© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Entwicklungsgeschichte von Clava squamata.

Von

Karl Harm

aus Rom (Mecklenburg).

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Rostock.)

Mit Tafel VII—IX.

Über die Entwicklung von *Clava squamata* ist bisher wenig bekannt geworden. Die ersten diesbezüglichen Studien dürfte, so weit ich in Erfahrung brachte, Allman (1) gemacht haben, der die Resultate derselben mit wenigen Worten in seiner »Monograph of the gymnoblastic or tubularian Hydroids« niedergelegt und auch einige Abbildungen dazu gegeben hat.

Er theilt dort (p. 245) unter Anderem mit: »The female gonophores usually carry each a single ovum. I have occasionally met with two ova in the gonophore, but never with more. The ciliated planula is of an elongated club-shape and of a deep red colour. It is very contractile, and may sometimes be seen stretched out in a straight line, sometimes more or less coiled on itself, occasionally to such an extent that the two ends are brought into contact. After it has lost its cilia and become fixed the first tentacles are produced in a verticil of four near the distal extremity. Immediately below these, and alternating with them, another verticil of four tentacles is then developed, and then successive tentacles are thrown out behind those previously formed; but all trace of any distinct verticil late arrangement soon becomes lost.«

Über die Herkunft der weiblichen Geschlechtszellen hat Ed. van Beneden (5) die ersten Angaben gemacht, indem er behauptet (p. 14): »Chez les Hydractinies, chez les *Clava* et chez les Méduses des Campanulaires les oeufs prennent naissance dans l'entoderme.«

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In Weismann's umfangreicher Abhandlung über »die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen« (46) wird dagegen festgestellt, dass die männlichen Keimzellen bei *Clava squamata* aus dem Glockenkern des Gonophors hervorgehen (p. 22), also ektodermalen Ursprungs sind, während für die weiblichen die Abkunftsfrage noch unbeantwortet bleibt. Doch hält es Weismann (p. 24) für sehr wahrscheinlich, dass diese aus dem Ektoderm stammen. Über die Embryonalentwicklung der *Clava* finden wir bei Weismann nur einige kurze Angaben (p. 25). Die Furchung der Eier, von denen im Gegensatz zu Allman gewöhnlich zwei und nur selten eins in einem Gonophor vorhanden sein sollen, wird als eine inäquale bezeichnet. Es sollen nach Weismann bei der Furchung zwei große Entoblastzellen von zahlreichen Ektoblastzellen umwachsen werden. Während die letzteren sich weiter theilen, bleiben die ersteren zunächst immer noch unverändert bestehen, und erst später theilen sie sich auch und führen zur Bildung einer soliden Planula.

Die Ansicht Weismann's, bezüglich der Herkunft der männlichen Geschlechtszellen fand durch Thallwitz (42) ihre Bestätigung (p. 413). Auch die Angaben des Letzteren über die Entwicklung der medusoiden Gonophoren (p. 413) entsprechen denen Weismann's (p. 21). Die Entstehung des Glockenkerns beginnt nach beider Beschreibung mit einer Einwucherung des Ektoderms von der Spitze der Gonophorenknospe her ins Entoderm. Indem der Glockenkern, in welchem frühzeitig eine Höhle bemerkbar ist, weiter vordringt, kommt es zur Bildung der einschichtigen Entodermlamelle, welche den ersteren völlig umwächst, so dass er den Zusammenhang mit dem Ektoderm verliert.

Nach diesen spärlichen Angaben der früheren Autoren erschien es wohl verlohnend, eingehendere Untersuchungen über die Entwicklungsvorgänge bei *Clava squamata* anzustellen. Solches that ich denn auf Anregung seitens meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. Seeliger, dem meinen tiefempfundenen Dank für die ständige Liebenswürdigkeit, mit welcher er mich in Rath und That während meiner Arbeiten unterstützte, auszusprechen, mir an dieser Stelle gestattet sei. Auch Herrn Professor Dr. Will möchte ich hiermit für das freundliche Wohlwollen, mit welchem er meine Arbeit zu fördern suchte, meinen verbindlichsten Dank sagen.

Das mir zur Untersuchung dienende Material wurde in der Ostsee unfern der Warnemünder Küste gefunden, wo die monöcischen Kolonien auf verschiedenen Fucusarten leben. Die Kolonien bestehen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bekanntlich aus keulenförmigen Hydranthen, welche dicht gedrängt einem Wurzelgeflecht, durch das sie in Verbindung stehen, entspringen. Ende März beginnt die geschlechtliche Vermehrung und dauert bis spät in den Herbst hinein. Die Eier gelangen in den medusoiden Gonophoren, welche, wie Allman (1) sehr naturgetreu abbildet (Pl. I, Fig. 1), an kurzen Stielchen dicht unterhalb der untersten Tentakel am Hydranthen sehr zahlreich zu Klumpen neben einander sitzen, zur Befruchtung und entwickeln sich dort bis zur Planulalarve. In den Monaten Juni und Juli enthalten die weiblichen Kolonien in ihren Gonophoren die verschiedenen Entwicklungsstadien vom befruchteten Ei bis zur Larve, während sie Ende März und Anfang April soeben erst anfingen, Gonophoren zu bilden. In dem Aquarium des Zoologischen Instituts erhielten sich die eingesetzten, jungen Stöckchen vortrefflich, und Mitte und Ende Mai schlüpften die Planulae aus, um in der Regel nach einer ganz kurzen Schwärmzeit sich festzusetzen.

Die Untersuchungen wurden ausgeführt an Schnitten, Totalpräparaten und zum Theil auch an lebendem Material. Zum Fixiren dienten mir Sublimat und Sublimat-Essigsäure. Da der Dotter in den Eiern sehr brüchig ist, musste ich durch diese 7,5 μ dicke Schnitte führen, während die anderen Objekte in 5 μ dicke Schnitte zerlegt wurden. Als Färbungsmittel benutzte ich für die Totalpräparate Alaunkarmin in verdünnter Lösung, während ich für die Schnitte durchweg die Doppelfärbung mit Hämatoxylin und Orange angewandt habe, die mir außerordentlich gute Dienste geleistet hat. Des Weiteren gelangten bei der Prüfung der Kernsubstanzen des Eies noch die im Wesentlichen auf der Berlinerblau-Reaktion beruhenden List'schen Färbemethoden I und II (35, p. 481 und 483), sowie eine Doppelfärbung mit Methylgrün und Säurefuchsin, die nach einer von Bankroft (4, p. 61) gemachten Angabe ausgeführt wurde, zur Anwendung.

1. Die Entwicklung der Gonophoren und die Entstehung der Geschlechtszellen.

Die kugeligen Gonophoren, in denen die Sexualzellen beiderlei Geschlechts zur Entwicklung gelangen, sitzen dicht unterhalb der letzten Tentakel mit kurzen Stielchen und immer zu mehreren — in der Regel recht zahlreich — an gemeinsamen, niedrigen Stämmen, die sich aus der Hydranthenwand erheben und als eine reducirte Blastostylbildung aufgefasst werden können. Über die Entstehung der Gonophorenstämme äußert Weismann (46, p. 23): »Übrigens ist

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dieser Stamm keine ursprüngliche Bildung, sondern eine sekundäre, dadurch hervorgerufen, dass zuerst ein oder zwei Gonophoren von gemeinsamer Basis sich ausstülpen und dann immer zahlreichere neue Ausstülpungen von derselben Stelle der Hydranthenwand aus erfolgen, so dass sich diese vorwölben muss und so eine Art von kurzem Stamm darstellt, der sich im Laufe des weiteren Wachsthums dann noch vergrößert und in Seitenäste spaltet. Das ganze Stammgebilde ist aber auch dann noch so kurz, dass es vollständig von der Gonophorentraube verdeckt wird und nur auf Schnitten gut zu erkennen ist.«

Nach meinen Beobachtungen sind die Blastostyle der Gonophorenbüschel primäre Ausstülpungen der Hydranthenwand. Bevor sie sich anlegen, treten unterhalb der untersten Tentakel lebhafte Zellproliferationen im Ektoderm ein, die bisweilen so umfangreich sind, dass das letztere nahezu in der ganzen Peripherie der Hydranthenwandung mehrschichtig wird. Meistentheils jedoch sind die Wucherungen mehr oder weniger lokalisirt. Alsbald erheben sich an den Stellen, wo die mehrschichtigen Ektoderminseln entstanden sind, hier und dort buckelförmige Vorwölbungen aus der Wand des Hydranthen, die höher und höher werden und schließlich ein etwa halbkugelförmiges Aussehen bekommen. Auf Schnitten erscheinen sie ungefähr halbkreisförmig und weisen ein einschichtiges Ektoderm auf, welches von ihrer Basis nach der höchsten Stelle zu allmählich niedriger wird (Fig. 1 *Bl*). Von diesen Erhebungen aus entwickeln sich dann erst die Gonophoren, indem zunächst in der Regel ein oder zwei kegelförmige Ausstülpungen an ihnen auftreten (Fig. 2 *Gknp*), die im Verlaufe der weiteren Entwicklung vorübergehend die Gestalt eines Fingerhutes annehmen, so dass das Ganze, wenn zwei Knospen von einem Blastostyl ausgehen, zu Zeiten ein gelapptes Aussehen erhält (Fig. 3). Später entspringen nach und nach, wenn sich die ersten schon weiter entwickelt haben, immer mehr Gonophorenknospen von demselben Stamm, und dieser »vergrößert und spaltet sich dann im Laufe des ferneren Wachsthums noch in Seitenäste«, wie es auch Weismann nach obigem Citat gesehen hat.

Wie bereits Eingangs hervorgehoben, stellt Weismann die Herkunft der weiblichen Keimzellen aus dem Ektoderm als sehr wahrscheinlich hin. Er verweist dabei (46, p. 23) darauf, dass die von ihm mit Sicherheit nur im inneren Blatt beobachteten Keimzellen[1] den Ento-

[1] Ich werde in Folgendem von weiblichen Keimzellen nur dann reden, wenn sich die Elemente noch im äußeren Blatt befinden und die Stützlamelle

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dermzellen sowohl in der Gestalt des Zellleibes wie in der Beschaffenheit des Kernes sehr wenig gleichen, während die Kerne mancher Ektodermzellen mit denen der Keimzellen in hohem Maße übereinstimmen. Auch habe er eine Theilung derselben im Entoderm nie gesehen. Des Weiteren fügt er noch (46, p. 24) hinzu: »Man sieht aber auch nicht selten deutlich umgrenzte, ganze Zellen des Ektoderms, welche den Keimzellen in Größe, Kern und Zellkörper völlig ähnlich sehen, und diese Zellen liegen nicht selten direkt auf der Stützlamelle, brauchten also bloß durch diese hindurchzuschlüpfen, um von Keimzellen ununterscheidbar zu sein.« Diese von Weismann im Ektoderm beobachteten Zellen, die, wie er bedauert, in seiner Abbildung (Taf. V, Fig. 4) nicht deutlich wiedergegeben sind, dürften dieselben sein, welche meine Fig. 4 (*kz*) erkennen lässt. Die Abbildung stellt ein Stück dar aus einem unmittelbar unter den untersten Tentakeln geführten Querschnitt durch die Wandung eines weiblichen Hydranthen, der an seinen Blastostylen Gonophoren zu entwickeln im Begriffe stand und schon differenzirte Ovocyten in seinem Entoderm enthielt. Vier der Keimzellen liegen an der Stützlamelle (*St*), während die eine von ihnen mit einem Fortsatz nach der Oberfläche zu gewandt ist. Sie unterscheiden sich von den übrigen Ektodermzellen durch ihren plasmareichen Zellleib, der sich mit Hämatoxylin intensiv färbt und häufig einen oder mehrere pseudopodienartige Fortsätze aussendet, wodurch sie ein amöboides Aussehen gewinnen. Auch ihr Nucleus ist ein wenig größer als in den anderen Ektodermzellen und enthält auch einen etwas größeren Nucleolus wie der jener. Im Entoderm derselben Figur liegen zwei noch sehr wenig ausgebildete Ovocyten (*Eiz*) der Stützlamelle unmittelbar an. Ihre Ähnlichkeit mit den soeben beschriebenen Zellen des Ektoderms ist eine so frappante, dass von vorn herein die Annahme gerechtfertigt erscheinen muss, es wandern die weiblichen Keimzellen aus dem Ektoderm ins Entoderm hinüber.

In der That hatte ich denn wirklich mehrfach Gelegenheit, auf Schnitten die vorhin eingehender beschriebenen Zellen des Ektoderms so in der Stützlamelle liegend anzutreffen, dass sie sich zweifellos auf der Wanderung nach dem Entoderm hin befunden haben mussten.

---

noch nicht durchsetzt haben, denn eine weitere Theilung erscheint mir hier noch nicht ausgeschlossen zu sein. Nach dem Eintritt ins Entoderm finden vor Ausstoßung der Richtungskörperchen bestimmt keine Kerntheilungen mehr in den weiblichen »Keimzellen« statt, und diese sind daher als junge Eizellen oder Ovocyten zu bezeichnen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In Fig. 5, welche derselben Serie wie Fig. 4 angehört und von dieser nur wenige Schnitte entfernt lag, ist eine derartige Zelle (*kz'*) gezeichnet. Sie hat die Stützlamelle durchbohrt und liegt nun zur einen Hälfte im Entoderm, zur anderen noch im Ektoderm und würde bald ihren Verband mit letzterem vollends aufgegeben haben, um sich dann im Entoderm der Stützlamelle anzulegen und von hier aus ihrem weiteren Schicksale entgegen zu gehen. Dass es wirklich eine wandernde Zelle ist, beweisen ihr unregelmäßiger Kontour und ein nach dem Entoderm hin gerichteter, längerer und pseudopodienartiger Fortsatz. Eine andere ähnlich aussehende Zelle (*kz*) hat ihre ektodermale Lage noch nicht verlassen. Es findet somit die Vermuthung Weismann's, auch die weiblichen Keimzellen von *Clava squamata* seien ektodermalen Ursprungs, ihre Bestätigung.

Ich habe die Keimzellen schon in ganz jungen Hydranthen von weiblichen Kolonien, die erst acht Tentakel entwickelt hatten und sonst noch nicht die geringsten Anzeichen einer geschlechtlichen Thätigkeit bekundeten, überall im Ektoderm vereinzelt angetroffen. Zur Zeit der Geschlechtsreife lassen sie sich im Bereiche der Knospungsregion, dort, wo die Gonophorenbüschel ihre Entstehung nehmen, im Ektoderm der ganzen Peripherie von Hydranthen nachweisen. Am zahlreichsten jedoch kommen sie hier an den Stellen vor, wo die Zellproliferationen sich befinden, an deren Grunde sie in der Regel nahe der Stützlamelle theilweise vereinzelt, theilweise auch zu Gruppen vereinigt liegen.

Sobald der Blastostyl sich angelegt hat, sind die Keimzellen in dessen Ektoderm verschwunden. Dagegen liegen aber nun im Entoderm desselben zahlreiche, jugendliche Eizellen mit plasmareichem Zellkörper und deutlichem Keimbläschen, welche der Stützlamelle flach aufsitzen (Fig. 1 *Eiz*). Dieselben differenziren sich aber keineswegs allein aus solchen Keimzellen, die innerhalb der Knospungszone des Gonophorenstammes die Stützlamelle vorher durchsetzen, sondern auch aus anderen, die an entlegeneren Stellen des Hydranthen ins Entoderm gelangen und dann hierher wandern. Denn ich habe nicht nur sehr wenig differenzirte Ovocyten sondern auch solche, die sich bereits mehr entwickelt hatten und bisweilen auch — vielleicht zwecks besserer Ernährung — von der Stützlamelle weg, mehr nach der Gastralhöhle zu, lagen, an Stellen im Entoderm gesehen, wo das Ektoderm einschichtig war und sich keine Blastostylanlage entwickeln konnte. Es widerspricht dies den Befunden Weismann's, der behauptet (46, p. 23): »Diese Keimzellen finden sich nur an denjenigen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stellen des Entoderms, an welchen die Gonophorenbüschel entspringen, an allen anderen Stellen ist das Entoderm einschichtig.«

Erklärlicherweise treten die Keimzellen dort, wo sie zahlreicher im Ektoderm sind, also in den Knospungszonen der Blastostyle, auch zahlreicher ins Entoderm über. So kommt es, dass man die Ovocyten in der Nähe der Blastostylausstülpungen in größerer Anzahl im Entoderm antrifft als an anderen Stellen des Hydranthen. Eine solche Lage hatten die beiden in Fig. 4 gezeichneten Zellen (*Eiz*), die den ektodermalen Keimzellen noch ganz gleichen.

