

# Ueber die Knospung der Salpen.

Von

**Prof. W. Salensky,**  
in Kasan.

---

Mit Tafel XXVIII—XXX.

## 1. Einleitung.

Die morphologischen Erscheinungen bei der ungeschlechtlichen Vermehrung der Thiere überhaupt wurden bis jetzt viel weniger berücksichtigt als die bei der Entwicklung der Thiere aus dem Ei vor sich gehende. In den zahlreichen Arbeiten über Embryologie verschiedener wirbelloser Thiere findet man nur wenige Angaben über die Knospung oder über den Theilungsprocess der sich ungeschlechtlich vermehrenden Thiere. Nur in der letzten Zeit ist Dank den Untersuchungen über die Knospung einiger Bryozoen (NITSCHÉ) und Ascidien (KOWALEVSKY, METSCHNIKOFF, GIARD etc.) die Entwicklung der inneren Organe der knospenden Thiere etwas genauer erforscht worden. Frühere Angaben betreffen hauptsächlich die äusseren Veränderungen, welche meistens an frischen Exemplaren ohne irgend welche Behandlung des Objects beobachtet wurden, und, obgleich diese Methode mitunter werthvolle Resultate gibt, kann sie ebenfalls Irrthümer veranlassen. Die Sorgfalt der Technik ist bei embryologischen Untersuchungen eine der wichtigsten Bedingungen eines guten Erfolges, und die Fortschritte der Embryologie während der letzten Decennien verdanken wir hauptsächlich den verschiedenen technischen Manipulationen, denen das Object unterzogen wurde und besonders der Untersuchung von Schnittserien.

Eines von den Objecten, an denen die Schnittmethode vortreffliche Resultate gibt, ist der Keimstock (*stolo prolifer*) der Salpen, an wel-

chem die Proliferation der Salpenketten vor sich geht. Derselbe stellt im ausgebildeten Zustande einen cylindrischen oder schnurförmigen Strang dar, welcher auf seiner ganzen Länge aus verschiedenen entwickelten paarig gestellten Salpenindividuen besteht. Die letztern sitzen wie bekannt quer dem Keimstocke auf und sind in den ersten Stadien ihrer Entwicklung im vordern Theile des Keimstocks so innig mit einander verbunden, dass sie keineswegs durch einfache Präparation von einander isolirt werden können. In diesem oberen Theile spielen sich jedoch die wichtigsten Bildungsvorgänge ab. Alle Organe der Kettensalpen differenziren sich in den Wänden des Keimstocks und die dabei hervortretenden complicirten histologischen Veränderungen können nur bei der Betrachtung gefärbter Querschnitte des Keimstocks verfolgt werden. Der complicirte Bau des Keimstocks lässt diese Veränderungen bei der Beobachtung frischer Salpenexemplare oder des isolirten Keimstocks in toto keineswegs wahrnehmen.

Indem ich hier die Wichtigkeit der Schnittmethode für die Untersuchung der Knospung von Salpen besonders hervorhebe, will ich damit keineswegs die Bedeutung der frischen Exemplare als Untersuchungsobjecte vollkommen in Abrede stellen. Im Gegentheil, sehr viele Erscheinungen, z. B. die Circulation des Blutes im Innern des Keimstocks etc., können nur an frischen Objecten studirt werden. Ausserdem können durch solche Untersuchungen sehr viele wichtige Thatsachen constatirt werden, was auch in der That durch bekannte Beobachter wie LEUCKART, ESCHRICHT, HUXLEY, VOGT und andere geschehen ist. Zu den Arbeiten dieser Forscher wollen wir nun übergehen, um aus den dabei sich ergebenden Fragen unsere Aufgabe kennen zu lernen.

Fast alle Beobachtungen über die Knospung der Salpen traten in dem sechsten Decennium unseres Jahrhunderts hervor. Wir verdanken unsere Kenntnisse über die Entwicklung der Kettensalpen denselben Beobachtern, welche auch viel für die embryonale Entwicklung der Salpen geleistet haben. Es sind namentlich ESCHRICHT, LEUCKART, HUXLEY, VOGT, H. MÜLLER, KROHN und KOWALEVSKY, welchen das Verdienst gebührt die Knospung der Salpen erforscht zu haben. Die ersten Angaben über die Knospung der Salpen rühren von ESCHRICHT her, während die früheren Beobachter wie CUVIER, CHAMISSO, QUOY, GAIMARD und MEYEN die wirkliche Bedeutung des Keimstocks nicht erfasst hatten.

ESCHRICHT war der erste, welcher nicht nur den Keimstock als knospenbildendes Organ der Salpen erkannte, sondern auch eine in

manchen Beziehungen richtige und sehr sorgfältige Beschreibung des Keimstocks und selbst des Knospungsprocesses gab. Leider war mir die ESCHRICHT'sche Abhandlung wegen sprachlicher Hindernisse in Originalschrift nicht benutzbar, daher verweise ich auf die deutsche Uebersetzung dieses Werkes<sup>1)</sup>. Das Hauptgewicht der ESCHRICHT'schen Untersuchungen liegt in dem Nachweise eines Rohres, welches die Verbindung der Keime untereinander vermittelt. In den Wänden dieses Rohres unterscheidet ESCHRICHT zwei Hüllen, von welchen er die äussere als vergängliche bezeichnet und die innere als quergestreifte. Die einzelnen Keime lässt ESCHRICHT durch Vereinigung von zwei Stücken entstehen, welche er als Knospen bezeichnet: einer Kugelknospe und einer Kernknospe: diese Angaben finden wir ausführlicher auch in späteren Untersuchungen. In der Kugelknospe bildet sich nach ESCHRICHT das Ganglion, die Kernknospe entspricht ihrer Lage nach dem hinteren Theile des Keimes und soll das Material für die Ausbildung desselben geben. Was die Entwicklung der Organe betrifft, so sei hier nur bemerkt, dass die Höhle des Stammrohres nach ESCHRICHT's Angaben mit den Athemhöhlen einzelner Salpenfötus in Verbindung stehen soll, — eine Angabe, welche ich nicht bestätigen kann.

Die Untersuchungen von KROHN<sup>2)</sup> sind speciell der Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte der Salpen gewidmet. KROHN gebührt das Verdienst zuerst die allerjüngsten Keimstücke der Salpen beobachtet zu haben. Er hat nachgewiesen, dass der Keimstock schon bei den auf geschlechtlichem Wege entstandenen Salpenembryonen sich entwickelt und dort in Form eines Rohres auftritt, auf welchem später die einzelnen Knospen während des selbständigen Lebens der solitären Salpe sich herausbilden.

In den Untersuchungen HUXLEY's<sup>3)</sup> begegnen wir einer Beschreibung und Abbildung der ersten Anlage des Keimstocks beim Salpenembryo sowie genauen Angaben über die Structur des Stammrohres. Nach HUXLEY sind die Salpenfötus durch ein cylindrisches doppelwandiges Rohr mit einander verbunden, welches auf seinem vorderen resp. inneren Ende mit dem Sinussystem in Verbindung steht. Er bestätigt somit die Ansicht, welche früher von KROHN ausgesprochen wurde und betrachtet das Stammrohr als ein Diverticulum des Sinussystem. Nach den Untersuchungen des berühmten englischen For-

<sup>1)</sup> Isis v. OKEN. 1842.

<sup>2)</sup> Ann. des sc. nat. 3<sup>me</sup> Série T. VI. pag. 110.

<sup>3)</sup> Philosoph. Transact. 1851. Bd. I. pag. 567.

schers soll das Stammrohr durch eine Scheidewand in zwei Canäle getheilt werden, welche in der hinteren Spitze des Keimstocks zusammenhängen. Diese letztere Angabe stimmt vollkommen mit den ESCHRICHT'schen Abbildungen überein, wo die Scheidewand, obgleich nicht vollkommen richtig, doch sehr deutlich abgebildet ist. Die Anlagen des einzelnen Fötus treten nach HUXLEY ebenfalls in Form von zwei Erhebungen hervor, welche er als Anlagen der Körperabtheilungen betrachtet. Die innere von diesen Erhebungen ist die Anlage des Nucleus resp. des hinteren Körpertheiles, die äussere des Ganglions resp. des vorderen Körpertheiles; — diese Anlagen sind jedoch von Anfang an mit einander verbunden.

Die Untersuchungen von C. VOGT<sup>1)</sup> geben wenig Aufschluss über den feineren Bau des Keimstocks. Er beschreibt den Keimstock gleichfalls als ein hohles Rohr, dessen Lumen durch zwei longitudinale Wülste getheilt ist, und unmittelbar vom Herzen das Blut empfängt. Die Entwicklung der Organen einzelner Salpen soll nach VOGT durch die Differenzirung der zuerst unförmigen Masse der Anlage vor sich gehen. Nach VOGT, in Uebereinstimmung mit HUXLEY sollen die beiden sogenannten Knospen (Kernknospe und Kugelknospe ESCHRICHT's) von ihrer Entstehung an mit einander verbunden sein.

Fast gleichzeitig mit den beiden letzten Arbeiten erschienen die Untersuchungen von LEUCKART<sup>2)</sup>, welche in manchen Beziehungen von beiden sich unterscheiden und eine ziemlich ausführliche Beschreibung der Knospung darstellen. Nach den Angaben dieses Forschers, welchem wir über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Salpen so viel verdanken, entsteht der Keimstock in Form eines buckelförmigen Vorsprungs der äusseren Zellschicht des Mantels und ist in dem Winkel zwischen dem Herz und dem »Oelkuchen« gelagert. Er stellt ein hohles hakenförmiges Gebilde dar und »nimmt in seiner Höhle den Blutstrom auf«. Der Blutstrom und die Vereinigung des Keimstockslumen mit dem Lacunensystem des Mutterthieres ist von LEUCKART ganz übereinstimmend mit den frühern Beobachtern beschrieben. Aber in Bezug auf die Structur des Keimstocks weicht LEUCKART von den Angaben der anderen Beobachter bedeutend ab, da er annimmt, dass der Keimstock (das Keimrohr) nur aus einer

---

<sup>1)</sup> Recherches sur les animaux inférieurs de la méditerranée Mém. de l'Institut Genevois. T. II.

<sup>2)</sup> Zoologische Untersuchungen. Zweites Heft. Giessen 1854.

einigen Zellschicht (»Substanzlage«) besteht. Er hielt auch die Angabe von HUXLEY, dass das Keimrohr der Salpen durch eine Scheidewand in zwei nebeneinander liegende Gänge getheilt ist, für unrichtig. Dagegen bestätigt LEUCKART die Angaben von ESCHRICHT in Bezug auf die Entstehung der Kettensalpen aus zwei isolirten Anlagen und stellt als Regel auf, dass »die Salpen durch die Verschmelzung von je zwei Knospen an dem Keimrohr der Ammen ihren Ursprung nehmen«. Das Verhältniss der beiden LEUCKART'schen Knospen zu den sich später herausbildenden Körpertheilen der Salpen bleibt dasselbe, wie von ESCHRICHT nachgewiesen wurde. Was die Entwicklung der Organe anbetrifft, so hält LEUCKART das Gehirn und die Kieme für die frühesten Organe, welche bei den Embryonen zum Vorschein kommen.

In manchen wichtigen Puncten die Angaben aller genannten Forscher ergänzend, sind die Untersuchungen von KOWALEVSKY<sup>1)</sup>, die leider bis jetzt nur in Form einer sehr kurzen vorläufigen Mittheilung erschienen sind. Da dieselben sehr bündig dargestellt sind, so muss ich die Ergebnisse dieses Forschers fast wörtlich wiedergeben. Der Keimstock der Salpen stellt nach KOWALEVSKY ein sehr zusammengesetztes Gebilde vor. Er enthält fast alle Anlagen der Organe, welche wir im fertigen Salpenleibe antreffen und besteht aus folgenden Theilen: »1, der äusseren Haut (Fortsetzung der Haut des Embryo), 2) dem Darmrohre (Fortsetzung des Darmes des Embryo, 3) den zwei Kloakalröhren (den Fortsetzungen der beiden hinteren Enden der Kloake des Embryo), 4) einem Haufen von Zellen, welcher sich allmählig in die Länge zieht, die Form eines Stranges annimmt und weiter durch Ausbildung einer Höhle zu einem Rohre (Eierstocksrohr) wird und 5) ein Rohr, welches in der Mitte zwischen den beiden Kloakalröhren und ganz entgegengesetzt wie die Eierstocksrohre, dem Darmrohre dicht anliegt — dies ist das Nervenrohr. Das Nervenrohr entsteht aus den Zellen des mittleren Blattes anfangs in Form eines festen Stranges, welcher bald durch Bildung einer Höhle zu einer Röhre wird« (Kow. loc. cit. pag. 412). Die Entwicklung der einzelnen Salpen und deren Organe wurde von KOWALEVSKY nicht beschrieben; er bemerkt jedoch, dass fast alle Organe des Salpenfötus »aus entsprechenden Organen des Mutterthieres abstammen«.

1) Nachrichten von der K. Ges. der Wiss. zu Göttingen 1868. No. 19. pag. 411—415.

Ich habe die Ergebnisse der KOWALEVSKY'schen Untersuchungen mit eigenen Worten des Verfassers wiedergegeben, da wir zum ersten Male hier die Entscheidung der wesentlichsten Frage hinsichtlich der Entstehung der Organe finden. KOWALEVSKY hat nicht nur den anatomischen Bau des Keimstocks in kurzen Worten beschrieben, sondern auch die Behauptung aufgestellt, dass die Entwicklung der Organe der Salpenknospen aus den entsprechenden Organen des Mutterthieres vor sich geht — eine Behauptung, welche sich nach unseren Untersuchungen nur in gewissen Grenzen als richtig herausgestellt hat.

Nachdem meine Arbeit beendet und selbst zum Theil schon niedergeschrieben war, habe ich zufällig erfahren, dass inzwischen zwei neuere Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte der Salpen erschienen, die ich während meiner Untersuchungen nicht benutzen konnte. Eine davon, von Prof. TODARO stellt ein umfangreiches Memoire über die embryonale Entwicklungsgeschichte und Knospung der Salpen (hauptsächlich der *Salpa prolifera*) dar, und ist bereits im Jahre 1875 erschienen<sup>1)</sup>; die andere, welche ebenfalls die beiden Arten der Salpenentwicklung behandelt, rührt von dem amerikanischen Forscher Dr. BROOKS her, und wurde erst im Anfang des Jahres 1876 publicirt<sup>2)</sup>.

Auf eine Kritik beider Untersuchungen werde ich weiter unten zurückkommen, hier will ich nur die Hauptergebnisse derselben hervorheben. Der Keimstock der Salpen entsteht nach der Angabe von TODARO in Form einer Ausstülpung des Ectoderm oder der Haut und Entoderm (der Athemhöhle) und stellt einen papillenförmigen, zwischen dem Elaeoblast (*«glandula germinativa»* TODARO) und der Placenta liegenden Körper dar. Die beiden Keimschichten des Keimstocks resp. Ectoderm und Entoderm der Mutter sind nur am vorderen Ende des Keimstocks vereinigt, in der rechten Seite desselben sind sie aber durch einen dreieckigen Raum von einander gesondert, welcher mit seiner breiten Basis dem Elaeoblast zugewendet ist. In diesen Raum dringt nun eine der Zellen des Elaeoblastes, welche wahrscheinlich der Gruppe von Zellen angehört, die in der sog. *membrana germoblastica* der Placenta ursprünglich gelegen sind. Die

<sup>1)</sup> TODARO, *Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle Salpe* in »Atti della Reale Academia dei Lincei. Bd. II.

<sup>2)</sup> WM. K. BROOKS, *The development of Salpa* in: *Bulletin of the Museum of comparative Zoologie* No. 14; »Embryologie of Salpa« in: *Proc. of the Boston Society of Natural History. Vol. XVIII.*

Zelle theilt sich nach und nach und bildet endlich einen Zellenhaufen, welcher von TODARO als »cumulo cellulare primitivo« bezeichnet ist, und endlich den ganzen Raum zwischen dem Ectoderm und Entoderm ausfüllt.

Also aus den drei genannten Theilen 1) der Ausstülpung des Ectoderm, 2) der Ausstülpung des Entoderm und 3) dem cumulus primitivus ist nach TODARO der Keimstock der Salpen in seinem jugendlichen Zustande zusammengesetzt. Die Theilnahme dieser Theile bei der Bildung der Salpenketten ist von TODARO mit folgenden Worten characterisirt, welche das Hauptergebniss der gesammten Untersuchung über die Knospung der Salpen vorstellen: »bei der Entwicklung der Kettensalpen sind weder die Elemente der äusseren Schicht, noch die der inneren Schicht thätig . . . . . Die Salpen bilden sich aus den Knospen der mittleren Schicht, welche letztere ihrerseits ein Product des zuerst entstehenden cumulus primitivus ist.« (TODARO loc. cit. pag. 68).

Aus dem beigefügten Citate von TODARO ist ersichtlich, dass die Hauptergebnisse der Untersuchungen dieses Forschers eine grosse Differenz im Vergleich mit denen von KOWALEVSKY darbieten und ich kann TODARO nicht beistimmen, wenn er behauptet, dass er »in den Hauptpuncten bezüglich des primitiven Baues der Stolo« mit KOWALEVSKY übereinstimmt (TODARO l. c. pag. 54). Während nach KOWALEVSKY der Keimstock aus lauter Fortsetzungen mütterlicher Organe besteht, ist er nach den TODARO'schen Angaben nur aus Ectoderm, Entoderm und dem sogen. cumulus primitivus zusammengesetzt. Der »cumulus« ist ausschliesslich der Theil des Keimstocks, von dem die Entwicklung der Knospen ausgeht; aus diesem Theile bilden sich sämtliche Organe, deren Entstehung ein Auftreten der Keimblätter vorausgehen soll. Da diese mittlere Schicht aus einer Zelle entstehen soll, welche von der »Keimdrüse« (glandola germinativa) abstammt und von TODARO als »primo germoblasto« bezeichnet ist, so erhält der ganze Process der Proliferation bei den Salpen einen ganz eigenthümlichen Character. Die Proliferation der Salpen trägt nach TODARO den Character einer parthenogenetischen Vermehrung, während sie bis jetzt als Knospungsprocess aufgefasst wurde. Wir werden noch später die TODARO'sche Arbeit etwas eingehender besprechen; hier muss ich jedoch bemerken, dass die Querschnitte, welche TODARO in seiner Abhandlung anführt und hauptsächlich diejenigen, welche die ersten Entwicklungsstadien betreffen, mit den meinigen vollkommen übereinstimmen; nur gibt der

italienische Forscher eine Erklärung derselben, welche von der meinigen durchaus verschieden ist.

Die Angaben von BROOKS, welche ebenfalls den histologischen Bau des Keimstocks und der Entwicklung der inneren Organe der Kettensalpen betreffen, unterscheiden sich bedeutend von den TODAROSCHEN, wie auch von den KOWALEVSKY'SCHEN. Nach den Untersuchungen des amerikanischen Forschers tritt der Keimstock zuerst in Form einer becherförmigen Ausstülpung (cup-like protrusion) des äusseren Mantels auf, welche auf der Haemalseite des Embryonalleibes gegenüber dem Herzen liegt und im Innern eine Höhle enthält, die als ein Diverticulum des Sinussystem erscheint. Ist einmal eine solche Anlage des Keimstocks gebildet, so treten in derselben weitere Complicationen dadurch auf, dass im Innern einige neue Theile erscheinen. Es tritt namentlich zunächst von Seite des Pericardiums her ein Rohr auf, welches eine unmittelbare Fortsetzung des Pericardiums darstellt und im axialen Theile des Keimstocks wuchert; es theilt die Höhle des Keimstockhügels resp. die Sinusse in zwei Canäle, welche die beiden bekannten Blutgefässe des Keimstocks repräsentiren. »Wir müssen also im Querschnitte des jungen Keimstocks von Salpen folgende Theile finden: 1) das äussere Rohr, welches vom äusseren Mantel des Mutterthieres abstammt, 2) im Innern desselben eine Kammer, welche mit dem Sinussystem des Mutterleibes in Communication steht und 3) im Innern dieses letztern das zweite Rohr, welches vom Pericardium abstammt etc.« (BROOKS loc. cit. pag. 327). Zu allen genannten Theilen des Keimstocks tritt später noch ein vierter; es ist namentlich eine haufenförmige Masse von Protoplasma (club-shaped mass of protoplasma), welche im Innern der beiden Blutsinus des Keimstocks zum Vorschein kommt. Dieselbe stellt nichts anderes dar, als die Anlage der Eierstöcke, welche also nach den Angaben von BROOKS in Form zweier Protoplasmaanhäufungen in beiden Sinus resp. in beiden Seiten des Keimstocks erscheinen. Diese vier Theile sind, nach den Angaben von BROOKS, die, welche bei der Entwicklung der Salpenkette thätig sind. Die Wandungen des äusseren Rohres bilden die äussere Mantelschicht der jungen Zooide, deren Leibeshöhlen aus den Divertikeln des Sinussystem entstehen sollen. Die Athemhöhlen und die Ganglien einzelner Kettensalpen sollen aus den Divertikeln des inneren Rohres (tubular chamber) ihren Ursprung nehmen.

