

Die geschlechtliche Entwicklung

von

Fredericella sultana

nebst Beobachtungen über die weitere Lebensgeschichte
der Kolonien.

Von

F. Braem.

Mit 7 Tafeln und 1 Textfigur.



STUTT GART.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).

1908.

↔ **Alle Rechte vorbehalten.** ↔

Fredericella sultana, Blumenbach 1779*), ist die kleinste unter den phylactolämen Bryozoen und ferner diejenige, welche in ihrem Wuchs die Form eines verästelten Bäumchens oder eines Hirschgeweihes am stärksten zum Ausdruck bringt. Sie steht in dieser Beziehung der *Plumatella fruticosa* sehr nahe, und man kann weiterhin bei *Plumatella emarginata*, *repens*, *fungosa* und *punctata (vesicularis)*, dann bei *Lophopus**)* und *Pectinatella* eine fortgesetzte Zusammenziehung der Cystide und eine immer grössere Häufung und üppigere Entfaltung der Polypide nachweisen, Eigenschaften, die schließlich bei *Cristatella* ihren Gipfel erreichen. Wir finden also bei den Phylactolämen eine morphologische Stufenleiter, deren eines Ende durch *Fredericella*, deren anderes durch *Cristatella* gebildet wird. Ob aber diese morphologische Folge zugleich eine phylogenetische ist, darüber wissen wir nichts. Denn wenn auch *Cristatella* sicherlich eine stark modificirte Form darstellt, so ist doch damit noch nicht gesagt, daß wir in *Fredericella* den Ursprung der Reihe zu erblicken haben. Offenbar kann dieser Ursprung ebenso gut bei einem der mittleren Glieder zu suchen sein, von dem aus eine Entwicklung in zwei divergirenden Richtungen stattfand, eine aufsteigende Entwicklung in der Richtung auf *Cristatella* und eine absteigende in der Richtung auf *Fredericella*. Oder der Ursprung kann uns auch gänzlich verborgen sein. Wer bürgt uns dafür, daß irgend eine der heute lebenden Formen das Bild ihrer Vorfahren unverändert bewahrt hat? Wir sehen jetzt nur die äußersten Triebe eines Baumes, dessen Verzweigungen und dessen Stamm im Dunkel einer fernen Vergangenheit untertauchen. Die Morphologie giebt uns über diese Zusammenhänge keinen Aufschluss; vielleicht daß die Entwicklung sie uns klar macht.

Behufs allgemeiner Orientirung über *Fredericella* verweise ich auf die Beschreibung bei Allman, '56, S. 110 ff. Näheres habe ich in meinen „Untersuchungen“ ('90) mitgetheilt, wo insbesondere der Nachweis geführt ist, daß die Knospungsvorgänge auf das genaueste mit denen der übrigen Phylactolämen übereinstimmen. Dies muß ich betonen, weil es für das Verständnis der späteren Angaben von Wichtigkeit ist. Als einziger Unterschied wäre, von rein formalen Differenzen abgesehen, der Mangel schwimmender Statoblasten bei *Fredericella* zu erwähnen; da aber festsitzende Statoblasten vorhanden sind, die nur hinsichtlich der Schalenbildung von den schwimmenden abweichen und vielleicht als eine spätere Modification dieser letzteren aufzufassen sind, so ist auch hierauf kein großes Gewicht zu legen; es ist sehr wohl möglich, daß jener Mangel in einer secundären Reduction und nicht, wie man gewollt hat, in einem ursprünglichen Verhalten begründet ist. Man vergleiche darüber meine „Untersuchungen“ ('90), S. 12 f.

*) In diesem Jahre wurde die Form in Blumenbach's „Handbuch der Naturgeschichte,“ S. 411, als *Tubularia sultana* zum ersten Male benannt. Eine ausführliche Beschreibung hatte Blumenbach schon in den „Göttingischen Anzeigen von gelehrten Sachen,“ 1774, Bd. 1/11, S. 1009 ff. gegeben, aber ohne den lateinischen Namen. Eine neue Beschreibung folgte 1780 im „Göttingischen Magazin der Wissenschaften,“ Jahrg. 1, Stück 1, S. 117 ff., begleitet von der ersten bildlichen Darstellung, die dann von 1782 an in der zweiten und den folgenden Ausgaben des „Handbuches“ wiederholt wurde.

**) *Lophopus* kenne ich nicht aus eigener Anschauung.

Trauben in die Leibeshöhle hineinragen, sondern höchstens einen brombeerförmigen, mit breitem Grunde an der Leibeswand festsitzenden Knoten darstellen. Dies kommt daher, daß die Zahl der Eier in den Ovarien sehr viel geringer ist als bei *Plumatella*, sie beträgt im Durchschnitt ungefähr 4–5, oft aber noch weniger.

Die Eier entstehen aus indifferenten Zellen des inneren (mesodermalen) Epithels der Leibeswand, und zwar desjenigen Theiles, welcher sich aus der oralen Hälfte der Primärknospe (*A*) entwickelt hat. Aus dieser oralen Hälfte sind nicht nur die Tochterknospen (Fig. 57a und b, *B*, *B*¹) mit ihren Derivaten hervorgegangen, sondern auch die dazwischen liegenden Theile der Leibeswand, deren äußeres Epithel dem inneren Knospenblatt und deren inneres Epithel samt den Eizellen dem äußeren Knospenblatt entspricht.

Die Reihenfolge, in der sich die Eier innerhalb der Ovarialanlage differenziren, ist in der Weise geregelt, daß das älteste Ei stets der Primärknospe am nächsten liegt, die jüngeren weiter von ihr entfernt sind und das jüngste in unmittelbarer Nähe der letzten Tochterknospe (*B*ⁿ) sich befindet. Für die Figuren 57a und b ist das genetische Verhältnis, in dem die einzelnen Individuen zu einander stehen, in der Formel $\overbrace{A \quad B^1 \quad B^2 \quad C}^{\text{---}}$ gegeben; dieselbe gilt mit unerheblichen Variationen auch für die ungetheilten Zweigspitzen älterer Kolonien. Aus der Knospenanlage *A* hat sich zuerst die Knospe *B*, dann die Knospe *B*¹ entwickelt, und aus der Knospenanlage *B* ist *C* hervorgegangen. Das zu *A* gehörige Ovarium schaltet sich nun zwischen *A* und *B*¹ ein; und die Eier wiederum ordnen sich so, daß sie gleichsam von *B*¹ nach *A* vordringen, indem von *B*¹ her auf das älteste Ei *o* die jüngeren Eier *o*¹, *o*² usw. folgen. Wir erhalten die Formel

$$\overbrace{A \quad o \quad o^1 \quad o^2 \quad \dots \quad o^n}^{\text{---}} B^1.$$

Als den „Grund“ dieser Gesetzmäßigkeit habe ich in meiner Schrift über *Plumatella* ('97, S. 15) die Thatsache angeführt, daß dadurch die Eier dem Oöcium entgegengeschoben werden (welches zwischen dem Ovarium und dem Hauptpolypid *A* seine Stelle hat), und daß durch den Zusammenstoß die Verbindung des ältesten Eies mit dem Oöcium gewährleistet wird. Der Ausdruck war schlecht gewählt, denn dies ist allerdings das zweckmäßige Ergebnis der beregten Erscheinung, aber die Ursache derselben liegt vielmehr in dem eigenthümlichen Wachsthumsmodus des *Phylactolämenstockes*, wie ich ihn in den „Untersuchungen“ ('88; '90, S. 18 ff.) geschildert habe. Da ich diesen Punkt bei *Plumatella* vielleicht nicht genügend betont habe, so will ich ihn hier noch etwas näher beleuchten.

Wir wissen bereits, daß in Fig. 57a und b aus dem Material der primären Knospenanlage *A* die Tochterknospen *B* und *B*¹ entsprossen sind. Unter den Tochterknospen ist *B* die älteste, *B*¹ die jüngste, d. h. der von *A* auf die Leibeswand herüberwandernde Zellcomplex *BB*¹ differenzierte sich zuerst in seinem distalen, von *A* abgekehrten Theile zur Knospe *B*, dann in seinem proximalen, *A* näher liegenden Theile zur Knospe *B*¹. Eventuelle spätere Tochterknospen würden hinter *B*¹

und noch näher an *A* ihre Entstehung nehmen, nach der Formel $\overbrace{A \quad B^n \quad \dots \quad B^2 \quad B^1 \quad B}^{\text{---}}$, in der die Buchstaben *B*, dem Alter der Knospen entsprechend, rückläufig zu lesen sind; so daß also innerhalb des von der Knospe *A* herstammenden Zellcomplexes *BB*ⁿ die Differenzirungsvorgänge in der nämlichen Folge sich abspielen, wie die Wellen um einen ins Wasser geworfenen Stein: die erste und älteste Welle am weitesten von ihrem Ursprung entfernt, die jüngste und letzte ihm am nächsten.

Das Ovarium entsteht nun, wie erwähnt, immer oberhalb der jüngsten Tochterknospe, d. h. an der äußersten proximalen Grenze des Zellecomplexes BB^n , der von der Mutterknospe A schon frühzeitig durch eine Reihe von mehr oder minder differenzierten Zellen getrennt wird; und da diese letzteren, eben wegen ihrer Differenzierung, nicht mehr als Keimzellen dienen können, so kann die unmittelbare Ursprungsstätte des Ovariums nur die Knospe B^n sein: Hier sind die embryonalen Zellen localisirt, von denen die Eibildung ihren Ursprung zu nehmen hat, und die Eier werden sich aus der Knospe B^n in derselben Reihenfolge herausdifferenziren, wie die Knospen B aus der Hauptknospe A , d. h. nach der Formel

$$\overbrace{\begin{array}{ccccccc} | & | & | & \dots & | & | & | \\ o & o^1 & o^2 & \dots & o^n & B^n & \end{array}} \quad (\text{zu lesen } B^n, o, o^1, o^2, o^n).$$

Wir sehen denn auch, daß die jüngsten Ovarien oder, bei älteren Ovarien, die jüngsten Eier direct im äusseren Blatte der Knospe B^n gelegen oder wenigstens durch embryonale Zellen mit ihm verbunden sind. Auf Taf. I, Fig. 1 und 2, ist die Knospe A ihrer Lage nach angedeutet; das Polypid ist noch lange nicht ausgewachsen und etwa so alt wie das Individuum B in Fig. 57a auf Taf. VII. Die Tochterknospe B ist ebenfalls angedeutet, sie steht im sackförmigen Stadium und ist die einzige, die sich aus der Primärknospe entwickelt hat. Das älteste Ei o liegt in Fig. 2 hart auf der Grenze zwischen der Knospe B und der bereits differenzierten Partie der Leibeswand, welche sich zwischen A und B einschaltet. Die Zellen o^1 und o^2 tragen noch ganz den Charakter des äußeren Knospenblattes, nur der große Nucleolus weist darauf hin, daß sie die nächsten Eizellen liefern werden. Ein wenig später werden auch sie auf die Leibeswand übergehen, indem ja diese aus den Zellen des Knospenhalses sich aufbaut. — In Fig. 1 liegt das älteste Ei o näher an A als an B , ist aber von A deutlich durch eine Schranke von differenzierten Mesodermzellen geschieden, während es mit B (das übrigens, wie der nächste Schnitt lehrt, thatsächlich nicht so weit abliegt als es hier scheint) durch embryonale Elemente verbunden ist. Das zweite, schon deutlich erkennbare Ei o^1 ist nur seitlich getroffen und liegt weiter nach B hin.

In Fig. 8, Taf. I, ist ein älteres Stadium wiedergegeben. Das Hauptpolypid (A) — man sieht nur den Duplicatormuskel dm — ist nahezu erwachsen und hat zwei Tochterknospen hervorgebracht, von denen die jüngste bei B^1 gezeichnet ist. Das älteste Ei liegt bereits im Oöcium. Das zweite, o^1 , liegt näher an B^1 , zwei noch jüngere, o^2 und o^3 , sind im Nachbarnschnitt sichtbar und entsprechen ihrer Lage nach genau den Zellen z und β , führen also direct in das äußere Blatt der Knospe B^1 hinein.

In Fig. 6 ist ein noch älteres Ovarialstadium in zwei auf einander folgenden Schnitten dargestellt. Das Ovarium enthält im Ganzen etwa 6 deutliche Eier. Das Hauptpolypid ist erwachsen und befindet sich rechts von dem Buchstaben (A), die jüngste Tochterknospe bei B^1 . Das älteste Ei liegt bei o und ist noch nicht vom Oöcium ($O\ddot{o}$) aufgenommen worden; die jüngeren Eier folgen successive in der Richtung nach B^1 , eins der jüngsten ist bei o^n sichtbar. Links davon schließt sich eine Reihe von embryonalen Zellen an, welche den Übergang zum äußeren Blatte von B^1 vermitteln.

In Fig. 14 auf Taf. II hat das älteste, im Oöcium befindliche Ei sich bereits gefurcht. Von den drei sterilen Eiern liegt das jüngste (in der Figur allein sichtbare) an der Analseite der Knospe B^2 und im äußeren Blatte derselben. Von hier geht es, wenn sich im Lauf der weiteren Entwicklung der Zwischenraum zwischen der Knospe und dem Oöcium vergrößert, vollends auf die Leibeswand über.

Diese Beispiele werden genügen, um die nahen Beziehungen des Ovariums zu der jüngsten Tochterknospe klar zu legen.

Anhangsweise sei noch erwähnt, daß ich in einem Falle eine *abnorme Verlagerung* eines Eies beobachtet habe. In dem Statoblastenstöckchen Fig. 57a, Taf. VII, findet sich eine Eizelle bei *z*, wo sie abgesondert von den übrigen an der Leibeswand fest sitzt, weit unterhalb der Tochterknospen und etwas oberhalb des Ursprunges des Funiculus der Hauptknospe *A*. Es handelt sich um einen versprengten Ovarialkeim, der aus der Knospenanlage *A*, der ja auch diese Partie der Kolonialwand entstammt, hierher gelangt ist. —

Wenn wir nun die *einzelne Eizelle* bei ihrer Umbildung zum definitiven Ei ins Auge fassen, so zeigt sich auch da zunächst Übereinstimmung mit *Plumatella*; hier findet sie aber an einem bestimmten Punkte zugleich ihre Grenze: nämlich insofern, als alle die Vorgänge, welche bei *Plumatella* jene merkwürdige Schichtung des Plasmas und die Ausbildung zweier Zonen herbeiführen, deren äußere die chromatischen Körnchen enthält und an der Furchung nicht theilnimmt, bei *Frederiella* in Wegfall kommen.

Die erste Veränderung, durch die sich das werdende Ei vor den embryonalen Zellen des Epithels resp. des äußeren Knospenblattes auszeichnet, ist die Vergrößerung des Kernkörperchens (Fig. 2, *o*¹, *o*²), dann das Wachstum und die stärkere Rundung des Kerns und der Zelle überhaupt (Fig. 1 und 2, *o*). Gleichzeitig wird das Ei von den benachbarten Epithelzellen, die als Follikelzellen fungiren, überwältigt und in der Tiefe gehalten. Das Wachstum des Kerns geschieht durch reichliche Aufnahme von Flüssigkeit, während das extranucleoläre Chromatin wenigstens im Anfang keineswegs vermehrt wird, und daher erscheint das Keimbläschen bedeutend heller als die Kerne der somatischen Zellen.

In Fig. 1 beträgt der Durchmesser des ältesten Eies *o* 0,007—0,009 mm. Das Ei ist als ganzes kaum größer als die umliegenden Epithelzellen.

Der *Keimfleck* zeigt im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie bei *Plumatella fungosa*. Schon in Fig. 1 besitzt er den charakteristischen hellen Punkt, der später in doppelter (Fig. 6, II, *o*, *o*¹) oder, bei alten Eiern, noch sehr viel größerer Zahl auftreten kann (Fig. 7, *o*), mitunter auch gänzlich fehlt (Fig. 2, *o*; Fig. 5). Daß diese Punkte Bläschen sind, lehrt auf das deutlichste Fig. 8, wo der Nucleolus des älteren Eies, der bei *a* noch besonders dargestellt ist, wie schaumig erscheint und von den dicht gehäuften Vacuolen weit über das normale Volumen aufgebläht ist; sein längster Durchmesser beträgt mehr als 0,008 mm. So stark vacuolisirt habe ich den Keimfleck bei *Plumatella* niemals gesehen.

Ferner zeigt, und zwar ebenfalls im Einklang mit *Plumatella*, der Keimfleck von *Frederiella* eine Differenzirung in der Weise, daß er durch eine ringförmige Einschnürung in zwei dicht aneinanderliegende Theile zerfällt, einen stärker färbbaren, dunkleren, und einen blasseren, der auch meist kleiner ist (Fig. 4; 6, II). Bei dem von Vacuolen durchsetzten Keimfleck Fig. 8 scheint der größere Abschnitt (linkerseits) dem helleren Theil zu entsprechen. Häufig fehlt jedoch diese Zweitheiligkeit, beispielsweise in Fig. 5. Wie ich für *Plumatella* angab ('97, S. 16), scheint sie auf einer amöboiden Veränderlichkeit des Nucleolus zu beruhen: der Keimfleck sendet von Zeit zu Zeit einen pseudopodienartigen Fortsatz aus, „der sich bald mehr bald weniger deutlich vom Hauptkörper abgliedert und auch hinsichtlich seiner Substanz bald mehr bald weniger von demselben verschieden ist.“

Das *Protoplasma* des Eies ist im Wesentlichen eine gleichartige feinkörnige Masse. Innerhalb derselben zeigen sich aber auf späteren Stadien leichte Differenzirungen, und zwar solche von zweierlei Art. Erstens ist die dem Kern benachbarte Zone ein wenig wasserreicher und demnach heller als die äußere Schicht (Fig. 4, 5, 8), und zweitens treten neben den feinen Körnchen hie und

da größere auf, bis zu Kügelchen von meßbaren Dimensionen (Fig. 8). In jener zonalen Differenzierung kann man eine Andeutung der Schichtenbildung von *Plumatella* erblicken, die dort in ganz ähnlicher Weise beginnt; doch kommt es bei *Fredericella* nie zu einer scharfen gegenseitigen Abgrenzung der beiden Schichten, sie gehen allmählich in einander über und verhalten sich auch bei der Furchung wie ein Ganzes. Die plasmatischen Körnchen entsprechen nach Ursprung und Form durchaus den ersten Anfängen der Körnchen der äußeren Zone von *Plumatella*, die sich später zu kernähnlichen Körpern umwandeln; bei *Fredericella* bleiben sie klein und blaß und werden auch sonst in keiner Weise auffällig. Im Plasma der Furchungskugeln findet man sie noch einige Zeit fast in derselben Form wieder (Fig. 10, 13, 14).

In den Figuren 5 und 8 sind Eier dargestellt, die als r e i f gelten können, in 8 sogar schon als überreif. In Fig. 5 beträgt der Durchmesser des Eies 0,018—0,019 mm, der des Kerns 0,011 mm; in Fig. 8 ist der Durchmesser des Eies 0,021, der des Kerns 0,013 mm. Als Normalgröße kann man den Durchmesser von 0,02 mm ansehen, das ist halb so viel als der normale Durchmesser des reifen Eies von *Plumatella fungosa* beträgt, und ebenso viel als der Durchmesser von dessen Kern. Das definitive *Fredericella*-Ei entspricht in seiner Größe und auch in seinem histologischen Verhalten ziemlich genau den Eiern, die ich auf Taf. II, Fig. 66—68, meiner Arbeit über *Plumatella fungosa* dargestellt habe; es ist, als wäre das *Fredericella*-Ei auf dem bezeichneten Stadium des Eies von *Plumatella* stehen geblieben.

B. Die Embryonalentwicklung.

Über die technische Behandlung des Materials im Allgemeinen ist das Nöthige schon gesagt worden (S. 2). Was die Embryonalbildung im Besonderen anbetrifft, so bestehen hier ziemlich dieselben Schwierigkeiten der Untersuchung wie bei *Plumatella fungosa* (vgl. Braem, '97, S. 19); sie sind aber insofern noch größer, als wegen der Bauart des Stockes die Anfertigung scheibenförmiger Schnitte mit dem Rasirmesser nicht möglich ist, und als die Widerstandsfähigkeit der Cuticula neben der Kleinheit der Embryonen ein Herauspräparieren der letzteren sehr erschwert. Ich habe daher auf die Nadelpräparation in der Regel verzichtet und die Zweigspitzen als Ganzes geschnitten.

Über die **Befruchtung** fehlt es mir gänzlich an positiven Befunden. Ich habe auch keine an der Oberfläche des Eies angehefteten Spermatozoen gesehen, etwa nach Art jener Körper, welche daselbst bei *Plumatella* so häufig sind (l. c., S. 21 f.). Ebensowenig habe ich Richtungsspindeln und Richtungskörper mit Sicherheit constatiren können. Sicher scheint mir nur dies, daß die Befruchtung beim Übergange des Eies in das Oöcium vollzogen wird: niemals habe ich bei Ovarialeiern Veränderungen beobachtet, die auf Befruchtung schließen ließen.

Das **Oöcium** gleicht seinem Ursprung und seiner Form nach durchaus dem von *Plumatella* (l. c., S. 22 ff.). Es entsteht immer in unmittelbarer Nähe des ältesten Eies aus beiden Blättern der Leibeshaut, nach Ort und Zeit einer jüngsten Tochterknospe entsprechend und nur dadurch von einer gewöhnlichen Knospe verschieden, daß seine Zellen nicht mehr den frischen, embryonalen Charakter der normalen Knospenzellen zur Schau tragen. Ich habe in meiner Schrift über *Plumatella* die Ansicht, daß das Oöcium als eine besondere Individuenanlage zu deuten sei, ausführlich begründet und beschränke mich hier auf die Bemerkung, daß die bis ins Detail übereinstimmenden Verhältnisse von *Fredericella* natürlich auch zu der nämlichen Auffassung hinführen.

Zur Erläuterung der Figuren diene noch Folgendes.

Fig. 6, I stellt bei *Oö* die Anlage eines Oöciums im mittleren Längsschnitt dar. Das Oöcium befindet sich etwas oberhalb des ältesten Eies *o*, zwischen dem Ovarium und der Hauptknospe *A*. Durch das Wachstum der jüngeren Eier ist es bedingt, daß das älteste Ei im Lauf der Entwicklung mehr nach dem Oöcium zu vorgeschoben wird und mit ihm in Berührung tritt. Alsdann folgt eine Verwachsung des Eies mit dem Oöcium, und die Mesodermzellen des letzteren umwuchern das Ei dergestalt, daß es zwischen die beiden Blätter des Oöciums zu liegen kommt. Dieser Zustand wird uns durch Fig. 8 veranschaulicht.