In Fig. 6 ist ein Stück von einem Schnitte durch eine Blastostylknospe, die demselben Hydranthen angehört, dem Fig. 4 und 5 entstammen, abgebildet. Sowohl Ektoderm- wie Entodermzellen nehmen nach der höchsten Stelle der Vorwölbung hin an Höhe ab, und im Entoderm liegen zwei nicht gleich große, junge Eizellen (*Eiz* und *Eiz'*), von denen die eine (*Eiz'*) schon eine recht ansehnliche Größe erreicht hat, der Stützlamelle unmittelbar an. Die jungen Ovocyten variiren stets etwas in ihrer Größe und kommen mitunter so zahlreich vor, dass sie, wie Weismann (46, p. 23) sagt, »in der knospenförmigen Vorwölbung des Entoderms einen förmlichen Mantel um die eigentlichen Entodermzellen bilden« (Fig. 1). An einer anderen Stelle bemerkt er (46, p. 24): »Die Umwandlung der Keimzellen zu Eizellen erfolgt im Entoderm des Gonophorenstammes. Dort begegnet man Übergangsformen, d. h. Zellen mit protoplasmareicherem Körper und größerem, hellerem Kern, der in anderen Zellen dann vollends die Beschaffenheit eines Keimbläschens bekommt.« Ich habe im Entoderm des Gonophorenstammes, respektive dessen Anlage, immer nur bereits mehr oder weniger ausgebildete Ovocyten gefunden, dagegen wirkliche Keimzellen in der Gestalt, wie sie aus dem Ektoderm übertreten, dort nicht mehr wahrnehmen können.

Im Ektoderm der Fig. 6 gewahrt man zwei ebenfalls der Stützlamelle anliegende und von ihren Nachbarzellen durch Körper und Kern wohl unterscheidbare Zellen (*kz* und *kz'*). Diese sind jungen Ovocyten bereits sehr ähnlich und haben aus irgend einem Grunde die Wanderung ins Entoderm unterlassen, als die Ausstülpung des Blastostyls an ihrer Lagerungsstätte auftrat, ihre ektodermale Lage unverändert beibehalten und sind so ganz passiver Weise in die Knospe gelangt.

Nicht allen Ovocyten gelingt es, sich zu Eizellen zu entwickeln. So zeigt Fig. 7 *a* zwei solche Zellen (*Nhz*), die nicht zur Differenzirung gelangt sind und einer größeren, jugendlichen Eizelle (*Eiz*)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

flach anliegen, so dass sie fest mit ihr verbunden erscheinen; ihre Kerne sind ein wenig undeutlich. Was aus solchen Zellen wird, lehrt die Fig. 7 *b*. Hier lässt sich erkennen, dass sich derselbe Vorgang abgespielt hat wie im vorigen Bilde, nur sind die betreffenden Zellen kleiner und flacher geworden und scheinen innig mit der Eizelle verbunden zu sein.

Kerne lassen sich nicht mehr erkennen; sie dürften bereits zerfallen und resorbirt sein. Es erinnern diese Erscheinungen an die von Doflein (17) bei *Tubularia* gemachten Beobachtungen (p. 66). Gewisse Ovocyten übernehmen die Funktion von Nährzellen, indem sie mit anderen stärkeren, jugendlichen Eizellen verschmelzen und somit diesen ein schnelleres Wachsthum ermöglichen. Amitotische Kerntheilungen in den Nährzellen, wie sie jener Forscher bei *Tubularia* beobachtet hat (p. 70), habe ich nicht feststellen können. Die in Fig. 7*a* und 7*b* abgebildeten Eizellen lagen beide noch im Entoderm der Hydranthenwand. Die Verschmelzungen finden aber auch noch in stärkerem Umfange statt wie in den beiden vorliegenden Fällen, und selbst in dem Gonophorenstamm sind sie häufig noch zu erkennen. Solche Bilder jedoch, wie Fig. 7*a* bietet, wo eben erst die Apposition stattgefunden hat, habe ich dort nicht mehr getroffen, was sich mit meiner früheren Angabe, dass sich in den Blastostylen keine undifferenzirten Ovocyten vorfinden, in Einklang bringen lässt.

Für eine weitere vortheilhafte Ernährung der Eizellen ist dadurch gesorgt, dass die Hydranthen reichliche Mengen von Nahrung aufnehmen, und die Entodermzellen erscheinen mit dotterkörnchenähnlichen Nahrungsstoffen beladen, welche die Eizellen direkt in sich aufzunehmen und zu assimiliren vermögen (Fig. 6 *Nhg*). Die größere der in Fig. 6 gelegenen Eizellen (*Eiz'*) hat beispielsweise solche Körnchen ihrem protoplasmareichen Körper bereits einverleibt. Außerdem wird aber die Ernährung auch noch auf osmotischem Wege erfolgen, zumal später, wenn die Eizellen im Gonophor liegen.

Mit der Größenzunahme der Eizelle geht auch ein schrittweises Wachsen des Keimbläschens sowie des in demselben gelegenen Nucleolus einher. Das Keimbläschen ist in der Regel von kugelrunder Gestalt, bisweilen auch oval (Fig. 7 *a* und *b*, *kb*) und besitzt eine deutliche Kernmembram. Im Inneren sind zu unterscheiden ein achromatisches Gerüst-, bezw. Wabenwerk, die in diesem vertheilt liegenden und sich intensiv färbenden Chromatinkörnchen und ein mit Orange sich gleichmäßig färbender, runder Nucleolus. Letzterer (*N*) liegt peripher und ist von einem hellen, rundlichen Raum umgeben,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den feine Fädchen durchsetzen. Ich deute diese letzteren als die radiär verlaufenden Wabenwände der innersten centralen Wabenschicht. Dieselben befestigen sich einerseits am achromatischen Kerngerüst, andererseits am Nucleolus und treten auf älteren Stadien noch deutlicher hervor. Der Nucleolus liegt gewöhnlich ein wenig excentrisch im hellen Raum. Doflein (17), der dieselben Verhältnisse für *Tubularia* beschreibt, meint (p. 64), »es sei schwer zu sagen, ob der Raum, in welchem der Nucleolus liege, als eine vacuolenartige Bildung aufzufassen sei oder achromatische Substanz enthalte«. Meiner Überzeugung nach muss der betreffende Raum hier mit Kernsaft erfüllt sein, da er gegen das Gerüstwerk hin durchaus nicht scharf abgegrenzt ist.

Nachdem die Blastostylanlage eine bestimmte Größe erreicht hat und die Gonophorenknospen an ihm als fingerhutförmige Ausstülpungen sich hervorgebildet haben, nehmen diese letzteren rasch an Umfang zu und erhalten ein birnförmiges Aussehen. In dem Zeitpunkte des Überganges von der einen zur anderen Form, wenn die Basis des fingerhutförmigen Gonophors anfängt, einen geringeren Durchmesser anzunehmen als das distale Ende, setzt die Glockenbildung ein, indem an der Spitze im Ektoderm plötzlich zwei Zellschichten auftreten (Fig. 8). Die tiefer gelegene (*Glk*) derselben zeichnet sich vor der äußeren durch die Größe ihrer Zellen und Zellkerne aus. Über die Entstehung der Zweischichtigkeit kann ich keine näheren Angaben machen und weiß daher auch nicht, ob sie dadurch hervorgerufen wurde, dass die Kernspindeln sich senkrecht zur Oberfläche einstellten und dementsprechend die Zelltheilungen direkt zwei über einander liegende Schichten hervorgehen ließen. Möglicherweise handelt es sich auch um eine nachträglich auftretende Wucherung. Jedenfalls ist es die untere Zellenlage, aus der sich, wie der Gang der Entwicklung lehrt, der Glockenkern im Wesentlichen bildet.

Es hält nicht schwer zu erkennen, dass das in Fig. 9 zur Darstellung gelangte Stadium dem soeben geschilderten außerordentlich ähnelt und unmittelbar aus demselben hervorgegangen sein muss. Die tiefer gelegene Ektodermschicht (*Glk*), in der unterdessen eine Zellvermehrung stattgefunden hat, hat sich nach dem Entoderm zu kuppelförmig vorgewölbt, wodurch zwischen ihr und der oberen Schicht ein feiner Spaltraum (*Glh*) entstanden ist, der nach außen hin durch eine dünne, spitz zugezogene Zelle (*c*), welche bereits auf dem vorhergehenden Stadium (Fig. 8 *c*) zu erkennen ist, abgeschlossen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wird. Diese Zelle hängt aber nur noch so locker mit der ihr benachbarten Zelle (*d*) der anderen Seite zusammen, dass es nur einer geringen Wachsthumsverschiebung des Glockenkerns bedürfen wird, um den Verschluss zu beseitigen.

Da die Zellen der oberen Schicht weder wachsen noch sich vermehren, sich also ziemlich passiv bei der Bildung des Glockenkerns verhalten und überdies auch der Spaltraum bald nach außen sich öffnet (Fig. 10), macht der gesammte Vorgang ganz den Eindruck einer Einstülpung.

Weismann (46) sagt gelegentlich der Besprechung der phyletischen Entstehung des Glockenkerns (p. 259): »Bei weiterer Verkürzung der Ontogenese wurde diese Einstülpung zu einer bloßen, soliden Einwucherung ohne Einstülpungspforte, und damit sind wir beim heutigen Glockenkern angelangt, der seine Abstammung von einer Einstülpung des Ektoderms auch heute in einzelnen Fällen noch erkennen lässt. In der Regel allerdings ist davon keine Spur mehr erhalten, aber in Ausnahmefällen zeigt sich eine feine Spalte in der Achse des sich bildenden Glockenkerns, die bis an die Oberfläche der Knospe reicht. Solche Fälle beschreibt E. v. Beneden bei der Bildung seiner ‚Organe testiculaire' von *Hydractinia*.« Bei *Clava squamata* ist der Einstülpungsprocess bereits mit einigen Komplikationen, wie dem Auftreten der oberen Ektodermschicht und des Spaltraums, verknüpft, und mögen diese als Andeutung dafür gelten können, dass auch hier späterhin einmal der Charakter einer Einstülpung mehr und mehr sich verlieren und in eine solide Einwucherung übergehen wird. Auch Weismann, der die Entwicklung des Glockenkerns für männliche Gonophoren von *Clava squamata* beschreibt, spricht von einer Einstülpung, indem er (46, p. 21 und 22) sagt: »Die jüngsten Gonophorenknospen, die mir vorkamen, zeigten bereits an ihrer Spitze eine Wucherung des Ektoderms, in Gestalt einer zweiten, tiefer liegenden Schicht größerer Zellen. Diese tiefe Zellenlage wächst dann ganz so, wie der Glockenkern einer Medusenknospe in das Entoderm hinein, und zwar kann man hier von einer förmlichen Einstülpung reden, da gleich Anfangs schon ein Hohlraum unter der oberflächlichen Ektodermschicht auftritt.«

Weder Weismann noch Thallwitz, der ebenfalls nur von einem frühzeitigen Auftreten der Glockenhöhle spricht (42, p. 413), dürften demnach die folgende Entwicklungsphase, wo sich der Spaltraum erweitert hat und mit der Außenwelt in Verbindung getreten ist (Fig. 10 *Glh*), gesehen haben. Die spitz zulaufende Zelle, die bis

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dahin die Glockenhöhle nach außen hin verlegt hatte, hat ihren Fortsatz eingezogen und sich abgerundet (*c*). Es besteht jetzt eine mit Eingangspforte — Glockenmund (*Glm*) — versehene Glockenhöhle. Zu gleicher Zeit beginnt das vom Glockenkern nach dem Lumen des Gonophors zu vorgewölbte Entoderm sich zwischen äußeres Ektoderm und Glockenepithel zu schieben, wodurch eine hohle Entodermduplikatur (*Entl*), der Entodermkelch, wofür Weismann speciell bei den Gonophoren den Namen »primäre Entodermlamelle« eingeführt hat, geschaffen wird. Es ähnelt jetzt der ganze Bau des Gonophors, welches zu dieser Zeit an seiner Basis einen geringeren Durchmesser wie am distalen Ende hat, so dass es mit der Gestalt einer Birne verglichen werden kann, außerordentlich dem einer Meduse, wenn allerdings auch in sehr reducirter Form. Denn die Glockenhöhle bleibt von nur ganz minimaler Größe, und zur Anlage von Radiärkanälen kommt es ebenfalls nicht.

Die Verbindung der Glockenhöhle mit der Außenwelt ist nur von kurzer Dauer. Alsbald wachsen sich unter gleichzeitigem Breiterwerden der bis dahin cylindrischen Glockenhöhle (Fig. 11 *Glh*) die an der Eingangspforte gelegenen Zellen des Glockenkerns (*Glk*), indem sie pseudopodienartige Fortsätze aussenden, von beiden Seiten entgegen, um sich zu vereinigen. Dasselbe geschieht bei den am Glockenmund gelegenen Zellen des äußeren Ektoderms (*Ekt*). Hierbei tritt wiederum jene Zelle (*c*) auf, die zunächst noch die Glockenhöhle verschloss und sich dann vollkommen zurückzog, um jetzt, wie es scheint, wieder den Verschluss besorgen zu wollen. Dieselbe ist in den Figg. 8 und 10 rechts gelegen, in den Figg. 9 und 11 auf der linken Seite. Dies ist dem Umstande zuzuschreiben, dass die entsprechenden Schnitte verschieden aufgeklebt waren. In Wirklichkeit liegt sie immer auf derselben Seite. In den Figg. 9, 10 und 11, die eine deutliche Asymmetrie zeigen, ist dies mit Leichtigkeit zu erkennen; sie liegt hier stets an dem nach der Basis des Gonophors zugekehrten Rande der Öffnung. — In Fig. 12, welche ein etwas älteres Gonophorenstadium im Längsschnitt darstellt, hat die Vereinigung der entgegenstrebenden Zellen bereits stattgefunden, so dass jetzt die Glockenhöhle (*Glh*), welche sich unterdessen unter dem Einflusse des Druckes von der darunter gelegenen Eizelle (*Eiz*) noch mehr in die Breite gedehnt hat, von der Außenwelt getrennt ist. Das Glockenepithel (*Glk*) ist inzwischen durch die primäre Entodermlamelle vollends von dem äußeren Ektoderm des Gonophors abgedrängt worden,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und es ist nunmehr zur Bildung einer einschichtigen, definitiven Entodermlamelle (*Entl*) gekommen.

Die Eizellen, die schon beim Beginn der Gonophorenbildung (Fig. 2 und 3 *Eiz*) an der Spitze der Knospen lagen, haben sich von vorn herein dem Glockenkern, als dieser sich bildete, von unten angelegt. Die anderen, die an der Basis der Gonophorenknospen saßen, haben denselben jetzt durch aktive Wanderung erreicht. Beiderlei Eizellen sind unterdessen in gleicher Weise gewachsen, so dass sie alle auf derselben Entwicklungsstufe stehen.

