

Die Eibildung bei Tubularia.

Von

Franz J. Th. Dofflein.

(Aus dem Zoologischen Institut Straßburg i/E.)

Mit Tafel II.

Obwohl sich schon eine große Anzahl von Forschern mit dem Gegenstand beschäftigt hat, herrscht doch über die Frage nach der Entstehung des Eies von Tubularia einigermaßen Unklarheit. Während die Entstehung der Keimzellen und dann späterhin die Eireife ausführlich untersucht sind, haben die meisten Forscher sich begnügt, die Bildung des Eies und die damit verbundene Rückbildung der sogenannten »Nährzellen« nur zu streifen; meist haben sie nur eine Ansicht darüber aufgestellt, ohne sie durch genügende Beobachtungen zu stützen.

Zwei Auffassungen stehen sich hier gegenüber. Die einen Forscher nehmen an, dass die Eizelle die umgebenden Nährzellen aktiv auffrisst, sich von denselben »wie eine Amöbe von anderen Organismen ernährt«. Dagegen behaupten Andere eine Auflösung der Nährzellen und eine Aufnahme derselben in flüssigem Zustand. Hand in Hand mit diesen entgegengesetzten Annahmen schwankt auch die Auffassung der sogenannten »Pseudozellen«. Während die Anhänger der Fresstheorie dazu neigen, in ihnen die umgewandelten Kerne der Nährzellen zu erblicken, sehen die anderen Beobachter sie für Plasmaproducte der Eizelle, für Homologa der Dotterkörner in den Eiern anderer Organismen an. Aber wie oben erwähnt, die wirklichen Beobachtungen sind auf beiden Seiten recht spärliche.

BALFOUR (80) hat auf Grund einiger Schnitte in seinem Lehrbuch zuerst die Amöbentheorie aufgestellt, ohne sie ausführlich zu begründen oder sie durch überzeugende Abbildungen zu illustrieren.

Seine Beobachtungen hat METSCHNIKOFF (86) bestätigt, allerdings nur durch eine ganz kurze Bemerkung und ohne auf die Sache genauer einzugehen. Der Letzte, welcher sich dieser Ansicht anschließt, zugleich der Einzige, welcher sie durch einigermaßen klare verständliche Abbildungen erläutert, ist TICHOMIROFF (87), auf dessen ziemlich unklare Darstellung ich weiter unten öfter zurückkommen werde.

Schon vor BALFOUR hatte CIAMICIAN (79) das Schwinden von Keimzellen zu Gunsten der eigentlichen Eizelle beobachtet; er will gesehen haben, dass das Plasma jener Zellen allmählich schwindet, bis schließlich nur der Kern übrig bleibt, der endlich auch rückgebildet wird. Wie dies geschieht, giebt er nicht an, eben so wenig bildet er irgend etwas Derartiges ab. Er nimmt offenbar eine Ernährung der Eizelle auf flüssigem Wege an. Er beschreibt dann weiter die »Pseudozellen«, eigenthümliche kernähnliche Körper im Eiplasma, für welche er jene Bezeichnung nach KLEINENBERG (72) annimmt; dieser hatte sie für ähnliche Gebilde im Ei von Hydra angewandt. Ihre Herkunft weiß CIAMICIAN nicht zu deuten; er schildert ihre angebliche Entwicklung und beobachtet ihre Theilungen, und homologisirt sie, wohl wegen der Theilungsfähigkeit, nicht mit Dotterkörnern, sondern vergleicht sie mit den »Keimkörnern« LIEBERKÜHN's. Da aber LIEBERKÜHN an der citirten Stelle (56) unter Keimkörnern sowohl ganze Zellen als auch Zellkerne verstanden haben kann, — er untersuchte lebende Spongillalarven und gebraucht an jener Stelle den Ausdruck nur gelegentlich, ohne damit über die Natur jener Gebilde etwas aussagen zu wollen —, so bleibt dieser Vergleich ein leeres Wort. Jedenfalls hält CIAMICIAN die »Pseudozellen« für Produkte des Plasmas der Eizelle.

In den nächsten Jahren folgt für jede Angabe im Sinne der Amöbentheorie sofort irgend eine Arbeit, in welcher dazu Stellung genommen und die Aufnahme der Nährzellen in flüssigem Zustand behauptet wird. WEISMANN (83), welcher in seinem großen Hydroidenwerk sich gegen die Angaben BALFOUR's wendet, thut dies hauptsächlich auf Grund von Vergleichen mit anderen Hydroiden (Pennaria, Coryne). Auch er giebt weder Abbildungen, noch eine genauere Auseinandersetzung. Aber gerade bei der Eibildung der Hydroiden, bei welcher, wie WEISMANN selbst hervorhebt, eine so außerordentliche Variation herrscht, ist ein Schluss aus dem Vergleich von wenig zwingender Beweiskraft.

