich auf Grund der Verhältnisse bei *A. canina* für die zweite Auffassung erkläre, so gestehe ich zugleich bereitwillig zu, dass ich bei den übrigen untersuchten Arten *A. intestinalis*, *mentula parallelogramma* und *complanata* Fabric. nicht so klare Verhältnisse getroffen habe, da hier die fraglichen Elemente vor der Bildung der Eihaut erscheinen. Ich kann bei den letztgenannten Thieren die Möglichkeit nicht leugnen, dass man es mit Abkömmlingen der Follikelzellen zu thun hat, ich muss nur bestreiten, dass sie mit den letztern bei ihrem Erscheinen übereinstimmen.

Sonderbarer Weise legt *M. macrosiphonica* nicht blos einzelne Eier, sondern auch zusammenhängende Klumpen, in denen die Eier durch ein ziemlich festes, structurloses hyalines Bindemittel vereint werden, wie bei dem Laich von Gastropoden, nur konsistenter, als es bei einer mir bekannten Gastropodenart angetroffen wird. Diese Eier stehen etwa um ihren halben bis ganzen Durchmesser in der Bindemasse von einander entfernt und entwickeln sich genau so, wie die vereinzelt, frei im Wasser liegenden. Ein Unterschied tritt aber, wenn auch nicht in der Entwicklung, doch an den Eihüllen auf; die einzelnen Eier haben die kontinuierliche Bekleidung der Follikelzellen auf der Eihaut, die zwar nicht lange haftet, aber doch meistens bis zur Bildung der Epidermis vorhält; die in Klumpen vereinten haben diesen Zellenbelag nicht, statt dessen zeigt sich aber an jeder Eihaut, derselben aussen aufsitzend, ein platter Kuchen von Zellen, cf. Fig. 4. ϵ , den ich aus keiner andern Quelle herzuleiten weiss, als dass er aus den vom grössten Theile der Peripherie des Eies abgestreiften und zu einer Masse zusammengedrückten Follikelzellen gebildet wird. Der Grösse der Zellen nach wäre diese Deutung zulässig, aber den Vorgang kann ich mir nicht

klar machen. Bei *M. simplex* habe ich nichts entsprechendes gesehen, sondern nur isolirte Eier angetroffen. — Sehr häufig wächst eine der unten zu erwähnenden Zotten des Embryo in diesen »Kuchen« hinein, als sollte daraus endosmotisch Ernährungsmaterial aufgenommen werden.

Die Entwicklung. Ich sende voraus, dass aus der Beobachtung der Entwicklung an diesen beiden Arten von *Molgula* ich keine Erweiterung unserer Kenntniss der primären Bildungen habe schöpfen können und zufrieden sein musste zu konstatiren, dass, so weit sich Einblicke in die Gestaltungen der dunklen Masse des Dotters thun liessen, die Vorgänge keine wesentlichen Abweichungen von den an den Eiern der bisher beobachteten Ascidien darboten.

Die Furchung vollzieht sich regelmässig, die Kerne der Furchungskugeln sind nicht wahrnehmbar. Darnach plattet sich die kuglige Masse an einer Stelle etwas ab, aber nicht in dem Masse wie bei *A. mammillata*, dem Hauptobject von *Kowalevsky*, bei *A. mentula* und *canina*, dass die Form geradezu kalbkuglig würde. Ob die Abplattung mit einer becherförmigen Einstülpung von dieser Seite her parallel geht, durch welche der Kiemendarmsack, das dritte Keimblatt, angelegt wird, lässt sich gleichfalls nicht sicher entscheiden, ist aber nach dem Folgenden wahrscheinlich.

Die Abplattung gleicht sich bald wieder aus und der abermals kuglig gewordene Embryo wird nun in der Randschicht durchsichtiger, man unterscheidet die einschichtige Anlage der Epidermis (Fig. 2 a.), im Innern zwei getrennte dunkle Massen und einen spaltförmigen Raum zwischen der Epidermis und den letztern, die Leibeshöhle. Die Epidermiszellen sind ziemlich so hoch, wie breit, von der Basis gesehn hexagonal und von zahlreichen dunklen Körnchen angefüllt, so dass die Kerne nicht deutlich sichtbar werden. — Die beiden Portionen der dunklen Innenmasse erscheinen sehr verschieden.

Die eine Portion ist ein hohler Schlauch, der von einer einfachen Lage grosser abgestumpft pyramidalen Zellen umschlossen wird, die ganz undurchsichtig sind, so dass man Mühe hat, den Hohlraum im Innern bei Abplattung durch Druck zu erkennen, man kann sich aber doch von der Existenz der Höhle sicher überzeugen. Dieser Sack ist die Anlage der Kieme und des Darms, ist vollständig geschlossen und von der Epidermis durchweg getrennt, b. die zweite Portion, ungefähr eben so gross, wie die vorige, bildet eine

compakte Ansammlung von rundlichen dunklen Körpern, doppelt so gross als die Epidermiszellen, aber bedeutend kleiner, als die grossen Pyramiden der Kiemendarmanlage. Es ist das also eine besondere Anlage, von der im Ei der bisher beobachteten Ascidien kein Analogon beschrieben ist, cf. Fig. 2 u. folgende.

Nun lagen die Verhältnisse in den vorhergehenden Stadien leider nicht so, dass sich hätte entscheiden lassen, ob dieser Körper sich secundär von der Kiemendarmanlage trennt, oder direct aus einer centralen Portion der Furchungskugeln herzuleiten ist, die durch die Einstülpung der oberflächlichen Schicht, aus welcher höchst wahrscheinlich auch hier der Kiemendarmsack entsteht, aus dem Centrum verdrängt wird. Da mit weitem Wahrscheinlichkeiten der Wissenschaft nicht gedient ist, so lasse ich es unerörtert, auf ein der Beobachtung günstigeres Object hoffend. Die Kugeln dieser Anlage bleiben ferner von derselben Grösse, die sie auf dem eben geschilderten Stadium zeigen, nehmen aber der Zahl nach in dem Masse ab, als die Entwicklung weiter geht, ohne dass innerhalb des Haufens irgend welche Gruppierungen aufträten, aus denen sich einzelne Organe hervorbildeten. Das Schwinden der Kugeln erfolgt von der Pripherie des Haufens aus, so dass der Umfang desselben stetig einschrumpft. Ohne Zweifel sind die Kugeln Zellen, ihr Inhalt ist zunächst nicht Fett. Dieses tritt aber allmählig darin auf. Aus diesem Material entstehen vermuthlich folgende Organe: Blutkörperchen, Herz mit Pericardium und eine Blase am Pericardium, die als Niere gedeutet werden muss. Aber da die Bildungsweise nicht klar ist, nehme ich Anstand dieselben direct als Keim- oder Bildungszellen des mittlern Blattes zu bezeichnen und ziehe den indifferenten Namen »Reservekugeln« vor. Diese sind vollständig consumirt, wenn die Muskulatur der Haut und die Gefässe auftreten. —

Demnächst sieht man nun die Epidermishöhle zapfen- oder keulenförmige Anhänge bilden. Es gestaltet sich an beschränkter Stelle eine faltenförmig übergreifende Duplicatur derselben, diese dehnt sich aber nicht über die Oberfläche aus, sondern wächst mit beschränkter Basis konisch hervor und schmiegt sich zunächst der Oberfläche an, Fig. 2, 4 d. Es entstehen rasch hinter einander fünf solcher Zotten. Diese hat Lacaze-Duthiers schon erwähnt und giebt dieselbe Zahl dafür an. Meist stehen sie so, dass vier von ihnen ungefähr in eine Durchschnittsebene des Embryo fallen, die fünfte,

etwas abgerückte, ist dann nicht gleichzeitig zu übersehen. Sie werden also von einer einfachen Lage Epidermiszellen gebildet und ihre hohle Axe bleibt in Communication mit der Leibeshöhle. Sie wachsen rasch bis zu unbestimmter Länge, können sich von der Oberfläche der Epidermis abheben und eine Länge erreichen, die den Durchmesser des Eies übertrifft. Aber es ist gar keine Constanz hierin. Bei dem einen Eie bleiben sämmtliche von der Gestalt und Lagerung der Zotten d in Fig. 4, bei dem andern wächst die eine oder zwei bedeutender in die Länge, dann treiben sie die Tunicaschicht und die Eihaut vor sich her und bringen so einen langen schwanzartigen Fortsatz hervor. Ist ein solcher entstanden, so zieht sich darnach im weitem Verlauf die Zotte sammt der Tunica wieder zurück und es bleibt blos der leere Schlauch der Eihaut nach wie in Fig. 5 und 6.

Ich bemerke hierbei, dass an isolirt gelegten Eiern um die Zeit des Auftretens dieser Zotten die Follikelzellen stets schon abgefallen sind, die Eihaut, ohnehin zart, liegt dann nur noch durch eine feine Contour angedeutet der Gallerte der Tunica dicht an und kann leicht ganz übersehen werden, so dass man meinen könnte, der Embryo sei bereits ausgeschlüpft. Solche lang hervor schiesende Zotten belehren dann eines bessern, indem sie die Eihaut isolirt zur Wahrnehmung bringen, sobald sie sich zurückziehen. Destillirtes Wasser hebt die Eihaut übrigens gleichfalls von der Tunica ab, tödtet aber den Embryo.