Der Artikel von BROOKS ist mit mehreren in den Text eingedruckten Figuren versehen, welche leider sämmtlich sehr schematisch aussehen,

so dass sie als Beweise der im Text beschriebenen Thatsachen nicht vollkommen genügen.

Vergleichen wir die Untersuchungen der drei letztgenannten Forscher (KOWALEVSKY, TODARO und BROOKS) so treten bedeutende Widersprüche in allen Angaben hervor. Um sich über die Verschiedenheit dieser Ergebnisse zu orientiren fassen wir hier die Hauptmomente der Entwicklung der Salpen, wie sie sich nach den verschiedenen Angaben darstellt, in kurzen Worten zusammen. Die Divergenz der Meinungen kann namentlich auf die verschiedenen Ansichten desselben bezüglich des inneren Baues des Keimstocks zurückgeführt werden. Da aber die richtige Auffassung des Baues des Keimstocks der wesentlichste Moment für das richtige Verständniss der Knospung darbietet, so ist es nicht überflüssig hier ein kurzes Resumé ihrer Angaben über die Zusammensetzung des Keimstocks zu geben. Nach den Angaben von KOWALEVSKY besteht der Keimstock der Salpen aus 5 verschiedenen Gebilden: äusserer Haut, Darmrohr, Kloakalröhren, Eierstocksrohr und Nervenrohr, welche die Anlagen der verschiedenen Organe des Salpenfötus darstellen und seinerseits zum grössten Theile aus den entsprechenden Organen des Mutterleibes entstehen. Nach TODARO soll der Keimstock viel einfacher zusammengesetzt sein, indem er nur aus der äusseren Haut aus der Ausstülpung der Athemhöhle und aus dem sog. cumulus primitivus besteht; von allen diesen Theilen soll nur der letztere bei der Bildung der Kettensalpen thätig werden. Aus den Untersuchungen von BROOKS erfahren wir endlich, dass der Keimstock aus vier Theilen (äusserer Haut, Sinussystem, Pericardialrohr und zwei Eierstocksanlagen) besteht, welche Theile sammt und sonders an der Entwicklung der Kettensalpen theilnehmen.

Bei meinen Untersuchungen hatte ich hauptsächlich den Zweck die Entwicklung der inneren Organe zu verfolgen und, so weit mir das Material es erlaubt, die Beziehung der inneren Organe des Mutterthieres zu denen der Knospen zu erläutern. Bei diesem Studium habe ich mich hauptsächlich der Schnittmethode bedient, über welche ich hier einige Worte hinzufüge.

Das Material, mit dem ich arbeitete, lieferten mir einige conservirte Exemplare von solitären Formen der *Salpa maxima*, *S. pinnata* und *S. democratica*. Die letzteren wurden in OWEN'scher Flüssigkeit conservirt und ungeachtet dessen, dass sie ungefähr neun Jahre in dieser Flüssigkeit lagen, boten sie dennoch ein ausgezeichnetes Untersuchungsmaterial, mit welchem ich hauptsächlich arbeitete, da sie

mir in grösster Zahl zu Gebote standen. Ausser diesen vollkommen entwickelten solitären Formen hatte ich Gelegenheit einige Exemplare von Salpenembryonen zu untersuchen und somit den Keimstock in seiner ersten Bildung zu studiren. Das beste Material für diesen letzten Zweck stellen die Embryonen von *Salpa africana* dar, bei denen der Keimstock in seiner ersten Anlage ziemlich gross und deshalb für die Anfertigung der Schnitte am besten verwendbar ist.

Da die Keimstöcke von Salpen für die Querschnitte in reiner Form nicht vollkommen bequem sind, musste ich die Objecte einzubetten versuchen. Von allen Einbettungsmassen, welche in der letzten Zeit in sehr grosser Zahl vorgeschlagen wurden, muss ich einen Vorzug geben, welche besonders für diesen Zweck zubereitet, eine in manchen Beziehungen ausgezeichnete Masse darstellt<sup>1)</sup>.

Die Färbung der Objecte kann vor oder nach der Einbettung vorgenommen werden. Das hängt natürlich von der Art der Objecte ab. Die Keimstöcke der Salpen habe ich vor der Einbettung gefärbt, da die Kleinheit derselben solche Behandlung zulies. Wenn das

---

<sup>1)</sup> Die von mir benutzte Einbettungsmasse ist von dem Laboranten des hiesigen zoologischen Instituts, Herrn PÖLZAM, erfunden und da sie sich von den bekannten Seifenmassen unterscheidet, so will ich hier einige Worte über die Zubereitung derselben sagen. Man bereitet sie aus der gewöhnlichen Kernseife indem man diese zuerst in feinere Stücke schneidet und einige Tage am Sonnenlicht trocknen lässt, bis sie eine weisse Farbe bekommt; hernach werden die Stücke zu feinem Pulver zerrieben und mit Spiritus vermischt, bis sie eine breiförmige Masse bilden. Aus dieser Masse kann man durch Zusatz von Alkohol und Glycerin eine vollkommen transparente Einbettungsmasse erhalten. Man nimmt 10 Theile (nach dem Gewichte) der Seife, 22 Theile Glycerin und 35 Theile 90% Alkohol und lässt die Masse sieden bis man eine vollkommen transparente, syrupähnliche, etwas gelbliche Flüssigkeit erhält, mit welcher das Untersuchungsobject nun übergossen werden kann. Das letztere soll vorher, je nach seiner Dicke, einige Zeit in Spiritus liegen, um nachträgliche Schrumpfung zu vermeiden. Nach der Abkühlung der Masse kann man sie aus dem Uhrgläschen herausschütten und sogleich zu Schnitten verwenden; besser aber thut man, wenn das Präparat einige Stunden in der Masse liegen bleibt, bis letztere vollkommen hart wird. Um sie schneller trocknen zu lassen schneidet man sie nach der Grösse des eingeschlossenen Objects zu. Die in der beschriebenen Weise zubereitete Einbettungsmasse besitzt mehrere vorzügliche Eigenschaften: 1) sie ist so transparent, dass man die Lage des Objects ohne Mühe erkennt, 2) sie adaptirt sich an das Object so, dass dasselbe nie herausfällt und 3) sie lässt sich sehr gut schneiden. Ich habe die beschriebene Masse an mehreren besonders embryologischen Objecten geprüft und immer gute Erfolge gehabt. Die dem Schnitt anhaftende Einschlussmasse kann sehr bequem durch Wasser oder sehr verdünnten Spiritus entfernt werden.

Object in Schnitten gefärbt werden soll, muss es einige Minuten vorher in Spiritus liegen. Mit Carmin und Hämätotoxylinlösungen färben sich die aus der Einbettungsmasse herausgenommenen Präparate sehr gut. Sie wurden trocken eingeschlossen.

Aus jeder der drei genannten Salpenspecies konnte ich nicht alle Entwicklungsstadien der Knospen beobachten: es mangelte mir das Material dazu. Die Entwicklung des Keimstockes bei den noch im Mutterleibe sich befindenden Embryonen konnte ich bei *Salpa africana* verfolgen. An den Exemplaren von *Salpa democratica* und *Salpa pinnata* habe ich die Entwicklung der Knospen untersucht. Bei allen genannten Species besteht übrigens der Keimstock, bevor er die Knospen treibt aus ziemlich denselben Theilen. Da der äussere Bau des Keimstockes von früheren Forschern bereits beschrieben ist, so werde ich denselben nur in so weit berücksichtigen, als es für die Beschreibung der inneren Vorgänge nöthig ist.

## 2. Ueber den Bau des Keimstockes und über die ersten Entwicklungsvorgänge in demselben.

Der Keimstock der Salpen bildet sich in einer sehr frühen Zeit des Embryonallebens. Man trifft denselben schon bei Embryonen, bei welchen die Differenzirung der Muskelreifen kaum begonnen hat (s. LEUCKART, KOWALEVSKY und meine Untersuchungen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVII Heft 2). Nach den Angaben von KOWALEVSKY erscheint die erste Anlage des Keimstockes in Form einer kleinen Ausstülpung der Wandungen der Kiemenhöhle schon zu der Zeit da die primitive Embryonalanlage in den eigentlichen Embryo und die Placenta sich theilt. Ich habe darauf gezeigt, dass die von früheren Forschern angegebene Theilung der Embryonalanlage niemals geschieht und somit der von KOWALEVSKY bezeichnete Zeitpunkt hinfällig ist.

Zur Orientirung über die Bildung des Keimstockes müssen einige Bemerkungen über die Organe, welche in der Nähe der Bildungsstelle des Keimstockes liegen, vorausgeschickt werden. Der Keimstock bildet sich auf der rechten Seite des Körpers dem Herzen gegenüber. Die Stelle, an der die Bildung dieses Organs vor sich geht, besteht, wie es aus der embryonalen Entwicklungsgeschichte hervorgeht, aus folgenden Theilen: 1) aus der äusseren Haut, die eine Lage von cylindrischen Zellen darstellt, 2) aus einem Zellenhaufen, welcher den Ueberrest der den Elaeoblast bildenden Zellen repräsentirt und

3) aus der Athemhöhlenwand, welche ebenfalls aus cylindrischen Zellen besteht. Alle drei genannten Zellschichten sind bei der Bildung des Keimstocks thätig.

In gewissen Entwicklungsstadien des Salpenembryo ist der Keimstock von aussen leicht bemerkbar. Er erscheint in Form eines kleinen Höckers an der oben erwähnten Stelle des Embryonalleibes und lässt schon bei gefärbten und aufgehellten Embryonen in anatomischer Beziehung Einiges beobachten. Im Innern eines solchen in Situ sich befindenden Keimstocks bemerkt man einige Höhlen und Zellenhaufen von der äusseren Hülle umschlossen, welche letztere als eine Fortsetzung der Haut des Embryo sich erweist. Macht man einige Schnitte aus solchen Präparaten, so bekommt man ein ziemlich deutliches Bild von der inneren Structur des Keimstocks und des Verhältnisses seiner inneren Organe zu denen des Mutterthieres. Zwei solche auf einanderfolgende Querschnitte des Körpers sind auf Fig. 1 und 2 abgebildet. Sie sind einem ungefähr 15 Mm. langen Embryo von *Salpa africana* entnommen. Die obere Körperwand, die anliegende Muskelschicht und die oberen Theile der Athemhöhlenwand sind weggelassen. Man sieht auf Fig. 1 nur den unteren Theil des Querschnittes mit einer Hälfte des Elaeoblastes. Der Keimstock (*k*) erscheint in Form eines conischen Zapfens, an dem wir alle Haupttheile der inneren Organisation leicht erkennen können. Der Keimstock liegt dem Herzen dicht an, von aussen durch eine zellige Hülle bedeckt, welche eine unmittelbare Fortsetzung der Haut darstellt. Nach innen von der äusseren Hülle bemerken wir eine zweite Hülle (Fig. 1 *B*), welche aus abgeplatteten Zellen besteht. Diese letzte Hülle, welche wir als Gefässhülle bezeichnen können, ist etwas von der äussern entfernt und kann eine Strecke ausserhalb des Keimstocks verfolgt werden. Man überzeugt sich daraus, dass sie zwischen der Haut und der Athemhöhlenwand des Embryo ihren Ursprung nimmt. Aus den späteren Entwicklungsstadien erkennt man, dass diese Hülle sich in die sogenannten Bluträume des Keimstocks verwandelt. Die geräumigste von den Höhlen des Keimstocks ist die, welche in der Mitte derselben liegt und eine Fortsetzung der Athemhöhle der Mutter darstellt (Fig. 1 und 2 *Ah*). An beiden von mir abgebildeten Längsschnitten bemerkt man sehr deutlich den Zusammenhang derselben mit der Athemhöhle; die Communicationsöffnung liegt im oberen Theile des Keimstocks. Von hier ab erstreckt sich die Athemhöhle, welche wir als Athemrohr bezeichnen können, nach unten und endet blind in der Nähe des Keimstocks. Der

histologische Bau des Athemrohrs unterscheidet sich keineswegs von dem der Athemhöhlenwand der Mutter. Am unteren Ende sind die Zellen derselben etwas höher als in den übrigen Theilen. Rechts von dem Athemrohr auf der äusseren Seite des Keimstocks bemerkt man eine längliche Blase, welche die Gestalt eines Rohres besitzt und aus ziemlich platten, gekernten Zellen besteht (Fig. 1 u. 2 *N*). Spätere Entwicklungsstadien lehren uns, dass jene Blase die gemeinschaftliche Anlage des Nervensystems aller am Keimstocke knospenden Salpen darstellt. In der Innenseite des Keimstocks, gerade gegenüber der Nervenanlage findet sich ein von der Fläche gesehen oval gestalteter Zellenhaufen, welcher aus runden Zellen besteht, die mit sehr kleinen Kernen versehen sind (Fig. 1 *E*). Wir können diesen Zellenhaufen als Entoderm bezeichnen, da aus diesem der Eierstock und die Athemhöhle mit dem dazu gehörigen Darmcanale und der Kieme hervorgeht.

Wir haben gesehen, dass der Keimstock mit seinem vorderen Ende dem Herzen ziemlich dicht anliegt (Fig. 1). Das Herz des Embryo bleibt bei der Bildung des Keimstocks auch nicht unthätig und spielt selbst eine sehr wichtige Rolle. Es ist namentlich das Pericardium, welches in die Zusammensetzung des Keimstocks eingeht. Dasselbe gibt zwei röhrenförmige Fortsätze ab, welche zu beiden Seiten des Athemrohrs im Keimstocke verlaufen und in der Spitze des letzteren blind endigen. Die beiden Fortsätze sieht man auf Fig. 1 und 2; auf dem in der Fig. 2 abgebildeten Querschnitte ist der Zusammenhang des Pericardialfortsatzes mit dem Pericardium deutlicher als auf der vorangehenden. Beide Pericardialröhren, — wie sie bezeichnet werden können — bestehen aus ziemlich grossen rundlich viereckigen gekernten Zellen.

Die weitere Entwicklung des Keimstocks äussert sich zunächst im Längswachsthum. Es ist schon zur Genüge bekannt, dass der hügelartige Keimstock bei seinem Wachsthum eine cylindrische Gestalt annimmt und nach oben resp. nach der Rückenseite des Embryo sich krümmt. Wir treffen einen solchen Keimstock bei denjenigen Embryonen von *Salpa africana*, welche zum Ausschlüpfen bereit sind. Bei den Embryonen von *Salpa democratica* ist die Entwicklung des Keimstocks noch nicht so weit fortgeschritten. Bei den ganz reifen Embryonen dieser Species erscheint er noch in Form eines kleinen Zapfens, obgleich er, wie wir weiter sehen werden, seinem Bau nach dem Keimstocke von *Salpa africana* vollkommen gleich ist.

Fig. 3 und 4 stellen Querschnitte eines 17 Mm. langen Keimstocks dar, welcher einem 40 Mm. langen Embryo von *Salpa africana* entnommen ist. Der erste Blick auf die beigefügten Abbildungen lässt schon die einzelnen Theile des Keimstocks ziemlich leicht erkennen. Wir finden im Querschnitt dieselben Organe, welche wir schon in den früher untersuchten Längsschnitten kennen gelernt haben. Der Deutlichkeit wegen werden wir den Theil des Querschnittes, wo das Nervenrohr (*N*) liegt als Neuralseite, den entgegengesetzten als Hämalseite des Querschnittes bezeichnen, die beiden von den eben genannten seitlich gelegenen Theile — als Rückenseiten. Die letzteren entsprechen den Rückentheilen der künftigen Salpenknospen. Die äussere Umhüllung des Keimstocks (Fig. 3 *H*) stellt die Fortsetzung der Haut des Embryo dar. Es ist bemerkenswerth, dass auf dem vorderen Ende des Keimstocks, auf dem, welches unmittelbar mit dem Mutterleibe zusammenhängt, diese äussere Zellschicht sehr wenig entwickelt ist. Man kann namentlich nur an den Seitentheilen des Querschnittes die deutlichen viereckigen mit Kernen versehenen Zellen der Haut entdecken; am oberen und hinteren Theile sind sie äusserst zart, so dass man sie kaum unterscheiden kann. Eine solche Structur der Haut ist eine Eigenthümlichkeit des Keimstocks von *Salpa africana*; bei den anderen Species konnte ich ähnliches nicht beobachten. Die innere Höhle des Keimstocks ist von einem geräumigen Rohr eingenommen, in welchem wir bald nach der Analogie mit den früher betrachteten Längsschnitten das Athemrohr erkennen. Es besteht aus grossen gekernten Zellen, welche ebenfalls in den Rückentheilen viel grösser, als in der Neural- und Haemalseite des Querschnittes sind. Nach vorn vom Athemrohr bemerken wir das Nervenrohr (Fig. 3 *N*), welches aus viereckigen Zellen besteht. Die Kerne des letzteren färben sich sehr gut mit Hämatoxylin. Der Zellenhaufen, welcher in der Haemalseite des Querschnittes liegt (Fig. 3 *E*), ist das Entoderm. Er zeichnet sich von den übrigen Theilen durch seine Grösse, so wie durch seinen feineren Bau bedeutend aus. In den jüngsten Theilen des Keimstocks ist das Entoderm anschaulicher als in den älteren, wie aus der Vergleichung der Fig. 3, 4, 5, 6 für *Salpa maxima* und aus den entsprechenden Abbildungen für die anderen Salpenarten leicht ersichtlich ist. Im Entoderm sind schon sehr frühzeitig zwei histologisch verschiedene Theile wahrnehmbar: ein peripherer, welcher aus viereckigen gekernten Zellen besteht und ein centraler, mit sphärischen zelligen Elementen. Die viereckigen Zellen nehmen in

dem frühesten Entwicklungsstadium (Fig. 3) nur den hinteren Theil des Entoderm ein: die ganze vordere Hälfte ist durch kugelige Zellen eingenommen, welche zusammen die Form eines grossen, im Querschnitte ovalen Zellenhaufen darstellen. Die hervorgehobene Verschiedenheit der zelligen Elemente des Entoderms ist besonders wichtig für die weitere Entwicklung der Knospen und bei allen von mir untersuchten Arten tritt diese Verschiedenheit schon sehr frühzeitig auf. Bei *Salpa democratica* konnte ich die weitere Entwicklung der genannten Theile weiter verfolgen, und will hier nur bemerken, dass von dem vorderen Theile des Entoderms das Ei und die Kieme sich entwickeln, während der hintere Theil zur Anlage der Athemhöhlenwand dient.