Durch die Verbindung mit dem Ei wird das Oöcium zu lebhafterer Entwicklung angeregt, und namentlich die Zellen seines äußeren Blattes (*m*¹ der Figuren) schwellen mächtig an; in Fig. 8 sind sie noch vorwiegend plattenförmig, in Fig. 10, 11, 13 und den folgenden kubisch oder cylindrisch. Bis zu welchen Dimensionen sich das Oöcium selbst unter dem Einfluß des ungefurchten Eies entwickeln kann, zeigt Fig. 3, wo es eine Größe erreicht hat, die ich sonst erst auf erheblich späteren Stufen der Embryonalbildung beobachtet habe.

Wenn ich von Fig. 6 sogleich zu Fig. 8 übergang und diese als Resultat einer secundären Vereinigung von Ei und Oöcium darstellte, so geschah das nur, um einen häufig stattfindenden Vorgang anschaulich zu machen. Ich bin aber gerade bei Fig. 8 durchaus nicht sicher, daß hier wirklich ein solcher Vorgang sich abgespielt hat. Wahrscheinlicher ist es mir, daß das Oöcium unmittelbar über dem ältesten Ei seine Entstehung nahm und in ursprünglicher Verbindung mit ihm aufwuchs. Sicher ist dies ein sehr gewöhnliches Vorkommnis.

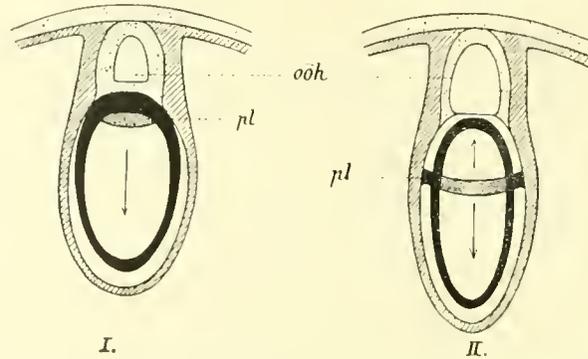
Fig. 7 stellt eine eigenthümliche Modification eines solchen Falles dar. Das Oöcium hat sich an demselben Punkte zu entwickeln begonnen, wo das älteste Ei entstand. Dieses liegt, seltsam genug, nicht zwischen den beiden Blättern der Oöciumknospe, sondern fast ganz in deren ectodermalem Theile, indem die mit x bezeichneten Zellen, die wohl nur Ectodermzellen sein können, sich von oben her unter das Ei gedrängt haben. Dagegen sind die über dem Ei gelegenen Zellen der Leibeshöhle stark abgeplattet und beulenförmig nach außen hervorgetrieben worden. Das Bild erinnert an eine auf *Plumatella* bezügliche Figur Korotneff's (89, Fig. 1 der Taf.), bietet aber im Einzelnen manches Abweichende. Ich sehe darin ein anormales Verhalten: es ist, als habe das Oöcium nicht die Kraft gehabt, das Ei zu bewältigen und gegen die Leibeshöhle hin vorzuschieben.

Bemerkenswerth ist auch der Fall Fig. 9. Hier findet sich oberhalb der zweiten Tochterknospe B^1 ein drittes knospenartiges Gebilde (X), das nach seinem Äußeren eher für ein Oöcium als eine wirkliche Knospe zu halten wäre. Es fehlt jedoch jede Spur eines Ovariums, das sich normal zwischen X und B^1 einschalten müßte. Mag man nun annehmen, daß das Ovarium noch später zur Ausbildung kommt, oder daß wir es lediglich mit einer sehr schwächlichen Knospenanlage zu thun haben (die an dieser Stelle übrigens verfrüht wäre), so lehrt doch der Fall immerhin, bis zu welchem Grade in morphologischer Hinsicht Oöcium und Knospe einander sich nähern können.

Bezüglich der weiteren Entwicklung des Oöciums werde ich mich unter Verweisung auf die Figuren hier ganz kurz fassen dürfen. Ungefähr um die Zeit, wo der Embryo zweischichtig wird, hört das active Wachsthum des Oöciums auf, und seine Wandung folgt — ausgenommen etwa die Region der Placenta — nur passiv der Größenzunahme des Embryo. Wir sehen daher von Fig. 27 (Taf. III) ab das mesodermale Blatt (m^1) des Oöciumsackes immer dünner werden, bis es zuletzt als ein äußerst zartes Plattenepithel uns entgegentritt (Fig. 31 und folgende). Dabei ruht jedoch seine Thätigkeit noch nicht ganz. Es treten vereinzelt Muskelbildungen in ihm auf, und öfters schieben sich seine Zellen, vielleicht in Folge amöboider Beweglichkeit, über einander, so daß das Epithel stellenweise doppelt erscheint.

Eine Abweichung von *Plumatella* besteht insofern, als der ectodermale Theil (ec^1) des Oöciums bei *Fredericella* sich bedeutend länger erhält: er ist in Fig. 36, Taf. IV, zwar schon im Verfall, behauptet aber doch noch ungefähr seinen alten Platz, während er bei *Plumatella* bereits vor dem Auftreten der ersten Knospen des Embryo bis auf eine dem Ectoderm der Kolonialwand anliegende Zellschicht schwindet. Die Hauptsache ist, daß bei *Fredericella* die vom Ectoderm umschlossene Oöciumhöhle (Taf. V, Fig. 38, *oöb*) noch auf späteren Stadien erhalten bleibt, bei *Plumatella* dagegen frühzeitig von dem nach oben vorwachsenden Embryo durchbrochen und beschlagnahmt wird (vgl. Braem, '97, Taf. VI, Fig. 124, und Taf. VII). Dies hängt mit der Existenz einer scheibenförmigen Placenta bei *Fredericella*, einer ringförmigen bei *Plumatella* zusammen. Indem nämlich der Embryo mit seiner ganzen vorderen Kuppe im Oöcium sich festlegt (Textfig. 1), kann seine Ausdehnung ferner nur in der Richtung nach unten erfolgen, nicht aber nach oben, da er ja dort seinen Stützpunkt hat: wenn er jedoch mittels eines unterhalb der vorderen Kuppe verlaufenden

Gürtels befestigt ist (Textfig. II), so kann er von hier aus nach zwei verschiedenen Richtungen fortwachsen, nach abwärts und aufwärts, und vermöge der letzteren Bewegung wird er die untere Wand der ectodermalen Auskleidung des Oöciums durchbrechen und in die Oöciumhöhle vordringen.



Schema der Befestigung des Embryo im Oöcium bei *Fredericella* (Fig. I) und *Plumatella* (Fig. II). Ectoderm der Kolonialwand und des Oöciums *punktirt*, Mesoderm *schräffelt*; Embryo *schwarz*; *oöh* Hohlraum der zweischichtigen Anlage des Oöciums; *pl* Befestigungszone des Embryo im Oöcium (Placenta).

Dies findet kurz vor dem Ausschlüpfen der Larve auch bei *Fredericella* statt: nach dem Zerfall der Placenta entartet das vorgelagerte Ectoderm des Oöciums (Taf. V, Fig. 39, *ec*¹), und der Embryo gelangt durch eine an der Ursprungsstelle des Oöciums durchbrechende Öffnung ins Freie. Hierüber folgen unten noch nähere Angaben.

Die **Furchung**, welche allein im Oöcium von statten geht, bietet von vorn herein bedeutsame Unterschiede gegenüber *Plumatella* dar. Ich hebe hier nur hervor, daß mit dem Mangel einer gesonderten äußeren Zone des Eies auch alle Complicationen, die sich aus dem Vorhandensein einer solchen bei *Plumatella* ergeben, bei *Fredericella* fortfallen, und daß die Furchungszellen schon auf den ersten Stadien völlig getrennt sind (Fehlen des „Mittelstückes“).

2 **Zellen**. Im Stadium der ersten Theilung ist das Ei in Fig. 10 und 11, Taf. I, dargestellt. Fig. 10 zeigt die Kernspindel als Dyaster. Die Spindelaxe liegt senkrecht zur Längsaxe des Oöciums. Im unteren Theil des Eies ist das Plasma feinkörniger als im oberen, wo die gröberen Bestandtheile sich gesammelt haben, und in dieser Beziehung herrscht ein ähnliches Verhältnis, wie es von mir für *Plumatella* wiedergegeben wurde ('97, Taf. III, Fig. 87, I und II).

Ein späterer Zustand der Theilung liegt in Fig. 11 in zwei auf einander folgenden Schnitten vor. Die Spindelaxe steht der Längsaxe des Oöciums parallel, und die beiden Theilungsproducte, die sich bereits durch eine leichte Einschnürung abgegrenzt haben, lagern sich demnach übereinander, statt, wie nach dem vorigen Stadium zu erwarten war, nebeneinander. Die obere Furchungszelle scheint etwas kleiner zu sein, in ihr haben sich auch die Chromosomen schon mehr concentrirt, der Bezirk des Kerns ist deutlich umschrieben. Eine Differenzirung des Plasmas in eine körnchenarme und eine körnchenreichere Hälfte ist nicht wahrnehmbar. Ein anderes, nicht abgebildetes Präparat zeigt nahezu gleiche Verhältnisse.

Den Zustand der vollendeten Zweitheilung zeigt Fig. 13: zwei völlig getrennte, übereinander gelagerte Furchungskugeln, von denen die obere um vieles kleiner ist als die untere; in der letzteren befinden sich zwei Nucleoli. Ähnliche Stadien habe ich mehrfach beobachtet.

Auch abweichende Bildungen kommen vor. Einmal fand ich die beiden Zellen ganz gleich an Größe: Fig. 12. Eine Grenze zwischen ihnen ist hier nicht erkennbar. Bemerkenswerth ist, daß die untere Zelle mit einem langen Zipfel das Ende des Oöciumsackes erfüllt, der weiter als sonst über den Embryo hinausragt.

3 Zellen sind in Fig. 14, Taf. II, sichtbar: eine große, mit zwei Nucleoli, liegt unten, zwei kleine, mit je einem Nucleolus, befinden sich über ihr. Über die Art und Weise, wie dieser Zustand aus dem 2-zelligen folgt, kann ich nichts Positives berichten. Ich habe ihn noch in anderen Fällen beobachtet, aber immer nur mit ruhenden Kernen.

4-zellige Stadien ganz ähnlicher Art habe ich durch drei sichere Beispiele belegen können. Sie entsprechen genau dem Bilde der letzten Figur, nur hat man sich zwischen und neben den beiden kleineren Zellen eine dritte ebensolche hinzuzudenken.

Ein abweichender Fall ist in Fig. 15 wiedergegeben. Der Nachbarsechnitt ist diesem fast gleich, aber ich kann nicht bestimmt sagen, ob im Ganzen 4 oder vielleicht nur 3 Zellen vorhanden sind. Jedenfalls sind sie an Größe unter sich nicht verschieden, so daß dieses Stadium dem von Fig. 12 nahe steht. Sogar der hintere Zipfel findet sich wieder; er enthält hier ein kernähnliches Bläschen, dem vom Hauptkern der Zelle ein kurzer Fortsatz entgegenstrebt, gerade als ob jenes Bläschen sich von ihm abgeschnürt habe. Es könnte aber auch an den Fall Fig. 7 gedacht werden, wo unter dem Ei einige, wahrscheinlich ectodermale Oöciumzellen gelegen sind. Wenn man Ähnliches hier voraussetzt, so könnte es sich um die Aufsaugung einer Ectodermzelle durch den Embryo handeln.

5 Zellen. Ein Stadium dieser Art, von dem in Fig. 16 ein Combinationsbild vorliegt, zeigt zwei große, dicht aneinander gepreßte Zellen (4, 5) am Boden des Oöciums und drei kleinere Zellen (1, 2, 3) darüber; ein Zustand, der sich unmittelbar aus dem 4-zelligen Stadium mit drei kleinen und einer großen Zelle ergibt, wenn man sich dort die große Zelle getheilt denkt (vgl. Fig. 14).

Ebenfalls 5-zellig, aber im Habitus sehr verschieden ist der Embryo in Fig. 17 (Combinationsbild). Er besteht aus vier großkernigen, dicht zusammengefügteten Zellen, die paarweise über einander liegen (1/4, 2/3), und einer unpaaren Kopfzelle (5) mit etwas kleinerem Kern, die an das Ectoderm des Oöciums grenzt. Das untere Zellenpaar entsendet einen breiten Fortsatz nach hinten, an dem beide Zellen beteiligt sind.

Rückblick. In der bisherigen Entwicklung treten uns scheinbar zwei ganz verschiedene Furchungstypen entgegen. Der weitaus häufigste Typus verläuft so, daß neben einer großen Embryonalzelle zuerst eine, dann zwei, endlich drei kleinere Zellen erscheinen, und zwar ist die große Zelle immer am Boden des Oöciums, die kleineren über ihr, nach der Mündung des Oöciums zu gelegen (Fig. 13, 14). Dann folgt durch äquale Theilung der großen unteren Zelle ein 5-zelliges Stadium mit zwei großen und drei kleinen Zellen (Fig. 16). Der andere Typus ist von vorn herein durch nahezu äquale Theilungen gekennzeichnet. Er liegt in den Figuren 12, 15 und 17 vor.

Es ist schwer, diese beiden Typen in Einklang zu bringen, und ich vermag darüber auch nichts Endgültiges zu sagen; namentlich deshalb nicht, weil ich über die Vermehrungsweise der kleinen Zellen nichts habe ermitteln können: der Zufall hat mir keine Theilungsstadien in die Hände gespielt. Daß sich die Zellen von Fig. 16 allmählich so ordnen sollten, daß ein Gebilde nach Art von Fig. 17 daraus hervorgeht, kann nicht gerade als ausgeschlossen gelten, ist mir aber auch nicht sehr wahrscheinlich. Sicher ist nur, daß früher oder später ein der Fig. 17 ähnliches Stadium erreicht werden muß, denn dieses wird durch den weiteren Verlauf der Entwicklung unzweifelhaft verificirt.

Ohne mich auf die Erörterung der verschiedenen Möglichkeiten einzulassen, möchte ich doch der Vermuthung Ausdruck geben, daß es sich bei den kleinen Zellen um inconstante und vergängliche Bildungen handeln könnte, die in Ein- oder Mehrzahl auftreten — Typus 1 — oder auch ganz fehlen können — Typus 2. Sie würden alsdann für den Aufbau des Embryo von untergeordneter Bedeutung sein, der Embryo würde vielmehr im Wesentlichen nur durch die große untere Zelle repräsentirt werden und nach ihr zu bewerthen sein; woraus denn weiterhin folgen würde, daß wir bei unserer auf die Gesamtzahl der Zellen gegründeten Rangordnung Ungleichwerthiges neben einander gestellt hätten, indem eigentlich nur die Zahl der großen Zellen den Maaßstab für die Vergleichung zu bilden hätte. So würden z. B. Fig. 13 und 14 mit je einer großen und einer und zwei kleinen Zellen als Variationen des gleichen Stadiums zu gelten haben, und Fig. 16 mit zwei großen und drei kleinen Zellen würde der Fig. 12 an die Seite zu stellen sein, obwohl da die kleinen Zellen ganz fehlen. Ebenso würde Fig. 16 nicht mit Fig. 17 zusammengehören, sondern diese letztere würde ein viel weiter entwickeltes Stadium repräsentiren. Ich würde sie unter dem hier eingenommenen Gesichtspunkt etwa aus einem Stadium mit einer großen und einer kleinen Zelle herleiten und auf die kleine Zelle die Kopfzelle 5, auf die große aber die vier unteren Zellen 1—4 zurückführen. — Beim 30-zelligen Stadium werde ich diese Dinge nochmals berühren müssen.

6—15 Zellen. Aus dem 5-zelligen Stadium, wie es in Fig. 17 vorliegt, lassen sich die folgenden, die in Fig. 18—23 dargestellt sind, ohne Schwierigkeit ableiten. Es sind lang gestreckte, wurstförmige Körper, aus dicht aneinandergesetzten, ungefähr gleich großen Zellen bestehend, unter denen nur die oberste, die Kopfzelle, eine Sonderstellung behauptet, indem sie anscheinend ungetheilt bleibt und daher die übrigen zuweilen an Größe übertrifft. Der Embryo, dessen Längsrichtung mit der des Oöciums zusammenfällt, wird unmittelbar vom äußeren Blatte desselben (*m*¹ der Figuren) umgeben, nur an seiner obersten Kuppe grenzt er an das innere, ectodermale Blatt des Oöciums (*ec*¹). Das Mesoderm des Oöciums ist kräftig entwickelt, es besteht aus großen, saftreichen, nicht selten blasig aufgetriebenen Zellen und vermittelt sicher die Ernährung des Embryo in erster Linie. Weniger kräftig ist das innere Blatt, seine Zellen sind kleiner und zeigen in der Nähe des Embryo oft deutliche Spuren des Verfalls. Möglich, daß sie direct resorbirt werden.

In Fig. 18 ist der Embryo vermuthlich 6-zellig. Die Zahl ist leider nicht endgültig festzustellen, da von den drei Längsschnitten, in die der Embryo zerlegt wurde, der letzte, tangential verlaufende, in der Serie fehlt. In den beiden vorhandenen Schnitten sind fünf Kerne deutlich zu sehen, ein sechster (Zelle 6, Kopfzelle) ist mit Sicherheit in dem fehlenden Schnitt zu vermuthen.

In dem Combinationsbilde Fig. 19 ist der Embryo 8-zellig*). Die Zellen sind nahezu gleich groß, ausgenommen die oberste, welche größer ist als die übrigen. Diese Zelle ist auch die einzige, die den ganzen Querschnitt erfüllt, während die anderen zu zweien neben einander liegen. Letzteres ist aus dem Querschnitt Fig. 20, welcher ein gleiches Stadium betrifft, ebenfalls zu ersehen.

In Fig. 21, die wiederum nach zwei Längsschnitten zusammengestellt ist, finden wir 9 Zellen vor. Die Kopfzelle 8 ist wenig markirt, nicht mehr als die Zelle 1, welche das untere Ende bezeichnet. Die mittleren Zellen 3 4, 2 9 und 6 7 liegen paarweise in drei Etagen über einander, und zwar so, daß jedes höhere Zellenpaar um 90° gegen das tiefere gedreht d. h. kreuzweise zu ihm gestellt ist (die Zellen 2/9 decken einander in der Zeichnung). In Zelle 3 ist eine Theilungsspindel gebildet, die in

*) Die Figur ist nach zwei Längsschnitten entworfen. Die Trennungsebene liegt so, daß ich bei den Zellen 3—5 nicht absolut sicher entscheiden konnte, ob es sich um halbirtre Kerne, eventuell solche mit doppelten Nucleolen (wie bei Zelle 2), oder um verschiedene Kerne handelt. Ich habe das Erste angenommen. Die Zahl 8 giebt also das Minimum der vorhandenen Zellen an.

der Querrichtung des Embryo liegt: Wenn also die Theilung vollzogen ist, so werden im Querschnitt des 10-zelligen Embryo an dieser Stelle drei Zellen vorhanden sein.

Fig. 22 — Combination aus drei Längsschnitten — hat 11 Zellen. Die Kopfzelle liegt noch als einzige im Querschnitt, während in der unteren Hälfte des Embryo 3—4 Zellen auf den Querschnitt kommen. Hier zeigt der Embryo eine bauchige Auftreibung, und diese Stelle stimmt sehr gut mit jener der vorigen Figur zusammen, wo wir durch die Theilung der einen Zelle den Querschnitt zum ersten Mal mehrzellig werden sahen. Die Zellen des unteren Endes entsenden nach hinten einen plasmatischen Zipfel, wie wir ihn ähnlich schon bei Fig. 17 beobachtet haben.

Der Fig. 23 — 15-zellig — liegen vier Längsschnitte zu Grunde, da der Embryo ziemlich stark gegen die Papierfläche gekrümmt ist. 14 annähernd gleichartige, wohl entwickelte Zellen werden von einer großen, kugelförmigen Kopfzelle (*k*) gekrönt, die sich unzweifelhaft im Verfall befindet. Im Gegensatz zu den übrigen Zellen erscheint ihr Plasma ganz hell, in Wölkehen aufgelöst, der Kern klein und dunkel, vom Nucleolus abgesehen fast homogen. Sie füllt noch immer den ganzen Querschnitt, hat sich also nicht mehr getheilt. Über ihr liegen zwei andere Zellen in noch weiter vorgerückter Entartung; ob sie dem Embryo angehören, etwa als Mikromeren, oder dem Ectoderm des Oöciums, wage ich nicht zu entscheiden, plausibler jedoch erscheint mir das Erste. Die 14 gesunden Zellen füllen den Querschnitt zu 2—3, ohne daß ein Maximum der Häufung in Form einer äußeren Anschwellung sichtbar wäre.

Da die Figuren von jetzt ab eine schwächere Vergrößerung haben — dieselbe beträgt nicht ganz die Hälfte der bisherigen —, so ist der leichteren Vergleichung wegen das eben besprochene Stadium in Fig. 23a auch in diesem neuen Maaßstab entworfen worden.

30—40 Zellen. In Fig. 24 ist ein Spandauer Embryo im größten Längsschnitt wiedergegeben. Trotz des Sprunges von 15 auf etwa 35 Zellen schließt er sich ziemlich gut an das vorige Stadium an, nur zeigt er statt einer oder eventuell dreier Kopfzellen eine größere Zahl solcher — ich zähle 11, gegenüber 23 normalen Zellen im unteren Abschnitt. Die letzteren, von denen sich eine in Theilung befindet, haben noch ganz dieselbe Anordnung wie in Fig. 23. Die Kopfzellen sind größer und viel blasser als die unteren Zellen, auch die Kerne sind größer als bei jenen; im Plasma treten Anhäufungen von stark färbbaren Körnern deutlich hervor. Ohne Zweifel fallen auch diese Zellen der Auflösung anheim, wofür auf späteren Stadien mehrfach Belege zu finden sind. In solcher Menge wie hier habe ich aber die Zellen weder früher noch später beobachtet, und ich glaube auch nicht, daß es sich um ein constantes Vorkommnis handelt, sondern um eine Bildung, die vielfachem Wechsel unterworfen ist, ja vielleicht ganz ausbleiben kann. Immerhin wäre die Frage zu stellen, wie in unserem Falle diese Zellen entstanden sind, ob durch Theilung einer oder weniger ursprünglicher Kopfzellen, oder durch Hinzutritt und Angleichung der darunter gelegenen normalen Embryonalzellen. Mit Rücksicht darauf, daß überall, wo ein histologischer Gegensatz zwischen den beiden Zellsorten vorliegt, die Grenze sehr deutlich markirt ist, und daß z. B. bei dem stark ausgesprochenen Verfall der Kopfzellen in Fig. 23 doch die darunter befindlichen Zellen noch vollkommen frisch geblieben sind, glaube ich die zweite Annahme ausschließen zu müssen, sehe also in der großen Zahl der oberen Zellen nur eine ungewöhnlich starke Vermehrung bestimmter, von vorn herein dazu ausgesonderter Elemente.