Die Mehrzahl der Eizellen erreicht die Spitze des Gonophors erst nach der Anlage des Glockenkerns oder gar erst, wenn dieser bereits besteht. Und letzteres hält Weismann anscheinend für die Regel, wie aus seiner folgenden Äußerung (46, p. 24) hervorgeht: »Bei weiterem Wachsthum geht nun eine leicht zu übersehende, aber theoretisch wichtige Lageveränderung der Eizellen vor sich. Während nämlich bisher die Eizellen proximalwärts vom Ursprung der Entodermlamelle lagen, kommen sie jetzt distalwärts von demselben zu liegen. Ein vergleichender Blick auf die Figg. 5 und 6 lehrt sogleich, dass die Dislokation nur durch Eigenbewegungen der Eizellen erklärbar ist, da dieselben unmöglich durch bloße Wachsthumsverschiebungen an dem Ursprung der Entodermlamelle vorbei gelangen könnten. Die Eizellen rücken aber nicht bloß weiter nach vorn, sondern treten zugleich aus dem Entoderm ins Ektoderm über, in den Ektodermüberzug des Spadix, also in die untere Wand des Glockenkerns.«

Die Figg. 10 und 11 zeigen uns solche auf der Wanderung nach dem Glockenkern befindliche Eizellen. Während die in der ersteren Figur abgebildete (Fig. 10 *Eiz*) noch auf halbem Wege zwischen Gonophorenbasis und -Spitze gelegen ist, hat die in der anderen Abbildung gezeichnete (Fig. 11 *Eiz*) bereits den Glockenkern erreicht, aber den epithelialen Verband des Entoderms noch nicht vollkommen verlassen, obwohl sie ganz an dessen Außenseite getreten ist und mit breiter Fläche der Stützlamelle anliegt. Bei weiterer Lageveränderung treten die Eizellen aus dem Entoderm heraus an die untere Seite des Glockenkerns, so dass sie dann zwischen beiden zu liegen kommen (Fig. 12 *Eiz*). Dies ist ihre definitive Lage. Die Beobachtung, dass sie ins Ektoderm des Glockenkerns übertreten, wie es Weismann im letzten Citat darstellt, habe ich nicht bestätigen können.

Für *Tubularia mesembryanthemum*, wo die weiblichen Geschlechts-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zellen in den Glockenkern eintreten, erwägt Brauer (12), nachdem er die Einwanderung der ersteren vom Entoderm der Gonophorenknospe her besprochen hat, auch einen eventuellen Eintritt vom äußeren Blatt des Gonophors aus. Er äußert darüber (p. 553): »Doch ist die Möglichkeit einer Einwanderung von einer anderen Seite aus nicht ausgeschlossen; so möchte ich z. B. die in der Fig. 2 mit *kz''* bezeichnete Zelle für eine Keimzelle halten, welche im Ektoderm der Knospe aufwärts gewandert ist und auf der distalen Seite in den Glockenkern übertritt.« Ein solches Bild, wie es Brauer für *Tubularia* schildert, ist mir auch bei *Clava squamata* verschiedentlich begegnet. Nicht nur bei weiblichen, sondern auch bei männlichen Gonophoren habe ich wiederholt im Ektoderm Keimzellen nachweisen können. Bei den weiblichen hatten sie sich bisweilen auch schon ein wenig differenzirt, so dass sie ganz jungen Eizellen ähnelten, wie es z. B. in Fig. 10 (*kz*) der Fall ist. Diese Keimzellen mögen auf dem gleichen, passiven Wege, durch einfache Wachsthumsverschiebungen, eben so wie jene vorhin im Gonophorenstamm (Fig. 6 *kz* und *kz'*) beschriebenen, ihre ungewöhnliche Lage erreichen. Ein aktives Wandern dorthin, wie es Brauer für die bei *Tubularia mesembryanthemum* an der Spitze der Gonophorenknospe gefundene Keimzelle annimmt, erachte ich für sehr zweifelhaft. Dass hier die weiblichen Keimzellen noch die Stützlamelle durchsetzen, um zu Eizellen zu werden, halte ich nicht für wahrscheinlich. Erstens habe ich, wie oben bereits erwähnt, niemals Geschlechtszellen hier in der Stützlamelle gesehen, und zweitens beherbergen sowohl die Blastostyle wie die Gonophorenknospen im Entoderm immer nur bereits wohl entwickelte Ovocyten. Überdies muss ich ein späteres Einwandern von Eizellen schon desshalb für ausgeschlossen halten, weil in einem Gonophor immer nur gleich große Eier vorkommen. Bei den männlichen Keimzellen, die keine wesentliche Größenzunahme erfahren, ist es schon eher denkbar, dass sie, wenn sie auf so ungewöhnlichem Wege ins Gonophor gelangen, ihren ursprünglichen Zweck noch erfüllen können, da neben reifen Spermatozoen immer auch noch Spermatocyten und Ursamenzellen sich finden. Im Übrigen kommen aber diese Erscheinungen relativ viel zu selten vor, als dass sie für den Eintritt der Geschlechtszellen ins Gonophor von wesentlicher Bedeutung sein könnten. Ich möchte daher annehmen, dass die in den jungen Gonophoren noch im Ektoderm gelegenen Keimzellen nach und nach ihren histologischen Charakter einbüßen und den benachbarten, gewöhnlichen Ektodermzellen ähnlich werden oder zerfallen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ich habe bereits Eingangs erwähnt, dass Weismann im Gegensatz zu Allman, der in der Regel ein Ei und ausnahmsweise zwei Eier in einem Gonophor gesehen hat, stets zwei und nur selten bloß eins gefunden hat. Ich konnte deren eins bis vier in einem Gonophor zählen. In der Regel liegen zwei oder drei Eier in einem Gonophor, seltener eins oder vier. Hierdurch erklären sich die häufigen Größenunterschiede, die zwischen den Eiern verschiedener Gonophoren vorhanden sind und auch zum Theil in meinen späteren Zeichnungen (Furchungsstadien) zum Ausdruck kommen. Wo zwei oder gar nur ein Ei in einem Gonophor liegen, bestehen natürlich viel günstigere Ernährungsverhältnisse als in solchen Gonophoren mit drei oder vier Eiern. — Was die Anordnung der am Glockenkern angelangten Eizellen im Gonophor anbetrifft, kann ich mich für den Fall, dass zwei Eier vorhanden sind, den Ausführungen Weismann's (46), der dieselbe für zwei Eizellen beschreibt und auch zwei Abbildungen (Taf. V, Fig. 6 und 7) dazu giebt, anschließen. Derselbe äußert darüber (p. 25): »Die beiden Eizellen liegen nicht auf der Spitze des Spadix, sondern zu beiden Seiten desselben, in einer Ebene, die man die Querebene nennen kann.« Im nächsten Absatz sagt er weiter: »Die Anlage der Medusenglocke verkümmert zu einem kleinen Hohlraum, der auf der Spitze des Spadix aufliegt und sich zu beiden Seiten noch ein Stück weit über die Eizelle hinzieht.« Falls drei oder vier Eizellen in einem Gonophor liegen, gruppiren sich dieselben in ähnlicher Weise, wie es Weismann für zwei beschreibt und abbildet, um den Spadix, der den Theil des Entodermschlauches darstellt, der distalwärts vom Ursprung der Entodermlamelle gelegen ist. Derselbe tritt erst auf, wenn die Eizellen den Glockenkern erreicht haben. Die Eizellen legen sich rund um den Spadix herum, der auch hier an seiner Spitze von dem unteren Glockenepithel bedeckt ist, so dass sie ihn, wie ich mehrfach auf Querschnitten von Gonophoren zu sehen Gelegenheit hatte, vollkommen umfassen. Wenn die Gonophoren eine Eizelle enthalten, kommt es nur in seltenen Fällen zur Ausbildung eines Spadix. In der Regel liegt dann die Eizelle zwischen dem Glockenkern und dem distalen Ende des Knospenentoderms, das durch den Druck des Eies nach der Gastralhöhle zu vorgewölbt wird (Fig. 12). Wenn die Eier größer werden, zieht der Spadix sich mehr und mehr zurück, indem er bald die Berührung mit dem Glockenkern verliert und kommt schließlich mehr oder weniger ganz zum Schwinden, so dass die Eier, wenn sie zu mehreren in einem Gonophor liegen, dann in innigere Berührung mit einander treten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Etwa von der Zeit an, zu der der Spadix auftritt, erscheinen die reichliche Nahrungspartikelchen enthaltenden Zellen des Entoderms protoplasmareicher. Während sie bis dahin keinen Farbstoff annahmen, färben sie sich jetzt mit Hämatoxylin tief dunkel (Fig. 12 *Ent*), und ihnen dürfte hinfort allein, speciell denen des Spadix, die Ernährung der Eizellen obliegen.

Bald nachdem die Eizellen den Glockenkern erreicht haben, beginnt in ihnen die Dotterbildung, die an allen Stellen zu gleicher Zeit einsetzt. Der protoplasmareiche Körper der Eizelle, der sich bis dahin gleichmäßig mit Hämatoxylin färbte, zeigt plötzlich einen schaumigen Bau, indem zahlreiche helle, runde Räume auftreten, die dicht neben einander liegen und mit einer Flüssigkeit gefüllt sind (Fig. 12 *Eix*). In ihnen mag die Bildung der Dotterkörperchen denen sie außerordentlich an Größe und Gestalt gleichen, von statten gehen.

Fig. 13 stellt einen Schnitt durch ein Gonophor, welches nur ein Ei enthielt und nicht genau in der Längsachse getroffen ist, dar und zeigt eine Eizelle (*Eix*), in der die Bildung der Dotterkörperchen, die sehr zahlreich und eng zusammenliegen, beendet ist. Das Ei liegt dem Spadix (*Spd*), der nur noch aus einer schwachen Wölbung besteht, wurstförmig auf, ähnlich wie dies nach Weismann (46, p. 22) in männlichen Gonophoren von *Clava squamata* die Hodenmasse thut. Die Entodermlamelle (*Entl*) ist sehr dünn geworden, lässt sich aber noch in ihrem ganzen Verlaufe sehr gut verfolgen. Irgend welche Zellen vom Glockenkern sind nicht mehr zu erkennen; sie dürften bereits alle vom Ei resorbirt sein. An der Stelle etwa, wo der Glockenkern (*Glk*) gelegen hat, sind drei flach gedrückte Kerne zu sehen, von denen sich aber schwer sagen lässt, ob sie dem Glockenkern angehört haben oder der Entodermlamelle zuzurechnen sind. Während die lebende Eizelle vor der Dotterbildung röthlich erscheint, zeigt sie nach derselben eine blaugraue Färbung.

Das Keimbläschen, welches, wie ein vergleichender Blick auf Fig. 6, 7 *a* und 7 *b* (*Kb*) lehrt, mit der Entwicklung der Eizelle beträchtlich gewachsen ist und sowohl auf dem vorigen Stadium (Fig. 12) wie hier (Fig. 13 *Kb*) eine periphere Lage in der Eizelle einnimmt, ist von einer deutlichen Kernmembran umgeben. Es erscheint hier im Verhältnis zum Eivolumen etwas kleiner wie das auf der vorhergehenden Abbildung, was nur zum Theil auf die individuellen Schwankungen in der Größe der Eier, auf welche bereits aufmerksam gemacht wurde, zurückzuführen ist. In älteren Eiern wächst der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Plasmakörper stärker als das Keimbläschen, und dieses ist daher relativ kleiner (Fig. 10—13). Ein achromatisches Gerüstwerk, wie es bis dahin bestand, ist jetzt nicht mehr zu erkennen, dagegen gewährt das schwach sich färbende Achromatin ein gleichmäßig granulirtes Aussehen, während die in ihr vertheilte chromatische Substanz, die unterdessen ebenfalls zugenommen hat, noch die ähnliche Anordnung zu Körnchen zeigt, wie ehemals in dem Gerüstwerk.

Der kugelrunde Nucleolus des Keimbläschens liegt noch eben so wie früher in einem rundlichen Raum, der bisweilen unmittelbar an die Kernmembran reicht, so dass er von dieser an einer Seite begrenzt wird. Gewöhnlich ist der Nucleolus in dem sich nicht färbenden Raume an den feinen Fädchen, resp. Wabenwänden, die jetzt noch deutlicher wie früher hervortreten, mehr oder weniger excentrisch angebracht, und so kann es geschehen, dass er direkt an die Membran des Keimbläschens zu liegen kommt, wie es z. B. in der Fig. 12 der Fall ist. Auch er hat im Laufe der Entwicklung in gleichem Schritte mit dem Wachsen des Keimbläschens an Umfang ganz erheblich zugenommen, wie ein Vergleich der Fig. 7*a* und 7*b* (*N*) mit Fig. 13 zeigt.

Schon zu einer Zeit, wo die Eizelle sich noch auf der Wanderung nach dem Glockenkern befindet, treten in dem ganz zu Anfang homogenen und sich gleichmäßig mit Orange färbenden Nucleolus entweder ein größeres oder mehrere kleinere, runde Körperchen auf, die sich von ihrer Umgebung durch ihre stärkere Lichtbrechung abheben und sich nicht so intensiv mit Orange färben wie der andere Theil des Nucleolus, in dem sie gelegen sind (Fig. 10 und 11 *Eiz*). Eben solche Körperchen hat Doflein (17) im Nucleolus vom Kern der Keimgewebezellen bei *Tubularia* gesehen, die sich aber dort nach seiner Angabe (p. 64) mit den üblichen Färbemitteln nicht tingiren lassen. Er meint aber: »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.« Dass sie in vorliegendem Falle keine Vacuolen darstellen, ergiebt sich schon von selbst daraus, dass sie sich mit Orange, wenn auch schwächer wie die übrige Nucleolussubstanz, färben. Mit dem Anwachsen des Nucleolus nehmen auch sie an Größe und Zahl zu. Wenn nur ein größeres Körperchen vorhanden ist, wie z. B. in Fig. 13 (*kb*), so scheint mir dieses aus dem Konfluiren von mehreren kleinen hervorgegangen zu sein. Denn oft habe ich neben einem größeren noch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mehrere kleinere Körperchen wahrnehmen können, wie es beispielsweise der Fall ist in Fig. 12 und 12*a*. Wie ich schon erwähnte, können auch nur kleine Körperchen vorkommen; dann sind diese aber um so zahlreicher (Fig. 14 und 14*a*).

Schon die Doppelfärbung mit Hämatoxylin und Orange ergiebt, dass der sich dabei gelbfärbende Nucleolus kein Chromatin enthält. Eine Bestätigung hierfür gewähren die Färbemethoden nach List und die Doppelfärbung mit Methylgrün und Säurefuchsin. Bei Anwendung der List'schen Methoden tritt im ganzen Nucleolus gleichmäßig die Berlinerblaureaktion ein, wonach er also nur aus Paranuclein besteht. Bei der Methylgrün-Säurefuchsinmethode, die nach Untersuchungen von Malfatti eine Grünfärbung der Nucleine und rothe Tinktion der Paranucleine hervorrufen soll, werden die Schnitte zunächst fünfzehn Minuten lang in einer Mischung von zwei Theilen 0,1 % wässeriger Säurefuchsinlösung, wozu ein wenig Essigsäure zugesetzt ist, mit drei Theilen einer 0,1 % Lösung von Methylgrün behandelt. Danach werden sie noch einige Minuten länger in eine 0,1 % Methylgrünlösung getaucht, aus welcher sie direkt in 90 % Alkohol übergeführt werden. Bankroft (4), der diese Methode bei der Untersuchung des Keimbläschens von *Distaplia occidentalis* angewandt hat und eine Grünfärbung des Nucleolus damit erzielte, bemerkt noch Folgendes dazu (p. 97): »For chromatin is that substance, which takes the chromatic or basic aniline stain, when treated with a combination such as methylgreen and acid fuchsin.« Da nun Malfatti fand, dass die Nucleine, je mehr Phosphor sie enthalten, sich um so intensiver mit dem Methylgrün färben, folgert er weiter: »Thus as nucleic acid and the nucleins are derived from the nucleus, it becomes highly probable, that chromatin is made up of these substances.« Bei Benutzung dieser Färbung tingirte sich der Nucleolus roth; er enthält also gemäß Malfatti's Befund kein Nuclein oder, was dasselbe ist, kein Chromatin. Also auch diese letzte Methode ergiebt dasselbe Resultat. Es liegt wohl demnach der Schluss nahe, dass der Nucleolus im Keimbläschen bei *Clava squamata* lediglich eine trophische Bedeutung hat.