Nervenrohr und Entoderm sind vom Athemrohre durch eine Zellenlage geschieden (Fig. 3 *Bs*), welche nichts anderes, als die von uns früher gesehene und zwischen der Haut und Athemhöhle gelagerte Gefässhülle darstellt. Da das Nervenrohr von dem Athemrohre ziemlich weit absteht, so bildet diese Hülle, welche dem Athemrohr dicht anliegt, die Wand einer besonderen Höhle, welche das Nervenrohr umgibt. Sie ist der vordere Blutraum — ein Gebilde, welches schon von früheren Beobachtern gesehen wurde und bei der Untersuchung frischer Keimstöcke, wegen der beständigen Blutbewegung, leicht erkennbar ist. Im hinteren Theile des Querschnittes zwischen Entoderm und Athemrohr bemerken wir in den jüngeren Entwicklungsstadien auch eine äusserst kleine spaltförmige Höhle, welche auch von der Gefässhülle bekleidet ist.

Die bisherige Betrachtung des Querschnittes des Keimstocks von *Salpa africana* führt uns zur Bestätigung der KOWALEVSKY'schen Angaben in wesentlichsten Punkten. Wir kennen aus den Untersuchungen dieses Forschers, dass in die Zusammensetzung des Keimstocks eigentlich fünf verschiedene Gebilde eingehen. Von diesen durch KOWALEVSKY zuerst angedeuteten Organanlagen haben wir bis jetzt nur eine, nämlich die sogenannte Kloakenröhre nicht näher betrachtet. Jene Fortsetzungen der mütterlichen Kloakenhöhle, welche KOWALEVSKY als »Kloakenröhren« bezeichnet, gibt es im Keimstocke entschieden nicht und zwar schon aus dem Grunde, weil bei den Salpen überhaupt keine besondere Kloakenhöhle existirt. Wir finden aber an Querschnitten sehr leicht die Bildungen, welche ihrer Lage nach vollkommen den KOWALEVSKY'schen Kloakenröhren entsprechen. Es sind namentlich zwei röhrenförmige Gebilde zu beiden Seiten des Athemrohrs, zwischen denen Nervenrohr und Ento-

derm gelegen sind (Fig. 3, 4, 5 u. *w. Pr*). Fragt man nach der Natur dieser Organe, so kann man aus der Vergleichung der beige-fügten Figur mit dem von uns eben betrachteten Längsschnitte des embryonalen Keimstocks (Fig. 1 und 2) die Frage leicht beantworten. Es sind nämlich zwei vom Pericardium des Mutterleibes ausgehende röhrenförmige Fortsätze, welche wir oben schon berücksichtigt und als »Pericardialröhren« bezeichnet haben. Wir treffen diese Gebilde im oberen Theile des Keimstocks aller Salpenspecies, und zwar von ziemlich einfacher Structur. Sie bestehen nur aus einer Lage viereckiger gekernter Zellen. Die Rolle, welche die Pericardialröhren in der Entwicklung der Salpen spielen, lässt sich schon in den jüngsten Theilen des Keimstocks ziemlich leicht bestimmen. Auf der Fig. 3 sieht man von den Pericardialröhren einige (nämlich vier) Zellen sich abtrennen (*Ms*), welche zwischen dem entsprechenden Pericardialrohre (auf der Fig. 3 sieht man das nur auf einer Seite des Querschnittes) und dem Athemrohre in Form einer allerdings jetzt nur dünnen Schicht gelagert sind. Dass diese Zellen in der That von den Pericardialröhren und nicht von dem Athemrohr abstammen, davon kann man sich aus ihrer vollkommenen Uebereinstimmung mit denen der Pericardialröhren leicht überzeugen. Als Beweis dafür können auch einige Präparate dienen in denen die Zellen bei Anfertigung des Schnittes aus ihrer früheren Lage vorgeschoben sind; sie bleiben dann immer mit dem entsprechenden Pericardialrohr im Zusammenhange, wie es z. B. Fig. 4 *Ms* zeigt.

Die Bildung einer Zellschicht aus der Pericardialröhre bedingt die hohe Bedeutung dieser Organe für die Entwicklung der Knospen. Während in den jüngsten Theilen des Keimstocks die Zellenvermehrung in diesen Theilen nur in sehr geringem Grade auftritt, geht sie in späteren Stadien in sehr ausgedehnter Weise vor sich. Die Zellenabkömmlinge häufen sich in den Seitentheilen der Knospe an und geben somit den Ursprung für eine besondere Schicht, aus welcher später die Muskeln und das Herz der Knospen sich entwickeln. Deswegen will ich das ganze Gebilde: die Pericardialröhren sammt den von ihnen sich bildenden Zellen in den späteren Stadien, wo das Zusammenfließen beider Gebilde auftritt, als Mesoderm bezeichnen; bevor aber beide Gebilde sich sondern, werde ich Mesodermischieht nur die von den Pericardialröhren abgetrennte Zellenschicht (Fig. 3 u. 4 *Ms*) nennen.

Weitere Knospenstadien von *Salpa africana* stellen schon einige Veränderungen der eben besprochenen Anlagen dar. Obgleich ich nicht Gelegenheit hatte die ganze Entwicklungsgeschichte des *Salpa*

*africana* zu verfolgen, will ich die von mir untersuchten jüngsten Entwicklungsstadien etwas näher besprechen, da sie als Ausgangspunct für die weitere Schilderung der Knospung anderer Salpenarten dienen können. Das Stadium, zu dem wir zunächst uns wenden (Fig. 4), zeigt schon einige Veränderungen im Bau der Blutgefässräume und des Entoderm. Erstere sind weiter geworden und enthalten Blutkörperchen, welche sehr leicht durch eine sternförmige Figur im Innern erkennbar sind. Man trifft sie gruppenweise im Lumen der Gefässe. Die wichtigen Veränderungen im Entoderm bestehen hauptsächlich darin, dass die früher hervorgehobene Verschiedenheit zwischen centralen und peripheren Zellen nun noch schärfer hervortritt. Das Entoderm hat dabei auch seine Form etwas verändert (vergl. Fig. 3 und 4 *En*). Die centralen kugelförmigen Zellen mit feinkörnigem Inhalte sammeln [sich nun an der einen, dem Athemrohr zugekehrten Seite des Entoderm und lassen zwischen sich und den peripheren Zellen eine kleine Höhle entstehen. Die peripheren Zellen bleiben im Vergleiche mit dem vorhergehenden Zustande beinahe ohne alle Veränderung. Im Gegentheil, in dem nächstfolgenden Stadium treffen wir in diesem letzteren Theile des Entoderm bedeutende Veränderungen (Fig. 5 *En*). Der auf der Fig. 5, sowie auch auf der Fig. 7 dargestellte Schnitt stammt von einem anderen Keimstock, als die beiden früher beschriebenen. Die beiden Schnitte sind dem Keimstock einer ausgewachsenen *Salpa africana* entnommen, während die beiden vorhergehenden einem dem Mutterleibe entnommenen Embryo angehören. Der Umfang des Keimstocks hat zugenommen, wie es aus der Grösse des Schnittes folgt. Das obere Keimblatt resp. die Umbüllung des Keimstocks tritt jetzt in Form einer aus grossen cylindrischen Zellen bestehenden Schicht auf. Von den inneren Organen scheint nur das Entoderm einige beachtenswerthe Veränderungen erlitten zu haben, welche als Fortsetzung der früher hervorgehobenen sich erweisen. Die kugelförmigen Zellen rücken immer nach der inneren Seite des Entoderm und haben dabei an Zahl sich bedeutend gemindert. Ich bin geneigt zu glauben, dass hier ein Zerfall der erwähnten Zellen stattfindet, wofür auch das Auftreten einer grossen Menge kleiner Körner im Innern der Entodermhöhle spricht. Die Form der peripheren Zellen des Entoderm ist gleichfalls verändert; sie zeigen nunmehr eine cylindrische Gestalt und sind dabei bedeutend in die Länge gewachsen. Von den anderen Organen muss ich hier nur das Nervenrohr erwähnen, welches in diesem Stadium seine Gestalt sowie die Structur

etwas geändert hat. Es erscheint nun (Fig. 5 *N*) in Form eines Ringes und besteht aus grossen cylindrischen Zellen.

Alle bisher betrachteten Querschnitte sind dem Theile des Keimstocks entnommen, welcher noch keine Spuren von Quersfurchen an seiner Oberfläche besitzt. Fig. 7 stellt uns einen Querschnitt des Keimstocks dar, aus dem Theile, an welchem die Gliederung eben begonnen hat. Das Wesentlichste, was man von den inneren Veränderungen in dieser Zeit bemerkt, ist das Wachstum der Rückentheile des Keimstocks, welche nun in Form von kleinen Hügeln vorspringen. Das Wachstum dieser Theile ist hauptsächlich durch die Vermehrung der Mesodermalzellen bedingt, welche die Pericardialröhren vollkommen umwachsen (Fig. 6 *Ms*). Die Pericardialröhren selbst bleiben bis jetzt ziemlich unverändert und bilden neue Mesodermzellen. Auf der linken Seite des Querschnittes sieht man noch zwei solcher Zellen, welche sich eben von dem entsprechenden Pericardialrohr abgetrennt haben.

Die Veränderungen, welche im Entoderm nun bemerkbar sind, können aus den früher hervorgehobenen abgeleitet werden. Das Entoderm ist in ein Rohr verwandelt, in welchem wir leicht zwei Theile unterscheiden, welche als äussere und innere bezeichnet werden können. In dem ersteren, der äusseren Umhüllung des Keimstocks zugewandten Theile erkennen wir bald die etwas veränderte, früher hervorgehobene äussere Schicht des Entoderms; sie ist aus cylindrischen nach Innen allmähig verjüngten Zellen zusammengesetzt und stellt im Querschnitte einen Ring dar, welcher durch Zellen des inneren Theiles abgeschlossen wird. Diese Zellen (Fig. 6 *E*), deren wir jetzt nur zwei finden, sind klein und rund; sie stellen nur den Ueberrest des früher zellenreicheren inneren Theiles des Entoderms dar.

Mit diesem eben erwähnten Stadium schliessen wir unsere Betrachtung des Keimstocks von *Salpa africana*. Obgleich es mir nicht gelungen ist die weiteren Entwicklungsstadien dieser Species zu untersuchen, konnte ich doch wenigstens die ersten Vorgänge der Knospung so weit verfolgen, dass ich zu der Schlussfolgerung berechtigt zu sein glaube, dass die ersten Vorgänge der Entwicklung bei dieser Species genau in derselben Weise wie bei allen andern von mir untersuchten Salpenarten vor sich gehen.

Bevor wir zur Betrachtung des Keimstocks anderer Salpenarten übergehen, müssen wir auf die in Bezug auf *Salpa africana* hervorgehobenen Thatsachen näher eingehen, um die morphologische Be-

deutung einzelner Theile des Keimstocks zu präcisiren. Die Organe, welche den sehr complicirt gebauten Keimstock der Salpen zusammensetzen, können nach der Art ihrer Abstammung in zwei Reihen angeordnet werden. Die einen erscheinen als unmittelbare Fortsetzungen der entsprechenden Mutterorgane, die anderen müssen als Neubildungen betrachtet werden. Die meisten der Keimstocksorgane gehören zur ersteren Kategorie; als Vertreter der zweiten tritt uns das Entoderm und Nervenrohr entgegen. Die Abstammung der Haut, der Blutsinuse, der Pericardialröhren und des Athemrohres von den entsprechenden Theilen des Mutterleibes, glaube ich oben zur Genüge bewiesen zu haben. Die Entstehung des Nervenrohres ist mir leider unbekannt geblieben und wenn ich dasselbe als Neubildung hervorhebe, so geschieht es aus dem Grunde, dass es nicht von dem entsprechenden Ganglion des mütterlichen Körpers abstammt. Es stellt schon in den jüngsten Keimstöcken ein blind. geschlossenes Rohr dar. Was das Entoderm anbetrifft, so entsteht dasselbe aus dem Ueberreste der Entodermzellen der Mutter, welche im hinteren und unteren Theile des Embryo sich anhäufen.

Bei der Literaturübersicht habe ich schon hervorgehoben, dass es KOWALEWSKY's Verdienst ist, zuerst die innere Organisation des Keimstocks aufgedeckt zu haben. Meine Beschreibung des Keimstocks von *Salpa africana* und der ersten Veränderungen, welche in demselben vor sich gehen, bestätigen zum Theil die Angaben von KOWALEVSKY. Er geht aber in seinen Schlüssen viel weiter als ich; er sagt nämlich, dass »fast alle Organe des Salpenfötus aus entsprechenden Organen des Mutterthieres abstammen«. Mit diesen Aeusserungen des ausgezeichneten Forschers kann ich aber nicht übereinstimmen und zwar aus dem Grunde, dass 1) nicht alle Organe, welche sich im jüngsten Keimstock des Salpenfötus befinden, in den Leib der Kettensalpen übergehen und 2) dass einige Fortsetzungen der mütterlichen Organe sich nicht in die entsprechenden Organe des Keimstockfötus, sondern in einige vollkommen abweichende Gebilde verwandeln. Das letzte gilt in Bezug auf die Pericardialröhren (Kloakalröhren KOWAL.), welche wie ich oben hervorhob und weiter genauer zeigen werde. als Anlagen für das ganze Mesoderm dienen. Das Verhältniss der mütterlichen Organe zu denen des Kettenfötus wird von uns im nächsten Capitel näher auseinandergesetzt werden, wo wir auch zeigen werden, dass einige Theile des jungen Keimstocks, namentlich das Athemrohr und die beiden Blutsinuse gar keine Rolle bei der Ausbildung der jungen Kettensalpen spielen. Wenn

wir die Beziehung anderer Organe des Keimstocks zu denen des Mutterleibes näher betrachten, so bemerken wir eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Bildung des Keimstocks. Sie erscheint jedoch nicht im Sinne von KOWALEVSKY und äussert sich nicht in der Abstammung der Fötalorgane von den mütterlichen Organen, sondern in einem Zusammenhang zwischen den Fötalorganen und den Keimblättern resp. Derivaten derselben im Mutterleibe. In die Zusammensetzung des Keimstocks der Salpen gehen ausser dem bei der Bildung des Salpenfötus nicht theilnehmenden Blutsinus und des Athemrohres folgende Gebilde ein: 1) die Haut, 2) zwei Pericardialröhren, 3) das Entoderm und 4) das Nervenrohr. Die Haut des Keimstocks ist eine unmittelbare Fortsetzung der mütterlichen Haut resp. der Derivate des äusseren Keimblattes des Mutterleibes. Die vom Pericardium abgehenden Pericardialröhren repräsentiren das mittlere Keimblatt des Mutterthieres. Das Entoderm nimmt seinen Ursprung von Zellen, die als Ueberreste der Elaeoblastzellen erscheinen, und kann als Repräsentant des Entoderms des Mutterthieres dienen. Wir sehen daraus, dass die Derivate aller drei Keimblätter der solitären Salpen (der Mutterthiere) in die Zusammensetzung des Keimstocks eingehen. Sie dienen als Anlage für die Organe der Kettensalpen. Die Art und Weise in welcher die Entwicklung der Organe aus diesen Anlagen geschieht, werden wir an den Keimstöcken von *S. democratica* verfolgen. Vordem müssen wir aber die Structur des Keimstocks dieser Salpen, so wie jenen von *Salpa pinnata* kennen lernen.

Beginnen wir die Betrachtung des Keimstocks der *Salpa democratica* von dem Zustande, in welchem er bei den noch im Mutterleibe eingeschlossenen Embryonen auftritt. Fig. 7 stellt einen Querschnitt aus solchem Keimstocke dar, und zeigt schon auf den ersten Blick, dass die Theile des Keimstocks der *Salpa democratica* genau dieselben sind, welche wir in dem embryonalen Keimstock von *Salpa africana* gesehen haben. Die äussere Wand des Keimstocks bildet eine Schicht der Epithelialzellen, welche eine unmittelbare Fortsetzung der äusseren Haut des Embryo darstellt. Sie bildet eine Hülle in der die andern Organe in derselben Ordnung wie bei *Salpa africana* eingelagert sind. Unmittelbar nach innen von der äusseren Wand treffen wir die beiden Seitengefässe, welche aus einer spärlichen Zahl etwas flachgedrückter im Querschnitt ovaler Zellen bestehen. Am vorderen Ende des Querschnittes befindet sich das Nervenrohr, welches unmittelbar der äusseren Bedeckung anliegt; an der entgegengesetzten resp. hinteren Seite des Querschnittes ist

das Entoderm gelagert, welches in Form eines compacten Zellenhaufens auftritt und einen inneren und äusseren Theil unterscheiden lässt, von denen der erste aus rundlichen gekernten Zellen besteht, der zweite durch eine Lage cylindrischer Zellen dargestellt ist. Die Mitte des Querschnittes ist durch ein aus cylindrischen Zellen bestehendes Rohr eingenommen, in welchem wir bald das Athemrohr (*A'*) erkennen. Das letztere ist in seinem mittleren Theile, wo es aus etwas abgeflachten Zellen besteht, so zusammengedrückt, dass es eine  $\infty$ -Form darstellt; in den Seitentheilen des Athemrohrs sind die Zellen bedeutend grösser, als in dem mittleren Theile desselben. Zu beiden Seiten des Athemrohres liegen die beiden Pericardialröhren, die bei *Salpa democratica* mehr flachgedrückt als bei *Salpa africana* erscheinen. In Bezug auf letztere Organe muss ich bemerken, dass sie von denen der *Salpa africana* durch ihren Bau und ihre weiteren Veränderungen etwas verschieden sind. Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, dass sie viel früher ihre Höhle verlieren und an die Mesodermzellen heranrücken, als es bei *Salpa africana* der Fall ist.

Die weiteren Entwicklungsstadien sind natürlich nur an den Keimstöcken ausgewachsener Individuen von *Salpa democratica* zu beobachten. Berücksichtigen wir vorerst den jungen Keimstock in toto. Fig. 8 stellt einen solchen von *Salpa democratica* vor, in welchem die Bildung einzelner Glieder eben angedeutet ist. Es wurde schon oben hervorgehoben, dass in diesem Keimstock zwei Theile unterschieden werden können: der obere, welcher noch eine ungefähr cylindrische Gestalt und eine glatte Oberfläche hat, und der untere, an welchem wir schon Runzelungen bemerken, welche die Theilung des Keimstocks in einzelne Fötus andeuten. Ausser diesen beiden Theilen bemerkt man am hinteren Ende des Keimstocks noch einen dritten Theil, welcher in Form eines conischen Zapfens dem letzten Glied des Keimstocks anliegt. Der Keimstock ist dem Beobachter mit der Oberfläche zugewendet, in welcher die Anlage des Entoderm liegt. Hält man sich an diesen letzteren Theil, so kann man sich leicht über die innere Organisation des Keimstocks orientiren. Die Ränder des Keimstocks in Fig. 8 stellen die Seitentheile (Rückentheile) der Glieder dar; die an der rechten Seite des Keimstocks befindlichen dem Entoderm entgegengesetzt gelagerten Zellenstreifen (*N*) repräsentiren das Nervenrohr. Im Innern des Keimstocks unterscheidet man leicht das Athemrohr und theilweise auch die Seitengefässe. Am besten bemerkt man die beiden letzt-

genannten Theile am hinteren Ende, wo man auch einen Uebergang beider Seitengefässe in einander beobachten kann. Die Verbindung der Seitengefässe geschieht hinter dem Athemrohr, welches an seinem hinteren Ende blind geschlossen ist.

Wir werden uns nun mit der Betrachtung des oberen Theiles des Keimstocks beschäftigen, welcher noch eine vollkommen glatte Oberfläche hat. Die ersten Veränderungen, welche im Keimstocke von *Salpa democratica* vor sich gehen, sind denen der *Salpa africana* vollkommen ähnlich. Sie unterscheiden sich jedoch durch einige Eigenthümlichkeiten in Bezug auf die Bildung der Mesodermis und die Entwicklung des Entoderms. Im Mesoderm bemerkt man ein sehr frühzeitiges Verschwinden der Pericardialröhren; was das Entoderm betrifft, so zeichnet sich dasselbe vor dem der *Salpa africana* durch eine ziemlich frühe Differenzirung der Eizellen aus.