Leider habe ich für diese Entwicklungsstufe kein weiteres Material beibringen können, aber die früheren Befunde helfen uns einigermaßen über den Mangel hinweg. Wir sahen, daß die kleinen Zellen der ersten Furchungsstadien sich dem Embryo als Kopfzellen einfügten. In ihrem Auftreten war eine auffällige Inconstanz zu bemerken, die Zellen erschienen in wechselnder Zahl und zuweilen

fehlten sie ganz. Das führte zu der Vermuthung, es möchte sich bei ihnen um rudimentäre Bildungen handeln, die für den Aufbau des Embryo von keiner Bedeutung sind. Wenn sich die nämliche Inconstanz nun auch bei den Kopfzellen geltend macht, so ist das offenbar nur die Fortwirkung eines und desselben Vorganges, und beide Erscheinungen werden unter dem gleichen Gesichtspunkte zu betrachten sein. Zudem finden wir die frühere Annahme dadurch bestätigt, daß die Kopfzellen in der That der Entartung anheimfallen, in manchen Fällen schon frühzeitig, in anderen, bei kräftiger Ausbildung, erst später. An der Rudimentarität der Zellgruppe wird daher kaum zu zweifeln sein. Ich sehe in ihr ein Seitenstück zu den „Binnenzellen“ von *Plumatella*, also das primäre Entoderm, das aber bei *Fredericella*, wohl wegen der lang gestreckten Form des Embryo, nicht durch Einstülpung in die Furchungshöhle verlegt wird (Exogastrula).

Das besprochene Stadium ist auffallend kräftig entwickelt, es ist trotz der früheren Stufe größer als das nächstfolgende aus Breslau. Überhaupt waren die Spandauer Stadien meist besser genährt als die Breslauer. Damit hängt es vielleicht zusammen, daß in dem Breslauer Material, obwohl es die ganze Entwicklungsperiode umfaßt, doch die frühen Stadien sehr viel häufiger sind als die späteren: es besteht ein auffälliges Mißverhältnis zwischen der Zahl der geschlechtlichen Anlagen und der thatsächlich reif werdenden Larven. Ein großer Theil jener Anlagen muß also, sei es wegen Nichtbefruchtung oder aus anderen Gründen, allmählich ausgeschieden sein, und dieser Schluß wird auch dadurch bestätigt, daß gar nicht selten Oöcien mit augenscheinlich sterilen Eiern oder zerfallenen jungen Embryonen zur Beobachtung kommen. In dem Spandauer Material ist ein derartiger Gegensatz nicht zu bemerken.

Blastula (Pseudoblastula). In Fig. 25, Taf. III, ist der Embryo noch überall einschichtig, aber seine Form hat sich in charakteristischer Weise verändert. Der untere Theil, etwa bis zur Grenze des oberen Drittels, besteht aus gedrungenen Zellen von einem Typus, der dem bisherigen völlig gleicht. Wir gewahren ein langes Rohr mit eben erst sichtbar werdendem Hohlraum, den wir als Furchungshöhle ansprechen müssen, und der sich aus den früheren Stadien leicht herleiten läßt. Der obere Theil dagegen ist stärker differenzirt, seine Zellen sind flächenhafter entwickelt, und hier erweitert sich das Lumen des Rohrs zu einer geräumigen Höhle. Selbstverständlich entspricht dieser Abschnitt der unterhalb der Kopfzellen gelegenen Region von Fig. 24 und 23. Die Kopfzellen selbst sind aber gleichfalls vertreten, sie liegen zu 2—3 über der vorderen Wölbung des Embryo, fast in das Lumen des Oöciums hineinragend; ein ausgesprochener Verfall ist nicht constatirbar. Die Gesamtzahl der Zellen dieses Stadiums ist auf 60—65 angewachsen.

Die Bildung des Mesoderms und der Leibeshöhle. Die in Betracht kommenden Stadien sind in Fig. 26 und 27 dargestellt. Wir haben bei ihnen drei Regionen am Embryo zu unterscheiden. Die oberste und die unterste verhalten sich ganz ähnlich wie die obere und untere Region der Blastula in Fig. 25; in beiden persistirt noch die Furchungshöhle, dort als geräumige Höhle, hier, im unteren Abschnitt, als enges Lamina eines blind geschlossenen Rohres. Der mittlere Theil aber ist zweischichtig geworden, er enthält in Fig. 26 einen kegelförmigen Zellpropf (*M*) mit wandständigen Kernen und der Andeutung eines Hohlraums, der in Fig. 27 schon in voller Klarheit zu Tage tritt und die Leibeshöhle repräsentirt. Die innere Schicht selbst ist das Mesoderm.

Über die Entstehung desselben geben meine Befunde bei *Fredericella* nicht unmittelbar Auskunft. Es liegt aber eine so augenscheinliche Übereinstimmung mit den bei *Pectinatella* obwaltenden Verhältnissen vor, daß wir die dort gewonnenen Ergebnisse mit voller Sicherheit auch auf unseren Fall übertragen können. Jene an ihrer Stelle genauer zu schildernden Vorgänge vorwegnehmend,

können wir sagen, daß das Mesoderm aus einer Wucherung entsteht, welche an der oberen Grenze des von massiveren Zellen gebildeten unteren Abschnittes der Blastula (Fig. 25 bei μ) auftritt. Hier dringen einzelne Theilungsproducte der Wandzellen in das Innere der Blastula vor und formiren jenen Zellpropt. der sich dann als zweite, innere Blase der äußeren anfügt. Die Ursprungsstelle des Mesoderms liegt also an der Peripherie des Diaphragmas, welches in Fig. 27 die Leibeshöhle (*Lh*) von der Furchungshöhle (*Fh*) der obersten Region des Embryo trennt, und hier grenzen sich auch die beiden Schichten noch nicht so klar von einander ab, ihre Verbindung ist eine innigere, als weiter nach unten.

Mit seiner oberen Kuppe grenzt der Embryo nach wie vor an die innere, ectodermale Schicht (*cc*¹) des Oöciums. In dem von derselben umschlossenen Hohlraum, dem ursprünglichen Lumen der Oöciumknospe, findet man öfters entartete Zellen (Fig. 26, 29), die möglicherweise aus dem Oöcium selbst, wahrscheinlicher wohl von degenerirenden Kopfzellen des Embryo herkommen.

Das Verschwinden der Furchungshöhle und die Ausbildung der Placenta. Obwohl die Stadien Fig. 28—30 dem zuletzt besprochenen zeitlich nicht allzu fern stehen mögen, hat sich doch in der Gesamtform des Embryo eine auffällige Wandlung vollzogen. Aus der lang gestreckten Gestalt ist er in eine rundliche, in Fig. 29 fast kugelförmige übergegangen, so daß die Form der Larve schon im ungefähren Umriß zum Ausdruck kommt.

Der Hohlraum dieses Gebildes wird vornehmlich durch die von Mesoderm ausgekleidete Leibeshöhle (*Lh*) repräsentirt. Der untere Theil der Furchungshöhle (Fig. 27, *u Fh*) ist ganz verschwunden, das mesodermale Epithel hat sich auch im Bereiche des hinteren Zipfels von Fig. 27 eng an das ectodermale Blatt angelegt. Dieser Zustand scheint das Ergebnis zweier verschiedener, aber Hand in Hand arbeitender Vorgänge zu sein: Erstens wird er auf einem Vordringen des Mesoderms beruhen, zweitens aber darauf, daß sich der hintere Zipfel des Embryo zusammenzieht und so dem fortwachsenden Mesoderm bis zur endlichen Berührung entgegenkommt. Die letztere Annahme wird uns durch die in Betracht kommenden Stadien geradezu aufgezwungen. Wir finden überall das Ectoderm am unteren Ende des Embryo bedeutend verdickt, die Zellen sind hier ausgesprochen cylindrisch, wie wenn sie durch gegenseitigen Druck comprimirt wären, und sie stehen dadurch im Gegensatz zu den Seitenwänden des Embryo, wo sie ungefähr den früheren Typus bewahrt haben, ja in Folge der Ausdehnung der Leibeshöhle stellenweise erheblich flacher geworden sind. Sodann bemerken wir am Oöcium hinterwärts einen seltsamen Zipfel (*z*), der in den Figuren so gezeichnet ist, wie er sich aus den benachbarten Schnitten ergibt. Es handelt sich um ein stark gekrümmtes bruchsackartiges Gebilde, das in Fig. 30 in der Mitte des Hinterendes, in Fig. 28 und 29 mehr seitwärts dem den Embryo umschließenden Körper des Oöciums ansitzt und fast wie ein Schwanzanhang erscheint. Es besteht aus voluminösen Zellen des mesodermalen Oöciumblattes und enthält ein kleines, augenscheinlich durch den Collaps der Wandung verengtes, übrigens leeres oder nur mit einigen Plasmaflocken erfülltes Lumen. Die compacte Form der Zellen sticht auffällig ab gegen das gedehnte Epithel im Umkreise des Embryo. In Fig. 29 springt das äußere Blatt des Embryo mit einer stumpfen Spitze gegen das Lumen des Anhangs vor. Alles dieses, das Auftreten und die Form des Zipfels, erklärt sich bequem aus der Annahme, daß wir es hier mit dem ursprünglichen Hinterende des Oöciums zu thun haben, aus dem sich der Embryo wie aus einer Matrice herauszog, um so die in seinem untersten Abschnitt restingende Furchungshöhle zu verdrängen.

Es mag gleich erwähnt werden, daß dieser Oöciumanhang noch auf den spätesten Embryonalstadien nachweisbar ist, so beispielsweise im Stadium Taf. IV, Fig. 36 und Taf. V, Fig. 38, wo er als

hohler Schlauch dem Oöcium in der Höhe der embryonalen Duplicatur ansitzt (in den Figuren ist er nicht sichtbar). Dies ist seine gewöhnliche Stelle, zu der er im Verlauf des Wachstums scheinbar emporrückt; thatsächlich behält er jedoch seinen ursprünglichen Platz, und nur der Embryo dehnt sich, das Oöcium erweiternd, nach hinten aus. Selten verliert sich der Anhang frühzeitig, so fehlt er z. B. in Fig. 31. Eine besondere Function hat er später nicht auszuüben.

In ähnlicher Weise wie der untere Hohlraum wird auch der obere Abschnitt der Furchungshöhle (Fig. 27, *Fh*) allmählich zum Verschwinden gebracht. Hier aber gestalten sich diese Vorgänge complicirter, indem sie zugleich die Bildung der scheibenförmigen *Placenta* vermitteln.

In Fig. 28 und 29 ist die obere Furchungshöhle noch deutlich erkennbar. Sie ist von der Leibeshöhle durch das mesodermale Diaphragma getrennt, das sich, entsprechend der Formveränderung des Embryo, gegenüber Fig. 27 bedeutend vergrößert hat. Dasselbe mag übrigens, da den Mesodermzellen als Muskelbildnern wahrscheinlich schon jetzt eine gewisse Contractilität innewohnt, der oberen Ectodermkuppe im Leben etwas näher angefügt gewesen sein als es im conservirten Zustande der Fall ist; immerhin kann diese Verbindung nur eine ganz lockere gewesen sein. In Fig. 30 fehlt das Diaphragma überhaupt und die Furchungshöhle communicirt mit der Leibeshöhle, sei es nun, daß dieser Zustand ursprünglich bestanden hat oder erst durch Zerreißen des allzu straff gespannten Diaphragmas herbeigeführt worden ist.

Unzweifelhaft findet von Seiten des Leibeshölenepithels eine Wachstumsbewegung gegen die obere Kuppe statt, wodurch hier unter Verdrängung des oberen Hohlraums eine Vereinigung der beiden Embryonalblätter angebahnt wird. Wirksamer dürfte jedoch die Contraction der Kuppe selbst sein. Die Zellen derselben rücken zusammen, ihre Form wird gedrungen. Auch häufen sie sich stellenweise so, daß mehrschichtige Verdickungen entstehen (Fig. 28, 29, *pl*), oder es bilden sich Faltungen (Fig. 30, *pl*), die ich nicht auf bloße Verschiebung schon vorhandener Zellen, sondern auf eine fortschreitende Zellvermehrung zurückführe, obwohl ich Theilungen nicht gerade beobachtet habe. Zugleich aber vollzieht sich eine überaus feste und innige Verbindung dieser Embryonalzellen mit den anliegenden Zellen des Oöciums, und zwar weniger mit dessen ectodermalem Theile, als vielmehr mit seinem äußeren, mesodermalen Blatte (*m*¹). Diese Verbindung ist eine so enge, und es findet dabei eine solche Angleichung der beiderseitigen Zellformen statt, daß es mir nur selten gelungen ist, mit völliger Sicherheit die Grenzlinie festzustellen, wo der embryonale Antheil von dem uterinen sich scheidet. Soviel ist gewiß, daß hier ein Mischgewebe aus den genannten beiden Bestandtheilen vorliegt, und es kann nicht zweifelhaft sein, daß dasselbe bei der Ernährung des Embryo und insbesondere seiner ersten Knospe eine Rolle spielt, daher es mit vollem Recht als „Placenta“ zu bezeichnen ist.

Wenn ich nun, wie gesagt, die beiden ursprünglich verschiedenen Theile der Placenta auch nicht ganz bestimmt gegen einander abzugrenzen vermoehte, so habe ich doch mit großer Wahrscheinlichkeit die Regionen ermitteln können, wo die eine oder die andere Zellsorte vertreten ist. Dabei ergab sich, daß das Mesoderm des Oöciums seine Zellen immer nur von einer Seite her gegen die Kuppe des Embryo vorschickt, hier freilich in weitem Umfange des Querschnitts. Welche Seite das ist, darin habe ich keine bestimmte Regel erkennen können, und ich kann auch nicht sagen, ob sich in diesen Wucherungen etwa eine Reminiscenz an die frühere Entwicklung des Oöciums ausspricht, die ja ehemals vermuthlich der eines Polypides noch ähnlicher war.

Indem ich mich anschicke, diese Verhältnisse an der Hand der Figuren zu erläutern, will ich bemerken, daß die gezeichneten Grenzen überall wirklich gegebene sind, und daß nur die Tönung

des Embryo und der Placenta etwas tiefer genommen ist als die des Oöciums. Dies schien mir des leichteren Verständnisses wegen nöthig. Übrigens färben sich die frischen Gewebe des Embryo thatsächlich dunkler als die alternden Zellen des Oöciums.

Von den Figuren 28—30 stellt sich die erste als die früheste Stufe der Entwicklung dar. Sie ist in zwei Schnitten vertreten, welche durch einen dazwischenliegenden getrennt sind. In beiden Schnitten sieht man rechterseits vom Oöciumhalse eine Mesodermfalte (*s*), welche, wie auch bei *Plumatella*, regelmäßig zwischen dem Oöcium und dem übergeordneten Polypide *A* (im Schnitt I bei *dm* dessen Duplicatormuskeln) aufzutreten pflegt. Rechts davon liegt bei *mc* eine Verdickung des äußeren Knospenblattes, die in Schnitt I die Form einer einfachen Falte hat, in Schnitt II aber schon zu einem umfangreicheren Gebilde geworden ist. In demselben hat sich hier eine Gruppe von großkernigen Zellen abgegrenzt, die sich mit breiter Fläche an die obere Kuppe des Embryo anlegt, und zwar so eng, daß hinsichtlich einzelner Zellen Zweifel entstehen können, ob sie zum Embryo oder zum Oöcium gehören. Es ist sogar nicht absolut ausgeschlossen, daß auch die Verdickung der Embryonal-kuppe in Schnitt I in ihrem oberen Theile noch Ausläufer der Basalfläche der mesodermalen Zellgruppe enthält. Daß diese selbst dem Oöcium und nicht dem Embryo entstammt, das zeigt der Schnitt II mit vollkommener Deutlichkeit. Nicht bloß die Lage innerhalb der Verdickung spricht dafür, sondern vor Allem der Umstand, daß die Zellen der Gruppe an einer Stelle, nämlich unter dem Septum *s* die unmittelbare äußere Begrenzung des Oöciums bilden.

Das nächste Stadium ist Fig. 30. Der Embryo liegt im Medianschnitt vor, während der Hals-theil des Oöciums nur seitlich getroffen ist. Der Vorsprung *pl* gehört zweifellos der Embryonal-kuppe an. Die Zellen *pl*¹, links davon, sind dem Mesoderm des Oöciums zuzuschreiben. Sie tragen ganz deutlich den Charakter einer gegen den Embryo vorgeschobenen, beinahe knospenartigen Wucherung, die sich stellenweise bereits vom Muttergewebe abgegrenzt hat, dem Embryo aber wieder mit breiter Fläche sich anschmiegt. Die beiden Bestandtheile der Placenta lassen sich hier verhältnismäßig noch gut auseinanderhalten.

Viel weiter gediehen ist die Verschmelzung in Fig. 29, wo eine scharfe Scheidung des embryonalen und uterinen Antheils nicht mehr möglich ist. Nur soviel läßt sich, auch nach Ausweis der Nachbarsechnitte, mit Sicherheit sagen, daß die Zellen *pl* dem Embryo, die Zellen *pl*¹, soweit sie im Bereich des hier sichtbaren Höckers gelegen sind, dem Oöcium angehören. Dieser Höcker entspricht ganz der Wucherung *pl*¹ in Fig. 30, nur hat jene sich jetzt auch an ihrer Ursprungsstelle deutlicher vom Mutterblatte gesondert. Von den zwischen *pl*¹ und *pl* gelegenen Zellen wage ich nichts Bestimmtes zu sagen. Auf den nächsten Schnitten ist der Höcker durch eine scharfe Grenzlinie von diesen Zellen geschieden, doch ist die Möglichkeit, daß auch sie vom äußeren Blatte des Oöciums herkommen, damit nicht ausgeschlossen.

In Fig. 31 ist der Embryo erheblich gewachsen. Die obere Furchungshöhle ist bis auf eine winzige Lücke (*Fh*) verschwunden, das Leibeshöhlenepithel hat sich der oberen Kuppe fast in ihrer ganzen Ausdehnung angefügt. Das äußere Oöciumblatt (*m*¹) ist im Allgemeinen dünner geworden, nur in der Region der Placenta bestehen die früheren Verhältnisse noch ziemlich unverändert. Hier kommen gelegentlich auch Zelltheilungen vor. Die Placenta selbst stimmt im Wesentlichen mit der von Fig. 29 überein. Die Zellen *pl* halte ich für fötal, die links davon, bei *pl*¹ gelegenen, die im Farbenton von den benachbarten Mesodermzellen des Oöciums nur wenig verschieden sind, rechne ich dem Oöcium zu. Wo beide Zellsorten aneinandergrenzen, muß ich zweifelhaft lassen, doch scheint es etwa in der Verlängerung der Grenzlinie zwischen dem Ecto- und Mesoderm

des Oöciums zu geschehen (der Leitstrich cc^1 kreuzt diese Linie). In einigen mehr seitlich gelegenen Schnitten tritt übrigens die Zweitheiligkeit der Anlage deutlich zu Tage.

Mit diesem Stadium hat die Placenta ungefähr den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht. Sie wird weiterhin, wie wir sehen werden, mehr und mehr reducirt und augenscheinlich theilweise vom Embryo aufgebraucht, der namentlich bei der jetzt beginnenden Knospenbildung einen starken Zufluß an Nährstoffen nöthig hat. Wir haben demnach die Placenta in erster Linie als ein Ernährungsorgan zu betrachten. Unter diesem Gesichtspunkte wollen wir nun auch die histologische Seite ihrer Entwicklung ins Auge fassen.

Die Veränderungen, welche die Uteruszellen bei ihrem Übergang in die Placenta erleiden, bestehen im Wesentlichen in einer Vergrößerung ihres Kerns, insbesondere auch des Nucleolus, der mitunter zwiefach vertreten ist. Die Kerne sind rund, zuweilen beobachtet man aber auch lappige Formen, wie in Fig. 29a, wo ein Kern aus der Wölbung des Höckers p^1 der Hauptfigur nach dem folgenden Schnitte wiedergegeben ist. Man darf daraus wohl auf eine erhöhte Thätigkeit der betreffenden Zellen schließen. Im Allgemeinen findet eine vollständige Angleichung der uterinen Placentazellen an die fötalen statt, die ihrerseits den Typus der gewöhnlichen Embryonalzellen zur Schau tragen. Diese charakterisiren sich in der Ruhe gleichsam noch als verkleinerte Eizellen, sie enthalten einen großen, rundlichen bis ovalen Kern, der ein oder zwei Nucleolen und vorwiegend peripher gelagertes Chromatin in lockerer Fügung besitzt, daher er vergleichsweise hell bleibt. Es sind Zellen im Zustande der Nahrungsaufnahme, und so deute ich mir auch die Function der Placentazellen, die in der Hauptsache als Nährkammern aufzufassen sein mögen, aus denen der Embryo späterhin seinen Bedarf deckt.

Indessen können wir doch wohl noch etwas weiter gehen, wenn wir die Betheiligung des mesodermalen Oöciumblattes an der Placenta in Betracht ziehen. Das Epithel der Leibeshöhle, dem ja die äußere Schicht des Oöciums ebenfalls angehört, vermittelt im ganzen Organismus die Ernährung der von ihm unkleideten ecto-entodermalen Gewebe. Die vom Darm aufgenommenen und verdauten Nährstoffe werden in die Leibeshöhle diffundirt und vermischen sich hier mit der hämolymphatischen Flüssigkeit, die durch den Cilienbelag des mesodermalen Epithels in beständiger Bewegung erhalten wird. In den Tentakelkronen wird diese Flüssigkeit zugleich einem Gasaustausch mit dem umgebenden Wasser unterworfen, und so dient sie einerseits der Athmung, andererseits der Ernährung der von ihr gespülten Gewebe. Das aber sind zunächst lediglich die mesodermalen. Den tiefer liegenden Schichten kommt die Hämolymphe ausschließlich durch Vermittelung dieser mesodermalen Auskleidung der Leibeshöhle zu Gute, deren Zellen also überall eine zuleitende Function haben. Die gleiche Function üben sie natürlich auch in Gestalt des äußeren Oöciumblattes aus, und hier ist es der von demselben umschlossene Embryo, der dabei profitirt. Bei der Placentabildung rücken nun einige dieser zuleitenden Oöciumzellen resp. ihre Theilungsproducte in die Tiefe und gewinnen einen so engen Anschluss an den Embryo, daß eine sichere Grenzbestimmung in den meisten Fällen nicht mehr möglich ist. Auch sie erhalten dann die Hämolymphe nicht mehr aus erster Hand, sondern durch Vermittelung der an die Oberfläche des Oöciums grenzenden Schwesterzellen, und damit mag die Veränderung ihrer Kerne zusammenhängen. Es ist aber doch wohl anzunehmen, daß diese Zellen sich das Vermögen, die empfangenen Stoffe weiterzuleiten, in gewissem Grade bewahrt haben, und daß sie es jedenfalls in höherem Grade besitzen als etwa die Embryonalzellen selbst. So mögen denn durch die Betheiligung des äußeren Oöciumblattes an der Placentabildung Ernährungsbahnen geschaffen werden, durch welche das Lebenswasser des Organismus dem Embryo

in besonders wirksamer Weise zugeführt und dieser in der anspruchsvollsten Periode seiner Entwicklung kräftig unterstützt wird. Dieser Annahme kann auch das Auftreten von gelappten Kernen in dem uterinen Theil der Placenta zur Stütze dienen, da solche Kerne gerade für secernirende Zellen charakteristisch sind.