Im Anschluss an die Darstellung der weiblichen Geschlechtszellen will ich die männlichen nur kurz erwähnen. Die männlichen Keimzellen sollen nach den Angaben von Weismann und Thallwitz aus dem ektodermalen Glockenkern des Gonophors hervorgehen. Nachdem Thallwitz die Entstehung des Glockenkerns beschrieben hat, fährt er mit folgendem Wortlaut fort (42, p. 413): »Nun scheiden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich die noch indifferenten Urkeimzellen des Glockenkerns in Epithelzellen und eigentliche Keimzellen, und zwar liefert das obere Blatt des Glockenkerns ein Epithel, welches dem Subumbrellarepithel einer Meduse entspricht, während das Spermarium mit seinem Epithelüberzug aus dem unteren Blatt hervorgeht.«

Dem Umstande, dass Weismann Gonophorenknospen ohne Glockenkernanlage nicht gesehen hat (46, p. 21), mag es wohl zuzuschreiben sein, dass er den Vorgang, welchen Längsschnitte durch junge, männliche Knospen zeigen, und den Fig. 15 zur Anschauung bringt, übersehen hat. Von einer Glockenkernanlage ist hier noch nichts zu spüren. Zu beiden Seiten liegen im Entoderm dicht an der Stützlamelle einige protoplasmareiche, mit größerem Nucleus versehene Zellen (*kz*), die den weiblichen, aus dem Ektoderm ins Entoderm übergetretenen Keimzellen außerordentlich ähneln, hier aber männlichen Geschlechts sind. Sie zeigen offenbar das Bestreben, an die Spitze der Knospe zu gelangen, die einige von ihnen schon nahezu erreicht haben. Wenn später die Einwucherung zum Glockenkern erfolgt, liegen sie zum größten Theil oder vielleicht auch sämmtlich an seiner Unterseite, und es hat dann den Anschein, als ob sie erst hier und nicht schon früher im Ektoderm des Hydranthen ihren Ursprung genommen hätten.

Es findet also jedenfalls eine frühzeitige Einwanderung der männlichen Keimzellen ins Gonophor statt. Ich habe jedoch auch Gonophoren mit ausgebildetem Glockenkern gesehen, an dessen unterer Seite sich bereits zahlreiche Keimzellen angesammelt hatten, während vereinzelte noch weiter zurück im Entoderm lagen. Aber immerhin dürfte die Mehrzahl der Zellen die Spitze der Gonophorenknospe erreicht haben, wenn der Glockenkern erst beginnt, sich anzulegen. Sie gehen eben so wie die weiblichen Keimzellen aus dem Ektoderm der Hydranthenwand hervor und treten wie diese durch die Stützlamelle ins Entoderm, um von hier aus weiter ins Gonophor zu wandern. Da sich hierbei dieselben Vorgänge abspielen wie bei den weiblichen, halte ich es für überflüssig, dafür noch besondere Abbildungen zu geben. Der Hydranth, dem die in Fig. 15 abgebildete Knospe entnommen ist, besaß auch schon ältere Gonophoren, in denen sich Übergangsformen von Keimzellen zu Spermatozoen befanden, während seine Stützlamelle stellenweise an der dem Entoderm zugekehrten Seite dicht mit Keimzellen belegt war.

Die Entwicklung der Spermatozoen ist von Weismann (46, p. 22) und noch eingehender von Thallwitz (42, p. 412) untersucht worden,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

deren Ausführungen ich mich anschließen kann. Auch die von beiden Forschern zwischen den Spermatozoen gefundenen Nesselkapseln konnte ich feststellen. Thallwitz (42, p. 416) leitet dieselben eben so wie die Keimzellen vom Epithel des Glockenkerns ab und glaubt, dass einzelne Zellen des aus dem Glockenkern sich differenzirenden Hodenstromas die Kapseln in ihrem Plasma entwickeln. Er erwägt jedoch auch die Möglichkeit, dass die Nesselzellen aus dem Ektoderm des Gonophors einwandern könnten, hält aber erstere Annahme für die wahrscheinlichere.

Wandernde Nesselzellen habe ich im Gonophor eben so wenig wie Thallwitz beobachten können, und überdies weist das äußere Ektoderm desselben, wenn überhaupt Nesselkapseln darin vorkommen, immer nur verhältnismäßig wenige auf. Auch aus den Zellen des Glockenkerns habe ich keine Nesselelemente sich entwickeln sehen. Es bleibt also nur übrig, anzunehmen, dass sie aus den Keimzellen oder vielmehr deren Theilungsprodukten hervorgehen. Und warum nicht? Entstehen doch in den Abkömmlingen der Eizelle, aus den embryonalen Zellen von Planulae, die noch im Gonophor sitzen, auch schon frühzeitig Nesselkapseln, worauf ich später noch zurückkommen werde.

2. Eireifung und Befruchtung.

Vor der Ausstoßung der Polkörperchen beginnt das Ei sich abzurunden und eine kugelähnliche oder ellipsoide Gestalt anzunehmen. Es hat zu dieser Zeit einen Längsdurchmesser von ungefähr 110—120 μ. Die Entwicklung aus der Keimzelle bis zu diesem Zeitpunkte dauert etwa 6 Wochen. Fig. 14 zeigt einen Schnitt durch ein solches Ei. In dem betreffenden Gonophor lag noch eine zweite Eizelle, welche auf derselben Entwicklungsstufe stand, aber in dem der Fig. 14 zu Grunde liegenden Schnitte nicht getroffen wurde. Der Spadix, der ebenfalls in der Zeichnung nicht zu sehen ist, hatte sich bereits beträchtlich verkürzt und bestand nur noch aus einer schwachen Wölbung, der die Eizellen mit ihrer Längsseite auflagen, wie es in Fig. 14 an der einen auch zu erkennen ist. An seiner Basis hat das Gonophor derartig im Durchmesser abgenommen, dass es dort in einen förmlichen Stiel übergeht, vermittels dessen es am Gonophorenstamm sitzt. Sowohl das Ektoderm wie die Entodermlamelle (*Entl*), die in ihrem ganzen Verlaufe noch recht gut zu erkennen ist und hin und wieder einige plattgedrückte Kerne aufweist, sind durch die wachsenden Eier stark gedehnt worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Keimbläschen (*Kb*), welches ca. 25—30 μ im Durchmesser hat, ist nach der dem Spadix abgewandten Seite des Eies zu ganz nahe an die Peripherie gerückt und wird von der Eioberfläche nur noch durch einen ganz schmalen Plasmasaum getrennt. In ihm treten größere Chromatinkörnchen hervor, und der Nucleolus liegt in unveränderter Gestalt in seiner Kernmembran, so dass derselbe nur noch mit einer Hälfte im Keimbläschen steckt, während die andere bereits mit dem Eidotter in Berührung getreten ist. Im Keimbläschen ist dadurch eine Lücke entstanden, die sich anf dem Schnitte nicht gefärbt hatte. Während also hier der Nucleolus in toto vor der Polkörperchenbildung aus dem Keimbläschen heraustritt, um vom Eidotter aufgenommen und resorbirt zu werden, verbleibt er in anderen Fällen in demselben und zerfällt dort in mehrere Kügelchen, wie es z. B. Fig. 16 (*N* und *N'*) für ein etwas älteres Stadium zeigt. Das größere dieser Kügelchen (*N*) ist von einem hellen Hof umgeben. Ob es die kleineren Kügelchen (*N'*) ausgestoßen hat und somit den Theil des Nucleolus darstellt, der früher die runden Körperchen einschloss, vermag ich nicht mit Gewissheit zu entscheiden. Fast sieht es so aus, zumal noch der runde, ungefärbte Raum, in dem vorher der Nucleolus lag, vorhanden ist, und auch noch einige feine, an die Kugel herantretende Fädchen zu erkennen sind.

Das Keimbläschen in Fig. 16 hat sich etwas abgeflacht, so dass es oval ist, und es liegt mit seiner breiteren Seite unmittelbar an der Oberfläche des Eies. Seine Membran ist in Auflösung begriffen und daher nur noch undeutlich zu sehen. Im Inneren macht sich eine Koncentrirung der achromatischen Substanz nach der Eiperipherie zu, der Stelle hin, wo das Keimbläschen sich der Oberfläche angelegt hat, geltend, so dass die äußere Hälfte weit dunkler als die nach dem Eicentrum zu gerichtete erscheint. Das Chromatin hat sich zu Klümpchen, an denen eine deutlich ausgeprägte Viertheiligkeit zu erkennen ist, angesammelt. Dieselben liegen allesammt peripher und zeigen das Bestreben, nach der Oberfläche des Eies hin zu gelangen, wo sich bereits einige von ihnen zusammengefunden haben. Sie stellen die Chromosomen der ersten Richtungsspindel dar, deren Viertheiligkeit neuerdings in vielen Fällen nachgewiesen ist und zuerst durch Boveri für *Ascaris megalocephala* ihre Aufklärung gefunden hat.

Fig. 17 zeigt die chromatischen Elemente in der ersten Richtungsspindel zur Äquatorialplatte zusammengetreten. Da die Chromosomen sehr zahlreich sind und daher eng zusammenliegen, ist es schwierig,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ihre Zahl mit Sicherheit anzugeben, zumal sie sich häufig, wie es beispielsweise auch in Fig. 17 *a*, wo die erste Richtungsspindel in ihrer Längsachse getroffen wurde, der Fall ist, gegenseitig etwas verschieben. Aller Wahrscheinlichkeit nach beträgt ihre Zahl 16.

Die erste Spindel (Fig. 17 *a*) ist von tonnenförmiger Gestalt und regelmäßig etwas schräg zur Eioberfläche gestellt. Eine Strahlung habe ich niemals wahrnehmen können. Die Spindelfasern liegen sehr zahlreich und dicht und sind offenbar hervorgegangen aus dem Achromatin des Keimbläschens, welches sich, wie schon erwähnt, zum größten Theil nach der Stelle hin, wo die Spindel sich aufbaut, vorher zusammenzieht. An einer Seite der ersten Richtungsspindel sieht man noch einen helleren, granulirten Rest vom Keimbläschen liegen, der die betreffenden Bestandtheile des letzteren — Kernsaft und einen minimalen Theil der achromatischen Substanz — enthält, welche sich bei der Spindelbildung nicht betheiligt haben (Fig. 17 *a*, *Kb*). Die Kernmembran des Keimbläschens ist unterdessen vollständig zur Auflösung gelangt, und in Folge dessen steht der Rest des Kerninhalts in direkter Berührung mit dem Eiplasma, so dass er ohne Schwierigkeit in dieses aufgenommen werden kann. Die chromatischen Elemente spalten sich nun in der Weise, dass jedes Tochterchromosom zwei Theilstücke erhält (Fig. 17 *a*).

Nach Abstoßung des ersten Polkörperchens löst sich der im Ei verbleibende Rest der Spindelfasern auf und vermischt sich mit dem zur Zeit noch bestehenden Reste des Keimbläschens (Fig. 18). Ob und wie weit sich letzterer an dem Aufbau der zweiten Spindel betheiligt, vermag ich nicht anzugeben. Dass er es aber thut, möchte ich wohl annehmen. Die nunmehr zweitheiligen Chromosomen vertheilen sich etwas unregelmäßig in Gruppen, verändern aber ihre Gestalt nicht und bleiben nahe der Peripherie liegen.

Die Chromosomen des ersten Polkörperchens (Fig. 18 *Rk*), welches im Ei liegen bleibt, sind zunächst noch in einer Platte angeordnet, als ob eine Theilung stattfinden sollte. Zu einer solchen kommt es jedoch nicht, wie ein in Fig. 19, wo bereits die zweite Richtungsspindel besteht, gezeichnetes Polkörperchen (*Rk*) zeigt. Dasselbe scheint sich verkleinert zu haben, und die Chromosomen, die nur noch undeutlich zu erkennen sind, liegen unregelmäßig vertheilt. Offenbar befindet es sich in der Rückbildung und wird bald vollkommen resorbirt. Die Resorption der Polkörperchen durch die Eizelle muss sehr schnell vor sich gehen, da ich dieselben zur Zeit,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wenn der weibliche Pronucleus besteht, nicht mehr habe nachweisen können.

Die zweite Richtungsspindel ist von derselben Größe wie die erste und ebenfalls tonnenförmig gestaltet (Fig. 19). Eben so wenig wie diese weist sie eine Polstrahlung auf und ist in gleicher Weise nicht ganz senkrecht zur Eioberfläche eingestellt. Kultschitzky (31, p. 575) sah bei *Ascaris megalocephala* die Achse der Spindeln auch oft vom Eiradius abweichen, hält dies aber für belanglos und meint, dass es absolut kein Hindernis für die Abspaltung der Richtungskörper bilde. Ich habe ebenfalls keine hemmenden Einflüsse beobachten können, und übrigens scheint die schiefe Spindelstellung hier sogar Regel zu sein, denn ich habe alle Spindeln, die mir vorgekommen sind, nicht ganz senkrecht sich einstellen sehen. Allerdings kommt es hier aber niemals zu einer vollständigen Ausstoßung der Polzellen aus dem Ei.

Die achromatischen Fasern sind in der zweiten Spindel nicht so zahlreich wie in der ersten und weisen einen gewissen Abstand von einander auf. Auf dem in der Fig. 19 gegebenen Stadium haben sich die zweitheiligen, chromatischen Elemente, welche nach Ausstoßung des ersten Polkörperchens zurückgeblieben sind, bereits abermals getheilt, in der Weise, dass jedes Tochterchromosom aus nur einem Chromatinstück, das die Gestalt eines kurzen Stäbchens hat, besteht, und die Tochterplatten sind schon so weit aus einander gewichen, dass sie an den beiderseitigen Polen liegen. Vom vorhin erwähnten, neben der ersten Richtungsspindel bestehenden Reste des Keimbläschens sind zur Zeit der zweiten Spindelbildung keine Spuren mehr vorhanden.

Nach Abstoßung des zweiten Polkörperchens rekonstruirt sich aus dem im Ei verbleibenden Chromatin und Achromatin ein runder oder auch wenig ovaler, bläschenförmiger Vorkern, in dem die chromatische Substanz gleichmäßig vertheilt liegt, bisweilen so fein, dass er nahezu homogen erscheint. Einen Nucleolus habe ich niemals in ihm wahrnehmen können. Ich habe den weiblichen Kern fast regelmäßig schon in Verbindung mit dem männlichen angetroffen, was sich dadurch erklärt, dass schon während der Rekonstruktion des weiblichen Pronucleus der Spermakern an jenen herantritt.