Die eben hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten treten schon in den jüngsten Theilen des Keimstocks hervor. In dem auf Fig. 9 abgebildeten Querschnitte, welcher aus dem vordersten Theile des Keimstocks stammt, können die Pericardialröhren als solche nicht mehr unterschieden werden. Sie treten vielmehr in Form von soliden, aus zusammengedrängten Zellen bestehenden Strängen auf (Fig. 9 *Pr*) und liegen den beiden Seiten des Athemrohrs dicht an. Das Athemrohr zeigt nichts Bemerkenswerthes; dasselbe gilt auch für das Nervenrohr, welches, wie früher, aus denselben cylindrischen Zellen zusammengesetzt ist. Die beiden Bluträume (Fig. 9 *Br*) liegen nach vorn und hinten vom Athemrohre; man kann an dem Präparate sich leicht überzeugen, dass Nervenrohr und Entoderm nach aussen von den Bluträumen lagern; der vordere Blutraum befindet sich zwischen dem Nervenrohr und dem Athemrohr, der hintere zwischen der Entodermanlage und dem Athemrohr. Das Entoderm unterscheidet sich von seinem früheren Zustande durch seinen Umfang, der sich bedeutend minderte — eine Erscheinung, welche wir schon bei *Salpa africana* bemerkt haben. An den Totalansichten des Keimstocks kann man diese Veränderung des Entoderms auch der Länge nach sehr gut verfolgen. Ausserdem ist auch das Entoderm in seinem histologischen Bau modificirt; es ist nun aus einer Lage (Fig. 9 *Al*) peripherer und einer geringen Zahl centraler Zellen (Fig. 9 *E*) zusammengesetzt. Die ersteren sind an der äusseren Wand des Entoderms viel grösser als an der inneren und dienen als Anlagen der Athemhöhlenwand, der Kieme und der Eiumhüllungen; die centralen Zellen, welche wir im früheren Sta-

dium in sehr grosser Zahl angetroffen haben, sind jetzt durch zwei grosse Zellen repräsentirt, von denen eine die Anlage der Eizelle darstellt.

Die Vermehrung der Mesodermzellen und die Differenzirungsvorgänge im Entoderm gehen in den jüngsten Theilen des Keimstocks sehr schnell vor sich. Auf den unmittelbar folgenden Querschnitten (Fig. 10 und 11) treffen wir diese Vorgänge schon weiter vorgeschritten, während die andern Organanlagen keine wesentlichen Veränderungen in ihrem Bau zeigen. Das Mesoderm zeigt in beiden Figuren (10 und 11) einen und denselben Bau, unterscheidet sich jedoch in beiden durch seinen Umfang. Während es auf dem jüngeren Querschnitte (Fig. 10) noch immer die Seitentheile des Querschnittes einnimmt, breitet es sich im folgenden Stadium (Fig. 11) nach vorn und hinten weiter aus, und reicht schon auf einer Seite bis an das Nervenrohr hin. In der Mitte des Keimstocks sind beide Theile der Mesodermanlage viel dicker geworden und liegen wie in dem früheren Stadium dem Athemrohr ganz dicht an. Nach vorn und hinten nimmt die Mesodermsschicht an Mächtigkeit ab, so dass sie endlich in der Nähe des Nervenrohres nur aus einer Lage von Zellen besteht. In dem dickeren mittleren Theile des Mesoderms, welcher dem Athemrohr anliegt, bemerkt man in beiden Schnitten eine durch scharfen Contour von anderen anliegenden Zellen sich abgrenzende Zellengruppe, die ihrer Lage nach vollkommen den früheren Pericardialröhren entspricht. Ich glaube berechtigt zu sein, dieselbe als Ueberrest der Pericardialröhren zu betrachten. Später verschwindet auch die Grenze zwischen der genannten Zellengruppe und den übrigen Theilen des Mesoderms bis sich beide Zellenlagen vollkommen mit einander ausgleichen und zusammen eine einzige Mesodermsschicht bilden. Was den histologischen Bau des Mesoderms anlangt, so besteht diese Schicht aus dicht zusammengedrängten vier oder fünfeckigen mit Kernen versehenen Zellen.

Nach dem bei *Salpa africana* und *S. democratica* Erkannten, können wir uns leicht im Bau des Keimstocks von *Salpa pinnata* orientiren. Der Keimstock dieser letztgenannten Species unterscheidet sich in keiner Beziehung von den früher besprochenen, wovon man durch Vergleichung der Querschnitte sich leicht überzeugen kann. Einzelne Eigenthümlichkeiten derselben sind von sehr untergeordneter Bedeutung und können aus der specifischen Verschiedenheit der Salpen erklärt werden. Der Querschnitt Fig. 26 entspricht der Fig. 3 von *S. africana* und Fig. 9 von *S. democratica*, und stellt eines der jüngsten

Entwicklungsstadien des Keimstocks von *S. pinnata* dar. Er unterscheidet sich von dem entsprechenden Zustande der *Salpa africana* (Fig. 3) durch eine mehr vorgeschrittene Differenzirung des Entoderms, sonst finden wir in demselben nicht nur die gleichen Theile, sondern auch denselben histologischen Bau, wie im Keimstocke der *Salpa africana*. Von aussen ist der Keimstock durch die äussere Haut (*H*) begrenzt, welche, wie in beiden vorhergehenden Fällen, eine Fortsetzung der äusseren Haut des Mutterleibes darstellt. Das innere Rohr, oder das Athemrohr (*Ar*) besteht aus cylindrischen Zellen, welche jedoch an den Seitentheilen bedeutend grösser sind, als es bei den anderen Salpen der Fall ist. Am hinteren und vorderen Ende des Querschnittes können wir leicht das Entoderm und das Nervenrohr erkennen; das letztere besteht, wie bei anderen Salpen, aus cylindrischen Zellen, in dem Entoderm erkennen wir bald einen peripherischen aus cylindrischen Zellen bestehenden Theil und einen centralen, in welchem schon die Anlagen der Eier in Form einiger mit bläschenförmigem Kern und glänzenden punctförmigen Kernkörperchen versehenen Zellen hervortreten. Die beiden Bluträume nehmen im Querschnitt ihre gewöhnliche Lage an und unterscheiden sich in ihrem Bau gar nicht von denen der *Salpa democratica* und *S. africana*. Was endlich die Pericardialröhren und die Anlage des Mesoderm anlangt, so nähern sie sich ihrem Character nach mehr den Verhältnissen bei *Salpa democratica* als denen der *S. africana*, indem das Lumen der Pericardialröhren bei unserer Salpe ebenso wie bei *S. democratica* sehr frühzeitig mit Zellen ausgefüllt wird.

Ich brauche kaum auf die Beschreibung der folgenden Entwicklungsstadien (Fig. 27 u. 28) näher einzugehen, da dieselben ohnehin durch Abbildungen erläutert werden. Die Veränderungen, welche man in diesen Stadien bemerkt, betreffen hauptsächlich das Mesoderm und Entoderm. Die ersteren bestehen in der Vermehrung der Zellen, die letzteren in weiteren Differenzirungsvorgängen der Anlagen des Eierstocks und der Athemhöhle.

Nachdem wir nun mit der Vorführung unserer Beobachtungen ziemlich zu Ende sind, können wir zum Schluss des ersten Theiles dieses Aufsatzes die Angaben der früheren Beobachter in Bezug auf den Bau des Keimstocks etwas näher besprechen. Ungeachtet dessen, dass die Angaben in dieser Beziehung sehr widersprechend sind, stimmen sie doch darin überein, dass der Keimstock von Anfang an in Form eines kleinen Hügels auftritt, dessen obere Wand eine unmittelbare Fortsetzung der äusseren Haut des Mutterthieres darstellt.

Die in diesem Hügel eingeschlossenen Organe resp. die Organanlagen der Kettensalpen sind von verschiedenen Forschern in verschiedener Weise gedeutet. Ich muss gestehen, dass es keine leichte Aufgabe ist, aus den hier bestehenden Widersprüchen eine richtige Ansicht über die Knospungsvorgänge der Salpen zu gewinnen. Es ist um so schwerer, als einigen der Arbeiten gar keine oder nur schematische Abbildungen beigelegt sind und somit die Controle im höchsten Grade erschwert ist. Aus dieser Ursache kann ich die Resultate meiner Untersuchungen mit denen von KOWALEVSKY nicht vollkommen in Einklang bringen, obgleich die von mir gewonnenen Ergebnisse denjenigen von KOWALEVSKY am nächsten stehen. Ich konnte, wie oben gesagt, alle von KOWALEVSKY beschriebenen Theile auffinden. bin aber in Bezug auf die ihnen gegebene Deutung nicht ganz einverstanden. Die von KOWALEVSKY beschriebenen Kloakalröhren entsprechen vermuthungsweise meinen Pericardialröhren; man kann natürlich diese Uebereinstimmung nur muthmasslich annehmen. da wir noch keine genaue Beschreibung des Keimstocks von KOWALEVSKY besitzen. Der zweite Punet, in welchem unsere Ansichten abweichen, ist die Bedeutung jenes Theiles des Keimstocks, welchen KOWALEVSKY als Eierstocksrohr bezeichnet: ich habe gefunden, dass aus diesem Theile nicht nur der Eierstock, sondern auch die Athemhöhle sich entwickelt; deswegen habe ich diesen Theil als Entoderm bezeichnet, da er dem embryonalen Entoderm der Salpen und anderer Thiere vollkommen entspricht. Endlich muss ich bemerken, dass KOWALEVSKY die beiden Bluträume oder Seitengefässe gar nicht erwähnt.

Die Untersuchungen von TODARO sind durch so schön ausgeführte Abbildungen veranschaulicht, dass wir in letzteren eine gute Grundlage seiner Verallgemeinerungen haben und deswegen können wir seine Untersuchungen sehr leicht mit den Angaben anderer Forscher sowie mit den unserigen vergleichen. Das grosse Verdienst der TODARO'schen Untersuchungen besteht darin, dass er die allerjüngsten Entwicklungsstadien des Keimstocks ziemlich genau untersucht hat, und somit im Stande war die erste Entwicklung einiger Organe zu beobachten. So ist von ihm die erste Bildung des Entoderm (des Eierstocksrohrs, Kow.) beschrieben. Obgleich er dasselbe irrthümlich für den von ihm genannten »cumulus primitivus« hält, welcher die wesentlichste Rolle bei der Bildung der Knospen spielen soll, so bleibt doch ein wichtiges Ergebniss seiner Untersuchungen, dass nämlich der cumulus primitivus aus den Zellen des Elaeoblastes

entsteht, unangefochten. Während es den früheren Beobachtern, wie auch mir nicht gelungen ist, die erste Anlage dieses Theiles zu beobachten, gibt Prof. TODARO eine Reihe von Längsschnitten (siehe seine Figuren 45—48 loc. cit. Taf. V), welche eine genaue Uebersicht der Entwicklung des Entoderms darstellen, obgleich er dieselben in einer abweichenden Weise deutet.

TODARO theilt die ganze Entwicklung der Salpen in 7 Stadien. Die Abbildungen, welche er für die ersten Stadien anführt, sind (ausgenommen Fig. 50) vollkommen richtig, und man kann ohne Mühe die entsprechenden von mir beschriebenen Theile in ihnen auffinden. In Fig. 50 gibt er einen Querschnitt, dessen Richtigkeit ich bestreiten muss. Man sieht an demselben einen Zustand, in welchem der cumulus primitivus ausgewachsen ist, indem er den Zwischenraum zwischen der Haut des Keimstocks und dem Athemrohr vollkommen ausfüllt und vier Zellenhügel (cumuli cellulari) bildet. Ein solches Stadium ist mir nie zur Beobachtung gekommen, obgleich ich die ersten Stadien, von dem von TODARO in Fig. 48 abgebildeten angefangen, genau studiren konnte. Dass das Vorkommen eines solchen Stadiums auf einem Missverständniss beruht, ist schon aus der Vergleichung der Fig. 50 mit Fig. 51, welche ein unmittelbar folgendes Stadium repräsentirt, ersichtlich. Wie kann man das Auftreten der vier Röhren, welche in den sogen. lateralen und blastodermischen Knospen (bottoni laterali und bottoni blastodermici) von TODARO erscheinen und von einem schönen cylindrischen Epithel begrenzt sind, erklären? TODARO äussert sich darüber ganz einfach, indem er sagt, dass in der Mitte jeder der vier Knospen eine Keimhöhle oder Furchungshöhle der neueren Formation erscheint, während die Furchungshöhle, welche sich in dem primitiven Keimhügel gebildet hat, plötzlich verschwindet (TODARO loc. cit. pag. 58). Er verweist dabei auf seine Fig. 51. Ich muss gestehen, dass ich weder die primitive Furchungshöhle, noch die secundäre auf TODAROSchen Abbildungen sehe. In dem Stadium, in welchem die primitive Furchungshöhle dargestellt sein muss, ist keine Höhle abgebildet, obgleich die Stelle, wo sie existiren muss, durch Buchstaben bezeichnet ist (Fig. 48 *cs* loc. cit. Taf. V). Was die secundäre Furchungshöhle anbetriift, so ist das Vorkommen derselben in den Figuren von TODARO gar nicht angegeben. Wir haben in den Abbildungen keine Beweise dafür, dass eine solche Höhle wirklich existirt. Wir finden aus dieser Zeit nur zwei Stadien bei TODARO abgebildet; in einem davon (Fig. 50 l. c.) stellt der cumulus primitivus eine solide, den

Zwischenraum zwischen der Haut und dem Athemrohr ausfüllende Masse dar, das andere (Fig. 51 l. c.) repräsentirt den eumulus in Form von vier Knospen (bottoni), welche die Höhlen einschliessen. Ein Zwischenstadium, welches gerade als Begründung der TODARO'schen Ansichten am wesentlichsten erschiene, ist nicht vorhanden; deswegen bleibt eine sehr wesentliche Frage über die Entstehung der wichtigen Theile des Keimstocks offen. Diese Frage klärt sich jedoch leicht auf, wenn man darauf achtet, dass in den jüngsten Stadien des Keimstocks, in denen nämlich, welche der Fig. 48 von TODARO entsprechen, schon alle Theile des Keimstocks, die man auf der TODARO'schen Fig. 51 sieht, existiren. Man braucht nur die Längsschnitte mit den Querschnitten zu vergleichen um eine richtige Ansicht von der Entstehung der Keimstocktheile zu gewinnen.

Um sich beim Vergleich der TODARO'schen Angaben mit den unserigen leichter zu orientiren, muss ich die Bezeichnung hervorheben, welche TODARO und ich einem und demselben Theile des Keimstocks geben. TODARO unterscheidet vier Knospen (bottoni), welche bei der Entwicklung des Salpenkörpers eine vorzügliche und selbst ausschliessliche Rolle spielen. Dieselben Theile konnte ich selbst in allen Querschnitten unterscheiden. Die Blastodermknospen (bottoni blastodermici) entsprechen ihrer Lage nach den Theilen des Keimstocks, welche ich als Mesodermanlagen bezeichnet habe; unter den Lateralknospen (bottoni laterali) versteht TODARO die Theile, welche ich als Anlage des Nervensystems und als Entoderm bezeichnet habe und zwar »bottone laterale ehe dà la materia nutritiva« entspricht vollkommen meinem Entoderm (man sieht selbst an den Abbildungen von TODARO die Eieranlagen); »bottone laterale originario dello stoloblasto« stellt die Anlage des Nervensystems resp. des Nervenrohrs dar.

Das zweite Stadium von TODARO ist durch die Entwicklung der Blutgefässe und Veränderungen der Blastodermknospen characterisirt. Die Bildung der Blutgefässe geschieht nach TODARO dadurch, dass die vier Lacunräume, welche zwischen den vier Knospen des Keimstocks nach der Bildung der letzteren entstehen, mit den naheliegenden Blutgefässen des Mutterleibes in Verbindung treten. Die in soleher Weise entstehenden Bluträume sollen durch den beständigen Blutzufluss so viel erweitert werden, dass die früher dem Athemrohr naheliegenden Lateralknospen in Folge des Blutdruckes von dem letzteren sich lostrennen und nun der äusseren Wand des Keimstocks anliegen sollen. Die Verbindung der beiden Seitengefässe am hin-

teren Ende des Keimstocks soll durch die Zusammenziehung des Athemrohres geschehen, in Folge dessen ein Raum entsteht, durch welchen das Blut von einem Gefäss ins andere übergeht.

Die eben citirten TODARO'schen Angaben über die Entwicklung der Blutgefässe im Keimstocke weichen von denen, welche ich in diesem Capitel auseinandergesetzt habe, bedeutend ab. Von den anderen Angaben von TODARO muss ich hervorheben, dass derselbe die Gefässe erst ziemlich spät beobachtet hat, während ich dieselben schon in sehr jungen Keimstöcken unterscheiden konnte. Die Frage über den Zeitpunkt, in welchem die Blutgefässe entstehen, erscheint als eine sehr wichtige, weil sie die Differenz unserer Ansichten in Bezug auf die ersten Entwicklungsercheinungen erklären kann. Sind die Gefässe einmal so früh angelegt, wie ich es angebe, so kann man nicht das von TODARO hervorgehobene Wachsthum des cumulus primitivus und die Ausfüllung des ganzen Keimstocks annehmen. Jedenfalls muss ich die Entscheidung dieser Frage späteren Forschern überlassen und gehe nun zur Betrachtung der Angaben BROOKS, soweit dieselben die ersten Entwicklungsercheinungen betreffen.

Die Hauptergebnisse der BROOKS'schen Untersuchungen sind schon oben auseinandergesetzt und es bleibt nur übrig dieselben mit unseren Angaben zu vergleichen. Aus der oben citirten Stelle ist ersichtlich, dass die BROOKS'sche Auffassung der Anatomie des Keimstocks von der anderer Forscher bedeutend abweicht. In der Zusammensetzung des Keimstocks gehen nach BROOKS die äussere Haut der Mutter, das Pericardialrohr, zwei Seitengefässe und zwei Eierstocksanlagen ein. Der Unterschied von allen anderen Angaben besteht 1) darin, dass BROOKS kein Athemrohr gesehen hat und 2) dass er zwei Eierstocksanlagen annimmt. Was den ersteren Punct anlangt, so erklärt sich die Sache sehr leicht, wenn man die Abbildungen von BROOKS etwas näher ansieht. Man überzeugt sich bald, dass das Pericardialrohr von BROOKS nichts anderes ist als das Athemrohr anderer Beobachter. Es liegt in der Mitte des Keimstocks und theilt den ganzen Sinusraum in zwei Hälften, welche nur am hinteren blinden Ende des Keimstocks in Verbindung treten. Die Lage dieses Rohres im Keimstocke, sowie die Verhältnisse desselben zu den anderen Organen lässt keinen Zweifel übrig, dass es in der That das Athemrohr und nicht das Pericardialrohr ist. Die Verbindung des BROOKS'schen Pericardialrohres mit dem Pericardium ist auf seinen Abbildungen nicht dargestellt. Es ist etwas schwer die Duplicität der Eierstocksröhren in den BROOKS'schen Untersuchungen zu

erklären. An Querschnitten kann man sich sehr leicht überzeugen, dass die Anlage des Eierstocks in Form eines einzigen Stranges auftritt und es ist meiner Meinung nach das einzige Mittel sich von der Wahrheit dieser Thatsache zu überzeugen, da man bei der Betrachtung des Keimstocks in toto in dieser Beziehung sehr leicht in einen Irrthum verfallen kann. Es scheint mir sehr möglich zu sein, dass das Nervenrohr, welches von Brooks gar nicht erwähnt ist, für die Eierstocksanlage genommen wurde.

### 3. Ueber die Entwicklung des Salpenkörpers am Keimstocke.

Die in dem vorhergehenden Capitel beschriebenen Zustände können als vorläufige Gruppierung des Materials betrachtet werden, aus dem die Organe der einzelnen Salpen sich entwickeln. Wir haben den Bau des Keimstocks und die Veränderungen, welche in demselben vorkommen bis zu der Zeit verfolgt, wo die erste Spur seiner Theilung in einzelne Salpenindividuen eintritt und gehen nun von diesem Zeitpunkte aus. Die Entwicklungsvorgänge, zu denen wir jetzt übergehen, sind durch die Differenzirung der vorgebildeten Organanlage und die Bildung der Organe characterisirt.