BRAUER (91 b), welcher mit seiner Darstellung wieder auf TICHOMIROFF

MIROFF folgt, schließt sich im Allgemeinen in der Auffassung der Nährzellen und der Pseudozellen an CIAMICIAN und WEISMANN an. Auch er spricht von der Auflösung der Nährzellen, indem der Umriss unregelmäßig wird und der Kern verschwindet. Er wendet sich gegen TICHOMIROFF, der, wie BRAUER annimmt, sich durch das kernähnliche Aussehen der Pseudozellen hat täuschen lassen. Er setzt die letzteren homolog denen des Hydraeies und scheint eine ähnliche Entstehung wie bei diesen anzunehmen. Nun gebraucht er in seiner Arbeit über die Entwicklung von Hydra (91a) den Ausdruck »Dotterkörner, sogenannte Pseudozellen«; dann spricht er weiter von der »Auflösung der Nährzellen und ihrer Aufnahme als sogenannte Pseudozellen durch die Eizelle«. Er scheint sich also vorzustellen, dass die aufgelöste organische Substanz der Nährzellen sich im Inneren des Eies in der so regelmäßig strukturirten Form der Pseudozellen gleichsam herauskrystallisirt. Mir erscheint diese Ansicht von vorn herein nicht annehmbar; dagegen sprechen besonders die Theilungserscheinungen der Pseudozellen. Ich muss übrigens erwähnen, dass BRAUER diese Bemerkungen nur nebenher macht, und dass er sich mit der Frage nicht intensiver abgegeben hat. Schließlich wäre auch zu seiner Arbeit zu bemerken, dass auch er für das Verhalten der Ei- und Nährzellen und für dasjenige der Pseudozellen keine Abbildungen bringt.

Ich unternahm die Arbeit auf Anregung Professor GOETTE's und habe sie im Zoologischen Institut der Universität Straßburg mit den Mitteln desselben durchgeführt. An dieser Stelle möchte ich auch Prof. GOETTE meinen Dank aussprechen für die vielfache Anregung, die ich während meiner Untersuchungen von seiner Seite erfuhr, und besonders für die große Freundlichkeit, mit der er mir während meiner Stellung als Hilfsassistent am Straßburger Institut außerordentlich reichliche Zeit für meine eigenen Arbeiten gewinnen ließ. Schließlich muss ich ihm danken für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir bei der Übersetzung der russischen Arbeit von TICHOMIROFF behilflich war.

Das konservirte Material zu meiner Arbeit stammte aus der Zoologischen Station in Neapel und war zum Theil mit Sublimat, zum Theil mit Pikrin-Essigsäure konservirt. Die Art war als *Tubularia larynx* bestimmt.

Ich habe mich bei meinen Untersuchungen ausschließlich auf die specielle Frage beschränkt, welche von den beiden oben erwähnten Theorien die richtige ist, und vor Allem, welche morpho-

logische Bedeutung den Pseudozellen zuzuschreiben ist. Die physiologische Bedeutung der letzteren werde ich nur in einer kurzen Bemerkung streifen.

Ich will daher die Frage nach der Herkunft der Keimzellen und ähnliche nur so weit berühren, als ich an dieser Stelle erwähne, dass ich eine Anzahl der von BRAUER (91b) im Abschnitt I seiner Arbeit mitgetheilten Beobachtungen bestätigen kann und keine in diesen Dingen irgendwie ihm widersprechenden Resultate gehabt habe. Ich beginne meine Darstellung mit demjenigen Zustande der Keimzellen, wo dieselben eng zusammengelagert, eine Art Keimgewebe bilden; jeder Kern ist von einer äußerst geringen Plasmamenge umgeben, die Grenzen zwischen den einzelnen Zellen des Keimgewebes sind daher weniger deutlich nachweisbar, als in den folgenden Stadien. Während nun das Gonophor heranwächst, nehmen zugleich die Kerne des Keimgewebes an Ausdehnung zu, und es wächst die um jeden derselben angesammelte Plasmamenge. Dabei werden die Zellgrenzen sehr deutlich, so dass ein Bild des Keimgewebes entsteht, wie es Fig. 10 der Tafel demonstriert. Die Kerne sind zu großen rundlichen Bläschen herangewachsen, welche deutlich eine peripherische Lagerung des Chromatins aufweisen. Ich möchte diesen Umstand hervorheben, da ich später darauf zurückkommen muss. Das Chromatin ist offenbar in Gestalt einer Hohlkugel angesammelt, deren Höhe zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ des Kerndurchmessers schwankt. In dieser Hohlkugel ist nun das Chromatin in einem Gerüst vertheilt, welches mir wabigen Bau zu besitzen scheint. Ich habe die feinere Struktur nicht genauer untersucht und gebe sie daher in meinen Abbildungen nicht wieder. Innerhalb der Hohlkugel befindet sich nun ein ungefärbter Raum, von dem sich schwer sagen lässt, ob er mit achromatischer Substanz erfüllt oder als eine vacuolenartige Bildung aufzufassen ist. In diesem Raum schwebt, mehr oder weniger central angebracht, der Nucleolus.