R ü c k b l i c k. Die geschilderten Vorgänge sind zum Theil so eigenartig, daß eine Gegenüberstellung mit *Plumatella* wünschenswerth scheinen muß.

Die Bildung des Mesoderms und der Leibeshöhle bietet an und für sich keine Schwierigkeiten, da sie im Wesentlichen mit der von *Plumatella* übereinstimmt. Dagegen bedarf das zeitweilige Persistiren der oberen und unteren Furchungshöhle einer Besprechung.

Was die untere Furchungshöhle betrifft (Fig. 27, *u Fh*), so besteht diese als „Pseudoblastulahöhle“ auch bei *Plumatella*. Ihr Verschwinden kann dort auf zwei Wegen zu Stande kommen. Erstens, und dies ist nach meinen Beobachtungen der minder häufige Fall, durch Fortwachsen des mesodermalen Blattes nach hinten bei gleichzeitiger Zusammenziehung des Ectoderms, also auf ähnliche Weise wie bei *Fredericella*. Zweitens dadurch, daß der hintere Theil der ectodermalen Wandschicht bis zu dem mesodermalen Diaphragma sich abschnürt und zu Grunde geht. Dieser Vorgang findet bei *Fredericella* keine Parallele. Ich habe ihn durch die Thatsache zu motiviren gesucht ('97, S. 50 f.), daß in der Pseudoblastulahöhle das rudimentäre Entoderm, das bei *Plumatella* noch eingestülpt wird, seine Stelle hat, und daß mit dem Entoderm auch das zugehörige Ectoderm dem Verfall preisgegeben wird. Dadurch, daß das Entoderm zuweilen ganz unterdrückt wird, erklärte ich das gelegentliche Ausbleiben der Abschnürung; mit der Ursache unterblieb auch die Wirkung. Da bei *Fredericella* das Entoderm nicht nach innen verlegt wird, so ist dieselbe Erklärung für das Ausbleiben jeder Zerfallserscheinung auch hier anwendbar.

Die obere Furchungshöhle (Fig. 27, *Fh*), die ebenso wie bei *Fredericella* auch bei *Pectinatella* auftritt, war bei *Plumatella* nie constatirbar. Das Mesoderm legte sich von vorn herein fest an die obere Kuppe an. Nur insofern zeigte sich ein Anklang an die Verhältnisse von *Fredericella*, als auch bei *Plumatella* das Mesoderm etwas unterhalb der oberen Kuppe seinen Ursprung nahm, so jedoch, daß nur ganz wenige Zellen derselben, und nur in der allerfrühesten Phase der Mesodermbildung, dabei unbetheiligt blieben. Daß das Verhalten bei *Fredericella* mit der Placentabildung zusammenhängt, die ja durch den obersten, die Furchungshöhle enthaltenden Abschnitt des Embryo vermittelt wird, ist klar. Aber ist die Placentabildung die Ursache dieses Verhaltens? Das scheint mir nicht glaublich. Indessen finde ich keine zufriedenstellende Lösung, wenigstens keine, die ich einigermaßen sicher begründen könnte. Ich muss es bei dem Hinweis auf das Problem bewenden lassen.

Daß bei *Plumatella* statt der scheibenförmigen Placenta eine ringförmige vorliegt, ist schon früher (S. 9 f.) erwähnt worden. Glücklicherweise zeigen uns die Befunde bei *Plumatella* den Weg, wie diese Verschiedenheit zu erklären ist. Es findet sich nämlich auch dort auf frühen Stadien der Fall, daß die ganze vordere Kuppe des Embryo mit dem Oöcium verwächst, aber die Verwachsung hält sich in völligem Umfange nur kurze Zeit, sie persistirt nur an ihrer Peripherie und hier bildet sie die definitive Placenta (Braem, '97, S. 48). Die ringförmige Placenta stellt sich demnach als eine bloße Modification der scheibenförmigen dar, die nun freilich nicht mehr in erster Linie als Ernährungsorgan, sondern zur Befestigung des Embryo im Oöcium dient. Auch bei *Plumatella* gehen die Placentazellen später zu Grunde.

Die ringförmige Placenta scheint eine Eigenthümlichkeit der Plumatellen zu sein. Bei *Pectmatella* ist die Placenta scheibenförmig wie bei *Fredericella*, und ebenso verhält sich nach Jullien ('90, S. 375 f.) und Davenport ('91, S. 70) *Cristatella*.

In meiner *Plumatella*-Arbeit (S. 85) habe ich ausgeführt, daß ich die Placentabildung der Phylactolämen resp. die Befestigung des Embryo im Oöcium als Homologon der definitiven Festsatzung der Gymnolämenlarve betrachte, und ich bin in dieser Deutung seither nur bestärkt worden.

Die Bildung der ersten Knospe und die Auflösung der Placenta. Obwohl der Embryo in Fig. 31 bereits einen beträchtlichen Umfang erreicht hat, ist doch eine Knospe noch kaum bemerkbar; nur die auffällige Verdickung der inneren Schicht bei *A* spricht dafür, daß wir es hier mit der ersten Anlage einer Knospe zu thun haben. Zur Gewißheit wird dies durch den Vergleich mit Fig. 33, Taf. IV, wo an der nämlichen Stelle, weit unterhalb der oberen Kuppe, eine ganz charakteristische Knospenanlage (*A*) zu Tage getreten ist, bestehend in einer Verdickung der beiden Embryonalblätter, von denen das innere das kräftiger entwickelte ist. Obwohl die Blätter sich hier schon zu einer so wichtigen Arbeit vereinigt haben, sind sie doch an der oberen Wölbung noch nicht fest mit einander verbunden, vielmehr lassen sie zwischen sich einen breiten Spalt (*Fl*), der die obere Furchungshöhle bezeichnet, mag dieselbe auch erst bei der Conservirung so weit sich geöffnet haben. Darüber sieht man in der Figur nur die zusammengezogene Kuppe, als Grundlage der embryonalen Placenta. Der uterine Theil der Placenta zeigt sich erst in den Nachbarschnitten, wo er von der Seite der Knospe her gegen die Embryonalkuppe andringt, also umgekehrt wie in Fig. 31.

Eine spätere Phase der Knospenbildung finden wir in Fig. 32, also auf einem Stadium, das in der Größe erheblich hinter den beiden vorerwähnten zurückbleibt. Solche Unterschiede dürfen uns nicht überraschen, da auch bei *Plumatella fungosa* sowohl der Zeitpunkt der Knospenbildung, wie auch die Größenverhältnisse der Larven in sehr weiten Grenzen schwanken (Braem, '97, S. 52 u. 64 f.). Von dem Stadium sind in Fig. 32 zwei Schnitte wiedergegeben, der eine (I) ist der Medianschnitt, der andere (II) folgt darauf als zweitnächster, liegt also schon mehr seitwärts. In beiden ist bei *pl* der fötale Theil der Placenta oder, was dasselbe ist, die zusammengezogene obere Kuppe des Embryo getroffen, und zwar in Schnitt I in ihrer größten Breite, in II nur noch am Rande. Den uterinen Theil der Placenta sieht man in diesen Figuren nicht, er tritt erst auf der anderen Seite des Medianschnittes zu Tage. Die Schnittrichtung verläuft nämlich hier ungefähr senkrecht zu der von Fig. 31, wo man, von links nach rechts vorschreitend, zuerst nur den uterinen Theil der Placenta (*pl*¹) antrifft, dann, in der Mitte, den fötalen (*pl*), endlich die Region der Knospe (*A*). Ganz so ist es in unserem Falle mit den einzelnen Schnitten der Serie.

Die Knospe ist nun in Schnitt II in ihrer tiefsten Einsenkung getroffen, und zwar etwas schräg, aber vorwiegend frontal. Sie ist nach vorn und rückwärts jederseits noch auf zwei Schnitten deutlich erkennbar, im Schnitte I sieht man bei *A* die nach der Mitte gewandte Fläche ihres äußeren Blattes (inneres Embryonalblatt). Ihr Ursprungspunkt liegt am Rande der oberen Wölbung des Embryo und an der Peripherie des embryonalen Theils der Placenta, etwas höher als in Fig. 31 und 33, aber immer noch excentrisch. Dies gilt allgemein, wenigstens für alle von mir beobachteten Fälle: Immer befindet sich die erste Andeutung der Knospe ziemlich weit unterhalb des Embryonalscheitels, dann rückt sie, in Folge der fortgesetzten Zusammenziehung desselben, nach oben an die Placenta heran. Dagegen ist ihre Orientirung zum uterinen Theil der Placenta etwas Nebensächliches, die Knospe kann ebenso gut dicht unter demselben, wie an der von ihm abgewandten Seite des Embryo

ihre Entstehung nehmen. Bei Fig. 31 und 32 trifft, wie schon betont wurde, das Letztere zu, bei Fig. 33 das Erste.

Die Knospe entsteht also, wie bei *Plumatella*, aus einer Verdickung und nachfolgenden Einwärtswucherung („Einstülpung“) beider Blätter des Embryo, und zwar macht sich, nach Fig. 31 und 33, die Verdickung des inneren Embryonalblattes zuerst geltend. Sonst ist über den Verlauf der Knospung nichts zu erwähnen, sie vollzieht sich ganz wie im ausgebildeten Stocke. Schon in Fig. 32 zeigt sich ein Gegensatz zwischen den jugendlichen Knospenzellen und den darübergelegenen ectodermalen Deckzellen, die etwas blasser erscheinen (Schnitt II, unterhalb *pl*). Die Placenta wird durch die Entwicklung der Knospe nicht sichtbar beeinflusst, nur daß sie mit ihren Säften zur Ernährung des Embryo beisteuert. In Fig. 32, I scheint sich eine Abschnürung der Placenta vom bleibenden Embryo anzubahnen, die jedenfalls später durchgeführt wird: Nur die unmittelbar an das innere Embryonalblatt grenzenden Zellen des äußeren verbleiben der Larve, die Placentazellen entarten.

Ein weiter entwickeltes Stadium liegt in Fig. 34, I—III, in drei Schnitten vor. In Fig. 34 a ist es noch einmal bei schwächerer Vergrößerung abgebildet. Schnitt I ist durch einen Schnitt vom zweiten, dieser durch zwei Schnitte vom dritten getrennt; III liegt am meisten median, I am meisten seitwärts. Die Schnitte verlaufen in der Längsrichtung des Embryo und haben die Knospe halb frontal und halb quer getroffen, da diese vom Rande der oberen Embryonalwölbung her schräg gegen die Mitte derselben gerichtet ist. Die Knospe hat die Form eines rundlichen Sackes. Schnitt I geht durch die Mündung des Sackes, Schnitt III liegt seinem unteren Ende am nächsten. Was die Placenta betrifft, so ist in Schnitt I nur der uterine, dem äußeren Oöciumblatt angehörige Theil getroffen, unter dem die Knospe hier ihren Ursprung genommen hat. In Schnitt I sieht man bei *pl*¹ nur den uterinen Theil, in II und III bei *pl* auch den fötalen, und zwar ist dieser in III ungefähr in der Mitte, also in seiner größten Breite getroffen. Er steht hier noch in enger Verbindung mit den dem Embryo verbleibenden Ectodermzellen, von denen sich die uterinen Placentazellen schon deutlich geschieden haben. Auch zwischen den beiden Theilen der Placenta selbst ist eine Lockerung eingetreten, in Schnitt II sind sie durch eine nur oberseits überbrückte Lücke getrennt, in der einige schwer definirbare Gewebsreste enthalten sind. Die Lücke ist auch noch in Schnitt III (bei *) kenntlich. Vielleicht ist sie als Saßraum zu deuten.

In Fig. 35 ist ein späteres Stadium im Maßstabe von Fig. 34 a vorgeführt. Es bietet nichts wesentlich Neues. Die Knospe ist größer geworden. Der uterine Theil der Placenta ist nicht mehr als geschlossene Zellmasse nachzuweisen, es scheint, daß er sich im äußeren Blatte des Oöciums, dem er ursprünglich zugehörte, allmählich wieder verliert.

Einen weiteren Fortschritt zeigt Fig. 36. Die Hauptfigur giebt die Gesamtansicht des Zweiges im Medianschnitt wieder, der glücklicherweise auch die Knospe des Embryo median getroffen hat. Das Polypid *A*, in dessen Leibesraum das Oöcium liegt, befindet sich im Zerfall, ein häufiges, aber nicht regelmäßiges Vorkommnis, das auch bei *Plumatella* stattfindet (Braem, '97, S. 62). An dem Embryo, dessen oberer Theil in Fig. 36 a stärker vergrößert ist, hat sich die Duplicatur (*D*) zu bilden begonnen. Die Knospe hat sich in typischer Weise, ganz wie es im Stocke der Fall ist, weiterentwickelt. Es ist ein Gegensatz zwischen den eigentlichen Knospenzellen und den darüber befindlichen ectodermalen Deckzellen constatirbar, wie er auch schon in Fig. 32, Taf. III, bestand: Das Plasma der Deckzellen ist etwas blasser, die Knospenzellen erscheinen compacter und jugendlicher. Zwischen den Deckzellen und dem Ectoderm des Oöciums (*ec*¹) liegt der fötale Theil der

Placenta, die ehemalige obere Kuppe des Embryo (*pl*). Ihre Zellen sind noch weniger gefärbt als die Deckzellen, sie erscheinen wie ausgelaugt und betheiligen sich jedenfalls nicht direct am Aufbau des jungen Thieres. Von der uterinen Placenta ist nichts mehr sicher zu erkennen, doch könnte man einzelne großkernige Zellen des mesodermalen Oöciumblattes dafür in Anspruch nehmen. Wie schon erwähnt, vermute ich, daß sie diesem Blatte verbleibt, wenn sie ihre Rolle als Placenta ausgespielt hat. Daß sie der Zellgruppe *pl* beigemischt sei, ist mir weniger wahrscheinlich.

Die Knospe ist jetzt scheinbar in die Mitte der oberen Embryonalwölbung gerückt. Dies ist aber mehr der allgemeinen Ausgestaltung des Embryo zuzuschreiben als wirklichem Ortswechsel. Sieht man genau zu, so liegt die Knospe noch immer unterhalb des Randes der Placenta, nicht unterhalb ihrer Mitte, sie hat also den Platz von Fig. 32 behalten. —

Um über das Schicksal der Placenta hier gleich Abschließendes mitzutheilen, so sei unter Hinweis auf Fig. 38, Taf. V, betont, daß auch der fötale Theil, der noch in Fig. 36 als geschlossene Zellmasse sichtbar ist, einer vollständigen Auflösung entgegengeht. In Fig. 38 füllt er als wolkige Zerfallsmasse den Raum zwischen dem Embryo und der unteren Wand der ectodermalen Oöciumhöhle (*oöh*). Bald darauf schwindet auch diese Wand, und die Oöciumhöhle tritt dann in offene Verbindung mit dem Embryonalraum des Oöciums (Fig. 39), ein Zustand, der bei *Plumatella* schon auf einer viel früheren Stufe der Entwicklung eintritt. Es scheint sogar, als ob die aus dem Zerfall resultirenden Gewebsreste von dem Hauptpolypid des Embryo verschluckt würden und die erste feste Nahrung desselben bildeten. Wenigstens ist in Fig. 39 der Darm des Polypides von einer Zellmasse erfüllt, deren Herkunft ich mir am ehesten auf diese Weise erklären kann.

Weitere Ausgestaltung des Embryo. Die Veränderungen, welche vom Stadium der Fig. 36 zur fertigen Larve führen, entsprechen in allem Wesentlichen so sehr denen von *Plumatella*, daß ich sie nur kurz zu erwähnen brauche. Sie bestehen in dem Fortwachsen der Duplicatur (Fig. 36—39, *D*), in der Ausbildung des Wimperkleides, welches den unteren Theil des Embryo und die äußere Wand der Duplicaturfalte umfaßt, in der weiteren Differenzirung der am Grunde von der Duplicatur umschlossenen, die definitive Leibeswand liefernden oberen Hälfte des Embryo und in der Ausgestaltung der Knospe selbst. Die Bildung der Tochter- und Enkelknospen wird in dem Abschnitt über die Larve behandelt werden. Hier sei nur noch auf das außerordentlich starke Wachstum hingewiesen, welches der Embryo in dieser Periode erfährt und das durch die Figuren 36, 38 und 39 veranschaulicht ist. In der letzten Figur ist der größte Embryo dargestellt, den ich gefunden habe, er steht unmittelbar vor dem Ausschlüpfen, das in anderen Fällen schon weit früher erfolgt. Auffällig ist auch die lang gestreckte Form des Embryo, die sich der Bauart des *Fredericella-Stockes* stilgerecht einfügt, aber im Gegensatz steht zu der mehr rundlichen Form bei *Plumatella jungosa* und *repens*, wo sie wiederum gut mit der gedrungeneren Bauart dieser Kolonien übereinstimmt. Die Streckung kommt bei *Fredericella* vornehmlich dadurch zu Stande, daß sich der Embryo mit seinem vorderen Theile nicht wie bei *Plumatella* unter der Duplicatur verbirgt, sondern weit aus derselben hervorragt. Erst bei der ausgeschlüpften Larve contrahirt sich dieser Abschnitt so, daß er von der Duplicatur bedeckt wird, der Darm krümmt sich, und die Larve, ganz vom Flimmermantel umhüllt, erscheint länglich rund wie die Larven der *Plumatellen*.

Während sich aber einerseits die Larve den räumlichen Verhältnissen des Cystides anpasst, kommt andererseits auch dieses dem Bedürfnis der Larve entgegen. Die Zweige, welche reife Embryonen enthalten, sind viel breiter, richtiger gesagt höher, als die gewöhnlichen, sie sind keulenförmig verdickt, und man kann sie daran bei genauem Zusehen oft schon mit bloßem Auge erkennen.

Fig. 39 bringt die charakteristische Form eines trächtigen Zweiges gut zum Ausdruck. Wie sich ein solcher Zweig im Querschnitt verhält, ist in Fig. 40, I—IV, dargestellt. Das Stadium des Embryo ist hier etwas jünger als in Fig. 38. Schnitt I zeigt die Mündung des Oöciums, bei *d* ist der Halstheil des Mutterpolypides, umgeben von den Duplicaturmuskeln, getroffen. Schnitt II liegt ein wenig tiefer, bei *s* sieht man das oberhalb des Oöciums befindliche Septum (vgl. Fig. 38, 39, *s*). Schnitt III geht durch den oberen, polypidtragenden Theil des Embryo, Schnitt IV durch das Embryonaleystid (Flimmermantel). Man erkennt die starke seitliche Abflachung des Zweiges, und wie der anfänglich dreieckige Querschnitt (IV) allmählich in einen länglich ovalen übergeht. Die schmale Basis des Dreiecks im IV. Schnitt ist die Unterseite (Oralseite), welche bei kriechenden Zweigen auf dem Podium ruht; die Spitze des Dreiecks entspricht der scharfen oberen Kante, welche als „Kiel“ bezeichnet wird und mehr oder minder bei allen plumatelloiden Formen ausgeprägt ist.

Zu erwähnen ist noch, daß in Fig. 38 das Mutterpolypid *A* vollkommen lebensfrisch, in Fig. 39 dagegen in vorgerücktem Verfall begriffen ist.

Die Geburt. Ausschlüpfende Larven erhielt ich am 20.—25. Juni 1894 aus Stöcken, die am 19. Juni gesammelt und dann in einem kleinen, gut durchlüfteten Aquarium gehalten waren. Im Ganzen waren es 13 Larven. Die früher, im Mai und am 2. und 11. Juni gefundenen Kolonien kamen nicht zum Gebären, wohl weil die Entwicklung in Folge des Nahrungsmangels im Aquarium nur kurze Zeit ihren regelmäßigen Fortgang nahm. Aus frischem Material vom 3. Juli erhielt ich an demselben Tage noch eine Larve, die sich auch festsetzte. Damals schien mir die Entwicklung für das Jahr im Wesentlichen beendet zu sein. 1906 aber habe ich in der Havel vom 23. Juni bis zum 31. August Kolonien mit reifen Embryonen und auch jüngeren Embryonalstadien gefunden, deren Häufigkeit freilich vom Juli an beständig zurückging. Nach dem 31. August habe ich nicht mehr gesucht, doch zeigten damals die Kolonien schon deutliche Altersspuren. Ende Juni und Anfang Juli wird man bei uns als die Zeit anzusehen haben, wo die meisten Larven ins Freie gelangen.

Ob auch bei *Fredericella* das Ausschlüpfen der Larven in der Regel des Nachts erfolgt, wie es bei *Plumatella fungosa* und *Pectinatella* so entschieden der Fall ist, kann ich nicht sicher sagen. 1906 habe ich die Stöcke nicht im Aquarium gehalten und an 1894 erinnere ich mich nicht mehr genau. Von der einen Larve, deren Festsetzung ich beobachtete, weiß ich, daß sie am Tage auskam, gleich nach dem Heimbringen des Materials und vielleicht eben in Folge des Transports. Da ich das nächtliche Ausschwärmen als eine durch Selection erworbene Schutz Einrichtung auffasse, durch welche die Larven der Verfolgung durch Fische und andere Feinde entrückt werden, so würde es mich nicht wundern, wenn bei *Fredericella* als einer kleinen und versteckt lebenden Form dieses Verhältnis weniger stark ausgeprägt wäre.

Auf welchem Wege gelangt nun die Larve nach außen? Ich habe schon in der Arbeit über *Plumatella* ('97, S. 61) ausgeführt, daß und warum mir ein Durchbruch an der natürlichen Mündungsstelle des Oöciums sicher scheint. Den dort geltend gemachten Gründen kann ich jetzt noch zwei neue hinzufügen.