Die Spermatozoen gelangen durch die zu dieser Zeit äußerst dünn gewordene Gonophorenhülle ans Ei und treten in der Regel in der Nähe des Richtungskörperchenpols in dasselbe über. Verschiedentlich habe ich Fälle von Polyspermie beobachten können, und schon

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in Eiern mit noch unverändertem Keimbläschen habe ich einige Male Spermatozoen gesehen. So liegt beispielsweise dem in Fig. 18 gezeichneten, in der Umbildung zur zweiten Richtungsspindel begriffenen Keimbläschen bereits ein solches (*Spz*) unmittelbar an. Während der Entwicklung des weiblichen Vorkerns kann sich der eingedrungene Spermakopf zum männlichen Pronucleus umbilden und es entsteht dann ein ähnliches Bild wie in Fig. 20. Hier hat sich der männliche Kern dem weiblichen angelegt. Beide sind von gleicher Größe und solcher Ähnlichkeit, dass sich nicht entscheiden lässt, welches der weibliche ist und welches der männliche. Sie liegen beide neben einander unmittelbar an der Eioberfläche. Hierauf erfolgt nun in der bekannten Weise eben so wie bei anderen Arten die Bildung der ersten Furchungsspindel, bei welchem Vorgange die beiden Vorkerne etwas von der Oberfläche ab, mehr dem Eicentrum zuwandern und männliche und weibliche Chromosomen getrennt neben einander liegen bleiben.

In anderen Fällen findet die Befruchtung durch Verschmelzung der beiden Geschlechtskerne statt, indem der männliche in unveränderter Gestalt, als kompakte Chromatinkugel, in den weiblichen eindringt. Boveri (9), mit dessen für *Tiara* gegebener Abbildung, (Taf. III, Fig. 35) meine Fig. 21 eine außerordentliche Ähnlichkeit besitzt, äußert darüber (p. 55): »Die beiden in der ersten Embryonalzelle vereinigten Kerne verschmelzen, wie wir nach den zahlreichen, vorliegenden Erfahrungen behaupten dürfen, dann zu einem einzigen, wenn sie vor Überschreitung des Gerüststadiums auf einander treffen; wird dieser Zeitpunkt versäumt, so bleiben sie, auch bei dichtester Aneinanderlagerung, dauernd getrennt. Es ist also ein sehr nebensächliches und zufälliges Moment, von dem diese Verschiedenheiten abhängen, und so kommt es, dass wir eventuell in den Eiern eines und desselben Mutterthieres beiden Zuständen begegnen.« Ich habe diese Befruchtungsart eben so häufig angetroffen wie die andere. Ein bestimmtes Urtheil über die Ursache dafür abzugeben, bin ich nicht in der Lage. Die mir begegneten Fälle lassen sich aber im Übrigen mit der Ansicht Boveri's in Einklang bringen.

Bei dem in Fig. 21 gezeichneten Eikern, der bereits von der Eiperipherie fortgerückt ist und sich aufgelockert hat, ist das Chromatin in einem Gerüstwerk angeordnet. Auch der Spermakern, der in dem weiblichen Pronucleus eine excentrische Lage einnimmt, scheint schon ein wenig lockeres Gefüge zu haben, und die chromatischen Elemente sind als kurze Stäbchen in ihm ganz deutlich zu erkennen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Aufbau der ersten Furchungsspindel aus diesen verschmolzenen Kernen erfolgt dann in gleicher Weise, wie es von Boveri für *Tiara* (9, p. 28) dargestellt ist.

Gelegentlich der Untersuchungen über die Befruchtungsvorgänge gelangte mir das in Fig. 22 etwa zur Hälfte eingetragene Ei zur Beobachtung, welches bereits einen reifen Eikern enthielt, der im Präparate einige Schnitte weiter entfernt lag. Das Ektoderm der Gonophorenhülle ist vorliegenden Falls abnormer Weise ungewöhnlich dick geblieben und aus hohen, cylinderförmigen Zellen zusammengesetzt (*Ekt*). Um den das Gonophor umschwärmenden Spermatozoen, die an der dicken Hülle einen zu großen Widerstand gefunden haben würden, die Möglichkeit zu bieten, einzudringen, was in der That auch mehrere bereits ausgeführt hatten, hat das Ei, ähnlich wie es das Ei der *Hydra* thut (Brauer, 11, p. 179), einen kegelförmigen Fortsatz zwischen den Ektodermzellen hindurch geschoben, so dass diese einen förmlichen Wulst um den Eifortsatz herum bilden.

3. Furchung und Entodermbildung.

Die aus der Vereinigung von Eikern und Spermakern hervorgegangene erste Furchungsspindel (Fig. 23), welche an beiden Polen eine hübsche, helle Astrosphäre aufweist, liegt peripher in dem ovalen Ei, nahe dem Richtungskörperpol. Hier schneidet, nachdem sich aus der Spindel zwei Kerne entwickelt haben (Fig. 24), die erste Furche ein und breitet sich allmählich in der ganzen Peripherie nach dem entgegengesetzten Pole des Eies zu, wo letzteres dem Spadix aufsitzt, aus, so dass sie etwas später auch hier weniger tief auftaucht, eben so wie es nach Metschnikoff (36, p. 35) bei *Polyxenia leucostyla*, *Aglaura hemistoma* und *Liriope mucronata* geschieht. Durch diese erste Furche wird das Ei in zwei nahezu halbkugelförmige, nicht ganz gleich große Hälften (Fig. 25 *a* und *b*) zerlegt, die in einer etwa kreisförmigen Fläche zusammenhängen. In den beiden primären Kernen (Fig. 24) ist ein deutliches Gerüstwerk vorhanden, worin die chromatische Substanz als Körnchen suspendirt liegt. Ein Nucleolus ist in ihnen, wie überhaupt in den ersten Furchungskernen, nicht vorhanden.

Sobald die beiden primären Kerne das Ruhestadium erreicht haben, rücken sie von der Peripherie des Eies weg nach dessen Centrum zu, und wenn sie dort angelangt sind, was etwa gleichzeitig mit der Durchfurchung des Eies geschehen mag, bilden sie sich auch schon wieder zu neuen Spindeln um (Fig. 26). Denn ihre Centro-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

somen haben sich zu einer Zeit, wo die ruhenden Kerne sich eben konstruirt haben und noch nicht in die Eimitte gelangt sind, bereits getheilt und entgegengesetzte Pole erreicht, von denen zwei neue Astrosphären erstrahlen (Fig. 24). Während bei dem rechts gelegenen Kern die Centrosomen sich vollends getrennt haben, lässt sich bei dem links liegenden noch ein Zusammenhang erkennen, indem die Centrosomen durch ein bügelförmiges Gubernaculum verbunden sind und die ganze Anlage Hantelfigur annimmt (Fig. 24 *a*). Hierin sowohl wie in dem ungleichmäßigen Theilungszustande der beiderseitigen Centrosomen besteht eine große Ähnlichkeit mit dem von Boveri (10, p. 41) beschriebenen und in seiner Fig. 36 (Taf. III) abgebildeten, zweizelligen Stadium von *Echinus microtuberculatus*. Eine Differenz beruht hingegen darin, dass es in vorliegendem Falle noch nicht zur vollständigen Ausbildung der beiden primären Blastomeren gekommen ist, wie in dem von Boveri geschilderten, und sich somit hier der Theilungsprocess der Centrosomen im Zeitverhältnis zur Zelltheilung früher abspielt wie dort.

Boveri sagt (10, p. 131) bei der Besprechung über das Verhältnis der Centrosomentheilung zur Zelltheilung: »Dieser Verlauf kann in so fern modificirt sein, als zur Zeit, wo sich die beiden Schwesterzellen von einander abschnüren, in jeder das Polkörperchen schon getheilt ist, so dass die Zelle ihre selbständige Existenz bereits mit zwei Centrosomen beginnt. Besonders ausgeprägte Fälle dieser Art bietet das Ei der Forelle (Henneguy, 58) und das von *Thalassema* (Griffin, 48). Noch ehe sich eine Spur einer Einschnürung des Zellkörpers zeigt, haben sich hier in jedem Pole zwei Tochtercentrosomen gebildet, von denen jedes in der noch fortbestehenden, alten Astrosphäre seine eigene, schwache Strahlung zu erzeugen beginnt.« In diese Kategorie von Eiern ist auch das *Clava*-Ei einzureihen. Ich habe zwar nicht feststellen können, zu welchem Zeitpunkte die Theilung der Centrosomen der ersten Furchungsspindel einsetzt, kann aber wohl mit Recht aus der oben dargelegten Thatsache, dass die Tochtercentrosomen zu einer Zeit, wo eben die Furchung beginnt, schon opponirte Punkte erreicht haben, den Schluss ziehen, dass sie sich eben so früh wie bei der Forelle und *Thalassema* vollzieht, worin mich noch die folgenden Beobachtungen unterstützen.

In der Fig. 27 ist ein Stück einer Blastomere von einem zweizelligen Stadium mit der darin liegenden Kernfigur gezeichnet, deren Spindel sich bereits getheilt hat. Die Chromatin-Tochterplatten sind weit auseinander gewichen, bestehen aber noch als solche. An dem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einen Pole liegen bereits zwei Schwestercentrosomen (*C*) und beginnen, inmitten der alten Astrosphäre eine neue Strahlung zu entfalten. In dem Präparate erschienen sie als helle, wenig schattige, kugelige Gebilde. Am anderen Pole habe ich nur ein Centrosom wahrnehmen können, und scheint somit auch hier wie bei dem in Fig. 24 dargestellten Falle die Theilung an beiden Polen nicht ganz gleichzeitig zu verlaufen. Eine Furchung der beiden Blastomeren war noch nicht bemerkbar; diese tritt erst ein, wenn sich die Kerne in ein Ruhestadium verwandelt haben. Die in Fig. 28 abgebildete Kernspindel, die ebenfalls schon einen gewissen Grad der Trennung ihrer achromatischen Fasern aufweist, gehört einer Blastomere eines sechzehnzelligen Stadiums an. Auch hier macht sich ein ungleichzeitiges Vorgehen in der Centrosomentheilung an beiden Polen geltend.

Boveri äußert sich dann in seiner eben erwähnten Abhandlung (10, p. 131) weiter: »Derartige Fälle sind von einem großen Interesse für das Problem der Zelltheilung einerseits; an der Richtigkeit der von mir aufgestellten Sätze ändern sie nichts. Sie zeigen nur, dass die durch die dicentrische Figur bedingte Bipolarität der Mutterzelle, welche zur Durchtrennung des Protoplasmas führt, etwas länger bestehen bleiben kann als die beiden Centren, so dass deren Theilung auf jener Verfassung noch nicht sogleich umgestaltend einwirkt. Das Wichtige ist, dass auch in diesem Falle die neue Zelle auch in der Folge nie mehr als zwei Centrosomen enthält. Denn ehe diese sich so weit entwickelt haben, um sich wieder zu theilen, ist auch der Kern bereits wieder aus seiner Ruhe zurückgekehrt und eine neue karyokinetische Figur entstanden.« Was die letzten Worte Boveri's anbetrifft, möchte ich noch erwähnen, dass auch mir niemals mehr als zwei Centrosomen in einer neuen Zelle zu Gesicht gekommen sind und auch hier die Centrosomen nicht eher zur Theilung gelangen, als bis wieder eine Spindelfigur zu Stande gekommen ist.

Die zweite Furche, die senkrecht zur ersten steht, ist wie diese eine meridionale und verläuft, die beiden primären Blastomeren schneidend, von der äußeren Oberfläche derselben nach deren Berührungsfläche zu, also centripetal (Fig. 29). Sie schreitet in den beiden Blastomeren nicht ganz gleichmäßig vor. So hat sie in Fig. 29 die eine Blastomere schon in zwei Theile vollständig zerlegt, während sie in der anderen noch nicht ganz bis zu deren Berührungsfläche vorgedrungen ist.

Es wurde vorhin auf die ungleichzeitige Theilung der Centrosomen an den beiden Spindelpolen aufmerksam gemacht. In seiner letzten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Centrosomenarbeit sagt nun Boveri (10, p. 132): »Nach wie vor halte ich demnach meine frühere Formulirung[1] den Thatsachen für völlig entsprechend: dass das Centrosoma der entstehenden Zelle in der Einzahl zukommt, indem eben diese Einheit es ist, welche bewirkt, dass sich eine neue Zelle um sie bildet. Oder ganz allgemein, dass die Zweitheilung der Zelle durch die Zweitheilung des Centrosomas bedingt wird.« Wenn dieses zutreffend ist, lässt sich auch wohl weiter folgern, dass, wenn das eine Centrosoma der ersten Furchungsspindel dem anderen in der Theilung voraneilt, wie ich es bei dem zweikernigen Stadium der ersten Embryonalzelle habe konstatiren können (Fig. 24), späterhin auch eine Ungleichzeitigkeit in der Blastomerentheilung, so wie sie in Fig. 29 vorliegt, eintreten könne. Da nun aber einer Zelltheilung immer erst eine Kerntheilung vorauszugehen hat, so muss man erwarten, dass sich ein etwaiger Einfluss der Centrosomentheilung zunächst in der letzteren äußert. Und so ist es! In zwei Präparaten, welche auf einander folgende Übergangsstadien zwischen den in Fig. 24 und Fig. 29 zur Abbildung gelangten bildeten, hatte ich Gelegenheit, dies feststellen zu können. Das erste hiervon ist in der Fig. 26 dargestellt. Während hier in der einen Spindel noch eine Chromatinplatte besteht, haben sich in der anderen, welche nicht genau in der Längsachse getroffen ist und daher unvollkommen erscheint, bereits zwei Tochterplatten, die schon aus einander gewichen sind, gebildet. Das zweite Präparat, welches aus einem nur wenig älteren Stadium stammte als das in Fig. 27 abgebildete, habe ich nicht gezeichnet, weil die einzelnen Kernstücke auf verschiedene Schnitte vertheilt waren. Es hatten sich dort in der einen Blastomere, die noch keine Einschnürung zum vierzelligen Stadium zeigte, soeben zwei neue, ruhende Kerne angelegt, die schon eine deutlich sichtbare Membran erkennen ließen. In der anderen Blastomere hingegen schickten sich die Halbspindeln gerade zur Umbildung in die ruhenden Kerne an, und die Chromosomen waren eben im Begriff ihre regelmäßige Lage in den Tochterplatten aufzugeben. Dass nun die Furchung in der betreffenden Blastomere mit den älteren Kernen früher hätte einsetzen und auch zum Abschluss gelangen müssen, ist bestimmt anzunehmen. Im Übrigen machte sich auch in

---

[1] Boveri hat 1887 in einem Bericht »Über den Antheil des Spermatozoons an der Theilung des Eies« den Satz aufgestellt (p. 153): »Das Centrosoma repräsentirt das dynamische Centrum der Zellen; durch seine Theilung werden die Centren der zu bildenden Tochterzellen geschaffen, um die sich nun alle übrigen Zellbestandtheile symmetrisch gruppiren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

diesem Präparate ein ungleichmäßiger Entwicklungszustand der verschiedenen Centrosomen bemerkbar.

Die zweite Furche führt zur Bildung von vier ungleich großen Blastomeren. Fig. 30 stellt ein Totalpräparat eines vierzelligen Stadiums, welches zwei große und zwei kleine Zellen aufweist, in Polansicht dar. Indem je eine größere und kleinere Blastomere enger mit einander verbunden sind ($a_1 + b_1$ und $a_2 + b_2$), erscheinen sie zu gleicher Zeit etwas gegen einander verschoben, so dass sie eine kreuzförmige Verbindung eingehen, wie sie METSCHNIKOFF bei den Medusen-eiern gesehen hat. Letzterer schreibt darüber Folgendes (36, p. 38): »Die Blastomeren werden bei der Furchung durch ihren unmittelbaren Kontakt zusammengehalten, wobei bisweilen eigenthümliche kreuzartige Verbindungen zu Stande kommen. Im Allgemeinen lässt sich bemerken, dass je tiefer die Furche zwei brüderliche Blastomeren zertheilt, diese sich desto intimer mit den benachbarten, also so zu sagen vetterlichen Blastomeren vereinigen. So entstehen im vierzelligen Furchungsstadium zwei Paar Blastomeren, welche sich zusammen, d. h. paarweise verschieben, wobei ein Paar sich oft um einen rechten Winkel über dem anderen dreht.« Während in Fig. 30 die erste Furche inäqual und die zweite nahezu äqual verlaufen sind, was an der in der ersten Furchungsebene vorhandenen innigen Verbindung der Blastomeren zu erkennen ist, sind bei dem in Fig. 31 abgebildeten Stadium, welches in seitlicher Ansicht wiedergegeben ist, beide inäqualer Natur gewesen, so dass drei kleine Zellen und eine große zu unterscheiden sind. Auch hier tritt eine Verschiebung der Blastomeren und Anordnung zu Paaren ($a_1 + b_1$ und $a_2 + b_2$), noch deutlicher als in der vorigen Figur, hervor. So weitgehende Verschiebungen wie METSCHNIKOFF bei den Meduseneiern habe ich bei *Clava squamata* nicht beobachten können.