Die Zotten sind contractil und expansionsfähig. Man sieht sie langsam sich der Länge und Breite nach dehnen, sich partiell einschnüren und vor oder hinter der Einschnürung sich aufblähen. Wenn bereits freie Zellen in der Leibeshöhle aufgetreten sind, gelangen diese in den Zottenraum, werden hin und her bewegt und so wird auch die Flüssigkeit der Leibeshöhle in langsame Fluctuation versetzt.

Diese träge Bewegung ist entschieden von den sie bildenden Epidermiszellen abhängig, die dabei aktiv thätig sind, sich strecken und kontrahiren. Dass die Dehnung nicht von Drucksteigerung in der Leibeshöhle abhängt, geht daraus hervor, dass zur Zeit nur eine Zotte sich recken kann, die übrigen, trotz freier Communication mit dem Binnenraum, unbeweglich bleiben, und ferner aus ganz lokalisirten Dehnungen einer Wandstelle der Zotte.

Sonderbar ist das nicht selten von mir beobachtete Verhältniss

dass an in Klumpen vereinten Eiern — eine Zotte bis in den Zellenkuchen hineinwächst, der auf der Oberfläche der Eihaut liegt und mit demselben in festere Vereinigung tritt, so dass sie einen ganzen Tag und länger in dieser Verbindung verharret. Es ist nicht immer die dem Kuchen nächste Zotte, die dahin vordringt, sondern mitunter hat dieselbe einen weiten Weg bis dahin zurück zu legen. Aber auch hierin trifft man nicht Constanz.

Gleich das erste Ei der *M. macrosiphonica*, das ich erblickte, zeigte eine so regelmässig symmetrisch und paarig angeordnete Stellung von vier Zotten, dass ich im höchsten Grade überrascht wurde und eine Larve mit vier Extremitäten vor mir zu haben glaubte, die Fig. 4 giebt den Embryo wieder. Noch häufiger sah ich solche regelmässige Ordnung bei *M. simplex*. Als nun andere Eier je einen langen Fortsatz aufwiesen, schien zu den vier Extremitäten der Schwanz gegeben zu sein und man wird es natürlich finden, dass ich mit einiger Zähigkeit nach Stützen für diese Deutung suchte. Indessen Weiteres ergab sich in diesem Sinne nicht. Es trat nirgends auch nur eine Spur eines Axengebildes auf, sämtliche Fortsätze verharrten als hohle Epidermiszotten, der Mehrzahl der Embryonen fehlte der lange Fortsatz und, wo er auftrat, war seine Stellung am Körper keine regelmässige. Ich wies die lockende Versuchung ab, nach weiteren Parallelen mit höheren Kreisen auszuschaun. Immerhin bleibt die Fünffzahl der Stummel bei dieser Art und der von Lacaze-Duthiers beobachteten, neben der anderweitigen Variabilität der Verhältnisse, höchst merkwürdig.

Die Entwicklung des Kiemensacks und Darms vollzieht sich, wie bei der geschwänzten Larve anderer Ascidien, wenn auch die Einzelheiten nicht entfernt so deutlich verfolgt werden können. Es scheiden sich bald zwei Abschnitte an dem ursprünglichen Sack, ein vorderer, in der Seitenansicht ungefähr viereckiger, der Kiemensack, und ein hinterer cylindrischer Abschnitt. Nennt man nach Analogie der Bezeichnungen an den geschwänzten Larven und in Uebereinstimmung der Lage des Centralnervensystems, hier sowohl wie bei jenen Larven, die Seite die ventrale, an welcher die Bauchfurchung sich entwickelt — es ist die rechte Seite der Abbildungen — so geht der cylindrische Abschnitt, die Anlage des Nahrungskanals aus der dorsalen hintern Ecke des Kiemensacks hervor, wächst erst der Kieme anliegend ventralwärts und wendet sich darauf, eine Schlinge bildend, wieder dorsalwärts, an der linken Seite des

Schlundes vorüberstreichend (Fig 5 und 6). Die Anlage der Bauchfurche im Kiemensack zeigt sich sehr bald, es wird die Seite der Kiemen schärfer kantig, erscheint durch die bedeutendere Wanddicke dunkler als die übrige Kieme und es lassen sich die langen cylindrischen Zellen wahrnehmen, die gleich anfänglich die Wand der Furche bilden (Fig. 5—8 f).

Gleichzeitig mit der Scheidung von Kieme und Darm bildet sich der Mund- oder Kiemensiphon als eine scheibenförmige Verdickung der Epidermis am Vorderende, die sich napfförmig einsenkt und mit der Kieme verschmilzt (Fig. 5, 6 g). Etwas später erfolgt die Bildung des Kloakensiphons in ganz entsprechender Weise im hintern Theil der dorsalen Seite, K.

Und um dieselbe Zeit gewahrt man denn auch, dass das Nervensystem bereits existirt, denn es entfernt sich der Kiemensack von der Epidermis und an seiner dorsalen Seite wird ein Strang sichtbar, der Wand des Sackes dicht aufliegend, der zwischen den Anlagen beider Siphonen verläuft. Später tritt derselbe viel deutlicher hervor und soll noch genauer beschrieben werden (Fig. 5, 6, n).

Was ich zur Beantwortung der wichtigsten Frage, der nach der Entstehung des Nervensystems, beibringen kann, ist sehr wenig.

An Eiern des Stadiums der Fig. 2 ungefähr, d. h. nach Sonderung der Epidermis und nach der Scheidung der dunklen Innenmasse in die zwei beschriebenen Portionen — ehe noch die Zotten da waren, habe ich zwei Mal mit aller nur wünschenswerthen Deutlichkeit das Bild der Fig. 3 gehabt; zwei entgegengesetzte Falten der Epidermis, mit ihren Scheiteln einander zustrebend und zwischen beiden die Oberfläche des Eies eingesenkt. Ich bin in beiden Fällen nicht dazu gekommen, den Ausgang dieser Bildung mit Klarheit zu verfolgen. Das erste Mal drehte ich das Ei, um wo möglich die Ausdehnung dieser Furchenbildung auf der Oberfläche zu übersehen, erreichte meinen Zweck aber nicht, denn bei dem absolut undurchsichtigen Grunde, den das Innere des Eies bot, war in der Ansicht von oben nichts Sicheres wahrzunehmen und die ursprüngliche Lage konnte ich nicht wieder erlangen. Aber ich konnte an diesem Ei noch konstatiren, dass sich nachträglich fünf Zotten bildeten, die ich vom ersten Ursprung an verfolgen konnte. Die Entwicklung des zweiten Eies, an dem ich ungefähr dasselbe sah — die Einsenkung der Oberfläche zwischen den zwei entgegengerichteten Spitzen war nur weniger tief — stockte bald darauf, es starb ab. Daraus lässt

sich kein sicherer Schluss ziehen, aber die Wahrscheinlichkeit spricht doch dafür, dass es sich hier um das Centralnervensystem gehandelt hat, denn von innern Organen kann, nachdem der Kiemendarmsack bereits da war, keines sich um diese Zeit und auf diese Weise anlegen, es könnte sich mithin blos handeln um eine Verwechslung mit den Epidermiszotten g. Aber dagegen spricht die Nähe der beiden Duplicaturen zu einander, die Zotten stehen entfernter, wie ein Blick auf Fig. 4 zeigt, und es widerspricht dem ferner, dass in dem ersten Falle mit Sicherheit nachher die Entstehung von fünf Zotten konstatiert wurde, dann können die beiden ersten Duplikaturen nicht auch solche gewesen sein, sonst wäre die reguläre Zahl der Zotten überschritten worden.

Alles das zusammengenommen scheint es mir wahrscheinlich, dass die Gestaltung der Oberfläche in Fig. 3 mit der Bildung des Nervensystems in Beziehung steht und dass dasselbe sich durch Furchenbildung und Schliessung der Furche aus dem obern Keimblatt entwickelt.

Gehen wir zu den späteren Stadien über, so ist zunächst das Auftreten grosser blasig ausgedehnter Zellen in der Leibeshöhle zu erwähnen. Ihre Bildung geht vom hintern Theile, wo die Reservekugeln liegen, aus, von dort schieben sie sich vorwärts. (Fig. 6, 7 h). Es sind helle Kugeln mit deutlicher Membran und einem flachen Kern in derselben, die im Innern kleine runde Zellen zeigen, von der Grösse und Beschaffenheit, die man, nachdem das Herz zu pulsiren begonnen hat, durch dasselbe passiren und in der Leibeshöhle umhertreibend sieht. Diese Blasen stossen an die Epidermis einerseits und die Wände der innern Organe andererseits. Ich erblickte dieselben noch bei den ältesten Entwicklungsstufen, die ich durch Züchtung in der Porcellanschale erlangen konnte. Hier fehlten noch Blutgefässe und es gingen durch das Herz erst spärliche Blutkörperchen. Dass diese letzteren im Innern der Blasen entstehen, scheint mir zweifellos, die Uebereinstimmung der freien und der noch eingekapselten kleinen Zellen ist eine vollständige. Die weiteren Schicksale der kernhaltigen Blasenwände aber vermag ich nicht anzugeben.