1.) Die Beschaffenheit der Muskulatur an der Mündung des Oöciums. Wir haben oben (S. 8 f.) gesehen, daß das Oöcium ähnlich wie eine Knospe durch Wucherung beider Blätter der Leibeswand gebildet wird. In der Folge wird aber der unmittelbare Zusammenhang des inneren Oöciumblattes mit dem Ectoderm der Leibeswand wieder gelöst, indem das erstere sich an seiner Ursprungsstelle, d. h. in der Höhe der Muskelschicht der Leibeswand, vom Ectoderm abschnürt. In den Figuren 13, 14, 22—36, läßt sich dieser Vorgang verfolgen. Das innere Blatt bildet dann eine rings geschlossene

Blase (Fig. 36a, *cc*¹), die mit einem Theil ihrer Außenwand an das mütterliche Ectoderm grenzt. Hier schieben sich nun Elemente der Muskelschicht zwischen die beiden Zelllagen ein und formiren ein membranöses Netzwerk von contractilen Fasern, welches den an dieser Stelle unterbrochenen Zusammenhang der Tunica muscularis wiederherstellt. So bleibt der Zustand bis gegen das Ende der Embryonalentwicklung. Dann aber tritt immer deutlicher eine sehr charakteristische Differenzirung der Muskulatur an der Oöciummündung zu Tage. Wir wissen bereits, daß das innere Oöciumblatt allmählich verfällt, und daß nur die dem Ectoderm der Leibeswand anliegenden Zellen (Fig. 39, *cc*¹) bis zuletzt erhalten bleiben. Dieser Verfall äußert sich auch an der der Mündung vorgelagerten Muskelschicht, die immer fadenscheiniger wird und in dem Querschnitt Fig. 41, der die obere Kuppe des Oöciums abgetrennt hat (ähulich wie Fig. 40, Schnitt I), nur noch aus wenigen blassen Fasern besteht. Dagegen ist im ganzen Umkreise der Mündung um diese Zeit ein auffälliges Erstarren der Muskulatur bemerkbar. Bekanntlich besteht die Muskulatur jedes Cystides aus einer inneren Längs- und einer äußeren Ringfaserschicht. Die letztere nun, die man in Fig. 41 als feine concentrische Fäden (*r*) erkennt, verdicken und häufen sich an der Mündung des Oöciums plötzlich zu einem starken Sphincter (*sph*), dessen Aufgabe natürlich die Verengung und Erweiterung der Mündung ist. Die Erweiterung wird aber ferner bewirkt durch die Längsmuskelschicht, deren Fasern (*l*) man in Fig. 41 strahlenförmig gegen die Mündung convergiren, sich miteinander zu stärkeren Bündeln vereinigen und endlich an dem Sphincter selbst inseriren sieht. Die Bedeutung dieser Längsfasern kann nur die sein, als Antagonisten des Sphincters zu wirken, d. h. den erschlaffenden Sphincter thatsächlich auseinander zu ziehen und so eine active Erweiterung der Oöciummündung herbeizuführen. Durch Contraction dieser Längsmuskeln bei erschlaffendem Sphincter muß eine Ruptur der dünnen, vom Sphincter umschlossenen Muskelmembran und der ihr benachbarten Zellschichten zu Stande kommen, welche als Geburtsöffnung dem Embryo einen Weg nach außen schafft.

Genauer, als es beim Querschnitt möglich ist, lassen sich die Einzelheiten der Verbindung der verschiedenen Faserschichten im Längsschnitt erkennen. In Fig. 42, über die gleich noch Weiteres zu sagen sein wird, sieht man bei *sph* den quergetroffenen Sphincter, bei *r* die dünnen Ringfasern, bei *l* die in der Nähe der Mündung außerordentlich starken Längsfasern. Jede Ringfaser, die des Sphincters nicht ausgenommen, ist nun durch ein zartes Fädchen mit der benachbarten Längsfaser verbunden, die sich ihrerseits gegen den Sphincter hin geradezu in solche Fädchen aufzulösen scheint. In Wirklichkeit entsprechen diese Fädchen feinen Lamellen, mit denen die Ringmuskeln auf den Längsfasern aufliegen und durch die sie mit ihnen gleichsam verkittet sind. Dies hat zur Folge, daß eine Contraction der Längsmuskeln nicht nur die Erweiterung des Sphincters selbst, sondern auch die des ganzen Systems von Ringmuskeln in seiner Umgebung bewerkstelligt.

2.) Dadurch, daß die Cystide, welche reife Embryonen beherbergen, sich durch ihre Form ganz auffällig von den gewöhnlichen Zweigen unterscheiden, ist es möglich, sie auch nach dem Auschlüpfen der Larven mit Sicherheit zu erkennen. Ich habe eine Anzahl solcher Cystide untersucht und in der eben erwähnten Fig. 42 dasjenige wiedergegeben, bei dem die kürzeste Zeit seit dem Auschlüpfen der Larve vergangen war, die dadurch bedingten Veränderungen also noch am sichtbarsten sind. Der Schnitt geht durch die Mitte der Mündung des ehemaligen Oöciums, das sich aufs äußerste contrahirt hat und zu einem rundlichen Knoten eingeschrumpft ist. Derselbe wird begrenzt durch die Muskelschicht des Oöciums (*m*¹), die in Folge der Contraction jetzt deutlich erkennbar geworden ist, während sie bei dem erweiterten Oöcium so dünn ist, daß sie sich auf Querschnitten der Oöciumwand nur schwer nachweisen läßt. Sie geht direct in die Muskelschicht der Leibeswand über, etwas

außerhalb von dem Sphincter inserirt sie sich an den Längsmuskeln. Der äußere Zellbelag der Membran ist größtentheils schon geschwunden, wie denn auch bei den entartenden Polypiden der Verfall zuerst an dem mesodermalen Epithel, das der Muskelschicht aufliegt, zu Tage tritt, im Gegensatz zu den davon umschlossenen ecto-entodermalen Geweben, die sich länger erhalten. Die beim unversehrten Oöcium inmitten des Sphincters ausgespannte Muskelmembran nebst dem darüber befindlichen Ectoderm ist geborsten, und wie durch einen Schornstein tritt der aus blassen, undeutlich begrenzten, offenbar in Zersetzung begriffenen Zellen bestehende Inhalt des Oöciums nach außen hervor, auf demselben Wege, auf dem auch der Embryo ins Freie gelangt ist. Dieser Inhalt rührt von dem inneren mesodermalen Belag der Oöciumwand, die ja aus einem doppelten Plattenepithel mit dazwischen befindlichen Muskelfasern besteht, her, vielleicht auch von den Resten des ectodermalen Blattes, die sich unterhalb der Mündung erhielten (Fig. 39, *ec*¹). Sie alle sind durch die Contraction der Faserschicht des Oöciums zu einem lückenlosen Haufen zusammengedrängt. Füge ich hinzu, daß das Mutterpolypid *A*, durch dessen Mündung nach Ansicht einiger Autoren der Embryo den Stock verlassen soll, in unserem Falle noch vollkommen unversehrt und lebensfrisch ist, so muß dieser Befund wohl als zwingender Beweis dafür gelten, daß nur die Mündung des Oöciums selbst die Geburtsöffnung darstellt.

Nach einiger Zeit, ohne Frage sehr bald, schwindet der Zellpfropf, welcher die Öffnung verschließt, unter Vermittelung des Sphincters contrahirt sich die Wunde, und es tritt eine Verwachsung der zusammengehörigen Zellschichten ein. Man findet dann auf späteren Stufen die Continuität der Wandung wiederhergestellt, sieht aber noch das Oöcium in Gestalt einer Beule seinen Platz behaupten. Es verfällt jedoch mehr und mehr. Schließlich kann, wie ich in einem Falle beobachtet habe, unmittelbar vor dem Oöcium — an der Oralseite, wenn man die Orientirung des Mutterpolypides berücksichtigt — eine neue Knospe (*B*ⁿ) ihre Entstehung nehmen, an der Stelle also, die ihr nach dem allgemein gültigen Knospungsgesetz zukommt, und wo die Knospung durch die Entwicklung des Oöciums seiner Zeit unterbrochen wurde. Es sei nur daran erinnert, daß das Oöcium stets oberhalb der jüngsten Tochterknospe *B*ⁿ und gewissermaßen anstatt der nächsten fälligen Knospe *B*ⁿ⁺¹ zur Bildung gelangt.

Die Larve. Es ist schon erwähnt worden, daß die frei schwimmende Larve eine andere Form besitzt als sie der Embryo kurz vorher im Mutterleibe zur Schau trug. Nach dem Ausschlüpfen contrahirt sich der Embryo in der Längsaxe, und der vordere Abschnitt, der die bleibende Kolonie darstellt, verbirgt sich ganz oder zum größten Theil unter der Duplicatur des Flimmermantels, dessen Cilienbesatz nun als Locomotionsorgan dient. Die Figuren 43—46, Taf. VI, geben die äußere Form und die Stellung der Polypide mit ihrem nach rückwärts umgeschlagenen Darm ziemlich lebenstreu wieder. Die Larve schwimmt wie alle *Phylactolämen*larven mit dem hinteren Pol voran unter Linksdrehung der Hauptaxe (vgl. Braem, '97, S. 63), dabei offenbar bestrebt, einen zur Festsetzung geeigneten Ort ausfindig zu machen.

Das Stadium, auf dem die Larve den Stock verläßt, schwankt, wie es auch bei *Plumatella* der Fall ist (l. c., S. 64), erheblich. Die kleinste Larve, die ich gesehn habe, ist in Fig. 43 abgebildet, sie ist abnorm dürftig entwickelt. Sie kam erst am fünften Tage nach dem Einsetzen des frisch gesammelten Materials aus, doch glaube ich nicht, dass diese Zeit mangelhafter Ernährung die Ursache ihres Zustandes sein kann, denn andere, noch später geborene Larven waren durch den Aufenthalt im Aquarium nicht merkbar geschädigt worden. Als Norm wird die Larve Fig. 46 gelten können, ihre Länge beträgt 0,42, die Breite 0,27 mm, und für das lebende Exemplar dürften diese Ziffern

noch etwas zu steigern sein, so daß die Länge auf nahezu $\frac{1}{2}$ mm anzusetzen sein wird, kaum halb so viel als die durchschnittliche Länge der *fungosa*-Larven beträgt. Weit größer als die größten Breslauer Larven von 1894 ist der Spandauer Embryo Fig. 39, selbst wenn man die nachfolgende Contraction und Abrundung gebührend in Rechnung zieht, und vielleicht ist das Gleiche für die meisten Larven dieser Abstammung anzunehmen. Ich habe solche aber nicht in der Freiheit beobachtet.

Das Hauptpolypid der Larve ist mit Ausnahme des Falles Fig. 43 überall ausgereift und erwerbsfähig, es ist fürs Erste der einzige Ernährer des jungen Stöckchens. Die Tentakelzahl bestimmte ich bei zwei Larven auf 18 und 19, während später 20 und 21 die häufigsten Zahlen sind. Der Funiculus erstreckt sich vom Ende des Magens bis zu einem oral gelegenen Punkte des unteren Randes der bleibenden Kolonialwand (Fig. 44, 38, f). Die Stelle liegt also nicht weit oberhalb der Duplicaturbänder (*Db*) des Embryonalcystids. Hier ist der Funiculus meist schon etwas verdickt, sei es daß die Verdickung auf die Bildung des künftigen Hodens oder der Statoblasten zu beziehen ist. Deutliche Statoblastenanlagen fand ich auf dieser Stufe noch nicht.

Neben dem Hauptpolypid sind aber nun auch bereits jüngere Knospen zur Anlage gelangt, genau in derselben Weise, wie es im ausgebildeten Stocke geschieht. Die erste Tochterknospe *B* entspringt am Halstheile des Primärpolypides, mit dem sie anfangs zur „Doppelknospe“ verbunden ist. Bei der weiteren Ausgestaltung der Halsregion trennt sie sich mehr und mehr von der Mutter und geht auf die Kolonialwand über. In Fig. 43 sieht man sie noch als Doppelknospe, in den übrigen Fällen (Fig. 44—46) ist sie selbständig geworden. Ist sie hinreichend weit entwickelt, so treibt sie ihrerseits wiederum eine Tochter, *C*, und zwar gleichfalls als Doppelknospe. Man findet diese in Fig. 45 und bei dem Embryo Fig. 39. Endlich kann zwischen dem Hauptpolypid *A* und der Knospe *B* noch eine zweite zu *A* gehörige Tochterknospe, *B*¹, gebildet werden, die nun nicht mehr unter der Form der Doppelknospe, sondern frei an der Leibeswand auftritt. Sie ist die dritte und letzte der jüngeren Knospen, die noch in der Larve angelegt werden können. Ich beobachtete sie nur in einem Falle, der auch deshalb erwähnenswert ist, weil oberhalb dieser Knospe, also wieder zwischen ihr und dem Primärpolypid *A*, schon die erste Spur des Ovariums zu Tage getreten war.

Wenn wir die Knospen und Polypide durch die entsprechenden Buchstaben ersetzen, so ergibt sich für die neun Larven, die ich genau untersucht habe, folgende Reihe: (Die durch Bögen vereinigten Buchstaben bezeichnen die Doppelknospen.)

- 1.) $\widehat{A}B$. (Fig. 43; jüngstes Stadium.)
- 2—7.) $A B$. (Fig. 44, 46, 53; *B* in verschiedenen Stadien der Entwicklung, aber nicht mehr als Doppelknospe.)
- 8.) $A \widehat{B}C$. (Fig. 45; ebenso der Embryo Fig. 39.)
- 9.) $A Ov B^1 \widehat{B}C$. (Ältestes Stadium; *Ov* = Ovarium.)

Alle diese Formeln, mit Ausnahme der ersten, habe ich auch bei den Larven von *Plumatella* beobachtet ('97, S. 64 f.), nur daß sie dort in jeder Larve zwifach vertreten sind, da ja in der Regel zwei Primärpolypide vorhanden sind. Während ferner bei *Fredericella* der Fall $A B$ der häufigste zu sein scheint, ist bei *Plumatella* die Formel 9 (abgesehen vom Ovarium) als typisch zu betrachten.

Zur Histologie der Larve führe ich noch an, daß die Wandschicht des vorderen, die definitive Kolonie repräsentirenden Abschnittes in Folge der starken Contraction sehr verdickt ist,

was namentlich im Ectoderm auffällig hervortritt. Alle Zellen sind durch den seitlichen Druck in die Höhe getrieben, und ihre äußeren Enden wölben sich gruppenweise an der Oberfläche hervor (Fig. 45, 47). Im Ganzen gleicht diese Schicht der entsprechenden von *Plumatella*. Sie besteht aus zwei Zellsorten, den langen, die ganze Dicke der Schicht durchsetzenden Zellen, welche später die Chitinecuticula abcheiden und ihr Sekret schon jetzt in Form von großen und kleinen Tröpfchen im Innern der an die Oberfläche grenzenden Hälfte aufspeichern (Fig. 47), und aus blasenförmigen Zellen (*bl*), welche zwischen den anderen liegen und nicht an die Oberfläche treten, obwohl sie jetzt auch etwas mehr nach außen gedrängt sind als es für gewöhnlich der Fall ist, wo sie dicht an der Muskelschicht zu liegen pflegen. Sie sind erfüllt von einem inneren Sekret, das ohne Zweifel chitiniger Art ist, und finden sich so schon bei reifen Embryonen, treten aber im ausgebildeten Stocke häufiger auf. Sie sind auch für die Plumatellen charakteristisch und schon von Nitsche ('68) beschrieben. Ich halte sie nicht für wesentlich verschieden von den Zellen mit äußerem Sekret, sondern glaube, daß sie nur durch ihre versteckte Lage genöthigt werden, das Sekret dauernd im Innern abzulagern, wie es die anderen gerade jetzt ebenfalls thun. Im Bedarfsfalle werden sie also vermuthlich an der Bildung der Cuticula mitwirken können.

Der Flimmermantel besteht in seinem ectodermalen Theil aus kubischen bis cylindrischen Epithelzellen, welche den Cilienbesatz tragen; die kubische Form ist die vorherrschende (Fig. 48, 49), nur am hinteren Pol geht sie in die cylindrische über (Fig. 50). Die Außenfläche der Zellen wird von dem stark färbbaren Cuticularsaum bedeckt, dessen innere Begrenzung überaus scharf markirt ist: hier liegen die Basalkörperchen der Cilien. Das an den Cuticularsaum grenzende, äußere Drittel der Zelle wird auch noch stärker gefärbt als der übrige Zellinhalt; es läßt eine feine Längsstreifung erkennen, die ohne Frage zu dem Wimperapparat in Beziehung steht. Der Rest der Zelle, in deren basalem Abschnitt der Kern liegt, färbt sich nur wenig, er ist offenbar reicher an Flüssigkeit. Oberhalb des Kerns befindet sich in der Regel eine Anhäufung von blassen Körnchen*). — Zwischen diesen Zellen kommen auch blasenförmige vor (Fig. 49, *bl*), von gleicher Art wie die im vorderen Abschnitt der Larve, nur etwas kleiner. Weit seltener finden sich schmale, stäbchenförmige Zellen, die stärker gefärbt werden als die übrigen und nach hinten in eine Spitze auslaufen (Fig. 48). Vielleicht haben sie eine sensible Function. Bei manchen Larven suchte ich sie vergeblich.

Wiederholt habe ich in früheren Arbeiten ('90, S. 119, '97, S. 64) auf die Eigenthümlichkeiten des hinteren Pols der Larve hingewiesen, den ich als „Scheitelplatte“ bezeichnete und mit dem die Festsetzung erfolgt. Ich constatirte dort „ein zwischen den beiden Blättern der Leibeshöhle eingeschaltetes Gewebe von dicht gehäuften, radial sich verbreitenden Fäden, welche der Tunica muscularis anzugehören scheinen.“ „Ob auch nervöse Elemente vorkommen, die eine Art Centralorgan für die Wimperbewegung darstellen.“ darüber äußerte ich mich nur vermuthungsweise. Ich habe nun diesen Punkt genauer ins Auge gefaßt und kann darüber Folgendes mittheilen.

In Fig. 50 liegt der hintere Pol des Larvenmantels im mittleren Längsschnitt vor (vgl. auch Fig. 45). *Ec* ist das Ectoderm mit dem Cilienbehang, *M* das mesodermale Epithel der Leibeshöhle, dessen Zellen stellenweise ebenfalls Wimpern erkennen lassen, jedoch solche von weit zarterer Beschaffenheit. Unterhalb dieser Schicht sieht man die ihr genetisch zugehörigen Muskelfasern (*tm*), vornehmlich die quergetroffenen Ringmuskeln, in den peripheren Theilen der Zeichnung auch die

*) Solche Körnchenhaufen sind auch bei anderen Flimmerzellen beobachtet worden, speciell in den Ductuli efferentes des Nebenhodens. Ausführliches darüber bei A. Ach, Beiträge zur Histologie des menschlichen Nebenhodens, Diss. Würzburg, 1902. (Ann. bei d. Correctur.)

Längsmuskeln, welche innerhalb der Ringfaserschicht verlaufen, zwischen ihr und dem Mesoderm (vgl. den Querschnitt Fig. 49. *l*).

Zwischen den beiden Hauptzellschichten sieht man nun bei *N* das fibrilläre Gewebe, auf welches ich früher hingewiesen habe. Es ist am mächtigsten in der Mitte, da, wo der Buchstabe *N* steht, und hier findet man vorwiegend Punktsubstanz, d. h. quergetroffene Fasern. An den seitwärts verlaufenden Strängen tritt aber der fibrilläre Bau klar zu Tage, man sieht die Stränge in unmittelbarer Nähe des Ectoderms an der Außenseite der Muskelschicht hinziehen und zum Theil weiter aufwärts verlaufen, zum Theil jedoch in die Ectodermzellen selbst sich einsenken. Das ist besonders deutlich an den mit α und β bezeichneten Stellen. Das Gewebe wird durch Karmin nur schwach gefärbt, und nirgends finden sich Kerne darin. In der Region der seitwärts verlaufenden Stränge, in nächster Umgebung des mittleren Knotens, gewahrt man Verbindungen zwischen Ecto- und Mesoderm. Dieselben durchsetzen die Faserzüge, welche zwischen ihnen hindurch ihren Weg nehmen. Es sind Ausläufer der Ectodermzellen, die sich zum Theil, wie ich deutlich erkennen konnte, an die Muskeln, zum Theil wohl auch direct an die Mesodermzellen anheften. Sie enthalten Fibrillen, welche zu beiden Seiten des Kerns aus der Zelle heraustreten. Auf Querschnitten, welche den hinteren Pol in der Fläche zur Anschauung bringen, erkennt man die Faserzüge des Zwischengewebes als ein Netzwerk von theilweise anastomosirenden Strängen, wobei jedoch der radiale Verlauf der Fasern ebenfalls zum Ausdruck kommt.

Was ist die Natur dieses Gewebes? Da auch die Muskeln, sofern sie sich in der Längsansicht darstellen, ziemlich blaß und zart erscheinen, so habe ich lange die Möglichkeit erwogen, es könne sich um eine Differenzirung des Längsmuskelsystems handeln. Aber wenn schon die Beziehung der Fibrillen zum Ectoderm gegen diese Auffassung spricht, so wird dieselbe dadurch endgültig widerlegt, daß die Längsmuskeln durchweg *innerhalb* von den Quermuskeln verlaufen, die Fibrillen dagegen außerhalb. Ich bin sicher, daß wir es mit einem *nerösen* Fasersystem zu thun haben.

Ein solches an dieser Stelle zu vermuthen, liegt außerordentlich nahe. Wenn man die Larven beobachtet, wie sie suchend umherschwimmen und mit ihrem hinteren (beim Schwimmen nach vorn gerichteten) Pol die festen Körper, welche zur Anheftung dienen können, gleichsam abtasten, so kommt man unwillkürlich dazu, hier ein Sinnesorgan anzunehmen. Ich sehe daher in dem beschriebenen Fasersystem einen Apparat, welcher die Cilienbewegung und das Muskelspiel regulirt und mit den Wahrnehmungen, welche die Larve auf ihrer Wanderschaft macht, reflectorisch im Einklang erhält. Insbesondere wird dieser Apparat die Einrollung des Flimmermantels bei der Festsetzung zu regeln haben.

Was die Deutung des anatomischen Befundes im Einzelnen betrifft, so nehme ich an, daß die Fasern in der durch die Buchstaben α und β bezeichneten Region des Ectoderms, also *peripher*, *entspringen*. Von da nehmen sie ihren Verlauf nach der Mitte des Pols, wo sie sich mit den übrigen Fasern *kreuzen*: So erkläre ich mir die Verdickung an dieser Stelle und die Thatsache, daß man hier vorwiegend quergeschnittene Fibrillen findet. Über den Kreuzungspunkt hinaus ziehen sie dann nach der *gegenüberliegenden* Seite des Flimmermantels, zwischen dem Ectoderm und der Muskelschicht hinlaufend und hier sich vertheilend. Sie werden dabei einerseits das wimpernde Ectoderm, andererseits das Muskelsystem innerviren, vielleicht auch mit jenen oben erwähnten Stützellen (Fig. 48) eine Verbindung herstellen. Den queren Verbindungen dürfte neben der Reizleitung noch die Aufgabe zufallen, die durch das Zwischengewebe getrennten Hauptschichten der Körperwand in festem Zusammenhang zu erhalten.

Nach meiner Auffassung der Phylactolämenlarve ('97, S. 83 ff.) entspricht deren hinterer Pol dem Scheitelorgan (calotte, face aboral) der Gymnolämenlarve. An dieser Stelle ist von Harmer ('87, S. 431 f.), Prouho ('90, S. 419 ff.) und neuerdings von Kupelwieser (1905, S. 30 f.) ein Nervencentrum beschrieben worden, dessen Fasern zum Wimperkranz (couronne) und zum birnförmigen Organ (organe piriforme) hinziehen. Die Existenz eines analogen Fasersystems an der als homolog angenommenen Stelle der Phylactolämenlarve scheint mir dafür zu sprechen, daß ich mit meiner Vergleichung der beiden Larventypen auf dem richtigen Wege bin.