Derselbe erscheint kugelig bis länglich gestreckt und zeigt die typischen Farbenreaktionen des Nucleolus. Auf besonders guten Präparaten sieht man ihn an einigen feinen Fäden aufgehängt, welche von der chromatischen Hohlkugel ausgehen und aus schwach färbbarer Substanz bestehen (Fig. 11 und 12).

In diesem Stadium erscheint das Innere des Nucleolus noch homogen; im weiteren Verlauf der Entwicklung treten in ihm aber ein bis vier oder fünf Körperchen auf, welche sich mit den üblichen Färbemitteln nicht tingiren lassen. Trotzdem kann ich mich kaum

entschließen sie für Vacuolen zu erklären, da sie durch ihre starke Lichtbrechung sich sehr deutlich von den umgebenden Substanzen wie auch von dem Kanadabalsam, in welchen ich die Schnitte einlegte, unterscheiden (vgl. Fig. 1, 2, 4, 11, 12, 22).

Das Plasma der Zellen ist ein wenig körnig, die Zellgrenzen sehr deutlich. Sämmtliche Zellen des Keimgewebes sind aber, von Größenunterschieden abgesehen, durchaus gleichartig gebildet.

Von diesem Zeitpunkt nun beginnt die schon von so vielen Autoren geschilderte Divergenz in der Entwicklung der einzelnen Zellen. Das starke Wachsthum des Gonophors hat einzelne Lücken und Spalten im Gewebe entstehen lassen, und in diese wachsen nun die Keimgewebezellen mit ihren Fortsätzen hinein. Sie zeigen auch offenbar amöboide Beweglichkeit und benutzen den sie umgebenden Raum zu Pseudopodienbewegungen. Der Kern ist mittlerweile zu einem großen Bläschen herangewachsen, der periphere Theil des Kerns zeigt nun eine blässere Färbung und die Wabenstruktur ist deutlicher erkennbar (Fig. 1 und 2). Fig. 3 zeigt ein etwas jüngeres Stadium.

Während bis dahin sämmtliche Zellen sich in gleicher Richtung entwickelt haben, erscheinen nun eine geringe Anzahl vor den anderen bevorzugt. Ich schließe mich hier der Ansicht von BRAUER (91 b) nicht an, welcher schon während der Einwanderung der Keimzellen Unterschiede an denselben erkannt haben will, welche prädestinirte Ei- und Nährzellen unterscheiden. Ich konnte nichts Derartiges sehen, bin vielmehr der Ansicht, dass diejenigen der durchaus gleichartigen Keimzellen zu Eizellen werden, welche durch eine bessere Ernährung und die Gunst der Lagebeziehungen bevorzugt sind. Ich habe solche Eizellen nur in der Nachbarschaft des Spadix oder am Außenrande des Keimgewebes heranwachsen gesehen; nur dann im Inneren desselben, wenn sie durch die Nachbarschaft von Spalträumen in ähnliche Bedingungen versetzt waren, wie diejenigen der Randzone. Auch vom Gegentheil lässt sich ein Beleg für meine Ansicht herleiten. Keimzellen nämlich, welche an Orten stärksten Wachsthums zwischen die verschiedenen Gewebe eingekleilt werden, werden öfter zerdrückt und sterben ab. Derartige Zellen mögen es auch gewesen sein, welche die Angaben über Auflösung von Nährzellen zur Ernährung der Eizellen veranlassten. Ich bemerke aber ausdrücklich, dass man sie ziemlich selten antrifft, durchaus nicht in jedem Gonophor, und dass sie nur als gelegentliche Bildungen aufzufassen sind. Wenn das Ei allmählich heranwächst, und mit

dem Schwinden der »Nährzellen« die Spalträume sich mehren, also zu der Zeit, wo man die meisten sich reduzierenden Zellen finden sollte, sind derartige Bildungen nicht mehr zu entdecken (vgl. Fig. 29).