Die zunächst in ringförmigen, dann longitudinalen Zügen an den Siphonen auftretenden Muskeln (Fig. 7, 8 m), von denen die longitudinalen sich stetig weiter über den Kiemensack erstrecken, sind feine glatte Fasern und entstehen aus rundlichen Zellen, die

man vorher in der Leibeshöhle um die epitheliale Anlage des Siphos sich ansammeln sieht.

Das Nervensystem wird erst klar zu übersehen, nachdem die Muskeln bereits entstanden sind. Es liegt dann als ein blasser, cylindrischer, an den Enden sich nicht verdickender Strang, angeheftet an die dorsale Wand des Kiemensacks (Fig. 8^a, n) und erstreckt sich von dem Flimmerbogen (Fig. 8^a, fl), am Eingange zum Kiemensacke, bis zur Basis des flaschenförmig gestalteten Aftersiphos. An beiden Endpunkten spaltet sich der Strang in Nerven, v. vorn läuft ein Ast längs des Flimmerbogens, ein anderer geht mehrfach verzweigt unter den Muskeln des Kiemensiphos hin und vertheilt sich an diese. Am hintern Ende sind ebenfalls zwei Hauptzüge der Nerven zu unterscheiden, der eine streicht der Länge nach am Siphos hin, vertheilt sich an die Muskeln, der andere Zug geht quer längs der Basis des Siphos zum Afterdarm und Schlunde. Weiter konnte ich den letztern nicht verfolgen.

Der centrale Strang besteht aus kleinen runden Zellen mit punktförmigen, aber in jeder deutlich sichtbaren Kernen. Die Nerven sind nicht so blass und zart, wie die von mir entdeckten Spinalnerven der Larve von *A. mentula*, sondern zeigen bis in ihre feinste Verzweigung etwas Glanz, wodurch es erleichtert wird, sie im Verlauf zu verfolgen. Unmittelbar vor dem Flimmerreif am Vorderende des Stranges ist eine kleine flimmernde Stelle an demselben. Es kann das nichts anderes sein, als die Anlage der Flimmergrube, die ich bei drei Arten von *Molgula* in derselben Entwicklung getroffen habe, wie sie bei den Salpen beschrieben wird. Gegen die Leibeshöhle bekleidet eine zarte pellucide Scheide den Strang.

Bei dem erwachsenen Thiere der *M. macrosiphonica* hat der Centralnervenstrang dieselbe Ausdehnung, d. h. er reicht hier ebenfalls von der vor der dorsalen Vereinigung der Flimmerbogen gelegenen Flimmergrube bis in die Nähe der Basis des Kloakensiphos, und die von beiden Enden abgehenden Nerven, die aber nicht entfernt so deutlich zu verfolgen sind, wie hier am Embryo, verhalten sich entsprechend der eben gegebenen Schilderung. Den relativen Maassen nach bleibt das Centralnervensystem aber bedeutend in der Entwicklung zurück, da die Distanz der Siphonen sich im Verhältniss zum Umfange des ganzen Körpers verkürzt.

Es bleibt nun noch einiger Organe Erwähnung zu thun, die um

die Zeit erscheinen, wo die Muskulatur von den Siphonen auf die Kieme sich ausdehnt. Die Reservekugeln sind allmählig auf eine kleine Zahl reducirt worden, die um das aborale Ende der Bauchfurche und den Scheitel der Schlinge gesammelt liegen, die der Darm bildet. Zwischen den vordersten dieser Kugeln tritt eine helle Blase auf (Fig. 7, r). Wenn sie völlig zu übersehen ist, ist sie nicht grösser als eine der Reservekugeln, die eine Hälfte ihrer Wand ist ganz dünn, die andere stärkere erscheint aus sehr kleinen cylindrischen Zellen zusammengesetzt. Im Innern erblickt man in ganz pellucider Flüssigkeit ein kleines dunkelbraunes Concrement. Nun wächst die Blase ziemlich rasch und es verdünnt sich dabei auch die bis jetzt noch dickere Hälfte ihrer Wand und es vermehren sich die Concremente, die in der wasserhellen Flüssigkeit suspendirt sind. Das Organ liegt rechts vom hintern Ende der Bauchfurche und ist nur von dieser Seite her (alle Abbildungen mit Ausnahme von Fig. 8 b sind von dieser Seite entworfen) zu erblicken. Zwischen dieser Blase und der Kieme, also an der linken Seite der erstern erscheint das Herz. Erst durch jene verdeckt, so dass man den Beginn seiner Bildung nicht beobachten kann, wächst es dorsalwärts darüber hinaus (Fig. 8 a. o). Man unterscheidet dann den Herzbeutel p, als eine Endothelblase und darin den Herzschlauch, der durch eine Einschnürung in zwei Abtheilungen geschieden ist. Am Anfange findet eine langsame, an beiden Abtheilungen gleichzeitig auftretende Pulsation statt. Der Embryo, der in Fig. 8 a. dargestellt ist, offenbarte aber schon den Charakter der Klasse, durch die der Richtung nach wechselnde Aufeinanderfolge in der Contraction beider Herzhälften. Während diese beiden Organe entstehen, sind die Reservekugeln vollständig verschwunden, nachdem die letzten durchaus zu Fettkugeln geworden waren und eine gelbliche Farbe angenommen hatten, wie ich es auch an den Zellen des Fettkörpers bei *A. canina* beobachtete, in den sich die Elemente des verkümmerten Schwanzes dort metamorphosiren.

Die Blase mit den Concrementen, die an die linke Seite des Herzbeutels angeheftet ist und kurz vor demselben entsteht, hat ohne Zweifel die Function einer Niere. Bei dem erwachsenen Thier fand ich sie an derselben Stelle wieder und Concremente darin; diese sind kuglig oder scheibenförmig, concentrisch geschichtet, die einzelnen Schichten fein radiär gestreift, die Farbe der Stücke wechselt zwischen gelb und schwarzbraun. Eine Oeffnung oder gar einen

Ausführungsgang der Blase habe ich weder beim entwickelten Thier noch beim Embryo finden können.

Krohn beschreibt in ganz gleicher Weise die Bildung einer concrementhaltigen Blase bei *Phallusia (Ascidia) mammillata* ¹⁾, dicht neben dem Residuum des verkümmerten Larvenschwanzes auftretend, wie hier bei *Molg.* in unmittelbarer Nähe des Restes der Reservekugeln. Das Depositum ist dort kreideweiss. Bei dieser Art bleibt das Bläschen aber nicht vereinzelt, sondern es treten andere daneben auf und so entsteht ein zusammenhängender Complex, der beim entwickelten Thier den grösten Theil des Darms bedeckt. Krohn neigt ebenfalls zu der Deutung, dass es ein nierenartiges Secretionsorgan sei, nur scheint ihm der Mangel von Ausführungsgängen hierbei ein Hinderniss.

Versuche mit der Murexidprobe gaben mir von den gesammelten Concrementen mehrerer Exemplare von *Molg. macrosiphonica* kein Resultat, verdünnte Salpetersäure löste die braune Masse leicht auf. Ein unzweideutiges positives Resultat erhielt ich aber bei einer andern Ascidie, die sich durch ein sehr entwickeltes Organ dieser Art auszeichnet, bei *A. complanata* Fabric. Ich fand das Thier in Arendal in 20 Faden Tiefe. Ausser Fabricius, der es in der *Fauna grönlandica* kurz beschreibt, scheint Niemand es getroffen zu haben. Es gehört zur Gattung *Ascidia*. Hier verhüllt den Magen von der rechten Seite ein grosses plattes Organ, von reichlich der dreifachen Ausdehnung des Magens. Es lässt den eine lange Schlinge bildenden Mitteldarm frei und erstreckt sich vom Magen querüber zum Afterdarm. Schon das blosse Auge erkennt an dem isolirten Organ fünf- und sechseckige, platte, durchsichtige Zellen, mit je einem braunen Kern darin. Ein Zwischengewebe ist nicht vorhanden, diese pelluciden platten Blasen stossen unmittelbar an einander. Das Ganze lässt sich mit einiger Mühe vom Magen abtrennen. Communicationen der Blase unter einander oder Ausführungsgänge finde ich nicht. Die braunen Kerne sind nun Concremente, wie die von *Molgula* beschriebenen. Sie sind mehrfach concentrisch geschichtet, dabei fein radiär gestreift, meist kuglig, aber auch abgeplattet, von mässiger Consistenz, so dass man durch Druck auf's Deckglas sie leicht zerquetscht. Diese Deposita nehmen vom hintern zum vordern Ende des Organs, d. h. vom Magen gegen den Afterdarm

1) Müll. Arch. 1852 pag. 329.

zu, an Grösse gleichmässig ab, ohne dass die platten Blasen, in denen sie suspendirt sind, sich gleichfalls verkleinerten. Nur am äussersten Vorderende fand ich einige kleinere und weniger platte Blasen, in denen ich nichts oder eine punktförmige Spur der Concretion entdecken konnte. Ich bemerke, dass die Thiere, an denen sich dies Verhalten zeigte, erwachsen waren, die, wie die erschöpften Geschlechtsorgane erweisen, ihre diesjährige Legezeit bereits überstanden hatten. Es findet hier also eine stete Fortbildung des Organs beim reifen Individuum statt, wie Krohn es beim Embryo von *Phallusia mammillata* beobachtete, am vordern Ende entstehen neue Blasen und beginnen die Ausscheidung der Concretion, ohne dass man von den hintersten sagen kann, sie seien an der Grenze ihrer Thätigkeit angelangt, denn eine Schrumpfung, ein Collapsus lässt sich da nicht wahrnehmen. Die grossen Concremente erreichen 0,2 mm. im Durchmesser, die Blasen selbst 0,5—0,7 mm.