Die Verwandlung der Larve und die weitere Entwicklung des Stockes. Die Verwandlung vollzieht sich ebenso wie bei *Plumatella* (Braem, '90, S. 119 f., '97, S. 67 f.). In dem von mir beobachteten Falle fand sie sehr bald nach dem Freiwerden der Larve statt. Diese ist auf einen zur Anheftung geeigneten Punkt gestoßen und berührt ihn mit dem hinteren Pol der Embryonalcystides. Das Embryonalcystid contrahirt sich, und durch den auf die Leibeshöhlichkeit ausgeübten Druck wird der vordere, bisher unter der Duplicatur verborgene Abschnitt hervorgetrieben. Beide Vorgänge, die Ausdehnung des vorderen Abschnittes und die Zusammenziehung oder Einrollung des hinteren halten gleichen Schritt und nehmen beständig zu. Zuletzt schlüpft das Embryonalcystid mitsamt der Duplicatur durch die vom Kranze der Duplicaturbänder begrenzte hintere Öffnung des bleibenden Theiles in diesen hinein, die Öffnung schließt sich, und die junge Kolonie ist gegründet. Mit ihrer Oralfläche legt sie sich an die Unterlage an, und das schon während der Verwandlung abgeschiedene Chitinsekret kittet sie daran fest. So entsteht das Bild 53, das die Larve unmittelbar nach beendeter Niederlassung wiedergibt. Man sieht das Hauptpolypid mit dem nach hinten umgeschlagenen Darm, die Tochterknospe *B*, die Cuticula (Ectocyste) *cu* und das in die Leibeshöhle verlegte, völlig umgekrepelte Embryonalcystid *EC*. Der mittlere Längsschnitt Fig. 53a und die stärker vergrößerte Theilfigur 53b geben über das Detail weitere Auskunft. Das Embryonalcystid verfällt nun der Auflösung, es wird in der Leibeshöhle verdaut und dient so der Ernährung der Kolonie. Die Öffnung, durch die es nach innen verlegt wurde, verwächst.

Leider ist es mir nicht gelungen, Kolonien zu finden, welche die auf die Anheftung zunächst folgenden Stufen klarlegen. Am 4. August traf ich aber an der Spandauer Fundstelle auf eine jüngere Generation, welche sich an den Blättern von halb im Wasser stehenden Uferpflanzen angesiedelt hatte und nicht anders als durch Larven dahin gelangt sein konnte. Statoblasten sind ausgeschlossen, da sie nicht schwimmen. Die Kolonien waren an Größe verschieden, die größten bedeckten eine Fläche von 23 mm Durchmesser und konnten schwerlich älter sein als vier Wochen. Einige enthielten Geschlechtsproducte, andere Statoblasten, anderen fehlte beides. Das Merkwürdige aber war, dass sie sich alle auf die Bauart der in Fig. 51 abgebildeten Kolonie, einer der kleineren, zurückführen ließen, also den Typus jener Stöckchen aufwiesen, welche aus den mit zwei Primärpolypiden ausgestatteten *Plumatella*-Larven hervorgehen (vgl. Braem, '90, Taf. I, Fig. 4—7). Es waren immer zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende Hauptäste, entsprechend zweien Hauptpolypiden ¹A und ¹¹A, vorhanden. Da ich nun, wie ich im nächsten Kapitel ausführen werde, bei jungen Statoblastenstöckchen und auch bei anderen Kolonien an bestimmten Stellen Adventivknospen habe auftreten sehen, welche, der sonst gültigen Knospenfolge entgegen, im Rücken älterer Polypide neue Zweige begründen, so komme ich zu der Vermuthung, daß in der Larve bald nach ihrer Festsetzung und nach der Auflösung des Flimmermantels, etwa an der in Fig. 53 durch den Stern bezeichneten Stelle, eine Knospe entsteht, die sich nach Art der Hauptknospe ¹A entwickelt und einem Zweige ¹¹A den Ursprung giebt. Diese Knospe würde durchaus der zweiten Primärknospe der *Plumatella*-Larven

an die Seite zu stellen sein und nur durch ihr sehr verspätetes Auftreten sich davon unterscheiden; wobei außerdem zu betonen wäre, daß auch bei *Plumatella* die beiden Primärknospen in der Regel nicht gleichzeitig, und jedenfalls vollkommen unabhängig von einander ihre Entstehung nehmen.

In einem Falle glaube ich für diese Annahme sogar ein Belegstück gefunden zu haben. Unter den Kolonien vom 4. August hatte die kleinste, die in Fig. 52 dargestellt ist, genau die Form, welche sich aus der Larve einige Zeit nach der Festsetzung ergeben muß, sie enthielt ein Hauptpolypid ¹A und dessen Tochter- und Enkelthiere in der Folge und Abstufung, wie sie schon in der Larve vorbereitet ist. Außerdem aber befand sich am proximalen Ende des Stöckchens, dem ursprünglichen Anheftungspunkte, eine sackförmige Adventivknospe (Fig. 52, ¹A), durch deren weitere Entwicklung nothwendig ein Stock vom Typus der Fig. 51 hätte entstehen müssen. Dieser Befund würde absolute Beweiskraft haben, wenn sich noch Reste des Embryonalcystids hätten nachweisen lassen. Leider war die Kolonie dafür bereits zu alt. Ich habe den betreffenden Theil mitsamt der Knospe geschnitten, aber nichts mehr vom Flimmermantel entdecken können.

C. Verschiedenes über die Entwicklung des *Fredericella*-Stockes.

Die Entwicklung der Kolonie aus dem Statoblasten. Kraepelin ('87, S. 102) hat keimende Statoblasten bei Hamburg, Wesenberg-Lund ('96, S. III) bei Kopenhagen, Chirica (1904, S. 3) in Rumänien beobachtet, alle drei Autoren im Mai. Chirica giebt auch an, daß Statoblasten, die seit November in einem durchlüfteten Aquarium, das dem Froste nicht ausgesetzt war, gehalten wurden, gegen Ende Februar sich spontan zu entwickeln begannen. Daß für diese Keimkörper, die normalerweise in der Tiefe der Gewässer ihre Winterruhe durchmachen, eine Frostwirkung nebensächlich ist, liegt auf der Hand.

Merkwürdig ist die Angabe von Wesenberg-Lund (l. c., S. 261 u. S. III) und von Zykoff (1905, S. 280 u. 478), daß die Statoblasten öfters auch im Plankton zu finden sind. Diese Angaben bedürfen der Aufklärung. Ich kann sie mir vorläufig nur so deuten, daß die Statoblasten entweder an schwimmenden Gegenständen, Zweigen oder Wurzeln, festsäßen, oder daß in den losgerissenen statoblastenhaltigen Chitinröhren, so lange noch Reste des mütterlichen Gewebes darin enthalten sind, eine Gasentwicklung stattfindet, die ein vorübergehendes Aufsteigen zum Wasserspiegel bewirkt.

Ich selbst habe am 19. März 1897 in der Ohle bei Breslau an treibendem Wurzelwerk Statoblasten gefunden, die zum Theil noch geschlossen, zum Theil eben geöffnet, zum Theil schon zu jungen Kolonien entwickelt waren. Es war damals eine Reihe schöner Frühlingstage vorhergegangen, aber ich habe leider versäumt, die Temperatur des Wassers festzustellen. Mehr als 6° C. wird sie nicht betragen haben*). Sicher ist demnach, daß die Keimtemperatur der Statoblasten von *Fredericella* tiefer herabreicht als die der übrigen Phylactolämen, von denen *Plumatella fungosa* wohl die am frühesten auftretende Form ist. Das Minimum mag hier etwa bei 8° C. liegen. In demselben Jahre fand ich die auf *Paludina vivipara* angehefteten Statoblasten der genannten Art am 7. April in einem kleinen Tümpel eben gekeimt, die meisten Polypide waren noch nicht ausstreckbar. Die Wassertemperatur betrug am Nachmittag dieses sonnigen Tages 10° C., was etwa der höchste bis dahin erreichte Wärmegrad gewesen sein dürfte.

Es ist bekannt, daß die Statoblasten von *Fredericella* innerhalb der einzelnen Mutterthiere nur in geringer Zahl, nämlich zu 1 oder 2 gebildet werden, und daß nach dem Absterben der mütterlichen Gewebe die Chitinröhren sich noch lange erhalten. So fanden sich auch in dem Material vom 19. März neben bloßliegenden Statoblasten andere, die von den mütterlichen Chitinröhren umschlossen waren, und gerade diese waren am weitesten entwickelt. In Fig. 57, Taf. VII, ist eine Baumwurzel mit den daraufsitzenden dunkeln Gehäusen des Vorjahres abgebildet. Die drei Cystide (A), (B), (C)

*) Nach der vom Breslauer Statistischen Amt herausgegebenen „Breslauer Statistik“, Bd. 20, Heft 2, S. 108, betrug das Maximum der Temperatur der O d e r in diesem Monat 7° C. Der Tag ist nicht angegeben. Das Maximum der Lufttemperatur trat am 29. ein (17° C.). [Ausser der Temperatur ist bei der frühen Keimung jener Statoblasten auch der für *Fredericella* ungewöhnliche Aufenthalt an der Oberfläche des Wassers in Anschlag zu bringen. Derselbe fördert die Entwicklung, indem er die Athmung erleichtert. Vgl. Braem, '90, S. 88 f. (Zusatz bei d. Correctur.)]

sind noch deutlich erkennbar, aber ihr Zusammenhang ist durch zwei Lücken gestört, die vielleicht durch das Wachstum der Wurzel entstanden sind. In diesen Röhren befand sich je ein Statoblast, alle drei sind gekeimt und zu jungen Stöckchen herangewachsen, die sich unter dem Schutz der alten Chitinhülle entwickelt haben und dieselbe wie ihre eigene gebrauchen. Das Primärpolypid jedes Statoblasten hat sich zu der mütterlichen Mündung den Weg gebahnt und ist durch sie hindurch nach außen hervorgetreten, ein Vorgang, den auch Kraepelin ('87, S. 101) schon beobachtet hat. In den Cysten (C) und (B) finden wir nur das Primärpolypid voll entwickelt, daneben, in (B), das in Fig. 57b bei 50-facher Vergrößerung dargestellt ist, die jüngeren Knospen nach der Formel $A B^1 B C$. Oberhalb B^1 ist das erste Ovarium (Ov) aufgetreten, die Funiculi von A und B zeigen an der Basis die Anhäufung der Hodenzellen. Neben der alten Cuticula hat sich der junge Stock auch schon eine eigene angeschafft, die an der Mündung frei zu Tage liegt (cv). Die eine Statoblastenschale st ist seitwärts zwischen der alten und der neuen Cuticula eingefügt.

Am Hinterende des Stockes, da wo die alte Röhre einen Weg nach außen gestattet, ist nun ganz selbständig eine *Adventivknospe* aufgetreten, bestimmt, den Stock in der dem ersten Polypid entgegengesetzten Richtung fortzuführen. Fig. 57 β zeigt sie bei stärkerer Vergrößerung im Medianschnitt. Außer der isolirten Lage hat sie nichts Merkwürdiges. Die Knospenzellen heben sich durch ihre embryonale Structur, die sich auch in der intensiven Färbung ausspricht, deutlich von den differenzirteren Wandzellen ab.

Über die weitere Entwicklung einer solchen Knospe giebt uns das Stöckchen der Röhre (A) Auskunft (Fig. 57a). Die beiden Statoblastenschalen sieht man bei st am Boden der Röhre. Das nach links gerichtete Primärpolypid 1A mit seiner Gefolgschaft an jüngeren Knospen ist fast genau in der gleichen Verfassung wie in Fig. 57b. Aber das der Adventivknospe entsprechende, nach rechts gerichtete Polypid 2A steht hier nur wenig hinter dem ersten Hauptpolypid zurück, es hat schon die nämliche Zahl von Tochterknospen, und selbst das Ovarium oberhalb der Knospe B^1 fehlt nicht. Das Adventivpolypid muß sehr bald nach dem Primärpolypid entstanden sein, auch wenn man annimmt, daß dieses durch das Auftreten des Rivalen in seiner Fortbildung etwas gehemmt wurde, indem ja das Dottermaterial des Statoblasten nun für beide Bewohner genügen mußte. Übrigens fanden die Polypide, sobald sie ausstreckbar wurden, schon reichliche Nahrung: der Enddarm ist ganz von Diatomeen erfüllt, und auch der Magen enthält solche in beträchtlicher Anzahl.

Wir sehen also, daß bei *Fredericella* auch aus dem Statoblasten zygomorphe Kolonien mit zwei opponirten Hauptpolypiden entstehen können, wie solche bei *Plumatella* aus den mit zwei Primärpolypiden ausgestatteten Larven ganz regelmäßig hervorgehen. Bei den Statoblastenkolonien von *Plumatella* habe ich Ähnliches nie beobachtet und ich halte es für gewiß, daß da Adventivknospen nicht vorkommen. Ohne Frage dürfen wir aus dem häufigen Auftreten derselben bei *Fredericella* auf eine langsamere oder weniger durchgreifende Differenzirung der Zellen der Leibeswand schließen, als sie bei den verwandten Formen besteht, und dies wäre denn wohl der einzige Punkt, der die Auffassung stützen könnte, daß wir es in *Fredericella* mit einem primitiven Vertreter der Gruppe zu thun haben.

Offenbar ist trotz der gleichen äußeren Umstände von den drei Statoblasten zuerst der des Cystides (A), dann der von (B), zuletzt der von (C) gekeimt, d. h. die Altersfolge der Statoblasten ist für den Eintritt der Keimfähigkeit von Einfluß gewesen. Wir müssen annehmen, daß bei sonst gleichen Verhältnissen derjenige Statoblast am leichtesten keimt, der die längste Ruhepause hinter sich hat.

Ferner sei auf die Thatsache hingewiesen, daß die Adventivknospen sich in (A) und (B) genau an den Stellen entwickelt haben, wo sie für ihre Weiterbildung die freieste Bahn fanden, nämlich da, wo die alten Cystidröhren noch eine Öffnung darboten. Es muß den Geweben eine feine Empfindung für gewisse äußere Einwirkungen eigen sein, in unserem Falle wahrscheinlich für den chemotactischen Reiz des Wassers, das durch die Öffnungen unmittelbaren Zutritt zu den Geweben fand und die Athmung derselben hier am meisten befördern konnte.

Während bei *Plumatella* ein Theil der im Frühjahr erzeugten Statoblasten schon im nämlichen Jahre neue Kolonien hervorbringt, scheint dies bei *Fredericella* nicht der Fall zu sein. Nie habe ich im Hochsommer frisch gekeimte Statoblasten von dieser Form angetroffen. Die Entwicklung wäre demnach eine streng einjährige: Keimung der überwinterten Statoblasten im Frühling, Fortbestehen der daraus hervorgegangenen Kolonien bis in den Herbst, Auftreten einer geschlechtlich erzeugten Generation im Juli, Überdauern des Winters mittels der im Sommer gebildeten Statoblasten.

Adventivknospenbildung und Regeneration in älteren Kolonien. Schon mehrfach wurde erwähnt, daß *Fredericella* sich mit Vorliebe in der Tiefe unserer Gewässer verbreitet, wie sie ja auch am Boden der Alpenseen ein beständiges Vorkommnis ist. Damit im Einklang steht das Fehlen schwimmender Statoblasten, mag dieses nun als Folge der Anpassung an die Tiefe oder als Ursache derselben gedeutet werden. Eine andere Begleiterscheinung ist, daß *Fredericella* in kühlem Wasser sich wohler fühlt als im warmen, wenigstens habe ich immer den Eindruck gehabt, als ob die Kolonien im Sommer, wenn die Wassertemperatur über 20° C. zeigt, dadurch ungünstig beeinflusst würden. Von Interesse war mir in dieser Beziehung eine Angabe von Wesenberg-Lund (1906, S. 790), wonach bei mehr als 16° C. die Diatomeen verschwinden und den blaugrünen Algen Platz machen. Da *Fredericella* fast ausschließlich von Diatomeen lebt, so könnte die nachtheilige Wirkung hoher Temperaturen*) also einfach auf Nahrungsmangel zurückzuführen sein.

Jene nachtheilige Wirkung äußert sich in der That zunächst in einer Erscheinung, die auch bei den hungernden Stöcken im Aquarium stets auffällig hervortrat, nämlich in dem **A b s t e r b e n** der älteren Polypide. Zum Theil wird dasselbe freilich als Alterstod zu deuten sein, aber nicht in der ganzen Ausdehnung, die es gewinnt, und die auch auf halberwachsene Thiere sich ausdehnt. Die Polypide, oft noch mit reichlich gefülltem Enddarm, ziehen sich ein und verfallen in der Leibeshöhle einer allmählichen Auflösung, die zuerst das mesodermale Epithel und die Muskeln, dann die Tentakelregion, zuletzt den Magen und den Enddarm ergreift. Was aus den im Enddarm angesammelten Diatomeenschalen wird, weiß ich nicht; wahrscheinlich werden sie mit den unbrauchbaren Gewebsresten durch Abschnürung entfernt. Im Magen findet man bei vorgeriückter Entartung eine gelbe, körnige Masse, deren Natur mir unklar geblieben ist. Bei diesem Verfall wird nun das Polypid von der Leibeshöhle vollkommen ausgelaugt und gewissermaßen verdaut, und die so gewonnenen Säfte dienen zur Ernährung der jüngeren Glieder des Stockes, vor allem der Knospen, die, selbst bei völligem Versiegen der äußeren Nährquellen, sich nicht nur als Individuen weiterentwickeln, sondern auch neue Knospen hervorbringen. Der Vorgang, dessen Bedeutung ich anfangs verkannt habe ('90, S. 65), ist von Kraepelin ('87, S. 85) treffend als „Einschmelzung“ bezeichnet worden. Er tritt überall da ein, wo der Zufluß von außen den inneren Bedarf nicht mehr zu decken vermag, und zwar nicht bloß bei *Fredericella*, sondern bei sämtlichen *Phylactolämen*, ja sämtlichen Bryozoen überhaupt („braune Körper“ der Seebryozoen). Auch das häufige Absterben der Mutterpolypide

*) Inzwischen sind mir Zweifel gekommen, ob dieser äussere Umstand für unsere Form wirklich von grosser Bedeutung ist. In dem abnorm kalten Sommer 1907 habe ich keine reichere Entfaltung der Kolonien feststellen können als sonst. (Anm. bei d. Correctur.)

in larvenhaltigen Zweigen wird vorwiegend auf die gesteigerten Ansprüche, die der Embryo an die Ernährung stellt, zurückzuführen sein. Am auffälligsten ist mir diese Wirkung der Trächtigkeit bei *Plumatella fungosa* entgegengetreten, wo sie geradezu die Auflösung der ganzen Kolonie herbeiführen kann (Braem, '97, S. 62 f.).

Haben wir es hier mit einer allgemein verbreiteten Erscheinung zu thun, so ist ein anderes Vorkommnis zwar nicht ausschließlich, aber doch hauptsächlich bei *Fredericella* zu finden. Es ist der Zerfall des äußerlich durch die Cuticula verbundenen Stockes in viele innerlich getrennte Abschnitte oder Theilkolonien. Schon durch die Septen, welche als ring- oder thorförmige Einschnürungen die jüngeren Zweige von den älteren trennen (Taf. VI, Fig. 52, s; Taf. V, Fig. 39, S), ist eine innere Gliederung des Stockes angebahnt. Indem die Einschnürung an diesen Stellen bis zur völligen Abschnürung der weichen Leibeswand durchgeführt wird, tritt ein Zerfall des Stockes in zwei gänzlich isolirte, nur durch die Chitintröhre zusammengehaltene Theile ein. Aber auch außerhalb der Septen, an allen möglichen anderen Stellen, können solche Abschnürungen erfolgen. So haben sich die in Fig. 54 und 55 abgebildeten Zweige an ihrer Basis von der mütterlichen Kolonie getrennt, und in Fig. 54 ist sogar das zerfallende Polypid B^1 von der Abschnürung bei x mitbetroffen worden, der Magen desselben ($ma B^1$) liegt in dem zum Cystid A gehörigen Leibesraum. Diese Figur kann uns nun auch über den wahrscheinlichen Zweck der Abschnürungen als Fingerzeig dienen. Wir sehen die Polypide A und B^1 in Auflösung begriffen und in ringsum abgeschlossenen Räumen gelegen. Das hat zur Folge, daß die durch den Zerfall gewonnenen Nährstoffe nicht mehr der Allgemeinheit, sondern allein den in unmittelbarer Nähe befindlichen Tochterknospen zu Gute kommen. Diese, die Knospen B^2 und C^{b^1} , entwickeln sich ganz auf Kosten ihrer Mutterpolypide und treten in deren schon ausgebauten Cystiden als Ersatzpolypide auf. Durch die Abgrenzung der Territorien ist eine höchst ökonomische Verwerthung der eingeschmolzenen Gewebe gewährleistet, und der sichere Erfolg für einzelne beschränkte Punkte des Stockes ist dem unsicheren vorgezogen, den die Abgabe jener Nährstoffe an die Gesamtkolonie gehabt hätte.

An den Stellen, wo die Abschnürung der Cystide stattfand, kommt es mitunter zu einer Adventivknospenbildung, und zwar, wie es scheint, nur dann, wenn eine Verletzung der verbindenden Chitintröhre voraufgegangen ist. Diese Knospenbildung ist durchaus derjenigen an die Seite zu stellen, die wir bei den aus Larven und Statoblasten erwachsenen Stöcken kennen gelernt haben, und wie sie dort, im Falle der in alten Cystidröhren gekeimten Statoblasten, in Abhängigkeit von dem freien Zutritt des umgebenden Wassers sich zu vollziehen schien, so auch hier. In Fig. 55 ist ein Zweigende dargestellt, dessen ältere Polypide theils geschwunden, theils in Rückbildung begriffen sind. Verschiedene Abschnürungen haben stattgefunden, insbesondere ist der ganze Zweig an seinem unteren Ende von dem Mutterzweig abgeschnürt worden. Das Chitinrohr (cu) zeigt hier eine breite Öffnung. Ihr zunächst ist im Centrum der Abschnürungskuppe eine schon weit entwickelte Knospe, die Adventivknospe (K), aufgetreten, die den Zweig in der Richtung auf den Mutterzweig und zugleich auf die Öffnung des Rohres weiterführt. Es ist wohl nicht nebensächlich, daß die Abschnürung immer nur durch eine Wucherung und Neubildung von Zellen bewirkt werden kann, die gerade im Centrum der Kuppe, wo die Loslösung von der Nachbarwand und die Verwachsung der Communicationsöffnung stattfindet, am allerlebhaftesten sein muß: Es entsteht hier eine, wenn auch geringfügige Wunde, welche zuheilt. Schon in der Verdickung der Schichten spricht eine erhöhte Thätigkeit ihrer Zellen sich aus, dieselben haben ein frischeres, jugendlicheres Aussehen als die Gewebe der nächsten Umgebung. Und so wird es verständlich, wie gerade hier, wo junge Zellen

an der Reparatur der Leibeswand arbeiten, auch noch in älteren Kolonien das Material sich zusammenfindet, aus dem unter günstigen Umständen eine neue Knospenanlage hervorgehen kann.