Auf diesem Stadium nun beginnt jene Erscheinung sich zu zeigen, welche schon BALFOUR, METSCHNIKOFF und TICHOMIROFF gesehen haben, und welche diese Forscher als amöboides Fressen der Eizelle bezeichnet haben. Der Vorgang ist nach meinen Beobachtungen folgender: Eine der oben bezeichneten, durch die Gunst der Verhältnisse einigermaßen herangewachsenen Zellen, deren Kern ebenfalls an Volum zugenommen hat, verschmilzt an ihrer Peripherie mit den sie umgebenden Zellen des Keimgewebes. Diese selbst verschmelzen unter einander, so dass überhaupt in diesem Stadium die Zellgrenzen sich als höchst labile Bildungen erweisen. In Fig. 15 sehen wir eine solche Verschmelzung erst bei wenigen Zellen eingetreten. Man findet ein derartiges Bild recht selten, aber es illustriert uns sehr gut, in welcher Weise der Kern gerade der einen Zelle befähigt wird, über die sämtlichen übrigen obzusiegen. Eine gut genährte, also große Zelle, verschmilzt mit einer kleinen Zelle, eignet sich ohne Weiteres deren Plasma an und vernichtet den Kern, indem sie die in demselben enthaltene brauchbare Substanz noch zu ihrer Ernährung verwendet. Die Reste eines solchen überwundenen Kerns sehen wir in dem stark gefärbten Klumpen *m* in Fig. 15. Durch diese ersten Verschmelzungen erhält also die Eizelle schon die Fähigkeit ohne Gefahr ihrer Individualität eine große Anzahl von Verschmelzungen einzugehen. Wie die Vereinigung der Zellen vor sich geht, zeigen die Fig. 8 und 28. Die Zellkontouren verschwinden allmählich, und offenbar werden durch Strömungen im Plasma die Kerne nach allen Richtungen des nunmehr einheitlichen Plasmaleibes verschleppt. Darauf weist ein gruppenweises Auftreten dicht zusammengelagerter großer Kerne hin. Da ich selbst nur konservirtes Material zur Verfügung hatte, konnte ich solche Strömungen nicht nachweisen. Aber im Zusammenhang mit den von so vielen Autoren übereinstimmend geschilderten amöboiden Bewegungen der Eizellen sind derartige Strömungen ja sicher vorhanden. Das Syncytium hat zunächst einen ganz unregelmäßigen Kontour, welcher den Kontouren der vereinigten Zellen entspricht; dass derartige Formen unabhängig von den amöboiden Bewegungen vorkommen, beweisen Befunde, wie sie Fig. 28 besonders illustriert. Erst gegen den Moment der Eireife rundet sich das Ei zu der typischen Form ab, wie sie BRAUER (91b) in seinen Fig. 10a und 11a abbildet.

Dann tritt auch erst die außerordentlich regelmäßige Wabenstruktur des Eiplasmas auf. Aber auch dann kann es noch pseudopodiale Fortsätze aussenden, oder in Lappen eingeschnürt sein (Fig. 29), nur zeigt es sich dann immer als ein einheitliches Gebilde.

Nach der Eibildung bleibt gewöhnlich am Grunde des Gonophors (Fig. 29) noch ein Rest des ursprünglichen Keimgewebes im Zusammenhang bestehen. Die Zellen zunächst dem Ei sind ungefähr auf gleicher Entwicklungsstufe, wie die das Syncytium eingehenden. Je weiter wir dieselben in der Richtung vom Ei weg verfolgen, desto jüngere Stadien treffen wir an. Ob diese Keimzellen, nachdem die Larven das Gonophor verlassen haben, sich zur Bildung neuer Eier vereinigen, wie CIAMICIAN (79) vermuthet, kann ich nicht entscheiden, da ich keine entsprechenden Bilder zu Gesicht bekam; jedenfalls halte ich es für wahrscheinlich. Zwischen ausgewachsenen Larven, dem Spadix und den Wänden des Gonophors findet man öfter zusammengeflossene Zellen, welche eine Reihe nicht zusammenhängender Syncytien darstellen. Es ist möglich, dass dieselben nach dem Ausschwärmen der Larven zu neuen Eiern zusammenfließen.

Ich bin überzeugt, dass BALFOUR und TICHOMIROFF ganz dasselbe gesehen haben, wie ich, wenn sie es auch in seinen Einzelerrscheinungen nicht so genau verfolgten. Der Letztere bildet sogar in seiner Fig. 6 ganz etwas Ähnliches ab. Die Bezeichnung des Vorganges als amöboides Fressen ist aber entschieden unrichtig. Nach meiner Auffassung wenigstens besteht zwischen der Ernährungsweise der Amöben und den hier geschilderten Erscheinungen ein ganz bedeutender Unterschied. Einmal wird die fremde Zelle nicht vom Plasma der aufnehmenden Zelle umflossen, es findet weiterhin keine Bildung einer Nahrungsvacuole statt, mit Ausnahme einer kleinen Vacuole, die späterhin um den Kern der aufgenommenen Zelle auftritt. Das Plasma der fremden Zelle wird vielmehr, ohne verdaut zu werden, oder irgend welche durchgreifende Veränderungen zu erfahren, dem eigenen Plasma der Eizelle zugefügt. Genau dasselbe geschieht offenbar auch bei Hydra, wenn ich die Darstellung von NUSSBAUM (87) richtig verstehe. Man vergleiche auch seine Abbildung Fig. 81 auf Taf. XVIII a. a. O. Dieselbe entspricht mutatis mutandis durchaus den von mir gesehenen Bildern.

Ich wende mich nunmehr zur Darstellung der Umwandlungen, welche die Kerne erleiden und damit zugleich zur Herkunft der sogenannten Pseudozellen. Aus meinen obigen Bemerkungen geht

zur Genüge hervor, dass eine Auffassung, wie sie BRAUER für die Pseudozellen des Hydraeies zu vertreten scheint, mir wegen der Theilungsfähigkeit dieser Gebilde ausgeschlossen erscheint. Derselbe Grund bereitet auch ihrer Auffassung als in dieser Weise morphologisch merkwürdig differenzierte Dotterkörner Schwierigkeiten.