Nach METSCHNIKOFF (36, p. 39) findet bei *Mitrocoma* und *Nausithoe* während der zweiten Furchung eine Drehung der beiden primären Blastomeren um 90° statt. Aber noch vor dem Schlusse der Furche kehren die Blastomeren in ihre frühere Lage zurück, und nachdem sich das Ei in vier Zellen getheilt hat, vereinigen sich die Blastomeren zu zwei Paaren, wobei sie neue Bewegungen ausführen. Ich habe nun bei *Clava squamata* regelmäßig nachweisen können, dass bereits beim zweizelligen Stadium die Achsen der Kernspindeln nicht mehr in einer Ebene liegen (Fig. 26), wie sie eigentlich sollten, sondern schon erheblich davon abweichen, so dass, wenn jetzt die zweite Furchung erfolgt, auch die Theilungsebenen der beiden Blasto-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

meren nicht mehr zusammenfallen. Und zwar entspricht die Drehung der Spindeln der späteren Lage der Blastomerenpaare, welche demnach beim *Clava*-Ei erstens nicht auf einer Zellbewegung der letzteren beruht und zweitens auf ein früheres Stadium zurück zu verlegen ist als beim Medusenei. Jetzt aber wirft sich die Frage auf: Liegt eine Drehung der beiden Blastomeren oder eine solche der Spindeln des zweizelligen Stadiums vor? Ich glaube, eine aktive Verschiebung der ersteren, wie sie auch in meinen Figg. 25 und 26 zum Ausdruck kommt, und wie ich sie immer mehr oder weniger auf Totalpräparaten und Schnitten wahrgenommen habe, annehmen zu können und bin daher der Ansicht, dass bereits das Plasma polar differenzirt ist und eine beliebige Verschiebung der aus verschiedenen Regionen des Eies stammenden Massen nicht eintreten kann. Denkbar wäre ja auch, dass in erster Linie eine Drehung der Spindeln sich vollzieht, und erst im Anschluss hieran eine Verschiebung der Blastomeren stattfindet.

Wenn Weismann (46, p. 25) behauptet, dass eine inäquale Furchung vorliege, so wird er auffallendere Größenunterschiede in den Blastomeren gesehen und auch gemeint haben, wie sie von mir vorhin angegeben sind. Wenigstens lässt seine Äußerung, »dass zwei enorme Entoblastzellen von zahlreichen Ektoblastzellen umwachsen werden«, womit er das Vorhandensein einer Epibolie konstatirt, darauf schließen. Er hat aber dann nicht den regelmäßigen Verlauf der Furchung gesehen, sondern sich durch eine unregelmäßige Form, die gar nicht allzuselten ist und wiederum noch verschiedene Modifikationen aufweist, so dass sie sich schwerlich in einen bestimmten Typus unterbringen lassen wird, beeinflussen lassen. Dieselbe führt eben so wie die andere, normale, zur Bildung einer soliden Planula, was auch Weismann hervorhebt. Er äußert sich nämlich so: »Wenn die letzteren — nämlich die Ektoblastzellen — schon bedeutend zahlreich und klein geworden sind und als gleichmäßig dicke Schicht das Entoblast einhüllen, besteht dieses immer noch aus zwei großen Zellen. Erst später theilen auch diese sich weiter und führen so den Abschluss der Embryonalentwicklung und die gewöhnliche Bildung einer soliden Planula herbei.«

Der von Weismann geschilderte Furchungsmodus sieht nämlich in der That zu gewissen Zeiten einer Epibolie außerordentlich ähnlich. Vor allen Dingen kann man sich durch Totalpräparate von ihren Anfangsstadien sehr leicht irreführen lassen. Dort sieht man, dass die eine Seite bereits abgefurcht und höckrig ist, während die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

andere noch vollkommen glatt ist. Schnitte hierdurch überzeugen aber, dass eine Epibolie nicht vorliegt und sich überdies im Inneren noch andere, eigenartige Vorgänge abspielen. In Fig. 32 ist beispielsweise ein Schnitt durch ein solches Furchungsstadium abgebildet. Während hier auf der einen Hälfte des Keimes nahe an der Peripherie zahlreiche Kerne liegen, um die herum sich Einschnürungen bemerkbar machen, liegen auf der anderen nur zwei periphere Kerne in der einheitlichen, ungefurchten Plasmamasse. Sodann gewahrt man noch im Inneren einige Kerne, unter ihnen einen recht großen, die eben so wie die anderen unregelmäßig vertheilt liegen, und zwei sich im Plasma verlierende Furchungslinien.

Fast dieselben Vorgänge hat Brauer bei *Tubularia mesembryanthemum* beobachtet (12, p. 567). Nach ihm findet dort eine Kerntheilung statt, ohne dass diese gleich von einer Zelltheilnng begleitet wird. Erst nachdem die Zahl der Kerne auf sechzehn oder auch mehr gestiegen ist, beginnt die Theilung. Die Kerne liegen zunächst nur in der einen Hälfte des Eies und in der Mehrzahl peripher, was Brauer damit erklärt, dass hier der Furchungskern lag und die Kerne nun hier liegen blieben. Des Weiteren äußert er (12, p. 567 und 568): »Am Richtungskörperpole beginnt die Abfurchung des Eies. Die Kerne rücken allmählich an die Peripherie, und um sie schnürt sich eine meist ziemlich gleich große Plasmamenge ab. Zwischen diesen kleinen und der einen großen, noch ungetheilt bleibenden, mehrkernigen Zelle tritt frühzeitig eine kleine Furchungshöhle auf. Die Kerne der großen Zelle scheinen in einzelnen Fällen sich auch nach Beginn der Abfurchung noch weiter zu theilen, da man Theilungsfiguren findet. Die Bildung kleiner Blastomeren setzt sich an der Peripherie weiter fort, und der Process umgreift mehr und mehr die große Zelle, so dass ein Ei auf diesem Stadium ganz das Bild einer Umwachsung der großen durch kleine Zellen, wie es Ciamician angiebt, gewährt. Eine solche tritt aber niemals ein. Wenn nämlich die Zahl der Kerne sich bis auf wenige verringert, und die große Zelle selbst an Größe verloren hat, so beginnt auch sie sich zu theilen, und zwar in der Längsrichtung, so dass die Theilstücke auch Blastomeren werden. Es lassen sich dann Anfangs noch mehrere große Zellen auf der einen Seite des Embryos unterscheiden, durch weitere Theilung verliert sich die Verschiedenheit in der Größe.«

Ganz ähnlich, wie es Brauer in diesen Worten für *Tubularia* schildert, gestaltet sich der gesammte Entwicklungsgang auch beim *Clava*-Ei. Eine Furchungshöhle freilich, wie dort, kommt hier eben

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so wenig als bei der regelmäßigen Furchung, was weiterhin noch des Näheren erörtert werden wird, zur Ausbildung. Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch Veranlassung nehmen, an einen verwandten Vorgang in der Pflanzenwelt zu erinnern, und zwar an die »freie Kerntheilung und Vielzellbildung«, welche dort besonders charakteristisch in den Embryosäcken der Phanerogamen auftreten. Letztere verhalten sich allerdings in so fern abweichend, als hier erst die Zellgrenzen auftreten, nachdem sich die definitive Anzahl der Kerne gebildet hat.

Beim regelmäßigen Furchungsverlaufe ist die dritte Furche eine äquatoriale, steht also senkrecht zu den beiden ersten. In Fig. 33 ist ein Schnitt durch ein achtzelliges Entwicklungsstadium abgebildet. Da derselbe die Blastomeren nicht alle in ihrem größten Durchmesser getroffen hat, zeigen die letzteren relativ beträchtliche Differenzen in ihrer Größe, wie sie in Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Eine Furchungshöhle besteht nicht. In der Mitte liegt vielmehr ein quergetroffener Fortsatz von einer im Bilde nicht sichtbaren Blastomere, der zur Vermittelung ihres Kontaktes mit den Nachbarzellen dient. Der Verlauf der dritten Furche wie auch der der anderen lässt sich an dieser Abbildung nicht verfolgen, um so besser aber in einem mir zur Beobachtung gelangten zwölfzelligen Stadium, welches in Fig. 34 skizzirt ist. Es hält nicht schwer, zu erkennen, dass die dritte Furche die vier ersten Blastomeren (a_1 b_1 a_2 b_2) gleichmäßig halbirt hat (a'_1 a''_1 b'_1 b''_1 a'_2 a''_2 b'_2 b''_2). Auch die vierte Furchung, die wieder in meridionaler Richtung verläuft, hat sich bereits vollzogen und die gegenüberliegenden Blastomerenpaare $b'_1 + b''_1$ $a'_2 + a''_2$ in ungleiche Hälften zerlegt ($b'_1\alpha$ $b'_1\beta$ $b''_1\alpha$ $b''_1\beta$ $a'_2\alpha$ $a'_2\beta$ $a''_2\alpha$ $a''_2\beta$).

Ich wies schon bei der zweiten Furche auf das ungleichzeitige Auftreten derselben in den beiden ersten Zellen hin und darf wohl daraus, als auch aus einer gewissen Formveränderung der Zellen a'_1 und a''_1 im Besonderen schließen, dass an den letzteren fast gleichzeitig mit der fünften Furche die Theilung in meridionaler Richtung eintreten müsse, und dass etwas später auch die gegenüberliegenden Zellen b'_2 und b''_2 sich meridional furchen dürften. Eben so wie sich während der zweiten Furchung eine festere Verbindung zwischen je zwei solchen Zellen, die von verschiedenen Blastomeren des zweizelligen Stadiums herstammen, bemerkbar macht, tritt bei der vierten und fünften Furche ein innigerer Zusammenhalt der Blastomeren des achtzelligen Stadiums in der äquatorialen Furchungsebene hervor. Im Übrigen erfolgt eine ziemlich unregelmäßige und recht beträchtliche Verschiebung der Blastomeren gegen einander. Doch dürfte diese

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hier weniger einer aktiven Zellbewegung zuzuschreiben sein, sondern vielmehr ihre Ursache darin finden, dass die Eier, welche ja gewöhnlich zu mehreren in einem Gonophor liegen, wie es auch in vorliegendem Stadium der Fall war, sich gegenseitig bei der Abfurchung behindern und dadurch eine Verlagerung einzelner ihrer Blastomeren hervorrufen. Ich habe Fälle gesehen, wo die Dislokationen so beträchtliche waren, dass sich überhaupt nicht mehr konstatiren ließ, welche Zellen zusammengehörten, resp. aus den letzten Theilungen hervorgegangen waren.

Zur Ausbildung einer Furchungshöhle kommt es auch beim sechzehnzelligen Stadium nicht, wie Mittelschnitte lehren. Bei dem in Fig. 35 gezeichneten Embryo ist eine Zelle mit einem spitzen, kegelförmigen Fortsatz zwischen zwei anderen eingekeilt. Dieses darf zu der Annahme veranlassen, dass auch hier eine mehr oder weniger große Verschiebung der Blastomeren vorgelegen hat. Denn letztere verbinden sich allgemein, worauf schon hingewiesen wurde, inniger in einer anderen Ebene, als in der die letzte Theilung erfolgte. Wenn nun zur selben Zeit noch eine Dislokation stattfindet, so erklärt es sich leicht, dass auf diese Weise solche Bilder zu Stande kommen. In der Mitte ist noch ein anderer Zellfortsatz quergetroffen, der einer im Bilde nicht sichtbaren Blastomere angehört.

Nach dem sechzehnzelligen Stadium lassen sich die Furchen nicht mehr mit Sicherheit verfolgen. Die Blastomeren treten von da ab allgemein in innigeren Kontakt, so dass die Oberfläche des Keimes nahezu glatt erscheint und der Embryo wieder eiförmige Gestalt erlangt, so wie es das in Fig. 36 abgebildete achtzehnzellige Stadium zeigt. Die Furchen machen sich hinfort nur als seichte Einschnürungen an der Oberfläche geltend. Dasselbe bekundet auch das in Fig. 37 dargestellte dreißigzellige Furchungsstadium.

Vom sechzehnzelligen Stadium ab etwa erfolgt die Theilung der Zellen nicht mehr allein in radiärer Richtung, sondern auch in tangentialer, parallel zur Oberfläche. So treffen wir in einem zweiunddreißigzelligen Stadium, wovon Fig. 38 einen durch die Hauptachse geführten Schnitt zur Anschauung bringt, bereits einen mehrschichtigen, soliden Keim an. Wesentliche Unterschiede in der Größe sind zwischen den äußeren und inneren Zellen nicht wahrzunehmen, und beide Zellarten sind von polyedrischer Gestalt. Es liegt hier eine typische Morula vor. Während eine periphere Zelle eine radiär gestellte Spindel besitzt, sind die Kernspindeln von zwei anderen, größeren Blastomeren tangential eingestellt. Die Theilungen verlaufen also gleich-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zeitig an verschiedenen Zellen der Oberfläche in beiden Richtungen. Eine andere Zelle fällt dadurch auf, dass sie in ihrem peripheren Abschnitte im Gegensatz zu ihrem centralen außerordentlich schmal ist, so dass sie den Verdacht erwecken kann, als ob sie im Begriff gestanden hätte, den Verband mit ihren Nachbarzellen aufzugeben und ins Innere zu wandern. Ich kann dieses um so mehr mit Recht annehmen, da ich solchen wandernden Zellen mehrfach begegnet bin. In Fig. 39, welche einem schon etwas älteren Stadium entnommen ist, habe ich eine derartige Zelle gezeichnet. Dieselbe reicht nur noch mit einem ganz feinen, spitzen Fortsatz an die Oberfläche und würde sich bald vollends zurückgezogen haben. Eine andere Zelle, die vielleicht auf demselben Wege ins Innere gelangt ist, zeigt sich in Theilung begriffen, und auf einer Seite ist bereits eine geringe Einschnürung aufgetreten.

Eben so wie die Quertheilung der äußeren Zellen ist auch die Einwanderung nicht auf einen bestimmten Ort beschränkt, sondern sie findet vielmehr überall statt; beide Vorgänge erweisen eine multipolare Entodermbildung.

In Fig. 40 ist ein mittlerer Schnitt durch ein Stadium gegeben, wo die Zahl der Zellen schon recht beträchtlich angewachsen ist. Auch hier macht sich noch keine Differenzirung irgend welcher Art zwischen den Zellen der peripheren und centralen Schicht geltend. Da in beiden Zellarten die Theilungen in gleicher Weise fortfahren, können sich keine erheblichen Größenunterschiede ausbilden. Die inneren Zellen erhalten andauernd von den äußeren her Zugang, wie beispielsweise eine mit einer senkrecht zur Oberfläche gestellten Kernspindel versehene Zelle zeigt, so dass es zur Entstehung von etwaigen Lücken im Inneren nicht kommen kann. Der vielzellige, solide Keim sitzt zu dieser Zeit dem stark reducirten Spadix eben so wie das reife Ei mit einer Längsseite auf.