Ich nahm das isolirte Organ von zwei Thieren und behandelte es im Urschälchen mit ein paar Tropfen verdünnter Salpetersäure. Die Concremente lösten sich bald vollständig. Der bei langsamer Verdampfung nachbleibende Fleck war ziemlich farblos. Das Urschälchen wurde nun über ein anderes gestülpt, das einige Tropfen Ammoniak enthielt und sehr bald röthete sich der Fleck, zwar nicht sehr intensiv, aber zweifellos. Darnach ist also die Natur des Organes nicht mehr fraglich und die vereinzelte Blase der *Molgula* ebenfalls als Secretionsorgan aufzufassen.

Histologisch ist die Nierenblase von *Molgula* nicht eine Einzelzelle, sondern die Wand ist zusammengesetzt gebaut. Man sieht (Fig. 7, r) wenigstens einen Theil der Wand aus kleinen Cylinderelementen bestehend und bemerkt später zwei Schichten, eine propria mit länglichen Kernen und darin ein deutliches plattes Epithel mit runden Kernen.

Auch die einzelnen platten Blasen der Niere von *A. complanata* sind in derselben Weise doppelt geschichtet. Die äussere Schicht ist ein Endothel aus länglichen Zellen mit undeutlich hervortretenden Contouren, die innere ein regelmässiges, scharf gezeichnetes plattes Epithel. Concretionen in den Epithelzellen selbst habe ich nicht erblickt.

Es sind also Nieren von besonderm Typus, deren Secret nicht ausgeführt, sondern innerhalb geschlossener Blasen in fester Substanz abgelagert wird. In der einfachsten Form bleibt es bei einer

Blase, die Fortbildung erfolgt durch Vermehrung der secernirenden Blasen, wahrscheinlich stetig während der Lebensdauer.

Bald nach dem Erscheinen der Nierenblase treten die flimmern- den Spalten im Kiemensacke auf, Fig. 8^a, s, ganz ebenso wie Krohn es zuerst von *A. mammillata* schilderte. Der Darm ist mittlerweile so weit gewachsen, dass er nicht Raum hinter dem Kiemensacke hat, sondern der mittlere Theil der Schlinge, die derselbe bildet, sich an der linken Seite der Kieme nach vorn schiebt. Bei dieser Ver- längerung des Darms krümmt sich schliesslich der bei der Ansicht von rechts her verdeckte Mitteldarm S. förmig und es erscheint nun, demselben anliegend, ein Organ, das mir bisher noch räthselhaft ist. Es beginnt als ein wasserheller, mit einem Ende der äussern Darm- wandung ansitzender Stab, der frei in den Raum zwischen zwei Schenkel der Darmwindung hinein wächst, sich dann theilt und aber- mals theilt. Die Aeste fliessen, sich einander zuneigend, zusammen, es entstehen so netzförmige Verbindungen, die ich bis zur Bildung von 4—5 Maschen verfolgen konnte (Fig. 8 b, w). Weiter gehen meine Beobachtungen nicht, denn ich konnte ältere Embryonen nicht erziehen. Nur so viel liess sich noch constatiren, dass die Glieder des Netzes hohl waren, eine sehr dünne Wand besaßen und kleine runde ebenfalls wasserhelle Zellen darin auftraten. Krohn beschreibt etwas ganz Aehnliches von *Phall. (Asc.) mammillata* Cuv.¹⁾ und bringt die Bildung mit einem netzförmig den Darm des ent- wickelten Thieres umstrickenden System feiner Canäle von wasser- hellem Inhalte in Beziehung, welche mit kolbenförmigen Enden begin- nen und auch im Verlauf zu Ampullen anschwellen. Da nun die Entstehung beim Embryo von der Darmwand ausgeht, so schliesst er natürlich auf eine Verdauungsdrüse. Dass wir beide dasselbe gesehen haben, ist mir nicht zweifelhaft und ich lege hierauf beson- deres Gewicht, indem durch diese Bildung, wie durch die Entste- hung der Niere, eine bis in die Einzelheiten reichende Uebereinstim- mung in der Entwicklung des Molgulaembryo und der geschwänzten Larven — im letzten Stadium, nach Verlust des Schwanzes — dar- gethan wird. Der Deutung des Organs mich anzuschliessen, nehme ich aber Anstand, denn ich habe weder eine Communication mit dem Darm, noch überhaupt eine Betheiligung des Darmepithels an der Bildung des ersten hellen, an den Darm sich anlehenden Stabes

1) L. c. pag. 331.

bemerkt. — Ich finde nun auf dem Mitteldarm der erwachsenen *Molgula* ein prachtvoll entwickeltes Kanalsystem aufliegend, das mit weiteren Maschen stärkerer Aeste oberflächlich beginnt und in ein dichtes Capillarnetz darunter übergeht. Dasselbe überraschend schön ausgebildete System finde ich auch bei *A. canina* und anderen Arten, auf und in der Darmwand. Man trifft im Verlauf der Canäle vielfach Erweiterungen an denselben und sieht blinde cylindrische Anhänge daran. Die gröberen Aeste haben durchaus den Bau von Blutgefässen und es treten in der That zahlreiche Gefässstämme von aussen her in das Netz ein. Mir ist es auch bei *A. canina* gelungen, dieses System wenigstens partiell vom Herzen aus zu injiciren. Die Injectionsmasse war in mehrere der blinden Anhänge eingedrungen. Solche blinde kolbige Anhänge sind auch nichts Neues im Gefässsystem der Ascidien. Man findet dasselbe an den colonialen Gefässen in der gemeinsamen Tunica der Synascidien. Ich halte daher das Ganze für einen besonders entwickelten Theil des Circulationsapparates, dem wohl neben der Resorption des Chymus noch andere Functionen zukommen. Namentlich ist es mir höchst wahrscheinlich, das es die Bildungsstätte für die der Form und Grösse nach ziemlich wechselnden geformten Elemente des Blutes abgiebt. Die blinden Anhänge sind mit Zellen ganz oder theilweise gefüllt und auch sonst sieht man mehrfach Hügel von Zellen, die fest aneinander hängen, vom Endothel ausgehend in das Lumen der Canäle hineinragen. Die anscheinend isolirte Entwicklung desselben, mit Anlehnung an den Darm ist zwar überraschend, schliesst aber diese Deutung doch nicht aus.

Soweit reichen meine Beobachtungen über die Entwicklung von *M. macrosiphonica*. Die zuletzt beobachtete Entwicklungsstufe ist in Fig. 8 naturgetreu dargestellt. Sie entspricht der Gesamtorganisation nach dem Stadium der Entwicklung der *A. canina*, das ich in Fig. 19 und 20 meiner Abhandlung¹⁾ abgebildet habe, vollständig. Ich habe zu der Darstellung in Fig. 8 absichtlich ein Individuum gewählt, an dem die leere Hülse eines ursprünglich vorhandenen langen Fortsatzes vorhanden war, zum Beweise, dass die Eihaut hier die Tunica noch umhüllt, was man übrigens auch in der Gegend der

1) Dies. Arch. Bd. 6. Taf. IX.

Siphonen sieht, wo sich die in die Siphomündung einwärts gezogene Tunica von der darüber hinstreichenden Eihaut abhebt. An anderen Exemplaren derselben Ausbildung konnte ich die Haut nicht mehr finden.

Die Embryonen von *M. simplex*, deren Entwicklung ganz ähnlich verläuft, streifen die Eihülle früher ab.

Wider mein Erwarten verschwinden die zottenförmigen Anhänge bei *M. macrosiphonica* gegen das Ende der Entwicklung, sind also nicht die Anlagen der späteren Haftfäden, sondern Embryonalorgane.

Aus dem Mitgetheilten erhellt zur Genüge, dass hier eine kontinuierliche, progressive Entwicklung vorliegt, die als die typisch ursprüngliche der Ascidiengruppe innerhalb der Classe der Tunicaen aufgefasst werden kann. An diese schliesst sich weiter die Entwicklungsweise derjenigen Ascidien, die mit geschwänzten Larven auftreten. Es beginnt dieselbe nach dem Typus der Molgula, darauf tritt die Complication ein, durch welche der Anschluss an den Stamm der Vertebraten erreicht wird. Aber diese Erweiterung des zu Grunde liegenden Planes, die in der Richtung einer höheren Ausbildung verlief, bricht auf einer bereits erreichten hohen Stufe plötzlich ab, um unter regressiver Metamorphose derjenigen Organe, durch deren Bildung der Entwicklungsgang der Molgula bereits überschritten war, wieder in diesen einzulenken und nun denselben bis zum Ende harmonisch beizubehalten.