BRAUER bezweifelt die Kernnatur der Pseudozellen wegen der peripheren Lagerung des Chromatins; ich habe aber bereits oben erwähnt, dass dieselbe auch bei sämtlichen Kernen des Keimgewebes vorhanden ist. Auch sonst kommt eine solche nicht selten vor; ganz neuerdings beschreibt noch FLODERUS (96) etwas Derartiges bei Keimzellen von Ascidien.

Statt mich in eine negative Erörterung der verschiedenen Möglichkeiten ihrer Herleitung zu verlieren, will ich die Thatsachen anführen, welche uns in positivster Weise ihre Abstammung von den Kernen der Keimzellen beweisen. Es sind also die sogenannten Pseudozellen die metamorphosirten Keimzellkerne, welche ihrem siegreichen Bruderkern, dem nunmehrigen Eikern, im Kampf um die Herrschaft im Ei unterlegen sind.

TICHOMIROFF hat bereits einige Versuche gemacht, welche für die aufgenommenen Keimzellkerne chemische Reaktionen nachweisen, entsprechend denen der gewöhnlichen Kernsubstanzen. Ich habe mich in Ermangelung von frischem Material auf die morphologischen Beziehungen zwischen den Keimzellkernen innerhalb und außerhalb der Eier und auf die Färbungsreaktionen beschränkt. Fig. 11 zeigt uns einen Keimzellkern aus dem Keimgewebe, der also allein einer einzelnen Keimzelle angehört als ein Zellkern im gebräuchlichen Sinne des Wortes. Dagegen sehen wir in Fig. 12 eine Pseudozelle, wie die älteren Autoren sie nennen würden, einen dem Eisyncytium angehörigen Keimzellkern nach meiner Auffassung. Die beiden Figuren sind nach Präparaten mit Boraxkarminfärbung hergestellt. Der einzige Unterschied, der an beiden Kernen irgendwie wesentlich ist, zeigt sich in der Vacuole, welche durch den schwarzen Kreis in der Fig. 12 angedeutet den im Ei befindlichen Keimzellkern umgiebt. Fig. 7 zeigt uns bei gleicher Behandlung eine typischere Pseudozelle, einen Keimzellkern, bei welchem die regressive Metamorphose schon begonnen hat. Noch ist der Nucleolus deutlich zu sehen, der helle Raum um denselben hat sich verkleinert und die Chromatinhohlkugel hat sich verdichtet und erscheint gleichmäßiger gefärbt. In Fig. 29 sehen wir die hier beschriebenen Kerne in situ dargestellt (*kn*, *kn'*, *kn''*). Weiter sehen wir in Fig. 4, 5 und 6 Keim-

zellkerne auf verschiedenen Anfangsstadien der regressiven Metamorphose, diese Figuren nach Safraninpräparaten ausgeführt. Während in Fig. 4 der Kern sich mit dem besten Willen von einem Keimgewebekern nicht unterscheiden lässt, zeigen die drei in einer Vacuole eingeschlossenen Kerne der Fig. 6 einige Reduktion und leiten zu dem in Fig. 5 dargestellten Zustand über. Im Nucleolus verschwinden die stark lichtbrechenden Punkte, auch hier sehen wir das Chromatin der Hohlkugel sich dunkler färben, außerdem verringert sich der helle Raum um den Nucleolus. Ich bemerke jedoch, dass die Reduktion des letzteren Kernbestandtheiles nicht immer sehr weit geht und manchmal Kerne, bei denen er noch recht beträchtlich ist, schon in Zerfall gerathen. Gerade bei der Färbung mit Safranin ist das Chromatinnetz noch in ziemlich vorgerückten Stadien recht deutlich zu sehen. Noch besser lassen sich diese Stadien der regressiven Metamorphose an Präparaten verfolgen, welche mit dem RHUMBLER'schen Gemisch von Methylgrün-Eosin behandelt sind. Die Fig. 22—27 demonstrieren uns die Übergangsstadien, wie sie sich bei dieser Behandlung darstellen. Fig. 22 könnte man eben so gut als gewöhnlichen Keimzellkern bei dieser Behandlung benennen; es ist zwischen einem solchen und einem Keimzellkern im Ei in diesem Stadium auch bei Methylgrün-Eosinfärbung kein Unterschied aufzufinden. Bei der nun folgenden Metamorphose erscheint es mir wichtig, dass die Färbungsmethode uns noch in den spätesten Stadien den eosinophilen Nucleolus deutlich erkennen lässt. In der Chromatinmasse geht allmählich eine Umwandlung in der Richtung vor sich, dass sich das Chromatin mit dem ihm zukommenden Farbstoff immer weniger färbt, während die Grundmasse, in welcher das Gerüst des Chromatins ruht, immer begieriger Eosin aufnimmt. Dabei erscheint als wesentlich für die äußere Erscheinung des Kernes, dass die Chromatinhohlkugel etwas schrumpft und der Nucleolus aufquillt. Beide thun dies auf Kosten der unfärbbaren Zwischenmasse; letztere kann, wie oben erwähnt, vollständig schwinden, und bei dem ganzen Vorgang verringert sich der Durchmesser des ganzen Kernes nicht unerheblich. Offenbar vollziehen sich diese Vorgänge unter dem Einfluss der Vacuolenflüssigkeit, welche jeden dieser Keimkerne, im Gegensatz zum Eikern, wenn er eine Zeit lang im Ei gewellt hat, umgiebt.