Es wurde schon oben bemerkt, dass die Bildung der einzelnen Salpenkörper am Keimstocksrohr von mehreren früheren Forschern beobachtet und beschrieben wurde, so weit dieselbe von aussen beobachtet werden kann. Der genannte Process beginnt bekanntlich mit dem Auftreten querer ringförmiger Furchen, welche allmählig tiefer und tiefer in die innere Masse des Keimstocks greifen und endlich dieselbe in eine Anzahl von Salpen theilen. Die Untersuchung des Keimstocks in toto gibt auch hier keine vollkommen richtigen Ergebnisse in Bezug auf die Form der Querfurchen, so wie in Bezug auf die Lagerungsverhältnisse der Salpenreihen im Keimstocke. Die Ringfurchen, welche als solche bei der Untersuchung der ganzen Keimstöcke sich darstellen, haben bei der genaueren Untersuchung der Querschnitte nicht vollkommen ringförmige Gestalt, welche sie bei der oberflächlichen Betrachtung des Keimstocks scheinbar besitzen. Die Bildung der Furchen geht selbst auf dem ganzen Umfang des Querschnittes nicht gleichzeitig vor sich, sondern in der vorderen (neuralen) Seite des Keimstocks treten die Furchen viel früher als in der entgegengesetzten (haemalen) auf. Alle diese Verhältnisse sind von nicht geringer Bedeutung für das Verständniss der Zusammensetzung der Salpenkette in ihrem ausgebildeten Zustand, so wie für

das Verständniss unserer weiteren Beschreibung der Querschnitte. Deswegen halte ich für zweckmässig, vor der Untersuchung weiterer Stadien die Form der Querschnitte und die Lage der Salpenindividuen in der Kette etwas genauer zu berücksichtigen.

Die Querschnitte bilden sich zuerst an den Theilen des Keimstocks, welche wir als Seitentheile bezeichnet haben und die den Rückentheilen der späteren Salpenindividuen entsprechen. Sie verbreiten sich sehr bald von dieser Stelle zuerst nach vorn hin und erst später bemerkt man sie auch in den hinteren Theilen des Querschnittes, wo das Entoderm sich befindet. An beiden letztgenannten Stellen laufen die Querschnitte an einander vorbei und gerade hier kann man sich überzeugen, dass sie zusammen keinen vollständigen Ring bilden, sondern in einander greifen. Zuerst sieht man das an der neuralen und später an der haemalen Seite des Querschnittes, welcher eine gemeinschaftliche Anlage eines Salpenpaares darstellt. Die Formverhältnisse der Furchen werden durch die beigefügten Figuren ziemlich genau erläutert. Die erste von den drei Figuren stellt den Beginn, die beiden letzteren den Schluss der Abtrennung eines Salpenpaares dar.

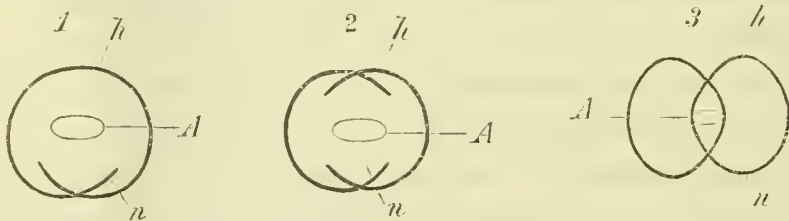
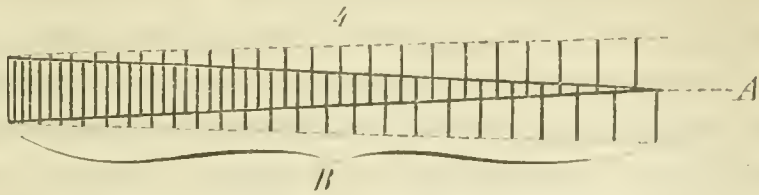


Fig. 1, 2, 3. Schematische Darstellung dreier Querschnitte des Keimstocks aus der Zeit der Bildung der Querschnitte. *n*, Neuralseite, *h*, Haemalseite des Keimstocks, *A*, Athemrohr.

Ist die Bildung der Furchen so weit vorgeschritten, dass die beiden Salpen in einem Querschnitte als getrennte Gebilde erscheinen, so können die weiteren Formveränderungen, in Folge deren die beiden Individuen immer mehr und mehr auseinander rücken durch den Wachstumsprozess der gebildeten Individuenanlagen erklärt werden. Das Wachstum geht am meisten in den Rücken- und hinteren (haemalen) Endtheilen der Anlagen vor sich, indem die dem sogen. Stammrohr anliegenden Bauchtheile verhältnissmässig feiner werden. In Folge des Wachstums der hinteren Theile der Salpenindividuen wird das sog. Stammrohr resp. Athemrohr und die Seitengefässe immer nach vorn geschoben, was wir bei der Betrachtung der Querschnitte genauer kennen lernen werden. Stellt man alle nun hervorgehobenen Verhältnisse zusammen, so kann man die

Lagerung der Salpenindividuen und das Verhältniss derselben zum Stammrohr ganz gut durch folgendes einfaches Schema verdeutlichen.



Dasselbe stellt einen schematischen Längsschnitt des Keimstocks mit den daran hängenden Salpenindividuen vor. Die letzteren sind durch quere Linien bezeichnet (*B*), indem das im Innern des Keimstocks liegende Dreieck (*A*) das Stammrohr vorstellt. Das letztere ist im vorderen Theil des Keimstocks von *Salpa democratia* (nicht aber der anderen Salpenspecies) viel breiter als im hinteren, wo es, wie wir später sehen werden, vielmehr eine zwischen den Seitengefässen liegende lamellenförmige Scheidewand darstellt. Das Verhältniss der Salpenknospen zum Stammrohr kann aus dem Schema sofort ersehen werden; man sieht nämlich, dass in den vorderen Theilen das Athemrohr den grössten Theil des Querschnittes einnimmt, während es in dem hinteren Theil nur sehr klein erscheint.

Nach dieser vorläufigen Uebersicht der äusseren Bauverhältnisse des Keimstocks wenden wir uns zur Betrachtung der Querschnitte und zwar zunächst jener, an welchen die Bildung der Salpenindividuen eben beginnt (Fig. 12, 13 und 14). Wir haben den Keimstock in einem Stadium verlassen, in welchem die Anlagen der verschiedenen Organe in jedem Querschnitte in der Einzahl und nicht doppelt erscheinen (Fig. 11). Als doppelt tritt nur in diesem Stadium das Mesoderm auf, welches schon vom Beginn der Entwicklung in Form von zwei symmetrisch gelagerten Zellenhaufen und Röhren (Pericardialröhren) entsteht. Es ist aber bekannt, dass in jedem Querschnitte zwei Salpenindividuen sich befinden und deswegen bestehen die nächsten Veränderungen in der Verdoppelung der eben erwähnten Anlagen im Keimstocke.

In Fig. 12 treffen wir schon sehr wichtige Fortschritte im Bau des Keimstocks an. Der Querschnitt stellt das Stadium dar, in dem die Quersfurche, welche die Grenze zwischen den zwei Kettengliedern bezeichnet, schon das vordere Ende des Querschnittes erreicht und dasselbe in zwei hintereinander liegende Abschnitte getheilt hat. Die typische Form der Furche und namentlich die Kreuzung der Enden derselben sind aus der Abbildung zur Genüge ersichtlich.

Die nächste Folge der Theilung offenbart sich im Bau der im vorderen Theile liegenden inneren Organe und zwar vorerst in dem des Nervenrohres. Auf dem Querschnitte (Fig. 12) sieht man nur den oberen Abschnitt des Nervensystems, welcher dem oberen Individuum gehört; die Anlage des Nervenganglions des nach unten liegenden Individuums bemerkt man nicht; das hängt davon ab, dass der untere Abschnitt des Nervenrohres vom oberen beinahe vollkommen bedeckt wird. Man kann jedoch aus der Lage des oberen Abschnittes und aus dem Verhältniss desselben zu anderen Organen, namentlich aus seiner schiefen Stellung im Querschnitte schliessen, dass das Nervenrohr nun keineswegs ein gerades Rohr darstellt, sondern in Folge der Furchenbildung in eine Anzahl (in jedem Querschnitte zwei) von Abschnitten abgeschnürt ist. Im folgenden Stadium (Fig. 13) sieht man diese Veränderungen in intensiverer Weise ausgeprägt, indem hier die beiden Abschnitte in Form von geschlossenen Blasen in beide Individuen des Kettengliedes übergegangen sind (Fig. 13 *N*).

Während im neuralen Theile des Keimstockgliedes die eben hervorgehobenen Veränderungen vor sich gehen, bleibt die haemale Seite desselben noch ungetheilt. Im Innern des haemalen Theiles bemerkt man jedoch sehr wichtige Veränderungen, welche als Fortsetzungen der schon früher erwähnten Differenzirungen des Entoderms betrachtet werden müssen. Wir haben gesehen, dass in letzterem allmählig zwei Theile sich bilden: ein peripherischer, aus cylindrischen Zellen bestehender Theil, welchen wir nun als Anlage der Athemhöhle bezeichnen können, und ein anderer nach Innen liegender Theil, welcher die Anlage des Eierstocks darstellt. Der peripherische Theil zeigt in den auf Fig. 12 und 13 abgebildeten Querschnitten sehr wichtige Veränderungen, indem er sich in ein Rohr verwandelt. In Fig. 14 sieht man den Beginn dieser Umwandlung. Die Zellen, welche am Rande des schichtenförmigen äusseren Theiles der Entodermanlage stehen, wachsen nach der Eierstocksanlage zu, in Folge dessen die Anlage der Athemhöhle in diesem Stadium die Form einer Rinne bekommt. Im folgenden Stadium (Fig. 13) ist diese Umwandlung noch weiter vorgeschritten, indem sich die Rinne in Folge des Zusammentreffens ihrer Ränder in ein geschlossenes Rohr verwandelt (Fig. 13 *Ah*).

Im zweiten Theile des Entoderms, resp. in der Anlage des Eierstocks, bemerkt man keine wesentlichen Veränderungen. Es ist nur zu bemerken, dass die im Inneren desselben liegende Zelle — die

Eizelle — in diesem Zustande immer mehrere Kerne (2—3) enthält, von denen, — vorläufig bemerkt —, nur einer sich in ein Keimbläschen verwandelt, die anderen aber, welche wir als »Nebenkerne« bezeichnen, später verschwinden.

Ist die Athemhöhle einmal gebildet, so gehen die Veränderungen im haemalen Theile der Keimstocksglieder in analoger Weise mit denen der vorderen (neuralen) vor sich. Sie bestehen namentlich darin, dass die Furche, welche vorn die zwei Salpenanlagen sondert, nach hinten sich fortsetzt und hier dieselbe Sonderung bedingt. Es ist aber sehr schwer einen guten Querschnitt von diesem Stadium zu erhalten; ich glaube darum, weil dieses Stadium sehr rasch in das nächste übergeht. Wenigstens konnte ich aus mehreren von mir untersuchten Keimstöcken nur einige Querschnitte bekommen, die aber nicht vollkommen senkrecht zur Keimstocksaxe geführt waren. Einen davon habe ich in Fig. 14 dargestellt; obgleich derselbe nicht ganz symmetrisch ist, kann er doch im Zusammenhange mit weiteren Entwicklungsstadien (Fig. 15 u. folgende) die nun hervortretenden Veränderungen genügend erklären. Der Querschnitt (Fig. 14) ist bei einem Individuum des Keimstocksgliedes durch den vorderen, bei dem anderen durch den hinteren Theil geführt, was aus der oben hervorgehobenen Form der Furche und aus der Lage der Individuen in der Salpenkette leicht verständlich ist. In den späteren Stadien, in welchen die Sonderung der Salpenindividuen noch weiter vorgeschritten ist, kann man keine Querschnitte mehr bekommen, welche durch ein und denselben Theil beider Individuen durchgehen; man sieht immer einige Organe in einem Individuum, andere in dem anderen, und nur wenn es gelingt einen Schnitt gerade durch die Furchen zu führen, welche ein Glied der Kette begrenzen, wie man es z. B. auf Fig. 15 sieht, bekommt man alle Organe beider Individuen zu Gesicht. Man kann aber ein solches Bild nur aus den Stadien bekommen, in welchen die Individuen schon ziemlich weit von einander gerückt sind, so dass sie nur in dem mittleren Theile mit einander verbunden erscheinen. Fertigt man aber einen solchen Querschnitt aus jüngeren Stadien, wie es z. B. Fig. 14 repräsentirt, so wird der Bau beider Individuen nicht ganz klar, weil die in der Mitte des Querschnittes liegenden Organe — Athemhöhle, Eierstock —, welche noch beinahe übereinander liegen, im Schnitte einander decken.

Wie gesagt, stellt der Querschnitt (Fig. 14) die vordere Hälfte eines Individuums und die hintere des anderen dar. Da die letztere

uns nun besonders interessirt, so gehen wir zur Betrachtung derselben über. Die wichtigsten in diesem Theil bemerkten Veränderungen bestehen in der vollkommenen Sonderung des Entoderms in zwei Theile (Athemhöhle und Eierstocksanlage), welche in die beiden in der Bildung begriffenen Individuen übergehen und dort die gesonderten Anlagen der gleichnamigen Organe bilden. Da die Quersfurche von der Peripherie aus zur Mitte des Keimstokrohres eindringt, schnürt sie zuerst die peripherischen Theile der Entodermanlage resp. die Anlage der Athemhöhle ab, welche wir im Querschnitte in Form einer Blase etwas seitwärts von der Mittellinie des Querschnittes antreffen (Fig. 14 *Al*). Was den histologischen Bau derselben betrifft, so ist derselbe sehr wenig verändert. Die Wand der Athemhöhlenblase besteht, wie vorhin, aus cylindrischen Zellen. Die Sonderung der Eierstocksanlage ist viel weniger ausgesprochen als die der Athemhöhle. Der Eierstock ist nur in seiner Peripherie getheilt; im centralen Abschnitte, in welchem nämlich die Kerne liegen, sind noch die beiden einzelnen Anlagen so übereinander gelagert, dass sie zusammen einen ungetheilten Strang darstellen. Die Form der Eierstocksanlage kann nun mit einer Gabel verglichen werden, deren beide Zinken nach der Peripherie des Querschnittes auseinander gehen. Die letzteren liegen nun zwischen der Athemhöhle und der Mesodermanlage (Fig. 14 \*).

Die weiteren Entwicklungsstadien können durch die definitive Ausbildung der eben besprochenen Organanlagen und durch die Divergenz der beiden Individuen im Kettengliede characterisirt werden. In dieser Entwicklungsperiode geht die Ausbildung der Form einzelner Individuen vor sich, welche auch mehrere Veränderungen in der gegenseitigen Lage der Organe mit sich führt. Wir gehen nun zur Betrachtung dieser Entwicklungsvorgänge über und zwar zunächst zu denen, welche auf den Figuren 15, 16 u. 17 dargestellt sind. In dieser Reihe von Querschnitten sieht man den Anfang des Sonderungsprocesses der Salpenindividuen; sie zeigen uns, dass ein Theil der von Anfang vom Mutterleibe in den Keimstock eintretenden Organe, nämlich Athemrohr und Seitengefäße, keinen Antheil an der Bildung der Salpenindividuen nehmen.

Im Querschnitte Fig. 15 sehen wir die beiden Individuen des Kettengliedes noch so innig mit einander verbunden, dass der Bauchtheil des oberen Individuums den gleichnamigen Theil des unteren noch vollkommen deckt. In Folge dessen können wir bei einer gewissen Focaleinstellung nur eine Athemhöhle und einen Eierstock

scharf unterscheiden. Der Deutlichkeit halber habe ich die beiden Individuen mit verschiedenen Farben gezeichnet.

Vergleicht man dieses Stadium (Fig. 15) mit dem vorhererwähnten (Fig. 14), so kann man sich leicht überzeugen, dass die Divergenz beider Individuen in diesem Zustande durch das Wachsthum der Rückentheile beider bedingt ist. Was Vorder- und Hinter-Theil der Individuen anlangt, so kann man nun auch ein Ueberwiegen des letzteren dadurch bemerken, dass das Stammrohr (Seitengefäße und Athemrohr) mehr nach vorn vorgerückt ist, ein Verhältniss, welches in späteren Stadien progressiv wird. Die wichtigsten Veränderungen im Bau beider Individuen betreffen hauptsächlich die Eierstocksanlage und die Athemhöhle. Die erstere ist nun vollständig in den früher angedeuteten Raum zwischen Mesoderm und Athemhöhle ausgewandert und stellt einen birnförmigen Körper vor, dessen breiteres Ende gegen die Peripherie des Individuenkörpers, der zugespitzte Theil gegen die Höhle des Stammrohres gerichtet ist. Mit den zugespitzten Enden sind die Eierstöcke beider Individuen noch mit einander verbunden. Einen sehr wichtigen Fortschritt stellt der Eierstock in diesem Zustande im Vergleich mit dem vorherbetrachteten in histologischer Beziehung dar. Er enthält nämlich nur einen einzigen Kern und stellt somit, wie im ausgebildeten Zustande, nur eine einzige Zelle — die Eizelle — dar, welche in der Eihülle eingeschlossen ist. Auf welche Weise das Verschwinden der anderen Kerne (Nebenkerne) vor sich geht, konnte ich nicht nachweisen. Der bleibende Kern erscheint als ein Bläschen, in welchem man schon feinkörnige Stränge leicht unterscheiden kann. Auch der den Kern umgebende Protoplasmahof unterscheidet sich keineswegs von dem der ausgebildeten Eier.

Die Athemhöhlenblase (Fig. 15 *Ah'*) stellt einen ovalen Sack dar, liegt gerade unter dem Eierstock und besteht aus denselben cylindrischen Zellen, die wir schon im vorhergehenden Stadium gesehen haben. Der Unterschied besteht in einer Grössenzunahme der Athemhöhle und noch darin, dass dieselbe nun nicht unmittelbar der Haut anliegt, sondern von derselben durch eine Zellenlage getrennt ist. Diese Zellenlage gehört dem mittleren Keimblatte an, welches von der Rückenseite des Individuums nach der Bauchseite sich fortsetzt. Ueber das Verhalten des mittleren Keimblattes erhält man eine gute Vorstellung, wenn man Längsschnitte des Keimstocks anfertigt und damit die Querschnitte der einzelnen Salpen beobachtet. Man überzeugt sich dann (Fig. 23, 24 und 25), dass das mittlere

Keimblatt auch in späteren Stadien im hinteren Theile des Individuums das untere Keimblatt resp. die Athemhöhle vollkommen umhüllt, während es in der Mitte des Körpers nur den oberen und die seitlichen Theile bedeckt und bis zur Basis der Bauchfalten reicht. Ich muss hier vorläufig bemerken, dass dieses Verhalten nur bei der ungeschlechtlichen Entwicklung der Salpen auftritt, bei der Entwicklung aus dem Eie finden wir nichts ähnliches vor.