Es ist bei dieser Vergleichung beider Prozesse das Folgende von Wichtigkeit: Bei den geschwänzten Larven bilden die aus dem Zerfall hervorgehenden Elemente, d. h. die zusammenschnurrende Chorda, die von einander gelösten Muskel- und Nervenzellen, einen der Fettmetamorphose unterliegenden Klumpen, der noch längere Zeit im Hinterende des Körpers zu sehen ist¹⁾. Dieser findet sich dort genau an der Stelle, die der Rest der Reservekugeln beim Embryo der Molgula gleicher Ausbildung einnimmt. Hat man die Entwicklung der Molgula nicht kontinuierlich verfolgt, sondern sähe bloß diese letzte Stufe, so könnte man schliessen, der Fetthaufen rührte auch hier von einem atrophirten Schwanz her.

Auch die erste Erscheinung der Reservekugeln gestattet die Annahme, dass man in ihnen, wenigstens in einem Theile derselben, die den Chorda- und Muskelzellen des Schwanzes homologen Ele-

1) Cf. Fig. 18, 19, 20 dieses Archivs, Bd. 6, Tab. IX.

mente zu sehen hat. Sie liegen am hintern Ende zwischen Epidermis und der Kiemendarmanlage, gehören also zum mittleren Blatte oder bilden vielmehr hier das ganze mittlere Blatt.

Leider verhindert nun die geringe Durchsichtigkeit des Objects, zu entscheiden, ob die Reservekugeln (Zellen) sich direkt an der Bildung der blutbereitenden Blasen, des Herzens und der Niere theiligen. Geschieht das auch, so wird damit immer nur der kleinere Theil derselben zur Organbildung verbraucht. Der Haupttheil erfährt die Verwendung, der auch die atrophirenden Elemente des Schwanzes verfallen, d. h. er wird allmählig als Nährmaterial verflüssigt und konsumirt. Legt man also den Entwicklungsgang der Molgula der Betrachtung zu Grunde und hält dagegen die Entwicklung der geschwänzten Larve, so schaltet sich die Bildung der Skeletaxe und der zugehörigen Theile bei der im Sinne progressiver Phylogenie höher stehenden Gruppe in den Entwicklungsgang der Molgula als Episode ein, zu deren Realisirung bereits beim Embryo der letzteren das Material in den Reservekugeln ausgebildet wäre.

Versuche ich nun, mir vorzustellen, wie etwa die Einleitung eines weiteren Fortschritts erfolgt wäre, so liegt es nahe, an eine relativ rapidere Entwicklung des Nahrungskanals, als es bei den bis jetzt beobachteten Larven der Fall ist, zu denken, derart, dass die Kiemenspalten durchbrächen und die Flimmerung der Kieme begänne, so lange noch die Chorda, das Rückenmark und die Muskeln des Schwanzes vorhanden wären. So könnte durch Nahrungsaufnahme die Bedingung zum Fortbestehen dieser Theile geboten werden, was bei den bekannten Larven nicht der Fall ist. Ihre Muskel- und Nervenzelle arbeitet ohne Ersatz, erschöpft ihren Kraftvorrath und verfällt nothwendigerweise der Atrophie. Der Rest ihres Materials wird verwendet zur Weiterentwicklung des übrigen Organismus und die vollständige Consumtion fällt mit dem Zeitpunkte zusammen, in welchem die Aufnahme äusserer Nahrung möglich wird.

Bei einer Synascidie aus dem Arendaler Hafen, *Botrylloides rubrum*, M. Edw.¹⁾, konnte ich bereits eine relativ raschere Ent-

1) Ich will hier bemerken, dass ich entgegen M. Sars die Angaben von Mecznikow (Bull. d. l'Acad. de St. Petersburg., Tome 13, pag. 291) hinsichtlich der Botrylluslarven durchaus zu bestätigen habe. Jedes Ei producirt nur ein Individuum, das nach der Festsetzung durch seitliche Knospung sich vermehrt. Krohn hat dieselbe Ueberzeugung gewonnen.

wicklung der Kieme beobachten, als bei der Larve von *A. canina*. Die Chorda und die Muskelzellen waren noch nicht vollständig atrophirt, sondern bildeten noch in einiger Ordnung einen stummelartigen Schwanz, als die Kieme bereits flimmerte und beide Siphonen offen standen. Hierin fanden merkliche individuelle Differenzen statt, andere Junge desselben Stockes zeigten genau auf derselben Stufe nur einen Klumpen fettigen Detritus als Rest der Organe des Schwanzes.

Eine Zwischenstufe andererseits zwischen den *Molgula*-arten, die ich beobachtete, und den geschwänzte Larven producirenden *Cynthien* ist bereits vor längerer Zeit von van Beneden¹⁾ beobachtet worden. Es ist das die *Asc. ampulloides* v. Beneden, deren Entwicklung er beschrieben hat. Schon das entwickelte Thier steht mitten inne, die derbe lederartige Tunica schliesst es an die *Cynthien* an. Die Form und Lagerung des Darmes, die Vertheilung der Genitalien in zwei annähernd symmetrischen Portionen nähert es der andern Gruppe. Und ebenso verhält es sich mit der Entwicklung. Die ersten Stadien (l. c. pl. II, Fig. 17—21) zeigen die grösste Aehnlichkeit mit dem Embryo von *Cynthia rustica*, es entwickelt sich eine Chorda (Fig. 19, 22) und ein Pigmentfleck tritt auf, der bei *Molgula macrosiphonica* fehlt. Die letzten Stadien zeigen durchaus die Formen der jungen *Molgula*, die charakteristischen Epidermiszotten sind da, sie verschwinden zuletzt, ganz so, wie ich es beobachtet habe, aber der Haufen von Reservekugeln wird weder dargestellt noch erwähnt, derselbe fehlt, was damit harmonirt, dass gleich anfänglich ein Schwanz mit Chorda gebildet wurde. Die zwischen den Anfangs- und Endstadien stehenden Formen des Embryo sind mir fremd. Die Larve wird da abgebildet (pl. III, Fig. 1—6) mit vier bis fünf Fortsätzen an den Seiten des Körpers, einem längeren am Vorderende und dem in Verkümmern begriffenen Schwanz.

Mit der Ausdehnung der Untersuchungen auf neue Glieder der interessanten Ordnung wird die Serie sich ohne Zweifel vervollständigen, vielleicht noch über die bisher beobachteten Endglieder hinaus verfolgen lassen.

1) Recherches sur l'Embryogenie l'Anat. et la Physiol. des *Asc. simples*. Bruxelles 1846.

II. Das Nervensystem der Larve von *Asc. mentula* Zool. dan.

Der Wunsch, ein günstigeres Object für die Beobachtung der Ascidienentwicklung zu erlangen, führte mich im vorigen Herbst nach Arendal in Süd-Norwegen. Gleich die ersten Züge des Grundnetzes wiesen eine an Individuen und Arten reiche Fauna nach. Es fanden sich in Mengen: *Asc. mentula*, *parallelogramma*, *virginea*, *complanata* *Fabr.*, *Molgula simplex* *Ald. Hanc.*, *glacialis* *M. Sars.* Geradezu massenhaft waren Synascidien vorhanden: mehrere Arten von *Botryllus* und *Botrylloides*, *Amauroucium*, *Didemnum*; auch *Clavelina lepadiformis* konnte jederzeit erlangt werden.

Bedenklich war es bei dieser Fülle von Thieren, dass der im Uebrigen reichhaltige Auftrieb keine Ascidienlarven enthielt, und ich musste denn die Erfahrung machen, dass ich für meinen Zweck einen zu späten Termin gewählt hatte, indem ich am 15. August dort eintraf, es legten nur noch wenige Exemplare und vom 20. August ab keine einfache Ascidie mehr, die Botryllen hielten länger vor, hörten aber auch bald mit dem Legegeschäfte auf. Ich griff nun zu künstlicher Befruchtung, aber gleichfalls mit negativem Erfolge, die Saison war eben vorüber! Da ich mich dieses Missgeschickes nicht versah, ging ich mit den ersten Portionen von Eiern, die ich erhielt, nicht besonders systematisch zu Werke und gelangte nicht dazu, die im Grunde allerdings nicht sehr wesentlichen Differenzen, die zwischen *Kowalevsky's* und meinen Angaben über die fundamentalen Vorgänge bestehen, befriedigend zu erledigen, was ich um der lebhaft gewünschten Uebereinstimmung willen sehr bedaure. Soviel zeigte gleich der erste Blick, dass *A. mentula* ein unvergleichlich viel schöneres und durchsichtigeres Object abgibt, als die von mir benutzte hiesige Art, *A. canina*.

Ich will aus meinen lückenhaften Beobachtungen hier nur einen Abschnitt herausgreifen, der unabhängig von den Einzelheiten im Gange der Entwicklung erledigt werden konnte und manches Neue von Interesse bietet, die Histiologie des Nervensystems der völlig entwickelten Larve von *Asc. mentula*.