Nicht selten finden sich Fälle, wo wir in einer solchen Vacuole mehrere Keimzellenkerne antreffen; wir finden deren zwei, drei, vier bis fünf (vgl. Fig. 6). Je nach der Größe und dem Aussehen der

Kerne dürfen wir dies wahrscheinlich auf zwei verschiedene Vorgänge zurückführen. Sichergestellt ist die Thatsache, dass sehr häufig nachträglich noch Theilungen dieser Keimzellenkerne vorkommen; darauf werde ich sogleich näher eingehen. In einer Reihe von Fällen aber, wo es sich um recht große, noch kaum metamorphosirte, Kerne handelte, glaube ich diese als ungetheilte Keimzellenkerne bezeichnen zu dürfen, welche durch Strömungen im Plasma in eine Vacuole zusammengebracht worden sind.

An den Keimzellenkernen, welche in ihren Vacuolen deutliche Anzeichen der regressiven Metamorphose aufweisen, kann man nun häufig Theilungen auftreten sehen, welche in typischer Weise als Amitosen verlaufen. Die Theilung tritt nicht bei allen Kernen ein; die Zahl der Theilungen ist sehr wechselnd. Nach einer Zweitheilung theilt sich meist nur noch das eine der Theilstücke noch einmal; die höchste beobachtete Anzahl von Theilstücken betrug fünf, indem nach zweimaliger Zweitheilung eines der Viertel noch einmal getheilt war. Die Zusammengehörigkeit der Theilstücke ist stets aus ihrer Aneinanderlagerung zu erkennen, wobei sie durch den gegenseitigen Druck oft recht merkwürdige Formen annehmen. Die Theilung verläuft in der Weise, dass zuerst der Nucleolus sich in die Länge streckt, sich dann durchschnürt, worauf erst der ganze Kern nachfolgt. Es handelt sich dabei natürlich nur um die Kerne, welche ja immer von jeglichem Plasma getrennt in den Vacuolen im Körper des Eies liegen; ich bemerke dies zum näheren Verständnis der Fig. 16—21 und Fig. 9, welche halbschematisch dargestellt sind, und welche man daher für Zellen mit Kernen statt für Kerne mit Nucleolen halten könnte.

Diese Erscheinungen sind jedenfalls von besonderem Interesse im Zusammenhang mit den Anschauungen, welche FLEMMING (91) und H. E. ZIEGLER (91) über die Bedeutung der Amitose entwickelt haben.

Besonders der Letztere entwickelt in seiner Abhandlung über Amitose (91) eine Reihe von Ansichten, welchen die Erscheinungen an den Keimzellkernen im Ei von Tubularia nur zur Stütze dienen können. Auch hier handelt es sich um degenerirende Kerne, und wir finden auch hier, dass die amitotische Kerntheilung das Ende der Reihe der Theilungen andeutet. Dagegen stimmten diese Thatsachen mit ZIEGLER'S im gleichen Zusammenhang ausgesprochenen Ansicht, dass die Amitose bei Metazoen »vorzugsweise, vielleicht ausschließlich bei Kernen vorkommt, welche einem ungewöhnlich intensiven Sekretions- oder Assimilationsprocess vorstehen«, nicht überein. Wie wir sahen

ist das Hauptgewicht auf den Begriff der Degeneration zu legen, welche ja bei jenen intensiv arbeitenden Zellen, wie ZIEGLER selbst angiebt, eine Begleiterscheinung ist.

Die Kerne des Tubularia-Eies, mögen sie sich nun getheilt haben oder nicht, unterliegen dann weiterhin einem Zerfall in Stücke und werden offenbar nach und nach assimiliert. Man vergleiche die Fig. 13 und 14.

Diese Keimzellkerne finden sich in verschiedenen Phasen der regressiven Metamorphose noch in der zum Ausschwärmen fertigen Larve. Ausgeschwärmte Larven hatte ich keine zur Untersuchung.

Bemerkenswerth ist ihr Verhalten bei den Theilungserscheinungen des Eies. Sie spielen als träge Masse ganz dieselbe Rolle wie Dotterkörner; in diesem Sinne ist also der Vergleich mit Dotterkörnern ganz zulässig. Spindelbildungen finden stets in Eiregionen statt, welche von ihnen frei sind. In der Folge zeigen sie sich in späteren Stadien auf das Entoderm beschränkt, wo sie ziemlich gleichmäßig vertheilt und manchmal selbst mitten im Entoderm der Larvententakel vereinzelt zu finden sind.

Wenn ich jetzt meine Hauptresultate in aller Kürze noch einmal zusammenfasse, so muss ich folgende Punkte betonen.

1) Das Ei von Tubularia entsteht durch Verschmelzung einer Anzahl von Keimzellen.

2) Der Kern derjenigen Zelle, welche als die kräftigste in den Verband eintrat, unterdrückt die übrigen Keimzellkerne. Seine Individualität persistirt, indem er zum Eikern wird.