In den darauf folgenden Entwicklungsstadien (Fig. 16 u. 17) tritt ein sehr scharf ausgeprägtes Wachsthum der hinteren Theile der Individuen hervor, welches eine allmälige Divergenz der Individuen in ihren vorderen Theilen bedingt. In Folge des letztgenannten Processes geschieht das schon oben erwähnte Heraustreten des Stammrohres, welches in allen früheren Stadien im Innern des Keimstocks lag, in allen folgenden aber nach aussen von diesem liegt. Das Heraustreten des Stammrohres erfolgt allmäligen und in Fig. 16 u. 17 sehen wir dasselbe nur mit seinem oberen Theile zwischen den beiden Individuen hervorragen, während es in den weiteren Stadien ein gesondertes, schon von früheren Beobachtern beschriebenes Rohr darstellt. Vergleicht man eine Reihe hintereinander folgender Querschnitte einer sich bildenden Salpenkette, wie solches z. B. an Fig. 15—19 dargestellt ist, so kann man die allmälige Ausbildung des Stammrohres ziemlich genau verfolgen und sich überzeugen, dass dieser Process hauptsächlich dem Wachsthum der hinteren Körpertheile der Kettensalpen parallel läuft und von dem letzteren bedingt ist. Das Stammrohr bildet sich aus drei Theilen: dem äusseren Epithel, den Seitengefässen oder Bluträumen und dem Athemrohre. Die beiden letztgenannten Organe sind schon von dem ersten Beginn der Keimstockbildung vorhanden; die epitheliale Umhüllung kommt aus dem gemeinsamen Epithel des Keimstocks, welches in Folge des Heraustretens der Bluträume und des Athemrohres denselben dicht anliegt und sie umhüllt. Was den Bau dieser drei genannten Theile anlangt, so bieten zwei davon: das Epithel und die Seitengefässe keine besonderen Veränderungen dar; nur ist zu bemerken, dass das äussere, unmittelbar in das des Salpenkörpers übergehende Epithel, im Vergleich mit letzterem sehr dünn erscheint. Obgleich die Abplattung der Epithelialzellen des Stammrohres plötzlich geschieht, kann man doch an der Uebergangsstelle des vorderen Theiles des Salpenkörpers und des Stammrohres verschiedene Stadien der Abplattung beobachten (Fig. 16 u. 17). Das in der Mitte des Stammrohres gelagerte Athemrohr (Fig. 16 *Ar*) stellt je-

doch bedeutende und sehr wichtige Veränderungen dar. Man kann dieselben schon in früheren Stadien bemerken, wo sie in einer Verdünnung der Wände des Athemrohres und in dem allmöglichen Verschwinden der Höhle bestehen. Dieses Verschwinden kann man schon auf Fig. 13 sehen, in einem Stadium also, in welchem die Bildung der Individuen eben begonnen hat. In weiteren Stadien geht diese regressive Entwicklung immer weiter vor sich, so dass sich endlich das Athemrohr in eine zwischen beiden Seitengefäßen liegende Scheidewand verwandelt, wie wir es auf Fig. 16, 17, 18 und folgenden antreffen. ESCHRIECHT hat schon diese Scheidewand bemerkt und sie abgebildet, jedoch nicht näher beschrieben. HUXLEY war der erste, welcher sowohl die Scheidewand, als auch das Athemrohr erkannte, er nennt dasselbe »central tube«, hat aber, wie es scheint, die wahre Natur dieses Gebildes nicht erkannt. KOWALEVSKY hat endlich das Athemrohr vollkommen richtig gedeutet; nach ihm soll es aber bei der Entwicklung der Salpenkörper theilnehmen. Ich muss gegen diese Annahme hervorheben, dass das Athemrohr, sowie die Seitengefäße vollkommen provisorische Gebilde sind und sich in keiner Weise bei der Bildung des Salpenkörpers betheiligen.

Die inneren Veränderungen in den eben betrachteten Stadien sind ziemlich beachtenswerth, da wir nun schon einige weitere Differenzirungen der beschriebenen Organanlagen antreffen. Was zuerst die Haut betrifft, so erscheint dieselbe etwas verdickt, was von dem Längswachsthum der sie zusammensetzenden Zellen herrührt. Das Nervenganglion, welches während aller von uns betrachteten Stadien allmähig wächst, erreicht jetzt eine verhältnissmässig enorme Grössenentwicklung und nimmt (Fig. 17 *N'*) beinahe die Hälfte des ganzen Körpers ein. Bei diesem Wachsthum ändert sich der histologische Bau des Ganglions, indem seine Wand nun nicht mehr aus einer Schicht Cylinderzellen besteht, sondern mehrschichtig, und in Folge dessen viel dicker als früher geworden ist. Wir treffen die ersten Zeichen dieser Verdickung und der Massenzunahme des Ganglions schon auf Fig. 16, wo die Vermehrung der Zellen scheinbar begonnen hat, indem die peripheren Zellen des Ganglions noch cylindrisch, die centralen — polyedrisch sind. Im Mesoderm bemerkt man eine Sonderung von zwei Zellengruppen — eine beinahe in der Mitte der Körperoberfläche, und eine andere am vorderen Theile des Körpers. Beide sind die Anlagen der ringförmigen Muskeln, welche die Ingestions- und Egestionsöffnungen umgeben. In der Athemhöhle finden

wir schon die Anlage des Darmtractus (Fig. 17 *D*), welche, wie bei der embryonalen Entwicklung<sup>1)</sup> in Form eines hohlen Vorsprungs der Athemhöhle zum Vorschein kommt. Unter der Athemhöhle bemerkt man einen Zellenhaufen (Fig. 17 *H<sub>z</sub>*), welcher nichts anderes ist, als die Anlage des Herzens. Dass dieselbe hier compact erscheint, während sie in Wirklichkeit hohl ist, rührt von der Richtung des Schnittes her, welcher durch den Rand des Pericardialschlauches ging. Endlich muss ich bemerken, dass die sogen. Kloakalhöhle in diesem Stadium ziemlich weit ausgebildet ist. An Querschnitten kann man sich leicht überzeugen, dass dieselbe keine besondere Höhle, sondern nur die Fortsetzung der Athemhöhle darstellt (s. Fig. 23, 24 und 25) und, da sie von der letzteren in Längsschnitten durch den cylindrischen Kiemenstrang abgetrennt erscheint, so tritt sie daselbst in Form einer scheinbar besonderen Höhle auf. Die Kieme, welche nun in Form eines Zellenstrangs erscheint (Fig. 17 *K*), entsteht, wie wir schon oben gesehen haben, aus dem Theile des Keimstocks, welchen wir als Eierstocksanlage bezeichnet haben. Der hintere Theil dieser Anlage, in welchem die Eizelle liegt, verwandelt sich später in den Eierstock, der vordere bedeutend grössere Theil erweist sich als Kieme. In der Anlage der Kieme können wir nun eine peripherische Lage von cylindrischen Zellen und eine innere Masse von kugelförmigen Zellen unterscheiden. Der Eierstock (Fig. 17 *E*) stellt nun ein kleines aus platten Zellen bestehendes Bläschen dar, welches im Innern das ziemlich ausgebildete Ei enthält und der Athemhöhlenwand von der Rückenseite dicht anliegt.

Wir haben nun die Anlagen aller Organe des Salpenkörpers betrachtet und können zur Besprechung der Literatur über die Bildung der Salpenorgane übergehen. Zunächst müssen wir die Angabe von ESCHRIGHT und LEUCKART betrachten, welche schon oben von uns erwähnt wurde und darin besteht, dass jeder Salpenkörper in Form von zwei Knospen angelegt sein soll, von denen eine als die Anlage des vorderen, die andere als Anlage des hinteren Körperteiles dient. Wir wissen, dass diese Angabe aus der Beobachtung des Keimstocks in toto, nicht an den Querschnitten angestellt wurde, und dies allein genügt schon um den Irrthum zu erklären. Ich brauche kaum hervorzuheben, dass in der That keine solche Bildung der Anlagen für zwei Knospen zur Ausbildung des Salpenindividuums

<sup>1)</sup> Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. XXVII Hft. 2.

vorkommt. Man kann aber sehr leicht, wenn man den Keimstock nur von der Oberfläche beobachtet, solche Knospen annehmen und zwar darum, weil in gewissen Stadien die vorderen und hinteren Theile der in der Bildung begriffenen Salpenindividuen wirklich über die Oberfläche des Keimstocks sich buckelförmig erheben. In den späteren Stadien werden diese Erhebungen ausgeglichen und es scheint bei der oberflächlichen Betrachtung des Keimstocks, als ob die in Form von buckelförmigen Knospen angelegten Theile des Salpenkörpers miteinander zusammengeflossen seien. Wenn man aber diese Beobachtungen durch Querschnitte controlirt, so überzeugt man sich sogleich von der Irrthümlichkeit jener Annahme. Man sieht nämlich dass die muthmasslichen Knospen keine selbstständigen Gebilde vorstellen, dass sie hingegen von Anfang an miteinander verbunden sind.

Die erste ausführliche Darstellung der Entwicklung der Salpenorgane treffen wir in der Abhandlung von TODARO, die wir nun besprechen wollen. Ich habe schon oben gezeigt, dass meine Abbildungen von denen TODARO's in Bezug auf die ersten Entwicklungsstadien sehr wenig, selbst gar nicht verschieden sind. Ungeachtet dessen differiren doch unsere Ansichten in Bezug auf die Entwicklungsvorgänge im höchsten Grade. Die Hauptdifferenz besteht darin, dass die Entwicklung der Salpenorgane nach TODARO aus einer undifferenzirten Zellenmasse den sog. *bottoni blastodermici* (mittlere Zellenlage) vor sich geht, während nach meinen Angaben dieselbe aus präexistirenden, aus den Theilen des Keimstocks entstehenden Anlagen sich bildet. Nach TODARO sollen alle Theile des Keimstocks, welche ich als Anlage des Nervensystems, als Entoderm, Ectoderm bezeichnet habe, theilweise verschwinden (Ectoderm), theilweise in Nahrungsmasse (das Entoderm) oder in den Stoloblast (die Anlage des Nervensystems) übergehen. In Folge dessen entstehen die Organe der Salpen nach TODARO's Angaben in ganz verschiedener Weise, als ich es beobachtet habe. So entsteht z. B. die Athemhöhle zuerst in Form einer Schicht, welche ähnlich der Bildung des Darmeanals bei Vertebraten durch Zusammenwachsen ihrer Ränder zu einer Höhle sich schliesst. Sie soll durch die Nahrungsmasse ausgefüllt werden. Die Entstehung des Nervenganglions wurde von TODARO nicht beobachtet. Er hebt nur hervor, dass in einem gewissen Stadium das Nervenganglion in jedem Individuum vorhanden sei. Die übrigen Organe entwickeln sich durch die Differenzirung der drei Keimblät-

ter, welche aus den bottoni blastodermici entstehen. Ueber die Entstehungsweise dieser Organe finden wir bei TODARO sehr wenige Angaben vor.

Indem ich die Frage über die Richtigkeit unserer so differenten Ergebnisse weiteren Untersuchungen überlasse, kann ich doch nicht umhin, einige Ungenauigkeiten der TODARO'schen Untersuchung hervorzuheben. Es scheint mir, dass jene höchst originelle Ansicht von TODARO hauptsächlich dadurch sich bildete, dass 1) dieser Forscher sehr viele Zwischenstadien durchaus nicht beobachtet hat und dass er 2) seine Studien mit eigenthümlichen vorgefassten theoretischen Ansichten begonnen hatte. Vergleicht man nämlich das von TODARO in Fig. 55 abgebildete Stadium mit dem folgenden (loc. cit. Fig. 56 Taf. V), so bemerkt man gleich, dass zwischen den beiden eine grosse Lücke besteht; in der Zwischenzeit, welche dieser Lücke entspricht, geht bei *Salpa democratica* die Entwicklung der meisten Organe vor sich. Die Wichtigkeit dieser Lücke bei der Beobachtung der Entwicklung geht schon daraus hervor, dass alle von TODARO aufgestellten Sätze: über das Verschwinden des Ectoderms, über die Verwandlung der beiden bottoni laterali in die Nahrungsmasse und in Stoloblast durchaus unbegründet erscheinen. Man sieht aus den Abbildungen Nichts, was auf diese Verwandlungen hinweist und deswegen scheint es, wenigstens mir, als ob diese Angaben mehr aus theoretischen Gründen, als aus positiver Beobachtung abgeleitet seien. TODARO bemüht sich zu beweisen, dass die Entwicklung der Salpen nach dem Typus der Wirbelthierentwicklung vor sich gehe, und, wie in manchen von diesen letzteren, die Keimblätter in Form von ein- oder mehrschichtigen Zellenlagen auftreten, so sollten sie auch bei den Salpen diese Form besitzen.

In derselben Weise, wie die TODARO'schen Angaben, muss ich auch die BROOKS'schen für unerwiesen halten. BROOKS hat keine Querschnitte des Keimstocks gemacht: ohne Querschnitte kann jedoch eine genaue Untersuchung des Baues des Keimstocks und der Entwicklung der Salpenorgane kaum unternommen werden. Die Abbildungen von BROOKS sind so schematisch, dass es bei der Vergleichung derselben mit den Querschnittspräparaten sehr schwer ist die Theile, welche BROOKS beschreibt, auf dem Präparate zu finden. So konnte ich z. B. keine Präparate auffinden, welche mir die BROOKS'sche Annahme über die Entwicklung des Nervensystems und des Nahrungscanals erklären könnten. BROOKS gibt namentlich an, dass diese Organe aus einer und derselben Anlage (nämlich aus dem

inneren Rohr) entstanden. Die zum Beweise dieser Annahme beige-fügten Abbildungen entsprechen keineswegs ihrem Zwecke.

Die definitive Entwicklung der Organe, welche nach der Differenzirung der Salpenindividuen beginnt und zu der wir nun übergehen, geht vollkommen in derselben Weise vor sich, wie es bei der embryonalen Entwicklung der Salpen von mir beschrieben wurde. Deswegen werde ich zur Vermeidung von Wiederholungen nur auf die Hauptmomente der Entwicklung aufmerksam machen.

Zunächst müssen wir uns zu der Ausbildung der Körperform wenden und die Verhältnisse etwas näher berücksichtigen, in welchen die Salpenkörper zum Stammrohr in den letzten Entwicklungsstadien stehen. Wir werden dabei auch die Leibeshöhle näher betrachten, welche namentlich in den letzten Stadien am meisten sich entwickelt, und, wie es auch bei der embryonalen Entwicklung der Fall ist, während der Celluloseausscheidung durch Cellulosemasse ausgefüllt wird.

Was die Veränderungen der äusseren Körperform anlangt, so sind diese den von mir bei der embryonalen Entwicklung beschriebenen vollkommen identisch. Sie bestehen namentlich im starken Wachsthum des hinteren Körpertheils, welches mit dem Wachsthum der Athemböhle parallel geht. Es führt zu der Ausbildung der definitiven Körpergestalt der Salpen.

Während der ganzen Zeit, in welcher diese Veränderungen vor sich gehen, ändert sich auch das Verhältniss der Salpen zum Stammrohr und es bilden sich im Innern der Salpen die provisorischen Höhlen, welche bei den ganz entwickelten Thieren nicht mehr zu beobachten sind. Das Verhältniss der Salpen zum Stammrohr ist schon bei der ersten Andeutung der Salpenknospen resp. bei der Bildung der ersten Querfurchen am Keimstocke präcisirt (Fig. 13). Da die Bildung der Querfurchen vorn beginnt und da die Rücken-seite der Knospe mehr als die Bauchseite verdickt erscheint, so nimmt das Stammrohr in Folge dieser Bauverhältnisse eine mehr einseitige Lage an. Es wird namentlich etwas nach vorn und gegen die Bauchseite jedes Individuums vorgeschoben. Dasselbe Verhältniss treffen wir in den weiteren Entwicklungsstadien (Fig. 14, 15, 16, 17 etc.), nur bewegt sich das Stammrohr immer weiter und weiter nach vorn, was, wie schon oben bemerkt, durch das Wachsthum der hinteren Körpertheile der Salpenindividuen bedingt ist. Während dieser Lageveränderungen nimmt das Stammrohr an Stärke ab und die Verbindungsstelle desselben mit den Salpenindividuen

wird immer enger und enger. In den auf Fig. 16 und 17 abgebildeten Stadien liegt das Stammrohr mit dem grössten Theile seines Umfangs noch in der Höhle des Salpenkörpers, während es schon auf Fig. 19 beinahe vollkommen aus dem Körper herausgeschoben ist. Im folgenden Stadium (Fig. 20) treffen wir das Stammrohr nur mittelst eines kleinen und ziemlich engen Canals mit dem Salpenkörper verbunden. Es hat dabei an Grösse bedeutend abgenommen und zeigt schon alle Erscheinungen der begonnenen Rückbildung. Man kann nun kaum die Zellen in den Bluträumen unterscheiden; was das Athemrohr anlangt, so bildet dasselbe eine lamellenförmige Scheidewand zwischen den beiden Bluträumen.

Die erwähnte Lageveränderung des Stammrohres geht Hand in Hand mit der Schliessung der Salpenkörper. Die letztere vollzieht sich, wie man an einer Reihe von Querschnitten sich überzeugen kann (Fig. 16—20), indem die obere und die hintere Wand des Körpers mit einander verwachsen. Ich muss deswegen das von TODARO hervorgehobene Verwachsen der Seitenränder, als ein Hauptmoment der Schliessung des Salpenkörpers, vollkommen in Abrede stellen.

Während der Entwicklung der Knospen bilden sich in den letzteren zwei Höhlen, welche ihrer Entstehung und Lage nach morphologisch verschieden sind. Eine von diesen Höhlen (Fig. 13—20 *K7*) tritt schon sehr frühzeitig auf und stellt eigentlich nichts anderes vor, als einen Zwischenraum, welcher schon bei der Bildung des Keimstocks zwischen dem Ectoderm und den Bluträumen sich herausbildete und die Pericardialröhren enthält. Die Höhle, welche wir als Knospungshöhle bezeichnen können, wechselt in den späteren Stadien ihre Lage und tritt in dem Stadium, in welchem der vordere Theil der Knospen schon angedeutet ist, zwischen dem Mesoderm und den Seitengefässen auf. Bei den Veränderungen des hinteren Körpertheiles der Salpenknospen, namentlich beim Wachsthum desselben, wird diese Höhle immer kleiner und kleiner, bis sie endlich beim Schluss der Körperwandungen vollkommen nach vorn geschoben wird und dort in Form eines kleinen Zwischenraumes erscheint. Später verschwindet sie vollständig.

Die zweite Höhle tritt erst in späteren Stadien auf und ist ihrer Lage nach der Leibeshöhle<sup>1)</sup> homolog. Ich habe gezeigt, dass während der embryonalen Entwicklung der Salpen zwischen Ectoderm und Mesoderm eine Höhle erscheint, welche ich als Leibeshöhle

<sup>1)</sup> S. meine »Embryonale Entwicklungsgeschichte der Salpen« in Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXVII Hft. 2.

bezeichnet habe; während der Entwicklung der Cellulose füllt sich diese Höhle mit der letzteren vollkommen aus und ist bei den ausgebildeten Salpen durch die sogen. Blutgefäße repräsentirt, welche nichts anderes, als die Ueberreste einer Leibeshöhle darstellen. In den knospenden Salpen kommt dieselbe Höhle (Fig. 18 — 20 *Lh*) erst bei verhältnissmässig hoch ausgebildeten Knospen zum Vorschein und stellt wie die Leibeshöhle der Embryonen ebenfalls einen zwischen dem Meso- und Ectoderm gelagerten Raum dar. Bei den ausgebildeten Salpen konnte ich diese Höhle nicht mehr auffinden und glaube daher, dass sie denselben Umwandlungen wie die erwähnte Leibeshöhle der Embryonen unterliegt.

Die Entwicklung der Haut geht in derselben Weise vor sich, wie sie von mir bei Salpenembryonen beschrieben wurde. Das ganze Ectoderm verwandelt sich auch hier in die Haut und scheidet, wie dort, eine homogene Celluloseschicht aus, in welche einige Zellen einwandern.

Das Nervenganglion erreicht in gewissen Entwicklungsstadien eine enorme Grösse und nimmt beinahe eine ganze Hälfte des Körpers ein. Es enthält eine Höhle, welche, wie bei der embryonalen Entwicklung in drei Blasen zerfällt und in den letzten Entwicklungsstadien mit der Athemhöhle in Verbindung tritt. Zur Erläuterung dieser Entwicklungsvorgänge dient Fig. 21, welche den vorderen Theil einer ziemlich weit entwickelten Knospe darstellt.