Die Verhältnisse sind hier viel weiter ausgebildet, als die bisherigen Darstellungen annehmen liessen, und die histiologische Differenzirung ist eine bedeutende.

Nachdem ich an der Larve von *A. canina* das durch den hin-

tern Theil des Rumpfes und den Schwanz sich erstreckende Rückenmark und den in die Hirnblase mündenden Centralkanal nachgewiesen hatte, trat Kowalevsky¹⁾ diesen Angaben bei und lehrte, dass in der Entwicklung das Centralnervensystem der Länge nach stets gleichen Schritt mit der Chorda hält. Seine Abbildungen²⁾ des ausgebildeten Organs sind aber doch wohl schematisch gehalten, denn diese Zusammensetzung aus polyëdrisch aneinander schliessenden gleichartigen Zellen entspricht den Verhältnissen bei meinem Objecte nicht, der Bau ist vielmehr nach den Regionen ein abweichender.

Es gliedert sich das Centralnervensystem der ausgeschlüpften Larven von *A. mentula* und *canina* in zwei Abschnitte, den Hirntheil und Rückenmarktheil. Der erstere liegt vor der Chorda und ist kolbig verdickt, der letztere über der Chorda. Das Vorderende derselben fügt sich in die Einschnürung, die die beiden Abschnitte von einander trennt (cf. Fig. 9).

Am Hirntheil sind wieder zwei Abtheilungen zu unterscheiden, die Hirnblase mit den beiden Sinnesorganen und der sich hinten daran schliessende solide Hirnganglientheil, der von dem Centralkanal durchsetzt wird. Das Rückenmark zerfällt gleichfalls in zwei Portionen: den im Rumpf gelegenen dickeren, spindelförmigen Theil, Rumpftheil (Rumpfganglion Kowalevsky), und den cylindrischen Candaltheil.

Die Hirnblase erscheint von der rechten Seite her ungefähr quadratisch, Fig. 9, von der entgegengesetzten mehr abgerundet, Fig. 10. Die untere (ventrale) Wand trägt eine nach innen vorspringende Leiste, die *Crista acustica*, auf der der Otolith schwebt. Die vordere Wand ist die dünnste und legt sich sehr eng an die anliegende des Kiemensackes und die trichterförmige Anlage der Mundöffnung an. Die obere Wand verdickt sich von vorn nach hinten und enthält im hintern obern Winkel das Sehorgan.

Hinten schliesst sich an die Blase die Hirnganglienmasse an.

Die Einzelheiten im Baue der Wände dieser Blase anlangend, so erscheint die zur *Crista acustica* sich erhebende untere Wand (Fig. 10, b) aus aufrecht gestellten feinen Cylinderzellen zusammengesetzt, die gegen den Scheitel der Leiste stetig an Höhe zunehmen

1) Dieses Archiv, Bd. 7, pag. 101.

2) L. c. Tab. XIII, Fig. 37, 38.

und kleine Kerne zeigen, die sich wie längliche Punkte ausnehmen. Geht man vom Scheitel gegen die Enden der Leiste, so erreichen die Elemente eine Kleinheit, dass die Kerne nur eben die Grenze der Wahrnehmbarkeit bei reichlich tausendfacher Vergrößerung überschreiten. Gegen die Höhle hin tragen die Zellenenden eine Cuticula, die an doppelten Conturen kenntlich ist; die unteren (äusseren) Enden ruhen höchst wahrscheinlich auch auf einer sehr dünnen Basalmembran, mit Bestimmtheit nachweisbar ist dieselbe aber nicht.

Innerhalb der Crista findet sich eine ihrer grössten Erhöhung entsprechend gelagerte Blase von ebenso wasserklarem Inhalte, wie der in der Gehirnblase (Fig. 10, d). Sie reicht von der inneren Cuticula bis zu dem äusseren die Wand begrenzenden Contur, verdrängt also aus der Mitte der Crista die Zellen vollständig, wie es die Fig. 2 zeigt, die nach einem Exemplar entworfen ist, das sich durch die Grösse dieser sonderbaren Bildung auszeichnete. Eine selbstständige Wand dieser Blase konnte ich nicht überzeugend erblicken.

Ueber dem Centrum derselben schwebt der grosse eiförmige Otolith derart, dass der Scheitel seines spitzeren Pols die Cuticula, die über die Blase hinweggeht, soeben tangirt. Wenn über die Natur dieses Organs noch ein Zweifel sein könnte, wird der dadurch gehoben, dass feine Härchen ihn stützen. Da man diese Region weder von der dorsalen noch von der ventralen Seite des Larvenkörpers her untersuchen kann, sondern nur die Seitenlage eine genügende Annäherung des Objectivs gestattet, lässt sich nicht unterscheiden, ob die Härchen einen kompletten Kreis bilden; von beiden Seiten her lassen sich einige in der Peripherie auf einander folgende wahrnehmen. Sie entsprechen in ihrer Lage den am Umfange der eingeschlossenen Blase gelegenen längsten Zellen der Crista, haben eine stärkere Basis, laufen in eine feine Spitze aus, sind gleichmässig gegen die Axe des Otolithen geneigt und berühren denselben in einem Parallelkreise, der nur etwa um $\frac{1}{5}$ der Axenlänge vom spitzen Pole absteht (Fig. 10, c).

Ueber den Otolithen selbst habe ich zu dem, was ich darüber bei der Beschreibung der Larve von *A. canina* gesagt, nichts hinzuzufügen. Einen Stiel, durch den das Gebilde der Crista angeheftet wäre, wie Kowalevsky ihn noch neuerdings beschreibt und zeichnet, habe ich bei diesen beiden Arten nach vollendeter Ent-

wicklung durchaus nicht getroffen. Es würde eine stielartige Verbindung mit der Crista ein unentwickelteres Verhältniss darstellen, denn da zweifellos sich der Otolith aus der Wand hervorbildet, so steckt er in unentwickeltern Stadien noch zum Theil darin. Hier, bei meinem Objecte, war er schliesslich ganz frei; aber die Persistenz einer Verbindung ist ja als niedere Entwicklungsstufe des Organs durchaus zulässig, wie andererseits das Auftreten der Blase in der Crista, die bei *A. canina* fehlt, als weiter vorgeschrittene Differenzirung anzusehen ist. — Diese Blase ist etwas Neues in der Morphologie der Gehörorgane, ich habe nichts Entsprechendes in der bezüglichen Literatur auffinden können. Vielleicht darf man dieselbe als erste Spur der Entwicklung eines selbstständigen Labyrinthbläschens ansehen. Der Otolith entwickelt sich nämlich nicht an der Stelle seiner schliesslichen Lagerung, wie Kowalevsky ganz richtig angibt, sondern zunächst in der Nähe der oberen Wand der Gehirnblase, also hart unter der Epidermis, und die ganze Anlage verschiebt sich nachträglich mit der Erweiterung der Hirnblase nach unten. Es wäre die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass früh, so lange die Otolithenanlage sich noch dorsal unter der Epidermis befindet, diese sich an der Bildung der Blase theiligt.

Geht man von der unteren Wand der Gehirnblase auf die vordere über, so verlieren sich bald mit dem Abflachen der Zellen die seitlichen Begrenzungslinien derselben und es erscheint dieser Theil selbst bei tausendfacher Vergrösserung als homogene Lamelle. Vergeblich habe ich nach der Communication gesucht, die Kowalevsky bei reifen Larven am oberen Theile der Vorderwand zwischen Hirnblase einerseits, Kiemenhöhle und Mundtrichter andererseits beschreibt und abbildet¹⁾. Er deutet diese Communication als in Zusammenhang mit der Bildung der „Flimmerscheibe, von welcher aus die flimmernde Bauchrinne beginnt“. — Diese „Flimmerscheibe“ oder Flimmergrube findet sich bei allen Ascidien, die ich kenne, in ganz ähnlicher Ausbildung, wie sie bei den Salpen angetroffen wird; von derselben, die stets in der dorsalen Mittellinie der Kieme liegt, gehen die Flimmerbogen aus, die die Mundöffnung der Kieme umgreifen, um sich ventral am Vorderende der flimmernden Bauchrinne wieder zu vereinen. Man darf daher

1) L. c. Tab. XII, XIII, Fig. 32, 34, 37.

wohl nicht sagen, dass die Bauchrinne aus derselben beginnt, da die Kiemenöffnung zwischen beiden liegt. Kowalevsky hat aber ohne Zweifel dasselbe Organ gemeint, da die Communication, von der er spricht; sich an der dorsalen Wand des Kiemensackes findet. Es ist auch mir höchst wahrscheinlich, dass an der Bildung der Flimmergrube das Centralnervensystem participirt, ob aber durch solche Eröffnung der Hirnblase in die Kiemenhöhle, wie er sie beschreibt, muss ich dahin gestellt sein lassen; jedenfalls war an der frei schwimmenden Larve von *A. mentula* keine Spur einer Oeffnung vorhanden, die Hirnblase war völlig geschlossen. Wenn Kowalevsky erwähnt¹⁾, ich hätte schon diese Mündung gesehen, aber ihre Entstehung nicht verfolgt, so hat er mich missverstanden. An der citirten Stelle habe ich von der Bauchrinne und der Mundöffnung gesprochen und deren Entstehung genau so beschrieben, wie er sie nachträglich schildert; von einer andern Oeffnung ist dort nicht die Rede.