Fig. 41 ist die Abbildung von einem Totalpräparat eines etwas älteren Stadiums und zeigt noch die ähnlichen Vorgänge, wie sie eben geschildert worden sind. Auf dieser Entwicklungsphase etwa beginnt eine Differenzirung sich bemerkbar zu machen, indem die Zellen der äußeren Schicht die polyedrische Form verlieren und in eine cylindrische, beziehungsweise prismatische übergehen. Gleichzeitig mit dieser Gestaltveränderung der peripheren Zellen macht sich an ihrer Basis an allen Stellen des Keimes eine zunächst noch schwache und wellenförmig verlaufende Abgrenzung gegen die inneren Zellen hin geltend. Bald prägt sich dieselbe deutlicher aus, nimmt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einen glatten Verlauf an und erscheint als eine feine Membran. Sie, die zukünftige Stützlamelle, zerlegt den soliden Keim in die beiden primären Keimblätter, ein einschichtiges Ektoderm und ein vielschichtiges, solides Entoderm.

Fast zu gleicher Zeit mit dem Auftauchen der Stützmembran bilden sich an dem nunmehr zweischichtigen Keime, ohne dass dieser sich wesentlich in die Länge streckt, ein breiter und ein spitzerer Pol aus, die nicht nur in ihrer Gestalt sondern auch in der Beschaffenheit ihrer Ektodermzellen von einander differiren. Hiermit ist der Übergang zur Entwicklung der Planula gegeben. Aus dem breiten Pol entsteht später der Sinnespol und aus dem schmäleren der Mundpol. Einen mittleren Längsschnitt durch ein solches Stadium bringt Fig. 42 zur Anschauung. Die Zellen des Ektoderms, welche in der Mehrzahl cylindrisch gestaltet sind, unterscheiden sich von denen des Entoderms nicht mehr allein durch ihre Gestalt sondern auch ihre geringere Größe, woraus sich schließen lässt, dass sie sich in größerem Umfange getheilt haben müssen als jene. Zwischen den cylinderförmig gestalteten Zellen, die alle möglichen Übergangsformen von hohen, schmalen Prismen am Sinnespol (*Sp*) bis zu niedrigen, nahezu kubischen am Mundpol (*Mdp*) aufweisen, liegen kleine, kegelförmige Zellen, die einen kleineren Kern enthalten und mit breiter Basis der Stützlamelle aufsitzen, aber mit der Spitze die Oberfläche des Embryos nicht mehr erreichen. Es sind die interstitiellen Zellen, die zu dieser Zeit zahlreicher auftreten und sich auch hinfort noch theilen und vermehren (*I-Z*). Sie gehen aus den gewöhnlichen Ektodermzellen hervor, nachdem diese sich in den verschiedensten Richtungen getheilt haben. Außer Längstheilungen, die natürlich nicht aufhören, kommen Theilungen in schräger Richtung vor, wie sie z. B. Fig. 42 *a* zeigt, wo eine Zelle in die Tiefe gerückt ist und sich abgerundet hat, wodurch sie gleichzeitig ihre Nachbarzellen durch ihren Druck derartig verändert hat, dass letztere, wo sie mit jener in Berührung kommen, eine runde Aushöhlung erhalten haben. Auch ungleiche Zelltheilungen lassen sich beobachten, wobei das kleinere Theilungsprodukt an die Stützlamelle zu liegen kommt (Fig. 42 *b*). Andere Zellen wiederum theilen sich in der Querrichtung (Fig. 42 *Ektz'*), so dass ihre eine Hälfte an der Stützlamelle liegen bleibt (*Ektz''*). Die so in der Tiefe des Ektoderms entstandenen Zellen dringen zu einem Theil, indem sie ein keilförmiges Aussehen annehmen, mit einem spitzen Fortsatz nach der Oberfläche zu vor und verwandeln sich allmählich zu gewöhnlichen, cylinderförmigen Ektodermzellen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(*Ektz'''*). Der andere Theil bleibt in der Tiefe liegen und schickt sich zu einer außerordentlich regen Theilung an, so dass daraus sehr kleine, von den übrigen in ihrer Größe erheblich abweichende Zellen entstehen. Ich habe in einzelnen Fällen ganze Nester von solchen angetroffen, die eben erst aus der Theilung hervorgegangen, theilweise sogar noch darin begriffen waren. Zu zweien trifft man sie häufig an (*I-Z'*). Sie entstehen gleichmäßig im ganzen Ektoderm.

Die Zellen des Entoderms, welches nun vom Ektoderm durch eine deutliche Stützmembran getrennt ist (Fig. 42 und 42 *a* und *b*, *St*), sind durchweg gleich groß und zeigen sämmtlich polyedrische Gestalt. Auch in ihnen schreitet die Theilung, wenn zwar auch nicht so lebhaft wie im Ektoderm, fort, wie ihre verschiedenen Kernfiguren lehren (Fig. 42). Sowohl im Entoderm wie im Ektoderm liegen die Dotterkugeln zu dieser Zeit nicht mehr so dicht im Zellplasma wie zuvor in den jüngeren Stadien; im Übrigen aber sind sie noch überall gleichmäßig vertheilt.

4. Entwicklung der Planula.

Nach der Ausbildung der beiden Körperpole findet allmählich eine stärker ausgeprägte Längsstreckung des Embryos statt, in der Weise, dass die Entfernung zwischen dem Mundpol, der sich mehr und mehr verjüngt, und dem Sinnespol immer größer wird, so dass die Planula kurz vor dem Verlassen des Gonophors etwa drei- bis viermal so lang als breit ist; sie misst dann durchschnittlich 180 bis 200 μ in ihrer Längsachse. In den Fig. 43 und 44, welche axiale Längsschnitte durch verschiedenaltrige Planulae darstellen, erscheint das ältere Stadium (Fig. 44) nur unbedeutend länger als das jüngere (Fig. 43), was sich daraus erklärt, dass es sich aus einem kleineren Ei als jenes entwickelt hat. Sein relativ stärkeres Wachsthum in der Richtung der Hauptachse kommt unverkennbar zum Ausdruck, denn während das jüngere nur zweimal so lang als breit ist, übertrifft der Längsdurchmesser des älteren seinen Querdurchmesser um gut das Dreifache. Bevor die Planula ins Freie tritt, umgiebt sie sich mit einem Wimperkleid, und es entsteht in ihrem Inneren eine auch bei äußerer Ansicht des Totalpräparates sichtbare Gastralhöhle (Fig. 44).

a. Ektoderm.

Wie schon des Näheren ausgeführt wurde, entstehen nahezu gleichzeitig mit der Differenzirung der beiden Keimblätter die inter-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stitiellen Zellen, so dass das Ektoderm sich schon frühzeitig aus zwei Zellarten zusammensetzt. Die interstitiellen Elemente werden jedoch niemals so zahlreich, dass sie eine eigene, zusammenhängende Schicht bilden, wie es beispielsweise nach Brauer (12, p. 574) bei *Tubularia mesembryanthemum* der Fall ist. Bei der weiteren Entwicklung des Embryos nimmt der Dotter allmählich im Ektoderm immer mehr ab, die Zellen werden protoplasmareicher und in Folge der anhaltenden Theilung kleiner. Alsbald gesellen sich noch zwei neue Elemente, Drüsenzellen und Nesselzellen, hinzu (Fig. 43 *Drz.Nz*).

Die Drüsenzellen sind große, becherförmige, helle Zellen, die ein schleimiges Sekret enthalten und kommen im gesammten Ektoderm, aber gleich von Anfang an am zahlreichsten am Sinnespol (*Sp*), vor. Die Nesselzellen gehen aus interstitiellen Elementen hervor und finden sich gleichfalls überall, am Sinnespol freilich seltener. Es sind daher von nun an aus einander zu halten: schmale, cylinderförmige und protoplasmareiche Zellen mit mittelständigem und mehr oder weniger ovalem Kern, die sich zu einem gleichmäßigen Deckepithel anordnen und die Grundmasse des Ektoderms bilden, breitere, nicht tingirbare Drüsenzellen mit basalem Kern, interstitielle Zellen und Nesselzellen.

Der Schwund des Dotters in den Ektodermzellen erfolgt allgemein nicht gleichmäßig an allen Stellen, sondern in der Weise, dass er in den peripheren Zellenden beginnt und sich allmählich nach der Stützmembran zu fortsetzt. In den Deckepithelzellen, die sich in dem Grade, wie der Dotter in ihnen abnimmt, in Folge der Protoplasmazunahme intensiver färben, prägt sich dies Verhalten auf etwas älteren Stadien, wo die äußere Hälfte schon vollkommen dotterfrei sein kann, während die innere noch zahlreiche Dotterkörnchen enthält, besonders charakteristisch aus (Fig. 44 *a*, *Ekt*). Der Sinnespol eilt in diesem Vorgange dem übrigen Ektoderm etwas voraus (Fig. 43 und 44 *Sp*).

Je länger der Embryo wird, und je größere Unterschiede in der äußeren Gestalt der beiden Pole auftreten, desto schärfer werden auch die histologischen Differenzirungen im Ektoderm. Am Sinnespol nimmt die Zahl der Drüsenzellen, die sich vor denen anderer Körpertheile durch besondere Größe und Höhe auszeichnen, außerordentlich zu, und diese treten gegenüber den Epithelzellen, die gleichzeitig dünner und länger werden, immer mehr in den Vordergrund, so dass letztere schließlich nur noch als ganz schmale, mit einem in der Mitte gelegenen, länglichen und zusammengepressten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kern versehene Stützzellen erhalten bleiben (Fig. 43 und 44 *Sp*). Interstitielle Zellen finden sich hier im selben Verhältnis wie überall, die Nesselzellen aber sind, wie schon hervorgehoben, spärlicher.

Nach dem Mundpole zu werden die am Sinnespol noch sehr hohen Epithelzellen, die man wohl auch, da sie späterhin die Deckzellen des heranwachsenden Thieres liefern, als solche bezeichnen kann, ganz allmählich niedriger, und die Drüsenzellen, die hier seltener vorkommen, vertheilen sich ziemlich gleichmäßig zwischen ihnen. Die Deckzellen, deren Kerne mit zunehmendem Alter immer mehr oval werden, theilen sich jetzt nur noch vorwiegend in der Längsrichtung, wobei sie häufig in ähnlicher Weise, wie es Seeliger bei den Crinoidenlarven beobachtet hat (41, p. 188), an die Oberfläche rücken und sich dort kugelig abrunden (Fig. 43 und 43 *a*). Dadurch werden die Nachbarzellen, indem sie dem Drucke der sich theilenden Zelle nachgeben, entsprechend deren Kugelform ausgehöhlt. Die aus der Kugelzelle hervorgehenden Tochterzellen dringen mit einem Fortsatz zur Stützlamelle vor und nehmen allmählich wieder Cylinderform an, zu welcher auch die in ihrer Gestalt durch die sich theilenden, abgerundeten Zellen beeinflussten Nachbarelemente nach und nach wieder zurückkehren. Etwa gleichzeitig mit dem Erscheinen der Gastralhöhle sondern die Deckzellen an ihrer Basis longitudinal verlaufende Muskelfibrillen ab (Fig. 44 *a* und 44 *b*).

Eben so wie die Deckzellen werden auch die Drüsenzellen in der Nähe des Mundpols niedriger; sie sind prall mit schleimigem Sekret angefüllt, so dass sie stellenweise, vor allen Dingen dort, wo die Zellen weniger hoch sind, sich nach außen hin vorwölben (Fig. 44 *Drz*). Von den interstitiellen Zellen, die sich durch Theilung weiter vermehren (Fig. 43 *I.Z*), erzeugen viele in ihrem Inneren Nesselkapseln und wandern dann zwischen den anderen Ektodermzellen zur Oberfläche empor (Fig. 43, 44, 44 *a* und 44 *b*, *Nz*).

Am Mundpole prägt sich ein im Laufe der Entwicklung immer stärker werdender Gegensatz zum Sinnespole aus, indem die Zellen hier anhaltend niedriger und gleichzeitig breiter werden, so dass sie kurz vor dem Ausschlüpfen der Planula breiter wie hoch sind (Fig. 44 *Mdp*). Die anderen beiden Zellarten sind hier ebenfalls vertreten (Fig. 43 *Mdp*).

b. Entoderm.

Die Zellen des soliden Entoderms vermehren sich zwar noch in der bereits polar differenzirten Larve und werden kleiner; es geschieht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das aber nicht in dem gleichen Umfange wie im Ektoderm. Auch die Abnahme des Dotters erfolgt hier langsamer und in einer anderen Weise.

Nachdem sich die Planula etwas gestreckt hat, und im Ektoderm bereits die verschiedenen Zellarten zur Ausbildung gelangt sind, beginnen in der Mitte des Entoderms die Zellen nach der Peripherie zu wandern, indem sie dabei fast ihren ganzen Dottergehalt einbüßen und zurücklassen, so dass eine nahezu kernlose Dottersäule entsteht, die von einem zum anderen Pole hinzieht (Fig. 43). Es sind nur wenige Zellen, denen die Wanderung aus diesem Bereiche nicht gelingt, und die dann ganz dem Untergange verfallen. Von jetzt ab sind im Entoderm zwei Zellarten zu unterscheiden: Unmittelbar an der Stützlamelle gelegene, in ihrem Dottergehalt unverändert gebliebene, größere Zellen, welche bereits zu dieser Zeit einen etwas größeren Kern wie die Ektodermzellen enthalten, säulenartig in die Höhe wachsen und sich zu einem einschichtigen Epithel anordnen; kleinere, dotterarme Zellen, welche neben ersteren eine mehrschichtige Lage nach der Mitte zu bilden, und deren centrale Reihe Anfangs keine scharfe Abgrenzung gegen die Dottersäule hin zeigt.

In der zellenlosen Dottermasse tritt sodann eine schnelle, am Sinnespol (Fig. 43 *Sp*) beginnende Verflüssigung ein, die zur Bildung der Gastralhöhle führt. Nach Brauer (12, p. 574) findet die Bildung der letzteren bei *Tubularia mesembryanthemum* in ähnlicher Weise statt. Jedoch sollen sich dort, wie er angiebt, die ganzen Zellen verflüssigen, während hier die Mehrzahl derselben ihre Existenz behält. Viele der kleinen, peripherwärts gewanderten Zellen bilden Nesselkapseln in ihrem Inneren; bisweilen geschieht dies in außerordentlich großem Umfange (Fig. 44 *a*, *Nz*). Das Entoderm schreitet in der Umbildung zu einer einschichtigen Zelllage immer weiter vor, indem die kleinen Zellen zwischen die hohen eindringen, während dessen manche von ihnen sich noch theilen (Fig. 44 *b*, *Ent*), und so im weiteren Verlaufe der Entwicklung zu einem Epithel führen, das sich aus hohen, protoplasmaarmen, hellen Zellen mit großem, rundem Kern zusammensetzt. Die Einschichtigkeit tritt zu allererst an den beiden Polen auf, und zwar erscheinen die Entodermzellen am Mundpole im Gegensatze zu denen des Sinnespols beträchtlich kleiner (Fig. 44 *Mdp*, *Sp*). In der Dotterabnahme, die sich von nun an bemerkbarer macht, eilt auch hier, eben so wie im Ektoderm, der Sinnespol dem übrigen Entoderm etwas voraus, indem dort sich eine direkt an der Stütz-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lamelle verlaufende und sich seitlich nach dem Mundpole zu ausbreitende, dotterlose Zone zunächst ausbildet (Fig. 44 *Sp*).