3) Die Kerne der übrigen Keimzellen unterliegen einer regressiven Metamorphose, in deren Verlauf sie den Habitus der sogenannten »Pseudozellen« annehmen. Im Absterben theilen sie sich häufig auf amitotischem Wege. Schließlich wird ihre Substanz assimiliert.

4) Das Plasma der Keimzellen wird ohne weitere Veränderung dem Ei plasma angegliedert.

Wir sehen in dieser Form der Eibildung eine Art von Gewebebildung; principiell ist diese Erscheinung aufzufassen als eine der vielen Formen, in welchen das Ei sich mit der nöthigen Energie zu seinen großen Leistungen versieht. Wir müssen sagen, bei Tubularia ist die einzelne Keimzelle zu diesen Leistungen nicht im Stande. Als Energiequelle benutzt sie nun ihre Schwesterzellen; diese nehmen aber nicht als Gleichgeordnete an der Furchungsarbeit Theil, sondern sie werden unterdrückt und nur ihre Masse verwendet, so dass wir,

um zu dem Bilde zurückzukehren, beim Beginn der Furchung das Ei wieder im Werth einer einzelnen Zelle vor uns sehen.

Von einer theoretischen Auseinandersetzung und von Vergleichen will ich absehen, bis ich mir durch Untersuchungen an anderen Thiergruppen das nöthige Material dazu beschafft haben werde.

Rovigno, d. 3. April 1896. Zool. Stat. des Berliner Aquariums.

Litteratur.

- BALFOUR (79), Handbuch der vergleichenden Embryologie.
 BOEHM (78), Helgoländer Leptomedusen.
 BRAUER (91a), Über die Entwicklung von Hydra. Diese Zeitschr. Bd. LII.
 — (91b), Entwicklung etc. von Tubularia mesembryanthemum Allm. Diese Zeitschr. Bd. LII.
 CIAMICIAN (77), Entstehung der Geschlechtsstoffe bei Hydroiden. Diese Zeitschr. Bd. XXX.
 — (79), Über den feineren Bau und die Entwicklung von Tubularia mesembr. Diese Zeitschr. Bd. XXXII.
 FLEMMING (91), Über Theilung und die Kernformen bei Leukocyten und deren Attraktionssphären. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXV.
 FLODERUS (96), Follikelzellen der Ascidien. Diese Zeitschr. Bd. LXI.
 KLEINENBERG (72), Hydra.
 LIEBERKÜHN (56), Mittheilungen über Spongilla. MÜLLER's Archiv 1856.
 MERESCHKOWSKY (78), Studies on the Hydroidea. Ann. and Mag. Nat. Hist.
 METSchnikOFF (86), Embryologische Studien an Medusen.
 NUSSBAUM (87), Beiträge zur Naturgeschichte des Genus Hydra. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIX.
 TICHOMIROFF (87), Zur Entwicklungsgeschichte der Hydroiden. Mittheilungen der K. russ. Gesellsch. der Freunde der Naturkunde 1887. (Russisch.)
 WEISMANN (83), Sexualzellen der Medusen.
 H. E. ZIEGLER (91), Die biologische Bedeutung der Amitose im Thierreich. Biol. Centralbl. XI.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

- Fig. 1—3. Junge Keimzelle von Tubularia larynx.
 Fig. 4. Keimzellenkern im Ei aufgenommen.
 Fig. 5. Dessgleichen späteres Stadium.
 Fig. 6. Mehrere solche in einer Vacuole eingeschlossen.
 Fig. 7. Eine dessgleichen.

Fig. 8. Längsschnitt durch ein Gonophor. Verschmelzung von Keimzellen.

Fig. 9. Siehe Fig. 16.

Fig. 10. Junges Keimgewebe.

Fig. 11. Keimzellkern.

Fig. 12. Dessgleichen im Ei aufgenommen.

Fig. 13—14. Zerfallstadien von aufgenommenen Keimzellkernen.

Fig. 15. Junge Eizelle und Keimgewebe.

Fig. 16—21 und Fig. 9. Theilungsstadien der aufgenommenen Keimzellkerne.

Fig. 22—27. Stadien der regressiven Metamorphose derselben.

Fig. 28. Syncytienbildung im Keimgewebe.

Fig. 29. Gonophor mit Ei.