Die obere Wand der Hirnblase wird von vorn nach hinten stärker, indem die Zellen rasch an Höhe zunehmen. Sie sind anders beschaffen, als die Cylinder der *Crista acustica*, ihre Conturen sind undentlich, Kerne nicht zu erblicken und die Substanz ist fein granulirt. Den Winkel, in der obere und hintere Wand zusammenstossen, nimmt das zweite Sinnesorgan ein.

Dasselbe besteht aus dem geschichteten lichtbrechenden Apparat, einem Pigmentkörper dahinter und einem Halbkranz prismatischer heller Zellen zu äusserst, die sich radiär um den Pigmentkörper lagern und mit ihren inneren Enden in denselben hineinragen. Die Axe des gesammten Apparates ist zur Axe des Nervensystems schräg gelagert und träge, verlängert, die rechte Seitenwand der Hirnblase unter spitzem Winkel.

Den lichtbrechenden Apparat habe ich zuerst bei *A. canina* beschrieben, wo derselbe eine ganz ähnliche Zusammensetzung hat, wie bei der hier in Rede stehenden Art. Kowalevsky hat dann diese Linse bei *A. intestinalis* ebenfalls gefunden.

Unter starken Vergrösserungen untersucht (600—1000), zeigt dieser Apparat bei *A. mentula* folgende Verhältnisse: er besteht aus drei Theilen, einem konvex-konkaven Meniskus zu äusserst (Fig. 10, m), einer annähernd halbkugeligen Linse, l, in zweiter Reihe,

2) L. c. pag. 118.

die in die Konkavität des Meniskus hineinpasst, und einem kleinen kugeligen Kern im Centrum der letzteren. Der Kern ist wegen der Richtung des Apparates nach rechts nur von dieser Seite her zu sehen (Fig. 9). Die Linse und der Kern sind zum Theil von Pigment verdeckt, und es lässt sich über die Gesammtform derselben nicht entscheiden, da es mir nicht gelang, das Pigment durch Salpetersäure zu lösen.

Der Meniskus hat keinen scharfen, sondern einen abgerundeten Rand, der ringsum die Linse merklich überragt. An diesem Rande schlägt sich die innere Cuticula der Hirnblase auf die konvex. Fläche des Meniskus über (Fig. 9, f), so dass zwischen beiden Theilen ein Verhältniss wie zwischen der Zonula Zinnii und der Linse des Wirbelthierauges besteht, der Meniskus wird durch diese Zonula fixirt. Durch dieses Verhalten der Cuticula entsteht zugleich ein den Rand des Meniskus umfassender Ringkanal (Fig. 10, n), ein *Canalis Petiti*, zwischen dem Rande und der Wandfläche innerhalb der abgehobenen Cuticula.

Der Pigmentkörper steckt mit dem Haupttheil innerhalb des soliden Hirns und umgreift die Linse mit scharfem, ebenem Rande.

Diese Hirnmasse erscheint nicht gleich von beiden Seiten her betrachtet. Auf der rechten Seite zerfällt sie in drei deutlich unterschiedene Portionen.

Die zumeist dorsal gelegene Abtheilung gehört zweifellos zu dem Sehorgan. Sie besteht aus den blassen prismatischen oder vielmehr pyramidalen Zellen, die Kowalevsky bereits in seiner ersten Abhandlung von *A. intestinalis* und *mammillaris* beschrieben hat, und die radiär zum Pigmentkörper gestellt, mit ihren inneren Enden in denselben hineinragen (Fig. 9, e). Bei *A. canina* sind sie nicht zu sehen, sie stecken da ohne Zweifel im Inneren, wie sie auch hier bei *A. mentula* von links her verdeckt sind. Wie der Pigmentkörper selbst keine regelmässig gewölbte Fläche ihnen zukehrt, erscheint auch dieser Halbkranz umgebender Zellen nicht gleichmässig. Die vordersten, direct gegen die Rückenfläche des Körpers gerichteten, sind kürzer und stossen mit ihren Basen unmittelbar an den oberen Grenzkontur des Hirns, nach hinten zu werden sie successive länger, an der ventralen Seite des Pigmentkörpers finden sich keine (cf. Fig. 9). An die nach hinten gerichteten längsten schliessen sich Fibrillen an, die longitudinal gegen das Rückenmark verlaufen.

Diese Zellen sind schwach lichtbrechend und völlig pellucide,

ein deutlicher, stärker brechender Kern ist in jeder vorhanden. In mehreren derselben habe ich sehr bestimmt bei 600facher Vergrößerung eine feine Axenlinie bemerkt, die von der Basis bis zum Pigment zu verfolgen war, wie es Fig. 1 an den äussersten Zellen beiderseits wiedergibt. Das Bild war so bestimmt und klar, dass ich es erwähnen muss, sehe aber natürlich dieses Object nicht als dasjenige an, bei dem sich die Controverse von den Axenfäden erledigen lässt.

Ist es nicht zu bezweifeln, dass der gesammte Apparat, von dem die Rede ist, also die lichtbrechenden Theile, der Pigmentkörper und diese Zellen zusammengehören und in der Combination ein Gesichtsorgan darstellen, so darf man diese Zellen wohl als Retina bezeichnen oder vielmehr als einen Theil der Retina. Natürlich ist nicht daran zu denken, dass es die sogenannten „lichtpercipirenden“ Elemente, d. h. diejenigen sind, in denen die Lichtwellen sich in Nervenregung umsetzen, weil sie dem von allen Seiten sie treffenden Lichte direct ausgesetzt sind, — diese Elemente würde man vielmehr nach Analogie der bisher bekannten Augen innerhalb des Pigments zu suchen haben —, sondern ich meine, man kann diese Zellen der Zellschicht im Auge der Cephalopoden und Gastropoden vergleichen, die die lichtpercipirenden Stäbchen trägt. Epithelzellen sind es hier wie dort, die radiäre Stellung zur Aussenfläche des Pigments ist ebenfalls übereinstimmend. Gesetzt nun, es fänden sich innerhalb des Pigments stäbchenartige Gebilde auf den Innenenden der Zellen, so wäre die Uebereinstimmung mit dem Auge der erwähnten Mollusken eine befriedigende, so hätte man hier ein Molluskenauge als unmittelbaren Hirntheil, aus dem Innenepithel der Hirnblase entwickelt, und an diesen Geschöpfen, die die Kluft von Evertebraten zu Vertebraten überbrücken, nähme auch das Auge eine vermittelnde Stellung ein. Die blosse Anwesenheit des Pigments in der Mächtigkeit, wie die Abbildungen es zeigen, nöthigt übrigens dazu, darin Elemente anzunehmen, die vor der allseitigen Beleuchtung bewahrt, der Einwirkung des durch den dioptrischen Apparat geordneten Lichtes vorbehalten sind, also jedenfalls Analoga der Stäbchen des Molluskenauges, Analoga der Aussenlieder an den Zapfen und Stäbchen des Wirbelthierauges. — Es sei daher denjenigen, die die Entwicklung der Ascidien demnächst zu studiren Gelegenheit haben, das Auge bestens empfohlen.

Ausser diesen Retinazellen zeigt das Hirn auf der rechten Seite

noch zwei deutlich unterschiedene Abtheilungen, die als mittleres und unteres Hirnganglion bezeichnet werden mögen. Das mittlere prominirt etwas stärker als das untere. Ersteres besteht rundweg aus rundlichen, dicht an einander gelagerten Zellen mit deutlichem Kern und punktförmigem, aber scharf hervortretendem Kernkörperchen (Fig. 1, f). Die zweite Abtheilung enthält die bestimmt umgrenzten Zellen nicht, sondern besteht aus einer fein punktirt erscheinenden Grundsubstanz und darin regelmässig vertheilten Kernen, die ziemlich die Grösse der Zellkerne der ersten Abtheilung haben, aber das Licht stärker brechen als jene, so dass sie unter allen Elementen dieser Hirnganglien zunächst bei der Betrachtung hervortreten (Fig. 1, g). — Bei der Ansicht von links erscheint das Hirn anders. Die auf der rechten Seite von den Retinazellen eingenommene Region zeigt links einen undeutlich fibrillären Bau mit vorherrschend radiärem Verlauf der Fibrillen. Durch eine Kerbe an der obern Seite wird diese Region hinterwärts abgegrenzt. Das mittlere Hirnganglion dringt nicht durch die ganze Dicke bis zur linken Oberfläche vor, es ist linkerseits nichts davon zu sehen. Den grössten Theil der linken Seite nimmt die Substanz des unteren Hirnganglions ein (Fig. 1 u. 2, g), aus der nach hinten feine Fibrillen ausgehen, die gestreckt gegen das Rückenmark verlaufen. Aus allen drei rechterseits beschriebenen Hirnabtheilungen entspringen ebenfalls feine longitudinal verlaufende Fibrillen.