Ohne Frage läßt sich die Bildung dieser Adventivknospe als eine *Regenerationserscheinung* auffassen. Wunden sind ja ganz allgemein der Schauplatz regenerativer Bildungen, die nicht immer nur den Ersatz des wirklich Verlorenen zur Folge haben. Hier aber kann man auch sagen, der Zweig arbeite an der Wiedererzeugung der durch die Abschnürung verloren gegangenen Stammkolonie, ihrer Knospen und Polypide.

Eine Regeneration anderer Art kommt bei *Fredericella* zuweilen an abgestorbenen Knospen vor, wofür Fig. 56 ein Beispiel bietet. Der hier abgebildete Zweig hat seine kleine Geschichte. Die Knospenformel ist $A B^1 B C$ — B ist die erste, B^1 die zweite Tochterknospe aus A , C die Tochterknospe aus B . B^1 ist ein wenig jünger als C . Das Hauptpolypid A ist fast gänzlich geschwunden, nur einige Überbleibsel bezeichnen die Stelle seiner Mündung. Auch die Knospen B^1 und C sind der Rückbildung verfallen, und nur das Polypid B hat sich als einziger Erbe in dem Ruin behauptet. Es ist vollständig ausgebildet. Nun traten, offenbar erst vor Kurzem, günstigere Verhältnisse für den Zweig ein: das Polypid B fand ausreichende Nahrung für sich und die Knospen. Von diesen war B^1 nicht mehr zu retten. Aber die Knospe C hatte an ihrem Ursprungspunkte noch entwickelungsfähiges Zellmaterial übrig, und dieses ermöglichte eine Regeneration, die uns in Fig. 56a sehr klar vor Augen tritt. Der größte Theil des Knospenzapfens wird von dem degenerirten Gewebe der ersten Anlage gebildet. Die Zellen des äußeren (mesodermalen) Blattes haben noch ziemlich normale Kerne, ihr Plasma dagegen ist stark vacuolisirt. Im inneren Blatte haben sich einige wandständige Zellen um eine Zerfallsmasse gruppiert, die aus einer lockeren, hellen Grundsubstanz mit eingelagerten Kernen besteht. Die Kerne sind auffallend stark gefärbt und fast homogen, der Nucleolus ist ganz oder theilweise aufgelöst und meist nur undeutlich zu erkennen.

Als die Knospe der Entartung verfiel, begann sie sich an ihrer Basis von der Leibeswand abzusehnüren, wie das bei der Knospe B^1 (in Fig. 56), die nur noch mit einem dünnen mesodermalen Stiel an der Wand festsetzt, wirklich geschehen ist. Bei der Knospe C wurde die Abschnürung nur für das innere Blatt durchgeführt, das wir nun ganz isolirt inmitten des äußeren liegen sehen. Dieses letztere hatte, als an der Knospenbasis die regenerativen Vorgänge einsetzten, dort noch nicht viel an Terrain verloren, immerhin aber so viel, daß eine leichte Ringfurche (*rf*) die Stelle auch jetzt kenntlich macht. Inzwischen haben die unversehrten Zellen der Knospenbasis die Anlage einer neuen Knospe gebildet, die ganz das Aussehen einer normalen hat, nur daß sie an ihrem Ende noch die ursprüngliche Knospe trägt. Die Ringfurche bezeichnet die Grenze zwischen der alten und neuen Bildung. Ob die ältere schließlich doch abgeschnürt oder von der jüngeren aufgebraucht wird, kann ich durch weitere Beobachtungen an *Fredericella* nicht entscheiden. Ich vermute das Zweite. Ähnliche Vorgänge sind bei *Paludicella* sehr häufig. Unter den *Phylactolämen* habe ich sie allein bei *Fredericella* constatiren können, aber auch hier nur selten.

Querstreifung der Muskeln. Bei einem erwachsenen Polypid, das nach Begießen mit heißem Sublimat ausgestreckt geblieben war, habe ich an den Retractorfasern eine sehr deutliche Querstreifung erkennen können, wie sie bereits von Allman ('56, S. 30) beobachtet worden ist. In Fig. 37, Taf. IV, sind einige solche Fasern bei starker Vergrößerung abgebildet. Man sieht parallel laufende Fasern und auch Verzweigungen. Die dunkeln und hellen Scheiben sind ganz scharf von einander abgesetzt. Zwischenscheiben konnte ich nicht erkennen.

Schluss.

Die Entwicklung von *Fredericella* weicht in wichtigen Punkten von *Plumatella fungosa* ab. Ohne in eine ausführliche Vergleichung einzutreten, stelle ich die Hauptsachen, soweit sie mir spruchreif zu sein scheinen, kurz zusammen.

Fredericella.

1. Das Eiplasma ist eine morphologische Einheit und verhält sich auch bei der Furchung so.
2. Totale Klüftung von Anfang an.
3. Einige wenige, bisweilen durch Theilung vermehrte, bisweilen fehlende Zellen am oberen Ende des Embryo verfallen der Entartung. (Rudimentäres Entoderm, Exogastrula.)
4. Ursprung des Mesoderms weit unterhalb des Embryonalscheitels. Daher
5. Zeitweiliges Fortbestehen einer oberen Furchungshöhle.
6. Die untere Furchungshöhle schließt sich ohne Gewebsverlust.
7. Scheibenförmige Placenta. Verwachsung der ganzen vorderen Kuppe des Embryo mit dem Oöcium, das seinerseits durch Wucherungen der mesodermalen Schicht daran theilnimmt.
8. Auftreten nur einer Primärknospe, die unterhalb des Embryonalscheitels entspringt. Eine zweite Primärknospe folgt (wahrscheinlich) nach der Festsetzung der Larve.
9. Adventivknospenbildung in erwachsenen Stöcken.

Plumatella fungosa.

- Zonale Differenzirung des Eiplasmas. Existenz einer äußeren, an der Furchung nicht theilnehmenden Plasmazone.
- Zusammenhang der ersten Furchungszellen mittels einer gemeinsamen Plasmamasse, die sich bis zum 8-zelligen Stadium erhält. Einige Zellen werden, jedoch nicht constant, durch Einstülpung in die Furchungshöhle verlegt und entarten daselbst. (Rudimentäre Gastrulation.)
- Ursprung des Mesoderms dicht unterhalb des Embryonalscheitels. Daher
- Kein Fortbestehen einer oberen Furchungshöhle.
- Die untere Furchungshöhle wird, falls rudimentäre Entodermzellen darin enthalten sind, durch Abschnürung der äußeren Wand beseitigt. Wenn das Entoderm fehlt, kann sie ohne Gewebsverlust verwachsen.
- Ringförmige Placenta, ohne wesentliche Beteiligung des Oöciums. Die obere Kuppe des Embryo bleibt frei.
- Auftreten von in der Regel zwei Primärknospen unterhalb des Embryonalscheitels, die ungleichzeitig und unabhängig von einander ihre Entstehung nehmen.
- Keine Adventivknospen.

In dieser Aufzählung scheint mir bei 1, 2 und 7—9 das ursprünglichere Verhalten auf der Seite von *Fredericella* zu liegen, bei 3 und 6 auf der Seite von *Plumatella*. Über Punkt 4 und 5 habe ich mir noch kein Urteil zu bilden vermocht.

Daß aber auch die Punkte, in denen *Fredericella* ein primitives Verhalten zeigt, nicht ohne Weiteres für die Ursprünglichkeit der genannten Form sprechen, lehrt der Umstand, daß *Fredericella* in allen diesen Beziehungen, ausgenommen Punkt 9, größtentheils mit *Pectinatella* übereinstimmt, die außerdem auch Punkt 4, 5 und 6 mit ihr gemein hat. Ob auch Punkt 3, ist mir noch nicht klar geworden.

Somit bleibt denn Punkt 9 als der einzige primitive Charakter bestehen, durch welchen *Fredericella* vor den übrigen Phylactolämen sich auszeichnet. Sicher ist ferner, daß *Plumatella fungosa* und die ihr nächstverwandte *repens* eine Sonderstellung innerhalb der bisher auf ihre Embryonalentwicklung untersuchten Phylactolämen einnimmt.

Februar 1907.

Citirte Schriften.

- Allman, G. J.** 1856. A Monograph of the Fresh-water Polyzoa. London, Ray Society.
- Blumenbach, J. F.** 1779. Handbuch der Naturgeschichte. [I. Ausg.] Göttingen.
- Braem, F.** 1888. Untersuchungen über die Bryozoen des süßen Wassers. Vorläufige Mittheilung. Zool. Anzeiger, Bd. 11, S. 503 ff.
- 1890. Desgl. [Ausführliche Arbeit.] Bibliotheca Zoologica, herausg. v. Leuckart & Chun, Heft 6, Cassel.
- 1897. Die geschlechtliche Entwicklung von Plumatella fungosa. Zoologica, herausg. v. Leuckart & Chun, Heft 23, Stuttgart. [Einige nicht ohne Weiteres erkennbare Druckfehler dieser Schrift mögen hier nachträglich berichtigt werden. S. 15, Absatz 2, lies Fig. 54 und 55 statt Fig. 54 und 59; Seite 42 Zeile 15 v. u., lies ist der Typus statt in d. T.; S. 52, Zeile 7 v. u., lies erkannt statt bekannt; S. 87, Zeile 8 (nicht 7) v. u., lies Phylactolämen statt Gymnolämen. Ferner ist S. 76, Absatz 5, hinzuzufügen: Dagegen bestehen nach Harmer, '93, S. 199, bei Crisia thatsächlich ähnliche Verhältnisse.]
- Chirica, C.** 1904. Notes sur les Bryozoaires de Roumanie. Annales scient. de l'Univ. de Jassy. [S.-A.]
- Davenport, C. B.** 191. Observations on Budding in Paludicella and some other Bryozoa. Bulletin of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College, Bd. 22.
- Harmer, S. F.** 1887. Sur l'embryologie des Bryozoaires ectoproctes. Arch. de Zool. exp. et gén., II sér., Bd. 5, S. 443 ff.
- Jullien, J.** 1890. Observations sur la Cristatella mucedo. Mémoires de la Soc. Zool. de France, Bd. 3.
- Korotneff, A.** 1889. Über die Entwicklung der Süßwasserbryozoen. [Russisch mit deutscher Tafelerklärung.] Mém. de la Soc. des Natural. de Kiew, Bd. 10, S. 399 ff.
- Kraepelin, K.** 1887. Die deutschen Süßwasserbryozoen, I: Anatom.-systemat. Theil. Abhandl. des naturwiss. Vereins Hamburg, Bd. 10.
- Kupelwieser, H.** 1905. Untersuchungen über den feineren Bau und die Metamorphose des Cyphonautes. Zoologica, herausg. v. Chun, Heft 47, Stuttgart.
- Nitsche, H.** 1868. Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen, I. Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der phylactolämen Süßwasserbryozoen, insbesondere von Meyonella fungosa. Arch. f. Anat. und Physiol., 1868, S. 465 ff.
- Prouho, H.** 190. Recherches sur la larve de la Flustrella hispida. Arch. de Zool. exp. et gén., II sér., Bd. 8, S. 409 ff.
- Wesenberg-Lund, C.** 1896. Biologiske Studier over Ferskvandsbryozoer. Særtryk af Vidensk. Meddel. fra den naturh. Forening Kjøbenhavn, 1896, S. 251 ff.
- 1906. Über Süßwasserplankton. Prometheus, Berlin, Bd. 17, S. 790.
- Zykoff, W.** 1905. Bemerkung über das Plankton des Wolgadeltas. Zool. Anzeiger, Bd. 29, S. 278—283.
- Über das Plankton des Saisan-Sees. Ebenda, S. 477—482.

Tafeln.

Die Vergrößerungen geben die wirkliche Größe der Zeichnung an.

Tafel I.

Material aus Breslau, Ohle bei Zedlitz.

Färbung mit alkoh. Karmin.

A Hauptpolypid, nur mit einem Theil der Mündungsregion in den Figuren sichtbar, oder, bei eingeklammertem Buchstaben, ganz außerhalb der Figur liegend; *B* erste (älteste), *B*¹ zweite Tochterknospe von *A*; *C* Tochterknospe von *B*; *dm* (*A*) Duplicaturmuskel des Hauptpolypides; *ec* Ectoderm der Kolonialwand; *ec*¹ Ectoderm (inneres Blatt) des Oöciums; *m* Mesoderm (innere Schicht) der Kolonialwand, *ev*, (in Fig. 2) äußeres Knospenblatt; *m*¹ Mesoderm (äußeres Blatt) des Oöciums; *o*, *o*¹ . . . *o*ⁿ Eier; *Oö* Oöcium; *Oe* Ovarium; *tm* Muskelschicht der Kolonialwand; *ts* Tentakelscheide.

Fig. 1, 2. Junge Ovarialanlagen. Kolonie gefunden d. 10. V. 1894. Sublimat. Vergr. 900.

Fig. 3. Oöcium mit ungefurchtem Ei, Längsschnitt. 2. VI. 94. Heisses Subl. Vergr. 760.

Fig. 4, 5. Ovarial-Eier. 10. V. 94. Subl. Vergr. 760.

4a. Der Nucleolus des Eies von Fig. 4, Vergr. 1340.

Fig. 6, 1. II. Älteres Ovarium mit der Anlage des Oöciums (*Oö*), 2 auf einander folgende Schnitte. 10. V. 94. Subl. Vergr. 770.

Fig. 7. Ovarium, das älteste Ei innerhalb des Oöciums, s. Text S. 9. 16. VI. 94, im Aquarium bis 21. VI. Warmes Subl. Vergr. 760.

Fig. 8. Ältestes Ei im Oöcium, der Nucleolus nach dem Nachbarschnitt eingezeichnet. 10. V. 94. Subl. Vergr. 760.

8a. Der Nucleolus des älteren Eies von Fig. 8 bei 1340-facher Vergr.

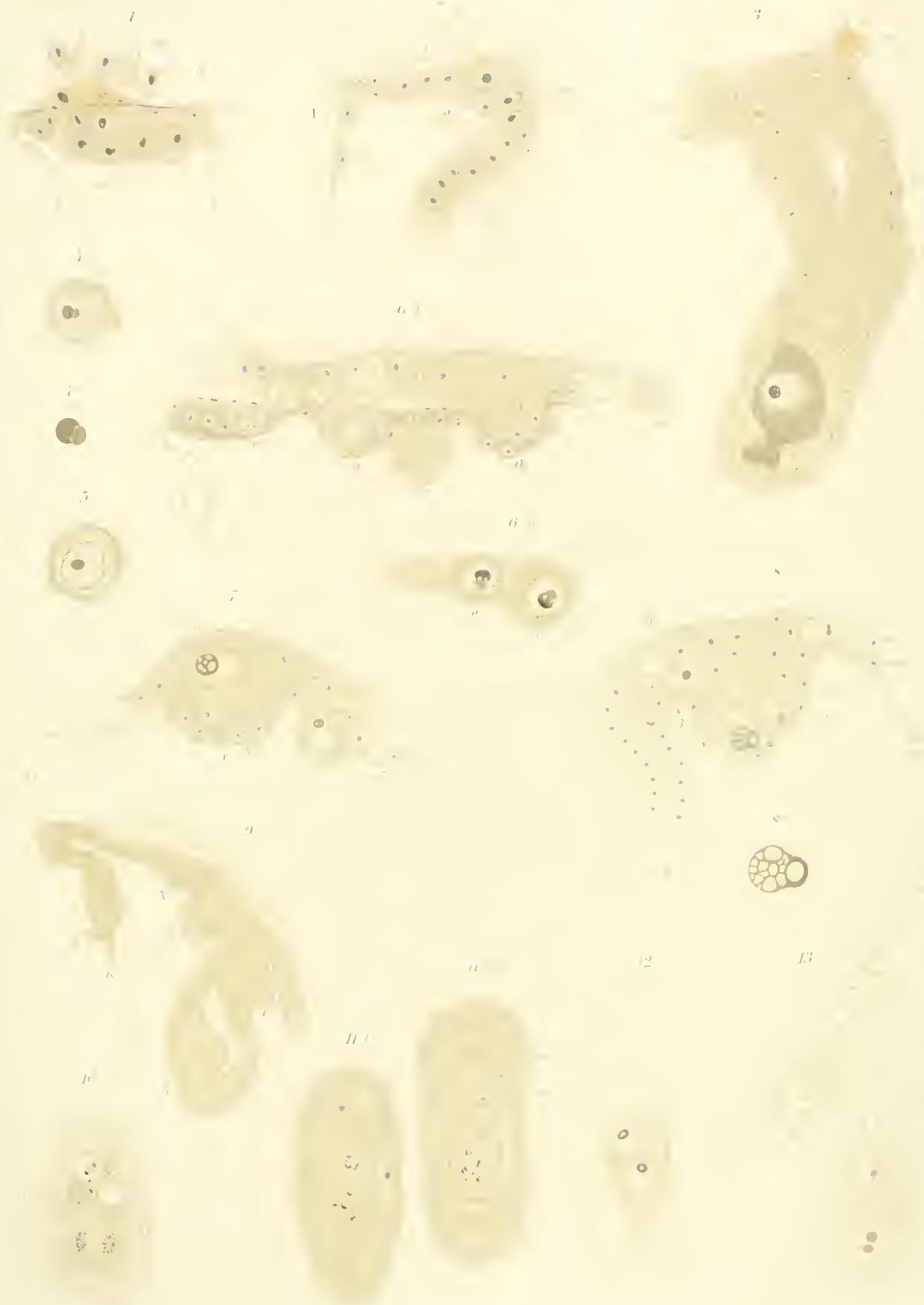
Fig. 9. Bei *X* ein Mittelding zwischen Oöcium und Knospe. 10. V. 94. Subl. Vergr. 330.

Fig. 10. Ei im Oöcium, erstmalige Theilung. Annähernd Längsschnitt. 10. V. 94. Subl. Vergr. 770.

Fig. 11, 1. II. Desgl., 2 auf einander folgende Schnitte. 18. V. 94. Heißes Subl. Vergr. 760.

Fig. 12. Ei im Oöcium, 2-zellig. 19. VI. 94, im Aquarium bis 22. VI. Warmes Subl. Vergr. 760.

Fig. 13. Mittlerer Längsschnitt durch ein Oöcium mit 2-zelligem Embryo. 10. V. 94. Subl. Vergr. 770.



Tafel II.

Karminfärbung.

(A) Hauptpolypid, außerhalb der Figur liegend; (B) ältestes Tochterpolypid, außerhalb der Figur liegend; B¹ zweite, B² dritte Tochterknospe von A; C Tochterknospe von B¹; *ec* Ectoderm, *m* Mesoderm der Kolonialwand; *ec*¹ Ectoderm, *m*¹ Mesoderm des Oöciums; *k* Kopfzellen des Embryo.

Fig. 14—23. Material aus Breslau, Ohle bei Zedlitz und Pirscham. Vergr. ca. 770.

Fig. 14. Mittlerer Längsschnitt durch Oöcium und Knospen. Embryo 3-zellig. Kol. vom 10. V. 1904. Subl.

Fig. 15. Längsschnitt durch ein Oöcium mit 3- oder 4-zelligem Embryo. 19. VI. 94. bis 25. VI. im Aquarium gehalten. Warmes Subl.

Fig. 16. Embryo 5-zellig. Combination aus 4 Schnitten zu 5 μ . Die Zahlen für die Furchungszellen sind so geordnet, daß die Eins die dem Beschauer zunächst liegende Zelle bezeichnet. Man sieht den oberen Theil des Oöciums der Länge nach, aber der embryohaltige Theil ist fast senkrecht gegen die Papierfläche gekrümmt, so daß auch die längste Axe des Embryo in diese Richtung fällt. 18. V. 94. Subl.

Fig. 17. Embryo 5-zellig. Combination aus 2 Längsschnitten zu 5 μ . Über die Zahlen s. Fig. 16. 18. V. 94. Subl.

Fig. 18. Embryo 6-zellig. Mittlerer Längsschnitt. Über die Zahlen s. Fig. 16. Das *Apostroph* vor der Zahl bedeutet, daß der größere Theil des Kerns in dem vorhergehenden Schnitt, das *Apostroph* hinter der Zahl, daß er im folgenden liegt. 10. V. 94. Subl.

Fig. 19. Embryo 8-zellig. Combination aus 2 Längsschnitten zu 5 μ . Zahlen wie bei Fig. 16. 10. V. 94. Subl.

Fig. 20. Embryo 8-zellig. Querschnitt. 19. VI. 94. Warmes Subl.

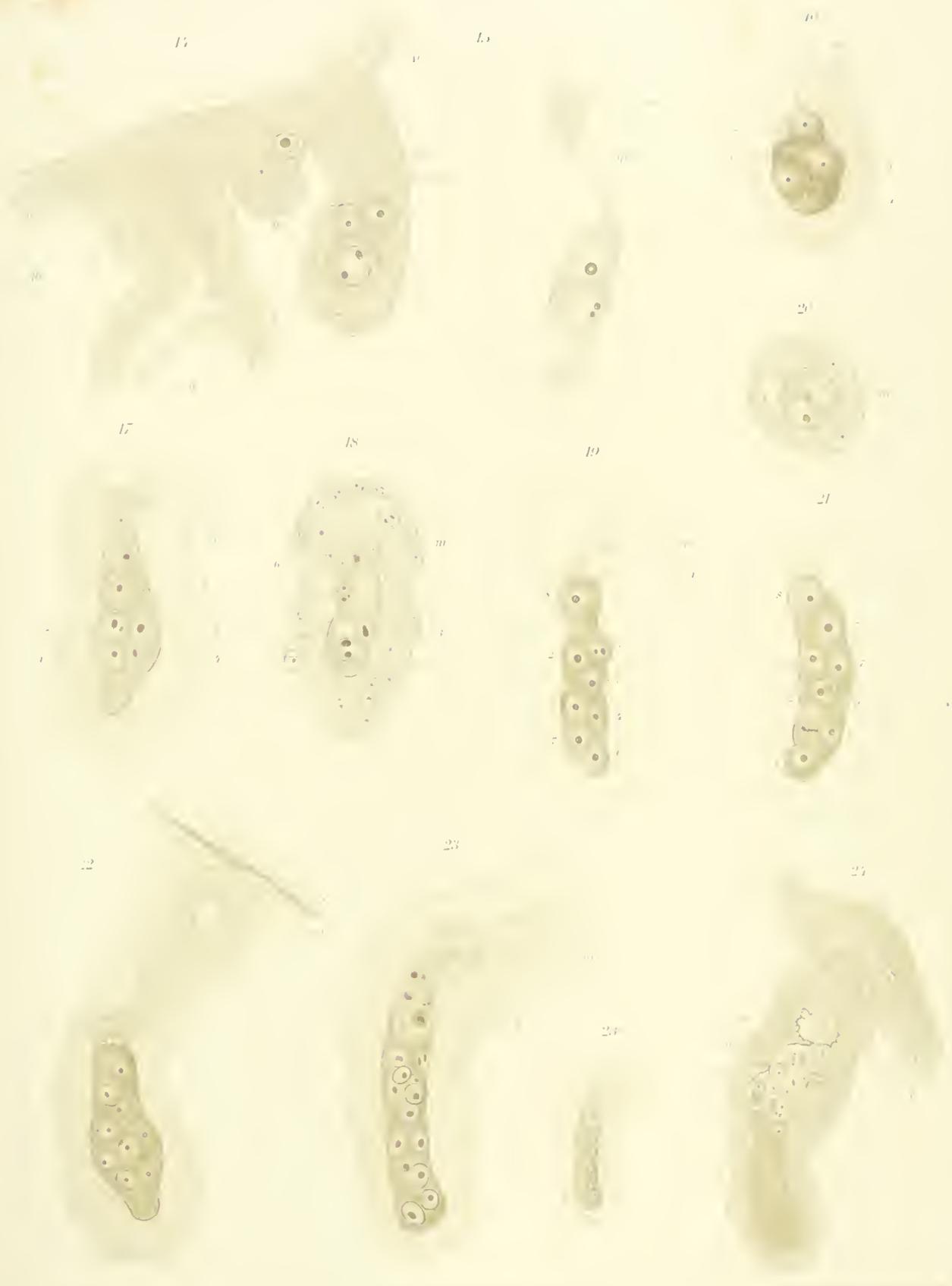
Fig. 21. Embryo 9-zellig. Combination aus 2 Längsschnitten. 11. VI. 98. Warmes Subl.