Das Mesoderm gibt Ursprung denselben Organen, welche aus der gleichnamigen Schicht der Salpenembryonen sich entwickeln, namentlich dem Herzen und den Muskeln. In Bezug auf letztere kann ich nichts besonderes zu dem von mir früher beschriebenen (s. Z. f. w. Z. Bd. XXVII Hft. 2) hinzufügen. Was aber das Herz anlangt, so muss ich meine frühere Angabe in Bezug auf dieses Organ etwas corrigiren. Das Herz entsteht als Einstülpung des Pericardiumschlauches (Fig. 19 *Hs'*) und nicht als spiralförmige Umrollung der Wände desselben. Ich glaube, dass bei der geschlechtlichen Vermehrung der Salpen die Entwicklung des Herzens in derselben Weise vor sich geht. Wenigstens kann man sich davon an Querschnitten der Embryonen von *Salpa africana* (Fig. 1 *Hs*) leicht überzeugen.

Ausser diesen beiden Organen entwickelt sich aus dem Mesoderm noch der Elaeoblast, welcher bei der embryonalen Entwicklung aus dem Entoderm entsteht (Z. f. w. Z. Bd. XXVII Hft. 2 p. 193). Die erste Anlage des Elaeoblastes erscheint in Form einer Zellenlage, welche unter der Athemhöhle liegt; bei den weit entwickelten Em-

bryonen (Fig. 22 *El*) tritt schon der Elaeoblast in Form eines aus grossen saftigen Zellen bestehenden Haufens auf. Ich behalte für dieses Organ den Namen Elaeoblast wegen der unzweifelhaften Analogie desselben mit dem gleichnamigen Organ der auf geschlechtlichem Wege entstehenden Salpenembryonen. VOGT bezeichnet dasselbe mit dem Namen »stoloblast«<sup>1)</sup>; seiner Meinung nach soll dasselbe der Placenta entsprechen. Er sagt dabei: »on le voit encore quelque temps après la séparation des jeunes chaines et il ne disparaît complètement que lorsque le testicule commence à se former.« Wahrscheinlich diene dieser Zusammenhang in dem Verschwinden des Elaeoblastes und dem Auftreten der Hoden als Beweggrund für die BROOKS'sche Annahme, nach welcher der Elaeoblast die Anlage der Hoden darstellen soll. Wenigstens konnte ich in der BROOKS'schen Arbeit dafür keine weiteren Beweise finden. Er bezeichnet ganz einfach den Elaeoblast mit dem Namen »Hoden« und beschreibt ihn als eine compacte globuläre Zellenmasse. Leider habe ich bis jetzt die Entwicklung der Hoden nicht eingehender zu studiren vermocht, ich hoffe jedoch in kurzer Zeit diese Lücke auszufüllen und die Angaben von BROOKS, so wie seine Meinung über Salpenvermehrung eingehender zu prüfen.

Als Entoderm haben wir den Theil des Knospenstockes bezeichnet, welcher als Anlage der Athemböhle und des Eierstocks dient. Die Athemböhle erscheint in Form einer aus cylindrischen Zellen bestehenden Blase und gibt sehr bald einen hohlen Fortsatz nach hinten ab, welcher als Anlage des Darmcanals dient<sup>2)</sup>. Die weitere Entwicklung dieser Anlage besteht darin, dass sie sich nach unten krümmt und allmählig die definitive Form des Darmcanals annimmt. Diese Veränderungen unterscheiden sich gar nicht von denen, welche ich früher bei solitären Salpen beschrieben habe. Dasselbe kann ich auch in Bezug auf die Entwicklung anderer, in der Athemböhle auftretender Organe: der Bauchfalten, der Seitenbögen und der Kieme, bemerken. Zur Erläuterung der Ausbildung dieser Organe können die Fig. 23, 24 u. 25 (für Bauchfalten), Fig. 29 (für Seitenbögen) und Fig. 16, 17, 18, 19 und 20 (für die Kieme) dienen, auf die ich hiermit verweise.

Wir haben oben erwähnt, dass die Ausbildung der Eizelle sehr

1) VOGT loc. cit. pag. 47.

2) C. VOGT lässt den Darmcanal in Form eines soliden Cylinders entstehen — eine Angabe, welche durchaus nicht gerechtfertigt werden kann.

früh auftritt. Sie nimmt schon zur Zeit des Erscheinens der Quersfurche im hinteren Ende der Knospen ihre definitive Gestalt an. Hier müssen wir nur ein paar Worte über die Ausbildung der Eihülle hinzufügen. Die letztere bildet sich durch Differenzirung der Zellennasse, welche die Eizelle umgibt und hauptsächlich in den mittleren Theil der Kieme sich verwandelt. Auf Fig. 19 treffen wir schon die Eizelle von allen Seiten von einem Epithel umgeben, welches als Anlage des Oviducts dient und der Athemhöhle anliegt. Die weiteren Differenzirungen, welche in der Verlängerung des Oviducts und in der Ausbildung der Geschlechtsöffnung bestehen soll, konnte ich nicht beobachten.

#### 4. Vergleichen und Folgerungen.

Wollen wir die von uns eruirten Thatsachen mit den analogen Erscheinungen anderer Abtheilungen in Zusammenhang bringen, um den morphologischen Werth einiger Salpenorgane zu bestimmen, so müssen wir uns zunächst zu den Ascidien wenden, welche mit den Salpen zusammen eine sich ziemlich scharf von anderen Wirbellosen unterscheidende Gruppe bilden.

Obschon gerade in der letzten Zeit die Knospung der Ascidien von mehreren Forschern untersucht wurde, haben wir doch wenige Arten, die in dieser Beziehung uns als Anhaltspunkte für die Vergleichung dienen könnten. Am meisten widersprechend erscheinen die Angaben der Beobachter in Bezug auf Ort und Stelle wo die Bildung der Knospen vor sich geht und in Bezug auf die ersten Entwicklungsercheinungen bei der Knospung der Ascidien. Das kann theils durch einige Abnormitäten in der Entwicklung der Knospen, theils durch die Beobachtungsmethode erklärt werden. Wir müssen zunächst aus unserer Betrachtung die beiden von KOWALEVSKY und GANIN untersuchten *Didemnum*arten ausschliessen, da sie sich bedeutend von allen übrigen Arten unterscheiden. *Didemnum gelatinosum*, dessen Entwicklung durch GANIN's Untersuchungen<sup>1)</sup> bekannt geworden ist, zeichnet sich von allen übrigen Ascidienarten dadurch aus, dass es in Form von zwei Knospen angelegt sein soll. Wir treffen in keiner Ascidie eine Entwicklung aus zwei Knospen und zwar in solchen Verhältnissen zu einander, wie es von GANIN beschrieben wurde. Nach GANIN's Untersuchungen soll z. B. der Darmcanal aus der Bauch-

<sup>1)</sup> Nachrichten der Warschauer Universität 1870 Bd. 4 und Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XX.

knospe, die Athemhöhle aus der Brustknospe entstehen, — Organe, welche nicht nur bei Ascidien, sondern bei allen Tunicaten von ihrem Anfang an in Zusammenhang stehen. Wir kennen ja jetzt viele Beispiele von differenter Entwicklung nahestehender Arten, doch ist die Verschiedenheit dort nicht so eclatant als im Falle von *Didemnum*. Jedenfalls, meine ich, um eine solch sonderbare Entstehung der Organe zu begründen, muss der Gegenstand möglichst eingehend untersucht werden, da in der Annahme zweier Knospen bei der Bildung eines Individuums die Möglichkeit eines Irrthums nahe liegt. Ein beweisendes Beispiel dafür stellt die Entwicklung der Salpenknospen dar, welche letztere nach mehreren früheren Beobachtern auch aus zwei Knospen entstehen sollten; doch erweist sich diese Annahme als vollkommen irrthümlich, wie man sich an Querschnitten sehr leicht überzeugen kann. Dasselbe wird sich möglicher Weise auch bezüglich der Annahme von GANIN wiederholen, wenn man die Entwicklung der Knospen bei *Didemnum gelatinosum* an Quer- oder Längsschnitten studirt.

Die zweite Art von *Didemnum*, *Didem. styliferum* Kow., welche von KOWALEVSKY<sup>1)</sup> untersucht wurde, zeichnet sich dadurch aus, dass ihre Knospen durchaus unabhängig von den Individuen der Colonie entstehen. KOWALEVSKY hat immer die jüngsten Knospen weit von den ausgebildeten Thieren gefunden. Er zweifelt aber selbst daran, dass die von ihm als »jüngste« bezeichneten Knospen wirkliche Knospen sind und betrachtet als »unzweideutig« nur die Knospe, welche bereits die Anlagen der Athemhöhle, des Eierstocks und der sogen. Fettzellen besitzt. Die weiteren Entwicklungsstadien sind von KOWALEVSKY sehr genau untersucht; ich will daraus einige Thatsachen besonders hervorheben, da sie in gewisser Beziehung zur Knospung der Salpen stehen. Erstens muss ich darauf aufmerksam machen, dass in den Eierstöcken des *Didemnum styliferum* nur ein einziges Ei zur Ausbildung kommt, — ein Verhältniss, welches wir nur bei den Salpen und den Pyrosomen beständig antreffen. Zweitens ist hervorzuheben, dass die Knospen von *Didemnum styliferum* durch Theilung sich zu vermehren im Stande sind. Diese merkwürdige von KOWALEVSKY constatirte Thatsache hat eine grosse morphologische Bedeutung, indem sie uns eine Uebergangsform zwischen dem *stolo prolifer* der Salpen und der gewöhnlichen Knospenbildung der Ascidien darstellt.

<sup>1)</sup> Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. X.

Von allen Knospungsarten, welche von GIARD<sup>1)</sup> angegeben wurden: palleale, ovariale, pylorische und stoloniale Knospung, ist die letztere Bildungsart am besten erforscht und wir wenden uns deswegen zu dieser. Die genauesten Untersuchungen über die Knospenbildung verdanken wir KOWALEVSKY, welcher unter anderem eine ausgezeichnete und detaillirte Beschreibung der Knospung bei *Amaroecium*, *Pyrosoma* und *Perophora Listeri* darstellte. Obgleich die Bildung der Knospen bei diesen Ascidien in einigen Einzelheiten sich unterscheidet, kann man doch bemerken, dass die Hauptmomente der Entwicklung bei ihnen in ziemlich analoger Weise vor sich gehen. In den Knospen resp. Keimstöcken dieser Ascidien finden wir immer einige Theile, welche bei allen erwähnten Arten beständig vorkommen, während andere fehlen können. Von den ersteren, welche als wesentlichste Theile des Keimstocks sich erweisen, muss man die Haut und das Athemrohr hervorheben, die als Fortsetzungen der gleichnamigen Theile des Mutterthieres beständig in Ascidienknospen vorhanden sind. Diese Beständigkeit des Vorkommens beider genannten Organe ist von besonderer morphologischer Wichtigkeit, wenn wir darauf achten, dass diese beiden Theile von zwei verschiedenen Keimblättern des Embryo hervorgehen. Wir finden also als Haupttheile der Ascidienknospen die Repräsentanten der beiden Keimblätter des Mutterthieres: das Entoderm und Ectoderm. Zwischen diese beiden Theile sind bei verschiedenen Ascidien verschiedene Gebilde gestellt und nach der Natur dieser letzteren können wir die erwähnten Ascidien in zwei Gruppen theilen, von denen eine dem Bau ihres Keimstocks nach am meisten den Salpen sich nähert, die andere denselben ferner steht. Zur ersten Gruppe können wir die Pyrosomen stellen (zu dieser wird wahrscheinlich auch *Didemnum* gehören), zu der anderen — *Perophora* und *Amaroecium*. Die beiden letztgenannten Arten zeichnen sich durch viel einfachere Bauverhältnisse ihrer Knospen aus. Bei *Perophora Listeri* besteht die Knospe aus zwei Blättern<sup>2)</sup> — Ectoderm und Entoderm, zwischen welchen eine Art Blutsinus vorhanden ist, welcher vom Blutsinus der Stolonen in die Knospe eindringt. Bei *Amaroecium*<sup>3)</sup> finden wir dieselben Verhältnisse; nur sind zwischen den

---

1) Arch. de Zoologie experim. T. 1. pag. 570—584.

2) KOWALEVSKY. Ueber die Knospung der *Perophora Listeri* in den *Lapiski* der Naturforschenden Gesellschaft zu Kiew Bd. I. (S. auch die Uebersetzung von GIARD in der *Revue*.)

3) Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. X. pag. 456—468.

beiden Hauptblättern wie KOWALEVSKY angibt, Muskeln und Bindegewebe eingeschaltet. Die letzteren bilden zu beiden Seiten des Athemrohres zwei Röhren, welche denen der Seitengefässe ähnlich sind. Die zweite Gruppe, der wir *Pyrosoma* beizählen, unterscheidet sich von der ersteren dadurch, dass hier die Anlage des Eierstocks sehr früh in der Knospe resp. der Keimstocksanlage auftritt und deswegen nähert sich diese Gruppe mehr den Salpen, bei welchen, wie oben hervorgehoben wurde, die Eier sehr früh angelegt sind. Bei den Pyrosomen ist die Analogie mit den Salpen noch stärker, da bei ihnen die Anlage des Nervensystems in Form eines Nervenrohres vorhanden ist. Vergleicht man einen Querschnitt vom Keimstock der Salpen mit dem des *Pyrosoma*, so ist diese Analogie auffällig, da wir ausser allen erwähnten Theilen noch zu beiden Seiten des Athemrohrs zwei Röhren (Perithoracalröhren Kow.) finden, welche den Pericardialröhren der Salpen ihrer Lage nach entsprechen.

Wir finden also bei der Vergleichung des Baues des Keimstocks von Ascidien und Salpen eine gewisse Aehnlichkeit, welche so formulirt werden kann, dass der Keimstock beider Tunieatenordnungen aus den Derivaten der Keimblätter des Mutterthieres entsteht. Setzt man aber die Vergleichung fort und stellt man die Frage: geht die Ausbildung der Organe in diesen beiden Ordnungen in einer und derselben Weise vor sich, oder nicht? so muss man auf diese Frage eine verneinende Antwort geben. Die Hauptdifferenz zwischen Ascidien und Salpen in Bezug auf die weitere Ausbildung der Organe besteht darin, dass bei Ascidien die Knospenorgane zum grössten Theil aus den entsprechenden Mutterorganen sich entwickeln, während es bei Salpen nicht der Fall ist. Hauptsächlich bezieht sich diese Differenz auf das Athemrohr, welches bei Salpen ein vollkommen provisorisches Gebilde darstellt, während es bei Ascidien zur Bildung der Athemhöhlen der Knospen dient. Die Athemhöhlen der Salpenknospen sind Neubildungen, welche in Form von Zellhaufen auftreten; die Rolle des Athemrohrs ist hier durch einen besonderen Theil ersetzt, welcher wahrscheinlich der Eierstocksanlage der Salpen homolog ist und wie das Athemrohr ein Derivat des unteren Keimblattes des Mutterthieres darstellt.

Die Vergleichung der Knospung der Ascidien mit der der Salpen gibt uns einige Anhaltspunkte für die Verwerthung der Salpenorgane. Deswegen erlaube ich mir hier etwas näher in die Betrachtung einiger Organe einzugehen, um die verschiedenen Modificationen derselben in der Classe der Tunicaten hervorzuheben. Ich werde

nich mit der Athemhöhle und ihrer Beziehung zur Nervenhöhle begnügen, da namentlich erstere ein morphologisch sehr wesentliches Organ darstellt, welches in seiner Entwicklung mehrere interessante Beziehungen zu den anderen Typen zeigt.

Wir beginnen unsere Betrachtung mit den Aseidien, welche in den niedersten Formen die einfachsten Verhältnisse des Athemsackes besitzen, in den höheren jedoch einen sehr complicirten und in mehreren Beziehungen von den Salpen abweichenden Athemsack aufweisen. Die ziemlich complicirten Verhältnisse der Athemhöhle der Aseidien sind von KOWALEVSKY in ausgezeichneter Weise erklärt. Bei der Gelegenheit der Beschreibung der Knospung gibt dieser Forscher einen Querschnitt einer weiter entwickelten Knospe von *Didemnum*, welcher für das Verständniss der Lage der Kieme und der Beziehung der letzteren zu der Kloaken- resp. Perithoracalhöhle von grossem Werthe ist. Der Kiemensack resp. die Kieme von *Didemnum* ist von der Rückenseite durch eine Höhle umgeben, welche einen Perithoracalraum darstellt und nach aussen durch die sog. Egestionsöffnung mündet. Die innere Wand der Perithoracalhöhle ist mit der Kiemenwand verwachsen und von den Kiemenspalten durchbohrt; die äussere Wand liegt an der Stelle der Egestionsöffnung der Haut an. Der Kiemensack hat an seiner Bauchseite die sog. Bauchfalten und liegt dieser Seite der Haut an; die Kloakenhöhle reicht nur bis zur Bauchseite des Kiemensackes und lässt die letztere unbedeckt. Man muss noch bemerken, dass die Entwicklung der Kloakalhöhle in zweierlei Weise vor sich geht. Bei der embryonalen Entwicklung entsteht dieselbe in Form von zwei Einstülpungen der äusseren Haut, welche sich später verbinden und zusammen eine einzige Höhle bilden. In den Knospen bildet sich diese Höhle in Form von zwei Aussackungen der primitiven Darmhöhle, welche zusammentreffen und gemeinschaftlich durch eine Oeffnung nach aussen münden.

Der Athemsack oder die Kieme der Aseidien ist der primitiven Darmhöhle vollkommen homolog, da sie bei den Embryonen aus der primitiven Einstülpung der Gastrula entsteht. Diese einfachsten Verhältnisse des Kiemensackes treffen wir bei den Appendicularien, bei denen bekanntlich die Kiemenhöhle keine Spalten besitzt und die primitive Form einer Schlundhöhle conservirt. Was man als zwei Kiemenspalten der Appendicularien bezeichnet ist gewiss den Kiemenspalten anderer Aseidien nicht homolog, indem dieselben weder ihrer Lage, noch ihrer Entstehung nach denselben entsprechen. Die Kiemen-

spalten der Appendicularien bilden sich als zwei Einstülpungen der äusseren Haut und sind schon deshalb der Kloakalöffnung vollkommen homolog. In der schönen Monographie über die Appendicularien sagt FOL<sup>1)</sup>: »Ces fentes (fentes branchiales) se forment chez la larve par deux invaginations croissant de l'extérieur à la rencontre du pharynx«. Wir treffen bei demselben Forscher eine noch wichtigere Angabe, welche zeigt, dass bei der Bildung der sog. Kiemenspalten der Appendicularien die beiden Bildungsweisen der Kloakenhöhle vorkommen. FOL sagt darüber Folgendes: »Le pharynx produit lui même deux culs-de-sac; les invaginations se rencontrent chacune avec un des culs-de-sac, se soudent, la soudure se perce dans son centre, et l'anneau vibratile marque le point ou le percement a eu lieu« (loc. cit. pag. 5). Es geht also hier bei der Bildung der sog. Kiemenspalten oder besser Kloakenöffnungen, die Einstülpung so gut wie die Aussackung vor sich. In der Athemhöhle der Appendicularien kommen wie bei den übrigen Ascidien das Endostyl und die Bauchfalten vor.