Der spindelförmig gestaltete Rumpftheil des Rückenmarkes ist durch eine Einschnürung deutlich vom Hirn abgesetzt und seine Axe ist gegen die Axe des Hirns etwas geknickt. Die vordere Grenze desselben liegt über dem Vorderende der Chorda, die hintere fällt mit dem Anfang des Schwanzes zusammen. — Die Oberfläche ist durchweg von einer Schicht von Längsfibrillen bekleidet, durch welche hindurch man deutlich Zellen im Innern erblickt. Beim Uebergange zum Schwanztheil wird die äussere Faserlage dünner, die Zellen werden deutlicher und weiterhin am Caudalmark mögen noch Fibrillen äusserlich vorhanden sein, sind aber nicht zu erblicken; die Bestandtheile sind rundlich viereckige Zellen vom Charakter der im mittleren Hirnganglion, mit Kern und scharf hervorstechenden Kernkörperchen.

Das Interessanteste nun, was ich hier mitzutheilen habe, ist das Vorhandensein von Spinalnerven, die in regelmässigen Abständen von einander vom Rückenmark entspringen und jedenfalls an

die Muskeln treten, ob auch an die Epidermis, liess sich nicht constatiren. Mit aller nur wünschenswerthen Schärfe habe ich drei Paare gesehen, das erste Paar an der Grenze von Rumpf- und Schwanztheil des Markes, die folgenden ungefähr in Abständen von der Länge einer Muskelzelle dahinter (Fig. 1, s). Meinem Begleiter, Dr. Paul Langerhans, konnte ich die Nerven überzeugend demonstrieren. Es sind nicht rundliche Stränge, sondern flache Fibrillenbündel, mit den charakteristischen feinen Pünktchen besetzt. Die Fibrillen sind gedrängter am Marke und gehen weiterhin fächerförmig auseinander. Es treten mehrere Fibrillen zu je einer Muskelzelle. An der Stelle, wo sie die Muskelzelle treffen, sieht man auf der Oberfläche der letzteren deutlich mehrere kleine Kreise. Das Bild kann nicht durch den optischen Querschnitt von Fibrillen bedingt sein, denn die Dimensionen entsprechen sich nicht, eben so wenig von Fibrillenbündeln, denn solche sind nicht vorhanden. Es liegt vielmehr nahe, die Kreise als Kerne eines Nervenorgans zu deuten (Fig. 1, n). Ich bemerke dabei, dass die Muskelzellen an dieser Larve und der von *A. canina* nicht als eigentlich quergestreifte zu bezeichnen sind. Eine zarte quere Strichelung sieht man allerdings, aber nicht entfernt die deutlichen Querstreifen, wie an den Muskeln von *Appendicularia*. Mit dem Kern der Muskelzelle haben die Fibrillen nichts zu thun.

So scharf und bestimmt, als ich die Spinalnervenfibrillen in Fig. 1 gezeichnet habe, sieht man sie nur ein paar Sekunden lang, im Moment des Todes. Es zeigt sich nämlich constant eine Erscheinung, auf die ich besonders hinweise, dass im Augenblick des Todes, gleich nach der letzten Zuckung des Schwanzes des sterbenden Thieres, die Fibrillen plötzlich deutlicher werden; ist es nun Gerinnung oder sonst ein Vorgang, jedenfalls hebt sich das blasse Fäserchen dunkler von der Unterlage und Umgebung ab. Da dem Tode stets krampfhaftige Zuckungen vorausgehen, so kann man den signalisirten Moment nicht versäumen, wenn man die letzte Zuckung abwartet und dabei den Nerv fest im Auge behält. Die helle klare Chorda als Unterlage der Nerven bei der Seitenansicht erleichtert die Auffindung derselben und die Wahrnehmung jener Todeserscheinung. Auch die Fibrillen der äusseren Längsfaserschicht des Markes treten in demselben Momente bestimmter hervor.

Bei der Metamorphose dieser Larve geht, wie ich nach allerdings nicht ganz abgeschlossenen Untersuchungen glaube aus-

sprechen zu dürfen, mit der Hirnblase auch der Theil hinter derselben, den ich als Hirnganglion bezeichnet habe, zu Grunde, selbstverständlich auch der ganze Caudalstrang, so dass der Centralnervenknoten der *Asc. mentula* allein dem Rumpftheil des Markes an der Larve correspondiren würde.

Das sind die Resultate meiner Untersuchung des Centralnervensystems einer für die Beobachtung recht günstigen Ascidienlarve. Es sind durchweg Ergänzungen des bisher Bekannten, aber zugleich Ergänzungen der Gesichtspunkte, auf die die Parallele mit den Wirbelthieren sich stützt. Das Rückenmark mit seiner äusseren Faserschicht, seinem inneren Zellenlager, den in gleichen Abständen entspringenden Spinalnerven gestattet die Vergleichung bis in's Einzelne.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVII.

Alle Figuren beziehen sich auf die Entwicklung von *Molgula macro-siphonica*. Es bedeuten allgemein:

- α. Follikelzellen;
- β. Eihaut;
- γ. Tunicazellen;
- a. Epidermis;
- b. Kiemensack;
- c. Reservekugeln;
- d. Zottenförmige Anhänge des Embryo (Epidermiszotten);
- e. Darm;
- f. Bauchfurche und Endostyl;
- g. Kiemensiphon;
- h. Blutkörperchen haltende Blasen;
- k. Kloakensiphon;
- l. Freie Zellen in der Leibeshöhle;
- m. Muskeln;
- n. Centralnervensystem.

Fig. 1. Reifes gelegtes Ei kurz vor Beginn der Furchung, nach Anwendung von leichtem Druck, wodurch die Tunicazellen γ in der Gallertschicht deutlicher sichtbar werden.

Fig. 2. Die Epidermis ist ausgebildet, im Innern der Kiemendarmsack von dem Haufen der Reservekugeln deutlich geschieden, eine Epidermiszotte d bildet sich.

Fig. 3. n vermuthliche Anlage des Centralnervensystems.

Fig. 4. Ei, aus einem Klumpen zusammenhängender Eier isolirt. An einer

Stelle sitzt der Eihaut ein Kuchen von Zellen an, ϵ , der diesen zusammenhängenden Eiern eigenthümlich ist. Vier Zotten, d , liegen ziemlich genau in einer Ebene.

Die Figuren 5—8, a zeigen den Embryo von der rechten Seite.

- Fig. 5. Kiemensack und Darm, e , beginnen sich zu scheiden, es sind fünf Zotten sichtbar, unter denen eine lange, die die Tunika und Eihaut vor sich her schiebt; das Nervensystem, n , wird deutlich wahrnehmbar.
- Fig. 6. h . Blutkörperchenhaltige Blasen.
 z . Leere, von der Eihaut gebildete Hülse, aus der eine eben so lange Zotte sich zurückgezogen hat.
- Fig. 7. Die Muskeln m des Kiemensiphos sind gebildet, die Niere, r , tritt auf.
- Fig. 8. a . Ein Embryo kurz vor dem Abstreifen der Eihaut und dem Beginn der Wasseraufnahme.
 o . Herz.
 p . Perikardium.
 r . Nierenblase, rechts dem Herzen vorliegend.
 n . Das Centralnervensystem, an beiden Enden in peripherische Nerven, v , ausgehend.
 s . Drei Kiemensackspalten auf verschiedenen Graden der Ausbildung.
 z . Wie in Fig. 6.
 t . Tentakeln.
 fl . Flimmerbogen.
- Fig. 8. b . Ein Embryo von ungefähr derselben Entwicklungsstufe wie der vorige. Von der linken Seite gezeichnet um das zwischen den Windungen des Darmes sich entwickelnde netzförmige Organ, w , zu zeigen.
 u . Der Magen.
- Fig. 9. Larve von *A. mentula*. Die Tunica ist weggelassen. Ansicht von rechts. Schröder. Immers. 3 Mm. Aeq. Oc. 2. Vergr. ca. 600.
 a . Hirnblase.
 b . Rumpfteil }
 c . Caudaltheil } des Rückenmarkes.
 d . Crista acustica mit den Gehörhaaren auf der Oberfläche, die den Otolithen stützen, und einer Blase im Innern.
 e . Retinazellen.
 f . Mittleres Hirnganglion.
 g . Unteres Hirnganglion.
 h . Centralkanal.
 i . Chorda.
 m . Muskelzellen.
 $s.s$. Spinalnerven.

- n. Kleine Kerne an der Eintrittsstelle der Nervenfibrillen in die Muskelzellen.
- o. Anlage des Mundes.
- k. Kiemensack.
- l. Darm.
- t. t. Zellen des mittleren Blattes.

Fig. 10. Hirnblase derselben Larve, von links gesehen. Schröder. Immers. 3 Mm, Aeq. Oc. 4. Vergr. 1100—1200.

- a. Hirnblase.
- b. Cylinderzellen der Crista acustica.
- c. Hörhaare.
- d. Blase in der Crista.
- e. Otolith.
- f. Innere Cuticula der Hirnblase, sich auf die Oberfläche des Meniskus, m, überschlagend.
- n. Canal um den Rand des Meniskus.
- l. Linse.
- h. Centralkanal, dessen Mündung in die Hirnblase durch das dahinter liegende Pigment verdeckt ist.