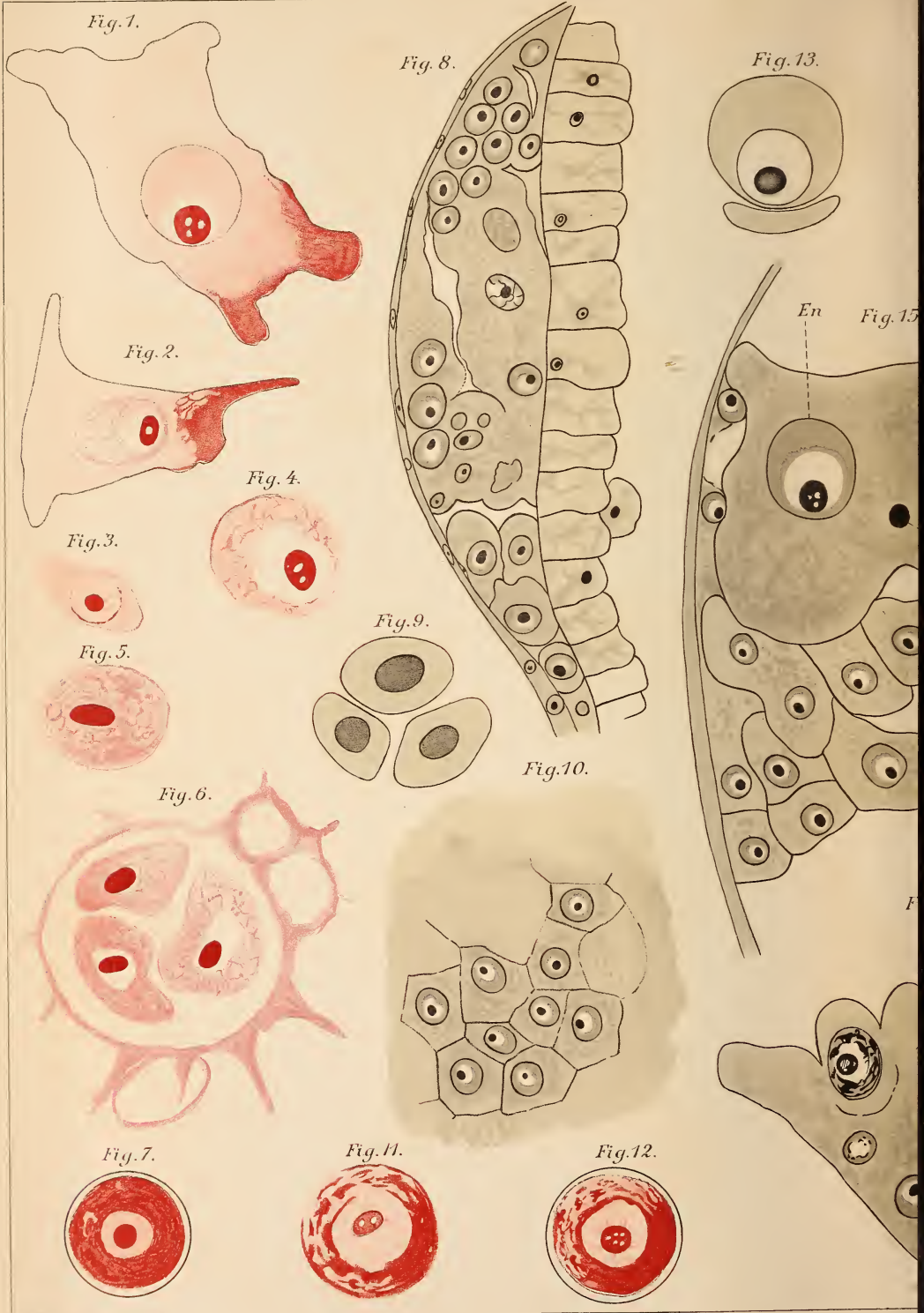


Fig. 14.



Fig. 16.

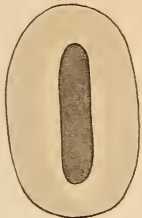


Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.

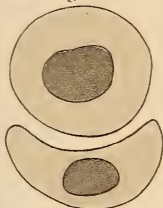


Fig. 20.



Fig. 21.

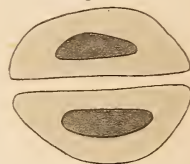


Fig. 22.

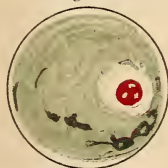


Fig. 23.

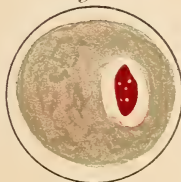


Fig. 24.

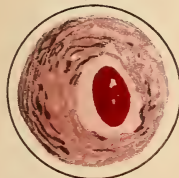


Fig. 25.

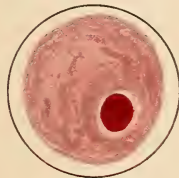


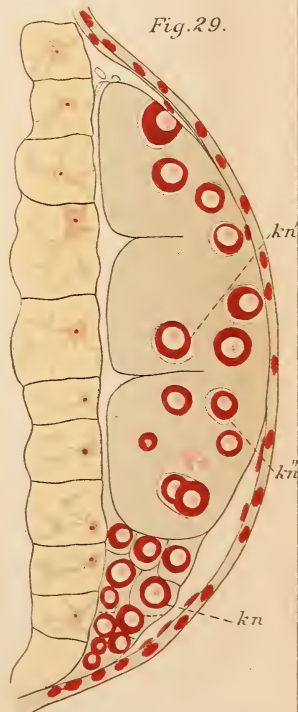
Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 29.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1896-1897

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Doflein Franz John Theodor

Artikel/Article: [Die Eibildung bei Tubularia. 61-73](#)