Das Vorkommen des Endostyl in der Athemhöhle der Tunicaten ist ein gutes und beständiges Merkmal, welches wir zur Entscheidung der Frage ob eine Höhle als Athemhöhle zu gelten habe oder irgend einem anderen Gebilde homolog sei, benutzen können. Einen Fall, in welchem dieses Merkmal gute Dienste leisten kann, stellen uns die Salpen dar. Die Athemhöhle der Salpen zeichnet sich bedeutend von jener der Ascidien aus. Erstens unterscheidet sie sich von der letzteren dadurch, dass sie keineswegs durch den Perithoracalraum umgeben ist; es kommt kein Perithoracalraum resp. Kloakenhöhle bei Salpen zum Vorschein. In der Athemhöhle der Salpen befindet sich der sog. Kiemenbalken, welcher diagonal von unten nach oben die Athemhöhle durchzieht und obgleich er durch seinen Bau vom Athemsack der Ascidien verschieden ist, stellt er doch ein dem letzteren in physiologischer Beziehung analoges Gebilde dar. Morphologisch sind aber die beiden Athmungsorgane: der Kiemenbalken der Salpen und der Athemsack der Ascidien verschieden, worüber man sehr leicht schon aus den anatomischen Verhältnissen des Endostyls sich überzeugen kann. Das Endostyl der Salpen befindet sich nicht in dem Kiemenbalken, sondern in der Athemhöhle und deswegen kann man schliessen, dass die durch Ingestions- und Egestionsöffnungen mündende Athemhöhle der Salpen dem Athem-

<sup>1)</sup> FOL, H. Études sur les Appendiculaires du détroit de Messine. pag. 5.

sack der Ascidien entspricht. Es ward diese Differenz zwischen den Athmungsorganen der Ascidien und Salpen schon von früheren Beobachtern, und zwar aus rein anatomisch-physiologischen Gründen hervorgehoben. HUXLEY<sup>1)</sup> hat schon im Jahre 1851 gesagt, dass die ganze Athemhöhle der Salpen und nicht ausschliesslich der Kiemenbalken die Function der Athmung verrichtet. GEGENBAUR äussert sich später in demselben Sinne in seinen vortrefflichen »Grundzügen der vergleichenden Anatomie« (pag. 252). Ich kann aber nicht mit GEGENBAUR in Bezug auf die Deutung des Kiemenbalkens übereinstimmen. GEGENBAUR sagt, dass der Kiemenbalken der Salpen dem medianen, keine Athemspalten tragenden Theil der Ascidienkieme entspricht. Wenn man auf die embryologischen Thatsachen sich stützt, so erscheint der Kiemenbalken vielmehr als Neubildung und namentlich als Verdickung der Rückenseite der Athemhöhle, derjenigen, welche bei Ascidien die Athemspalten trägt.

Stellt man nun die Frage: kann man in beiden Formen der Athmungsorgane der Tunicaten eine primitive und eine secundäre unterscheiden? so kann man antworten, dass die beiden zwei verschiedene Anpassungsformen darstellen, welche von einer gemeinschaftlichen primitiven Grundform — der primitiven Darmhöhle entstanden sind. Da bei den Salpen keine Kloakalhöhle auftritt, so stellt die Athemhöhle derselben in ihrem ausgebildeten Zustande ein mehr einfacheres Verhältniss dar, als die der Ascidien. Dennoch ist sie ebenfalls, wie die der Ascidien aus der primitiven, der Athemhöhle der Appendicularien ähnlichen Form entstanden und an gewisse Lebensverhältnisse angepasst. Die Kloakalhöhle der Ascidien stellt ebenfalls wie der Kiemenbalken der Salpen eine secundäre Erscheinung dar, was ganz gut dadurch erwiesen werden kann, dass beide Gebilde erst in späteren Entwicklungsstadien zum Vorschein treten und gewisse Complicationen der einfachsten sackförmigen Athemhöhle repräsentiren.

Aus der Entwicklungsgeschichte der Flimmergruben erweist sich, dass bei Kettensalpen eine Verbindung der Nervenöhle mit der Athemhöhle in derselben Weise vor sich geht, wie es von uns für die solitären Salpen gezeigt wurde. Diese unmittelbare Verbindung des Nervencentrums mit der Athemhöhle ist wahrscheinlich mehr verbreitet als ich geglaubt<sup>2)</sup>. Ich habe damals ausser Acht gelassen, dass eine solche Entstehungsweise der Flimmergrube von KEFERSTEIN

1) Philos. Trans. 1851. pag. 570.

2) Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXVII Hft. 2.

und EHLERS<sup>1)</sup> für *Doliolum* bereits erwiesen war. Obgleich dieses Verhältniss des Nervensystems zu der Athemböhle bei den Ascidien noch nicht unmittelbar constatirt ist, haben wir doch viele hierauf bezügliche Andeutungen. Nach FOL<sup>2)</sup> verläuft die Flimmergrube der Appendicularien zum Nervenganglion. Die Verbindung des Nervenganglions mit der Flimmergrube konnte jedoch FOL nicht nachweisen. Nach den Angaben von GANIN<sup>3)</sup> soll die Flimmergrube bei *Didemnum* aus dem vorderen Theile des Nervenrohres entstehen; nach ihm geht aber eine völlige Abtrennung der Flimmergrube von der Nervenanlage vor sich. Die Abbildungen, auf die er verweist, können keineswegs diese Abtrennung beweisen (s. seine Fig. 19—23 Taf. III). Auf Grund dieser Untersuchungen über Ascidien, wo die unmittelbare Verbindung der Nervenöhle mit der Athemböhle sehr wahrscheinlich und denjenigen, wo sie schon erwiesen ist (Salpen, Pyrosomen und *Doliolum*), kann man annehmen, dass die Flimmergrube bei allen Tunicaten durch Verwachsen der Nervenanlage mit der Athemböhle entsteht, und dass sie überall eine unmittelbare Verbindung beider genannter Organe vermittelt.

Bei den Ascidien geschieht die Verbindung der Athemböhle mit der Nervenöhle während ihrer Entwicklung zwei Mal (s. KOWALEVSKY, Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IX). Das erste Mal tritt sie am hinteren Körpertheile bei der Ausbildung des Nervenrohres auf und kommt durch die Gastrulaöffnung zu Stande. Diese Verbindungsart hat einen hohen morphologischen Werth, da sie auch bei vielen Wirbelthieren (Axolotl, Plagiostomen, Ganoiden, *Amphioxus* etc.) von KOWALEVSKY, BALFOUR, BOBRETZKY nachgewiesen wurde. Das zweite Mal tritt diese Verbindung im vorderen Theile der Athemböhle auf. Diese letztere Verbindungsart stellt eine erworbene Eigenthümlichkeit der Tunicaten dar, indem dieselbe nur bei diesen Thieren vorkommt und zur Ausbildung der Flimmergrube führt.

Die Entwicklung der Flimmergrube bei Salpen stellt ein sehr wichtiges Moment in der Embryologie dieser Thiere dar, indem es uns erlaubt den Character der embryonalen Entwicklung der Salpen im Vergleich mit dem der Ascidien näher zu bestimmen. Bei den Salpen kommt keine hintere Verbindung der Athemböhle mit der Nervenöhle vor, was dadurch bedingt ist, dass bei diesen Thieren kein Nervenrohr und keine Chorda sich ausbildet. Das ganze Ner-

<sup>1)</sup> Zoologische Beiträge. pag. 62. Taf. X.

<sup>2)</sup> loc. cit. pag. 14.

<sup>3)</sup> loc. cit. pag. 419.

vensystem der Salpen ist nur dem vorderen Theil des Nervensystems der Ascidien homolog. Die Ausbildung des ganzen hinteren Theiles, welche bei den Ascidien in der ersten Zeit der Entwicklung vor sich geht, ist bei den Salpen übersprungen. Infolge dessen sind auch die ersten Entwicklungserscheinungen der Salpen im Vergleich mit denen der Ascidien bedeutend verschieden und zwar erweist sich dieser Unterschied in der Abwesenheit einiger frühesten morphologischen Processe. Auf Grund dieser Thatsachen können wir die Entwicklung der Salpen als eine Verkürzung der Entwicklung der Ascidien betrachten.

Kasan, 9/21. December 1876.

## Erklärung der Abbildungen.

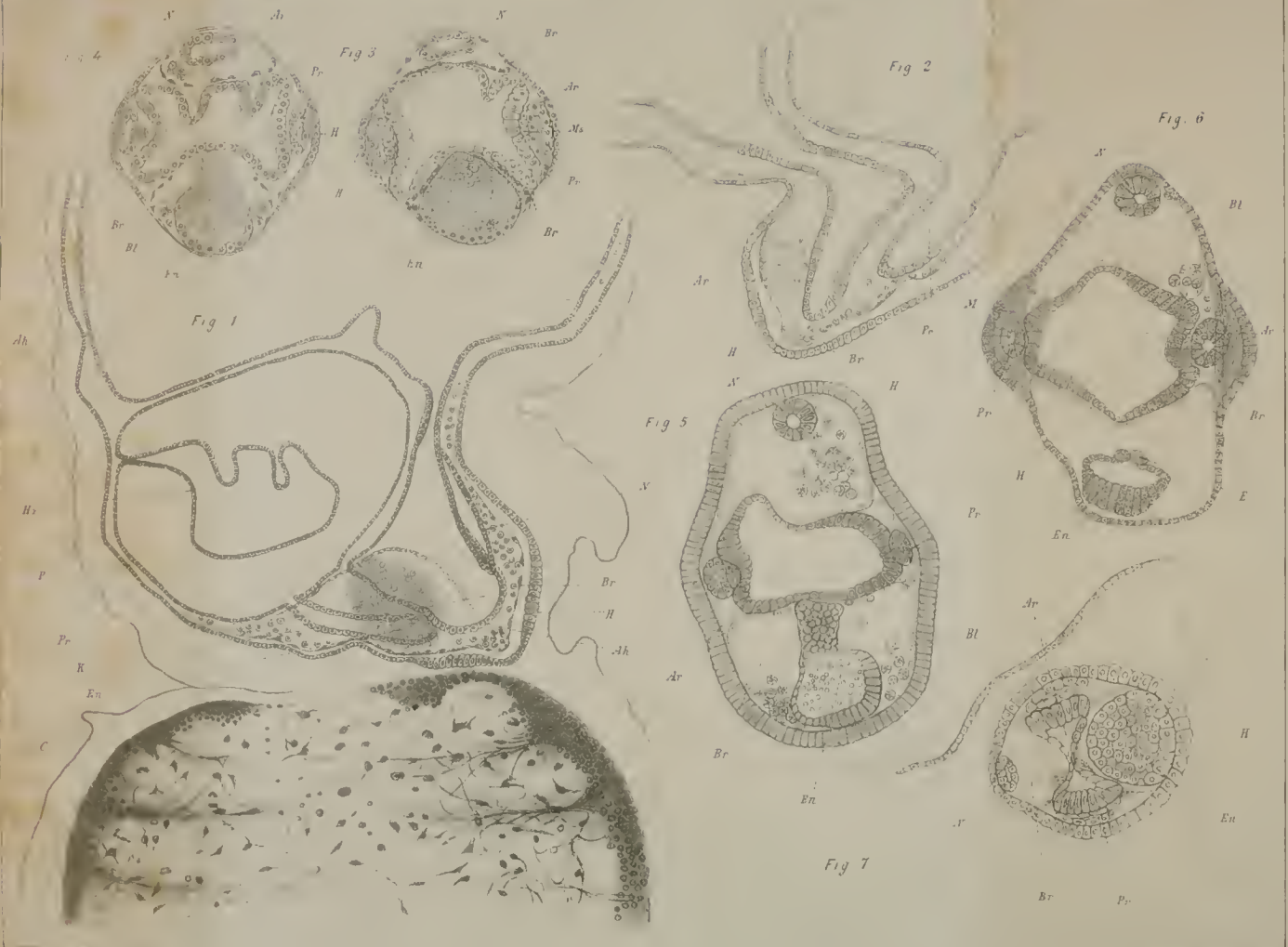
### Tafel XXVIII—XXX.

<i>Km</i> = Keimstock.	<i>N</i> = Nervenrohr.
<i>H</i> = Haut (Ectoderm).	<i>N'</i> = Nervenanlage.
<i>En</i> = Entoderm.	<i>Br</i> = Bluträume.
<i>Ms</i> = Mesoderm.	<i>Bl</i> = Blutkörperchen.
<i>Ah</i> = Athemhöhle.	<i>Bf</i> = Bauchfalte.
<i>Ar</i> = Athemrohr.	<i>Sr</i> = Stammrohr.
<i>P</i> = Pericardium.	<i>Fg</i> = Flimmergrube.
<i>Pr</i> = Pericardialrohr.	<i>M</i> = Muskeln.
<i>Hz</i> = Herz.	<i>Kh</i> = Knospungshöhle.
<i>K</i> = Kieme.	<i>D</i> = Darm.
<i>El</i> = Elaeoblast.	<i>Lh</i> = Leibesöhle.
<i>C</i> = Celluloseschicht.	<i>Cl</i> = Kloake.

- Fig. 1. Querschnitt eines 15 Mm. langen Embryo von *Salpa africana*.  
 Fig. 2. Querschnitt durch einen eben so grossen Embryo von *Salpa africana*, an welchem die Verbindung des Pericardialrohres mit dem Pericardium deutlicher als auf der vorangehenden Figur ist.  
 Fig. 3 u. 4. Zwei aufeinanderfolgende Querschnitte des oberen Theiles des Keimstocks von *Salpa africana*.  
 Fig. 5 u. 6. Zwei Querschnitte aus dem oberen Theile des Keimstocks derselben Salpenspecies zur Zeit der Differenzirung des Mesoderm und Entoderm.  
 Fig. 7—25 gehören zu der Entwicklung der *Salpa democratica-mucronata*.  
 Fig. 7. Querschnitt durch den embryonalen Keimstock.

- Fig. 8. Ein junger Keimstock von *Salpa mucronata*, in welchem die Salpen noch nicht ausgebildet sind.
- Fig. 9, 10 u. 11. Drei aufeinanderfolgende Querschnitte vom oberen Theil des Keimstocks (*Salpa mucron.*).
- Fig. 12. Querschnitt aus dem Theil eines Keimstocks, in welchem die Theilung der neuralen Seite in zwei Anlagen begonnen ist.
- Fig. 13. Querschnitt des Keimstocks an der Stelle, in welcher die Theilung der neuralen Seite bereits vollendet und das Entoderm in die Eierstocksanlage und in die Athemhöhle differenzirt ist.
- Fig. 14. Die Theilung der haemalen Seite in zwei Salpenanlagen.
- Fig. 15—20. Verschiedene Stadien der Differenzirung der beiden Individuen eines Kettengliedes.
- Fig. 21. Vorderes Ende einer ziemlich weit entwickelten Knospe um die Bildung der Flimmergrube zu zeigen.
- Fig. 22. Hinteres Ende desselben Embryo, um den Elaeoblast zu zeigen.
- Fig. 23—25. Drei Querschnitte einer Knospe; Fig. 23 stellt den Querschnitt durch den vorderen, Fig. 24 durch den mittleren und Fig. 25 durch den hinteren Theil dar.
- Fig. 26—28. Drei Querschnitte aus dem oberen Theil des Keimstocks von *Salpa pinnata*.
-









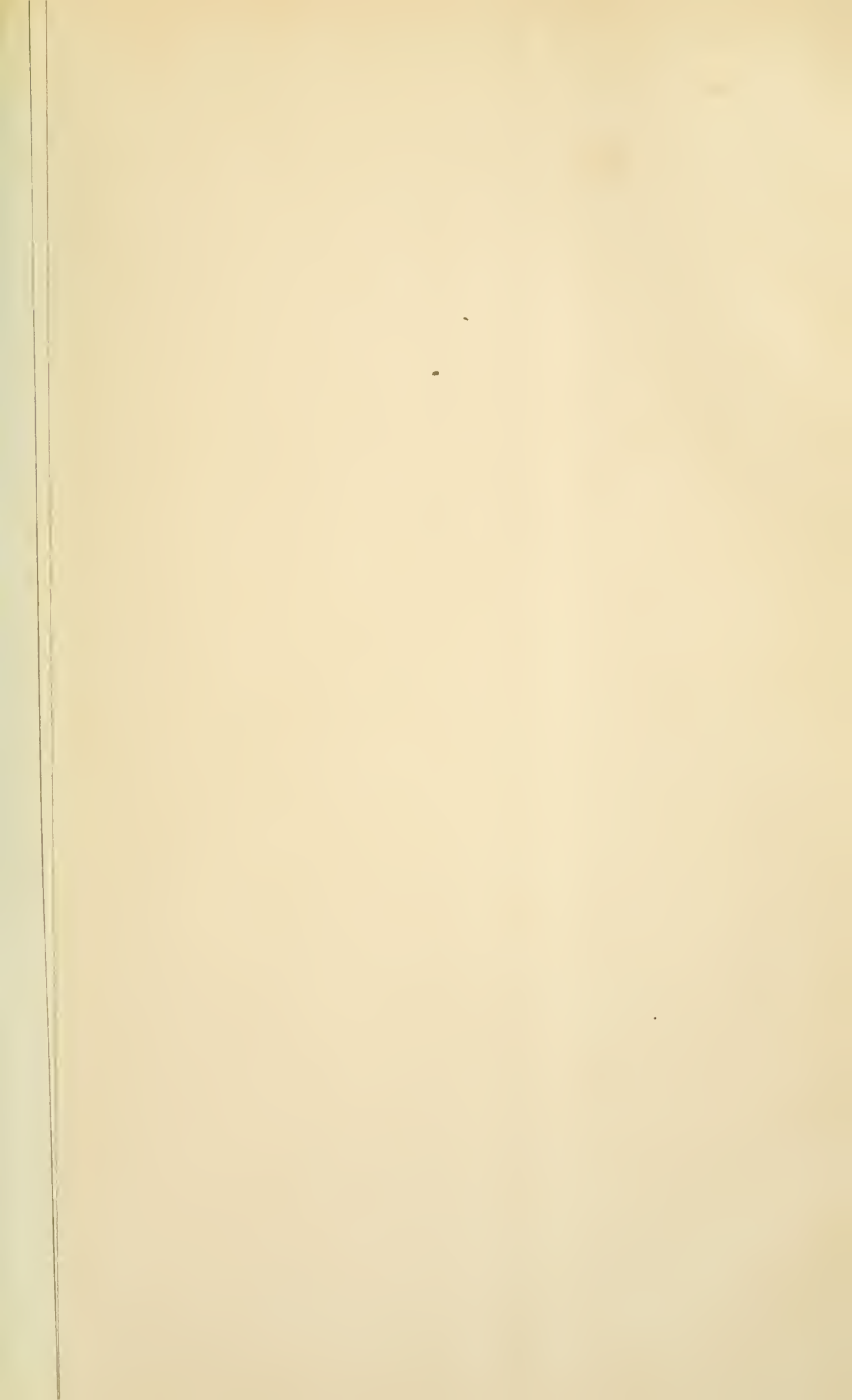


Fig 23



Fig 26

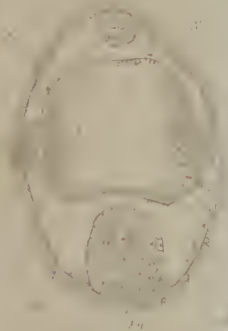


Fig 25

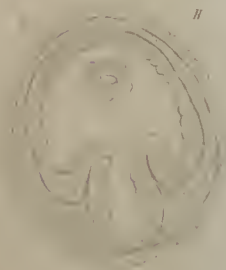


Fig 19

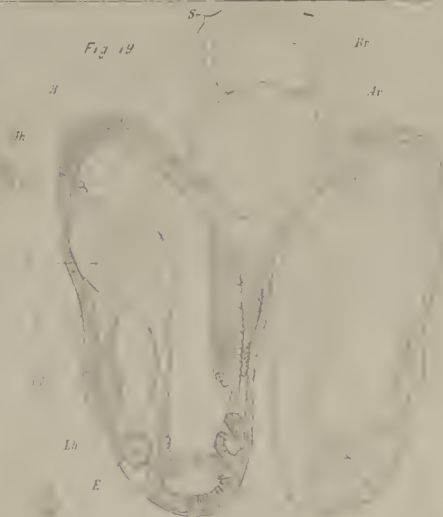


Fig 24



Fig 22

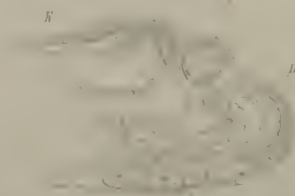


Fig 20



Fig 21

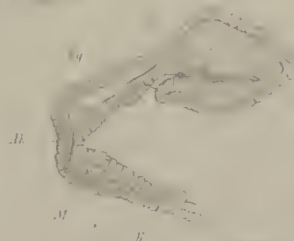


Fig 27



Fig 28