Fig. 22. Embryo 11-zellig, aus 3 Längsschnitten zu 5 μ combinirt. Oöcium im mittleren Längsschnitt. 18. V. 94. Subl.

Fig. 23. Embryo 15-zellig. Combination aus 4 Längsschnitten. 10. V. 94. Subl. Vergr. 770.

23a. Desgl. Vergr. 330.

Fig. 24. Embryo etwa 34-zellig. Mittlerer Längsschnitt. Havel bei Spandau, 23. VI. 1906. Flemming'sche Flüssigkeit. Vergr. 330.



Tafel III.

Material aus Breslau, Ohle bei Zedlitz und Pirscham. Karminfärbung.

Embryonen in mittleren Längsschnitten. Vergr. 330, außer bei Fig. 29a.

A erste Knospe des Embryo; *dm* Duplicatormuskeln des Hauptpolypids; *ec* Ectoderm der Kolonialwand; *ecⁱ* Ectoderm (innere Schicht) des Oöciums; *Fh* obere Furchungshöhle des Embryo; *Lh* Leibeshöhle des Embryo; *M* Mesoderm (Leibeshöhlenepithel) des Embryo; *m* Mesoderm der Kolonialwand; *mⁱ* Mesoderm (äußere Schicht) des Oöciums; *mc* Mesodermverdickung des Oöciums; μ Ursprungsstelle des Mesoderms des Embryo; *pl* fötaler, *plⁱ* uteriner, dem Oöcium angehöriger Theil der Placenta; *s* Septalfalte zwischen dem Oöcium und dem Hauptpolypid; *uFh* untere Furchungshöhle des Embryo; *tm* Tunica muscularis der Kolonialwand; *z* hinterer Zipfel des Oöciums.

Fig. 25. Embryo etwa 60-zellig, Pseudoblastula. 19. VI. 94. bis 22. VI. im Aquarium. Warmes Subl.

Fig. 26. Embryo mit Mesodermanlage. 11. VI. 98. Warmes Subl.

Fig. 27. Embryo mit Leibeshöhle. 26. V. 94. Heißes Subl.

Fig. 28—30. Embryonen mit geräumiger Leibeshöhle, Bildung der Placenta.

Fig. 28, I, II. Zwei durch einen dazwischenliegenden getrennte Schnitte. Der Oöciumanhang *z* in Schnitt I ist nach anderen Schnitten eingezeichnet. 2. VI. 94. Heißes Subl.

Fig. 29. Oöciumanhang *z* nach anderen Schnitten eingezeichnet. 19. VI. 94. bis 22. VI. im Aquarium. Warmes Subl.

29a. Gebuchteter Kern aus der Region *plⁱ* der Hauptfigur nach dem Nachbarschnitte. Vergr. etwa 600.

Fig. 30. 19. VI. 94. bis 22. VI. im Aquarium. Subl.

Fig. 31. Embryo mit Placenta und erster Knospenanlage (-I).

Fig. 32, I, II. Embryo mit weiter entwickelter Knospe (beulenförmiges Stadium). 2 durch einen dazwischenliegenden zu 5 μ getrennte Schnitte. 2. VI. 94. Heißes Subl.

[Die dunkeln Töne treten in dieser Tafel zu stark hervor. Außerdem ist in Fig. 32, II durch ein Mißverständnis bei der Correctur ein Widerspruch mit der Beschreibung (S. 20) entstanden, indem die unmittelbar unter *pl* gelegenen zwei oder drei Zellen bis zu der oberen queren Begrenzung der inneren (dem äußeren Embryonablatt angehörigen) Knospenschicht so hell bleiben sollten wie die Zelle *pl*. Sie sind ganz dunkel gemacht worden, so dass der Gegensatz zwischen den Knospen- und den Placentazellen nicht zum Ausdruck kommt.]

25



26



27



28



28'



29



29'



31



32



32'



Tafel IV.

Karminfärbung.

A erste Knospe des Embryo, in Fig. 36 Mündung des Hauptpolypides; *cu* Cuticula (Ectocyste); *D* Duplicatur des Embryonaleystids; *Ec* Ectoderm des Embryo; *ec* Ectoderm der Kolonialwand; *ecⁱ* Ectoderm (inneres Blatt) des Oöciums; *Ed* Euddarm (Analschlauch) der ersten Knospe des Embryo; *ed* Enddarm des Hauptpolypides des Zweiges; *Fh* obere Furchungshöhle des Embryo; *Lh* Leibeshöhle des Embryo; *M* Mesoderm (Leibeshöhlenepithel) des Embryo; *m* Mesoderm der Kolonialwand; *mⁱ* Mesoderm (äußeres Blatt) des Oöciums; *pl* fötaler Theil der Placenta (obere Kuppe des Embryo); *pl^u* uteriner Theil der Placenta; *s* Septalfalte zwischen Oöcium und Hauptpolypid; *t* Tentakelregion; *tm* Tunica muscularis der Kolonialwand; *z* blindsackförmiger Anhang des Oöciums.

Fig. 33. Embryo mit Knospenanlage (A). Mittlerer Längsschnitt. Der Anhang *z* nach anderen Schnitten eingezeichnet. Havel bei Spandau, 23. VI. 1906. Subl. Vergr. 330.

Fig. 34—37. Material aus Breslau, Oble bei Zedlitz.

Fig. 34. I—III. Embryo mit sackförmiger Knospe. Oberer Theil dreier Längsschnitte. Zwischen I und II fehlt 1 Schnitt, zwischen II und III fehlen 2 Schnitte zu 5 μ . 19. VI. 94, bis 24. VI. im Aquarium. Warmes Subl. Vergr. bei I und II: 330, bei III. 380.

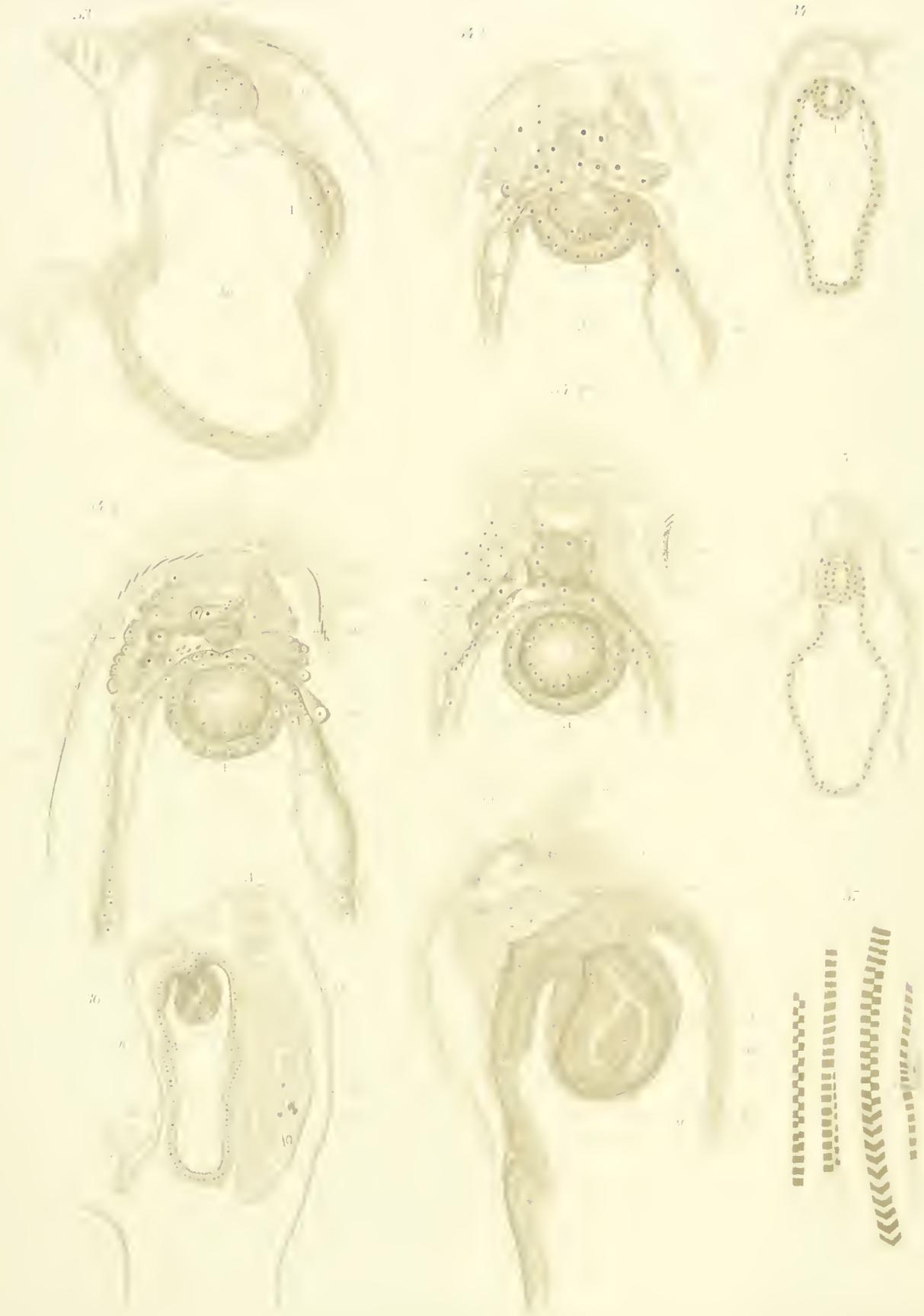
34a. Gesamtbild eines mittleren Längsschnittes der Serie bei 130-facher Vergr. Die Knospe etwas schematisirt.

Fig. 35. Weiter entwickelter Embryo. Mittlerer Längsschnitt. 19. VI. 94. Subl. Vergr. 130.

Fig. 36. Zweig mit älterem Embryo. Medianschnitt. Hauptpolypid in Rückbildung. Knospe des Embryo im Stadium der Darmbildung (Oral- und Analschlauch). 2. VI. 94. Heißes Subl. Vergr. 130.

36a. Oberer Theil des Embryo von Fig. 36 bei 330-facher Vergr.

Fig. 37. Retractorfasern eines ausgestreckten Polypides. Querstreifung. Heißes Subl. Winkel. hom. Imm. $\frac{1}{11}$, Oc. 3.



Tafel V.

Material aus der Havel bei Spandau. Karminfärbung.

A Hauptpolypid; *B* erste Tochterknospe des Embryo; *C* erste Tochterknospe der Knospe *B*, mit dieser zur Doppelknospe verbunden; *cu* Cuticula (Ectocyste); *D* Duplicatur des Larvenmantels; *d* Duplicatur des Polypides; *Db* Bänder des larvalen Duplicatur; *db* Duplicaturbänder des Polypides; *dm* Duplicaturmuskeln; *ec* Ectoderm der Kolonialwand; *ec*¹ Ectoderm (inneres Blatt) des Oöciums; *Ed* Enddarm des ersten Polypides des Embryo; *ed* Enddarm des Hauptpolypides des trächtigen Zweiges; *Em* Embryo; *f* Funiculus; *l* Längsfasern der Tunica muscularis (Radialmuskeln der Oöciummündung); *m* Mesoderm (inneres Epithel) der Kolonialwand; *m*¹ Mesoderm (äußere Schicht) des Oöciums; *n* Hauptganglion des Polypides; *oöh* Oöciumhöhle, von Ectoderm umkleidet; *ph* Pharynx des Hauptpolypides des Zweiges; *r* Ringfasern der Tunica muscularis; *S* ringförmiges Septum; *s* Septalfalte zwischen Oöcium und Hauptpolypid; *sph* Sphincter an der Geburtsöffnung; *t* Tentakelregion; *tm* Tunica muscularis der Kolonialwand; *tm*¹ Muskelschicht des Oöciums; *ts* Tentakelscheide.

Fig. 38–40. Vergl. 125.

Fig. 38. Zweig mit nahezu reifem Embryo, unter Zugrundelegung des Medianschnittes, der hier für Zweig und Embryo gleiche Bedeutung hat. 21. VII. 1906. Subl.

Fig. 39. Zweig mit geburtsreifem Embryo, unter Zugrundelegung des Medianschnittes, der für Zweig und Embryo gleiche Bedeutung hat. Hauptpolypid des Zweiges im Zerfall. 23. VI. 1906. Flemming'sche Flüssigkeit.

Fig. 40. Zweig mit weit entwickeltem Embryo; 4 in verschiedenen Abständen auf einander folgende Querschnitte, Schnitt 1 am nächsten der Mündung. Der Embryo ist etwas jünger als in Fig. 38. 23. VI. 1906. Subl.

Fig. 41, 42. Vergl. 330.

Fig. 41. Querschnitt durch einen trächtigen Zweig, Mündung des Oöciums, ähnlich wie Fig. 40, 1. 21. VII. 1906. Subl.

Fig. 42. Oberer Theil eines Zweiges, aus dem vor Kurzem die Larve ausgeschlüpft ist. Medianschnitt. 23. VI. 1906. Flemming'sche Flüssigkeit.



Tafel VI.

Karminfärbung.

Buchstabenerklärung, außer für Fig. 51, 52: *A* Hauptpolypid der Larve; *B* erste Tochterknospe; *bl* Blaszellen; *C* Tochterknospe von *B*; *cu* Cuticula (Ectocyste); *D* Duplicatur der Larve; *Db* Duplicaturbänder der Larve; *db* Duplicaturbänder des Hauptpolypides; *EC* Embryonaleystid (Larvenmantel); *Ec* Ectoderm des Larvenmantels; *ec* Ectoderm des oberen Theils der Larve, der künftigen Kolonialwand; *f* Funiculus; *l* Längsfasern der Tunica muscularis der Larvenwand; *M* Mesoderm des Larvenmantels; *m* Mesoderm (inneres Epithel) des oberen Theils der Larve, der der Kolonialwand entspricht; *ma* Magen des Hauptpolypides; *N* Nervencentrum des Larvenmantels; *r* Ringfasern der Muscularis der Larvenwand; *tm* Tunica muscularis; *ts* Tentakelscheide; *uP* unterer (hinterer), beim Schwimmen vorderer Pol der Larve.

Fig. 43—46. Larven aus Breslauer Material vom 19. VI. 94, das seitdem im Aquarium gehalten wurde. Vergr. 130.

Fig. 43. Kümmerlich entwickelte Larve, mittlerer Längsschnitt. 24. VI. Subl.

Fig. 44. Normale Larve, mittlerer Längsschnitt. Darm des Hauptpolypides durch Combination vervollständigt. 25. VI. Warmes Subl.

Fig. 45. Normale Larve, mittlerer Längsschnitt. 20. VI. Subl.

Fig. 46. Normale Larve, Combinationsbild. 24. VI. Subl.

Fig. 47—49. Vergr. 700.

Fig. 47. Theil des oberen, von der Duplicatur umschlossenen Abschnittes der Larvenwand, welcher die bleibende Kolonialwand liefert. Eine der Falten, die in Fig. 45 zwischen dem Buchstaben *B* und dem Leitstrich *C* liegen.

Fig. 48, 49. Theile von Querschnitten durch den cilientragenden Larvenmantel, der bei der Festsetzung nach innen verlegt und dann resorbirt wird. Subl.

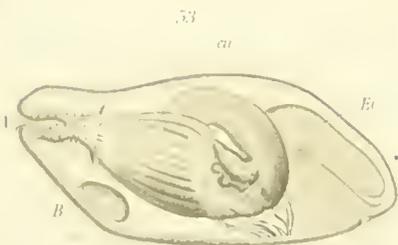
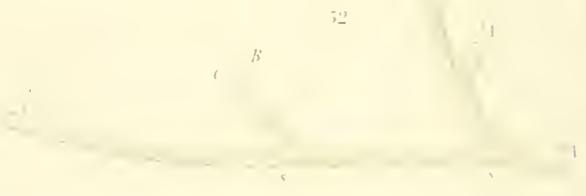
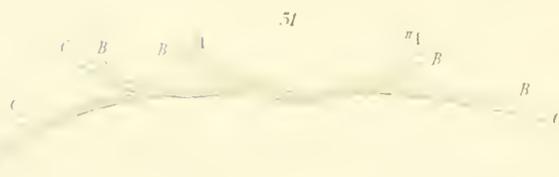
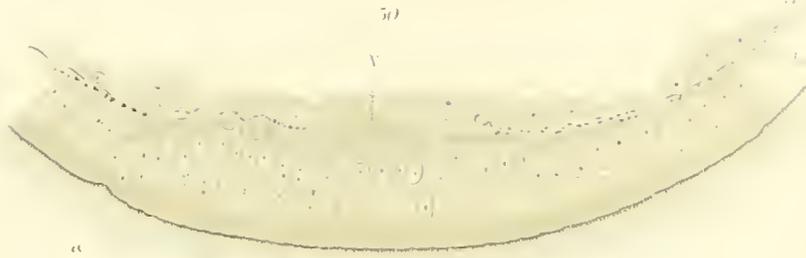
Fig. 50. Unterer Pol (*uP*) von Fig. 45, mit dem Nervencentrum des Larvenmantels. Vergr. 600.

Fig. 51, 52. An Blättern angesiedelte, wahrscheinlich aus Larven hervorgegangene Stöckchen. Havel bei Spandau, 4. VII. 1906. Subl. Die Linien unterhalb der Figuren geben die natürliche Länge an. Die Buchstaben *A*, *B*, *C*, *D* bezeichnen die erwachsenen Polypide in der Reihenfolge ihrer Entstehung. ¹*A* die ältere, ²*A* die jüngere der beiden unabhängig von einander entstandenen einander opponirten Hauptknospen. *B*¹ zweite Tochterknospe von *A*, *C*¹ zweite Tochterknospe von *B*. *s* ringförmige Septen.

Fig. 53. Larve nach oben vollendeter Festsetzung, Combinationsbild nach Schnitten, Seitenansicht. Breslau, 3. VII. 94. Warmes Subl. Vergr. 130.

53a. Mittlerer Längsschnitt derselben Larve. Vergr. 130.

53b. Region der Knospe *B* aus Fig. 53a bei 330-facher Vergr.



Tafel VII.

- Fig. 54. Von der Hauptkolonie abgeschnürter Zweig mit Rückbildung der ältesten Polypide. Breslau, 19. VI. 94. Subl. Vergr. 40. — *A* Hauptpolypid; *B* erster Tochterzweig, *B*¹ zweites Tochterpolypid, *B*² drittes Tochterpolypid von *A*; *Cb*¹ Tochterpolypid von *B*¹; *Cb*² Tochterknospe von *B*²; *cu* ursprüngliche Cuticula; *cu*¹ secundäre Cuticula (an den Abschnürungsstellen); *cdA* abgeschnürter Darm des Polypides *A*, vornehmlich Enddarm; *k* Tochterknospe von *Cb*¹; *maB*¹ abgeschnürter Magen des Polypides *B*¹; *tB*¹ Tentakelregion des Polypides *B*¹; *x* Abschnürungsstelle inmitten des Zweiges *B*¹.
- Fig. 55. Wie Fig. 54. Havel bei Spandau, 23. VI. 1906. Subl. Schwächer vergr. als die vorige Figur. — *A* ältester Zweig; *B* Basis des ersten Tochterzweiges von *A*; *C* Tochterzweig von *B*; *K* Adventivknospe an der basalen Abschnürungsstelle; *S* ringförmiges Septum; *st* junger Statoblast.
- Fig. 56. Endglied eines Zweiges mit Rückbildung der ältesten Knospen und Polypide. Breslau, 19. VI. 94. Subl. Vergr. 70. — *A* Hauptpolypid, bis auf einen Rest an der Mündung rückgebildet; *B* älteres Tochterpolypid von *A*, unversehrt; *B*¹ zweite Tochterknospe von *A*, rückgebildet; *C* Tochterknospe von *B*, in Regeneration.
- 56a. Knospe *C* der Hauptfigur bei 600-facher Vergr. Karminfärbung. Die rechte Seite dieser Figur entspricht der linken Seite der Hauptfigur. — *ec* Ectoderm, *m* Mesoderm der Kolonialwand; *rf* Ringfurche, welche die im Verfall befindliche ursprüngliche Knospe von dem darüber gelegenen Regenerat *C* scheidet.
- Fig. 57. Statoblastenstöckchen, innerhalb der an einer Baumwurzel angehefteten alten Cystidröhren (*A*), (*B*), (*C*) erwachsen. Breslau, 19. III. 97. Subl. Schwache Vergr.
- 57a. Die Röhre (*A*) der Hauptfigur bei 50-facher Vergr. Karminfärbung. — ¹*A* erstes Hauptpolypid; ²*A* zweites, als Adventivbildung entstandenes Hauptpolypid; *z* ein außerhalb des regulären Ovariums entstandenes Ei; *B* erstes Tochterpolypid von *A*; *B*¹ zweite Tochterknospe von *A*; *C* Tochterknospe von *B*; *cu* Cuticula des vorjährigen Stockes; *cu*¹ neue Cuticula des jungen Stöckchens; *dm* Duplicatormuskeln von *A*; *Ov* Ovarium; *sp* Samennmassen (am Funiculus); *st* Statoblastenschalen, aus denen der junge Stock gekeimt ist.
- 57b. Die Röhre (*B*) der Hauptfigur bei 50-facher Vergr. Das zweite Hauptpolypid ²*A* noch als Knospe. — *f* Funicularstrang; die übrigen Buchstaben wie bei 57a.
- 57β. Die Knospe ²*A* von Fig. 57b bei 380-facher Vergr.