5. Die freie Planula.

Da die Eizellen eines und desselben Gonophors, wie ich schon bei der Beschreibung der Entwicklung der Eizelle erwähnte, in ihrer Ausbildung immer gleich weit vorgeschritten sind, gelangen sie auch gleichzeitig zur Reifung, Befruchtung und weiteren Entwicklung bis zur Planula, so dass die Larven, wenn mehrere in einem Gonophor gelegen sind, zu gleicher Zeit ausschwärmen. Von der Befruchtung bis zu diesem Momente vergehen etwa sechs Tage. Die Larven durchbohren alsdann, indem sie sich im Gonophor zu bewegen anfangen, wozu die gut entwickelte Längsmuskulatur sie befähigt, die dünne Gonophorenhülle und treten mit dem Sinnespol voran ins Wasser. Hier gleiten die rosafarbenen Planulae langsam und wurmartige Bewegungen ausführend am Boden dahin. Dabei schieben sie den nach allen Seiten hin beweglichen Sinnespol gleichsam als dicken, wulstigen Kopf tastend voraus, wobei sie sich derartig ausstrecken können, dass sie acht- bis neunmal so lang als breit werden und ziehen dann vermöge ihrer Längsmuskulatur, sich wieder verkürzend, den hinteren Körpertheil nach. So wandern sie am Boden hin und her, indem sie dabei die mannigfaltigsten Bewegungen ausführen. Bald sind sie leicht gekrümmt (Fig. 45 *a* und 45 *b*), bald geschlängelt (Fig. 45 *c*); dann wieder rollen sie sich spiralig ein (Fig. 45 *d*). Ja häufig sogar heben sie die ganze vordere Körperhälfte vom Boden empor und führen den Sinnespol wie suchend in dem sie umgebenden Wasser nach den verschiedensten Seiten hin und her, wobei gelegentlich, wenn sie sich gleichzeitig aufrollen, ihr vorderer Körpertheil auf den hinteren zu liegen kommen und eine Schleife entstehen kann (Fig. 45 *e*).

Schon Allman beobachtete die außerordentliche Kontraktilität der Planulae und äußert (1, p. 245), dass sie sich bisweilen so stark krümmen, dass ihre beiden Enden in Berührung gebracht werden. Die von Allman bei der schwärmenden Planula gesehenen und auch in seinen Abbildungen wiedergegebenen Cilien (1, Pl. I, Fig. 8) sind bei dem in Sublimat konservirten Material nicht sichtbar. Die Planulae sind an ihrer Körperoberfläche über und über mit einem klebrigen Schleim bedeckt, in Folge dessen beim Konserviren etwaige in den dazu dienenden Flüssigkeiten befindliche Fremdkörperchen leicht an ihnen haften bleiben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

a. Ektoderm.

Der in Fig. 46 abgebildete, mittlere Längsschnitt durch eine Planula gehört einem Individuum an, welches sich gerade im Zustande der Bewegung befunden hat, als es abgetödtet wurde: daher die leichte Krümmung des Körpers. Zwischen den langen Stützzellen des außerordentlich drüsenreichen Sinnespols (*Sp*) fallen einige spindelförmig gestaltete Zellen (Fig. 46 *a*, *Sz*) auf, die ich als Sinneszellen ansprechen möchte, wie sie an diesem Pole auch bei Larven anderer Hydroiden beobachtet worden sind. Solche hier zu suchen, ist um so mehr gerechtfertigt, als die Planula, wie wir gesehen haben, während des Kriechens die geschicktesten Bewegungen macht, wobei sie stets den Sinnespol tastend voranführt. Man könnte aus diesem Grunde auch noch anderweitige nervöse Elemente, Ganglienzellen, am Sinnespol erwarten, die ich jedoch auch mit den stärksten Systemen nicht habe sicher nachweisen können.

Während die Zellen am Sinnespol durch die Bewegungen der Planula keinerlei Beeinträchtigung in ihrer Gestalt erfahren, werden die Deckzellen und Drüsenzellen des übrigen Ektoderms bei der Ausstreckung der Larve breiter und zu gleicher Zeit niedriger, wobei der ovale Kern der ersteren in eine runde Gestalt übergeht und ein recht schroffer Gegensatz in der Höhe der Zellen zwischen Sinnespol und dem übrigem Körper entsteht. Andererseits macht sich wiederum, wie schon bei der noch nicht ausgeschlüpften Larve, eine allmähliche Höhenabnahme des Epithels nach dem Mundpole zu geltend, wo die Zellen jetzt auffallend niedrig und im Allgemeinen auch kleiner erscheinen. Am schönsten kommt das Breiterwerden der Zellen zum Ausdruck an den Drüsenzellen, die jetzt im Gegensatz zu denen des Sinnespols ihren schleimigen Inhalt entleeren, so dass sie zum Theil anstatt nach außen vorgewölbt, wie sie es früher waren, nach innen eingekrümmt sind (Fig. 46 *Drz*).

Die Dotterkörnchen sind am Sinnespol nur noch recht spärlich, nach dem Mundpole zu dagegen noch zahlreicher; eine weitere Abnahme seit dem Verlassen des Gonophors macht sich freilich auch hier bemerkbar. Von den Nesselzellen haben schon viele die Oberfläche erreicht, wo sie zwischen den Epithelzellen so eingekeilt sitzen, dass das mit dem Cnidocil versehene Ende der länglich-ovalen Kapsel, welche entweder senkrecht oder häufig auch schräg zur Peripherie steht, nach außen gerichtet ist. Mehrfach habe ich gesehen, dass sie schon zum Schutze der wandernden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Larve ihre Nesselfäden gegen deren Feinde ausgeschleudert hatten (Fig. 46 *Nz*).

b. Entoderm.

Der bereits vor dem Ausschlüpfen der Planula erkennbare, polare Unterschied der Entodermzellen, nicht nur in der Höhe, sondern auch in der Gesammtgröße, macht sich jetzt noch deutlicher geltend, und es erscheinen die Zellen am Sinnespol recht bedeutend größer und höher wie am Mundpol. Zwischen den beiden Extremen findet von einem Pol zum anderen ein ganz allmählicher und gleichmäßiger Übergang in den hellen und säulenförmigen Zellen des Entoderms statt (Fig. 46). Die dotterfreie Zone, welche kurz vor dem Austritt der Larve aus dem Gonophor am Sinnespol auftritt, hat sich nunmehr in der ganzen Peripherie des Entoderms an der Stützlamelle entlang ausgedehnt, so dass sie selbst am Mundpol zu bemerken ist. Es erfolgt also auch hier, in ähnlicher Weise wie im Ektoderm, dem gegenüber das Entoderm noch relativ dotterreich ist, der Schwund des Dotters in centripetaler Richtung, indem er in dem peripheren Abschnitte der Zellen beginnt und sich nach dem centralen Theil zu fortsetzt. Gleichwohl sind aber auch jetzt noch die Zellen des Sinnespols eben so wie früher und ähnlich wie im Ektoderm den übrigen Zellen in der Dotterabnahme voraus. Aus dem Umstande, dass sowohl Entodermzellen wie Ektodermzellen nach dem Mundpole zu immer kleiner werden und auf früheren Stadien in der Mundpolhälfte der Larve die meisten Zelltheilungen in beiden Keimblättern anzutreffen sind, möchte ich folgern, dass das Längenwachsthum der Planula hauptsächlich auf einer Streckung der oralen Region beruht.

Die kleinen, bei der Bildung der Gastralhöhle entstandenen Zellen sind jetzt zum größten Theil zwischen die hohen Epithelzellen des Entoderms eingedrungen; nur einzelne liegen noch an der Spitze der letzteren und ragen in die Gastralhöhle hinein. Die Mehrzahl von ihnen hat Nesselkapseln in ihrem Inneren erzeugt, die in den verschiedensten Entwicklungsstadien anzutreffen sind und zwischen den Epithelzellen, zum Theil mehr nach der Leibeshöhle zu, zum Theil nahe der Stützlamelle, ja sogar an derselben liegen. Andere der kleinen Zellen, die sich nicht zu Nesselzellen differenzirt haben, theilen sich noch, während sie zur Stützlamelle hinwandern, wie ich dieses schon auf dem vorigen Stadium (Fig. 44 *b*) festgestellt habe. Des Weiteren kommen bereits zu dieser Zeit gelegentlich Körnchen-Drüsenzellen vor (Fig. 46 *K-Drz*).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nicht selten habe ich Nesselzellen so in der Stützlamelle liegend angetroffen, dass sie ganz den Eindruck erweckten, als ob sie im Begriffe gestanden hätten, aus dem äußeren ins innere Blatt überzutreten (Fig. 46 *b*, *Nx*). Was mich in meiner Vermuthung, dass hier wirklich ein Durchsetzen der Stützlamelle stattfindet, bestärkt, ist der Thatbestand, dass ich mehrfach auch bei älteren Hydranthen Nesselzellen in der Stützlamelle steckend gefunden habe. Da die letztere dort sehr breit ist, liegen die Nesselzellen dann mit ihrem ganzen Körper in derselben.

6. Festsetzung und weitere Entwicklung der Larve.

Nach einer kurzen, nicht genau anzugebenden Schwärmzeit setzen sich die Larven mit dem breiten Sinnespole fest, wozu sie auch im Aquarium mit Vorliebe Fucus oder auch Blätter von anderen Pflanzen wählen und verlieren ihr Wimperkleid. Einzelne Individuen gelangten auch am Boden des Aquariums zur Festsetzung. Es erfolgt dann eine starke Verkürzung in ihrer Längsrichtung, wobei sie sich zugleich am Sinnespol abplatten und in einen innigen und festen Kontakt mit ihrer Unterlage treten, so dass sie etwa die Gestalt eines Maulwurfshügels erhalten (Fig. 47).

Nach der Abplattung streckt sich die Larve wieder in die Länge, im Inneren bildet sich eine deutlichere und geräumigere Gastralhöhle aus, und alsbald beginnen am freien Ende, etwa zu gleicher Zeit mit dem Auftreten der Mundöffnung, die ersten Tentakel zu sprossen (Fig. 49). Ihre Anlage erfolgt in der von Allman (1, p. 245) beschriebenen Weise, indem zunächst ein Wirtel von vier Tentakeln entsteht und gleich darauf ein wenig tiefer sich ein zweiter Wirtel von vier Tentakeln erhebt, die in den Intervallen der ersteren liegen. Hinzufügen kann ich noch, dass sich die Tentakel der einzelnen Wirtel nicht ganz gleichmäßig bilden, sondern immer mehr oder weniger ungleichzeitig auftauchen.

Einzelnen Individuen begegnete ich, die sich, ohne sich abgeplattet zu haben, weiter entwickelten und nun ganz locker im Schlamm am Boden des Aquariums saßen. Fig. 50 stellt ein solches Exemplar dar. Der Unterschied in der äußeren Form zwischen diesem und dem in voriger Figur abgebildeten, jungen Polypen ist ein ganz auffallender, und es hält nicht schwer, zu erkennen, dass hier eine unmittelbare Weiterbildung der gestreckten Planula ohne vorhergehende Zusammenziehung erfolgte. Die Basis ist abgerundet, und die Tentakel haben sich nahezu in der Mitte des Körpers angelegt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

a. Ektoderm.

Zu der Zeit, wenn sich die Larve abgeplattet hat, sind die Drüsenzellen im Ektoderm, auch die am Sinnespol verschwunden (Fig. 48 *Sp*). Das Sekret der letzteren dient zu einer innigen Verkittung mit der Unterlage. Vom Dotter sind nur noch vereinzelte Körnchen am Mundpol anzutreffen (*Mdp*). Die schlanken, basalen Epithelzellen besitzen einen länglich ovalen Kern und ähneln in ihrer Gestalt noch sehr den Stützzellen am Sinnespol der Planula. Wie bei dieser macht sich auch jetzt noch ein allmähliches Niedrigerwerden der Epithelzellen nach dem Mundpole zu bemerklich, und gleichzeitig damit werden die Zellen breiter und ihre Kerne kugelähnlicher. Die Nesselkapselbildungszellen haben an Zahl zugenommen; besonders zahlreich liegen sie am distalen Ende. Unter den interstitiellen Zellen zeichnen sich einige durch einen auffallend großen Kern und protoplasmareichen Zellleib aus (*Ukz*), welch letzterer bisweilen pseudopodienartige Fortsätze erkennen lässt (*Ukz'*). Am distalen Ende ist das äußere Blatt an einer Stelle (*Mdp*), derselben, wo auf den Planulastadien das Epithel des Mundpols zusehends flacher und kleiner wird, außerordentlich dünn. Es ist das dieselbe Stelle, an der später die Mundöffnung zum Durchbruch gelangt.

Wenn der Embryo sich weiter vergrößert, verlieren sich, abgesehen vom basalen Theil, allmählich die histologischen Unterschiede an den verschiedenen Stellen des äußeren Epithels. An der Basis erhalten sich auch fürderhin noch mehr oder weniger die hohe Cylindergestalt der Stützzellen und die etwas ovaleren Kerne. Die Verbindung mit der Unterlage ist eine so feste, dass die Zellen bei Bewegungen des Embryos sich nicht loslösen, sondern dem Zuge folgend, sich in ihrer Längsrichtung dehnen, wie dies die Fig. 51 veranschaulicht. Die Abbildung stellt einen mittleren Schnitt durch einen jungen Hydranthen dar, der bereits Mund und acht Tentakel entwickelt hatte und auf einem Blatte saß, mit dem er im Zusammenhang geschnitten wurde. Da er sich nach der rechten Seite hinübergeneigt hatte, sind die Epithelzellen links an der Basis lang ausgezogen. Über der Basis bis zum Munde ist das Epithel fast überall gleichartig und besteht aus nahezu kubischen Deckzellen, die durchweg einen runden Kern enthalten. Auch die spärlichen Dotterkörnchen, welche auf dem eben festgesetzten, abgeplatteten Stadium am distalen Pole sich noch vorfinden, sind zu dieser Zeit verbraucht.

Die Nesselzellen, welche am oralen Theile zahlreicher als am

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

basalen vorkommen und größtentheils ausgebildete Nesselkapseln enthalten, liegen theils subepithelial, theils an der Oberfläche, wo sie entweder senkrecht oder schräg zur Peripherie zwischen den Epithelzellen sitzen. Die auf dem vorigen Stadium durch ihren großen Kern und plasmareichen Zellkörper auffallenden Elemente unter den interstitiellen Zellen sind jetzt schon häufiger anzutreffen und noch größer wie zuvor. Von ihrem dunkel sich färbenden Zellleibe gehen in der Regel lange Fortsätze aus (Fig. 51 und 51 *a*, *Ukz*), und sie sind als Urgeschlechtszellen anzusprechen. Es sind dieselben Zellen, wie ich sie bei jungen Knospungshydranthen beobachtet habe, und die bereits bei dem Kapitel über »die Entstehung der Geschlechtszellen« zur Sprache gekommen sind.

Die Tentakel, welche, wie schon erwähnt, etwa zu gleicher Zeit mit dem Munde entstehen, legen sich als kleine Höcker an, indem zunächst im Ektoderm eine lebhafte Zellwucherung stattfindet (Fig. 53 *Tt*). Erst dann beginnt die Ausstülpung, in welcher sich die Entodermzellen von vorn herein geldrollenartig anordnen (Fig. 53 *a*). Die jungen Tentakel zeigen bereits an ihrer Spitze einen außerordentlichen Reichthum an Nesselkapseln.

Ich wies bei dem abgeplatteten Larvenstadium auf die stark reduzirte Stelle des äußeren Blattes am Mundpol hin. In Fig. 52, welche einem medianen Längsschnitt durch eine Larve, die eben zwei Tentakel angelegt hatte, entnommen ist, ist dort bereits eine Perforation aufgetreten, indem die Ektodermzellen am distalen Pole (*Mdp*) weit aus einander gewichen sind und den Entodermschlauch, der unverändert geblieben ist, an die Oberfläche treten ließen. Da mir leider nur dieser eine Fall zu Gesicht gekommen ist, lassen sich schwerlich definitive Schlüsse daraus ziehen. Doch darf ich nicht unerwähnt lassen, dass die ganze Larve in der Längsrichtung stark kontrahirt war. Ähnliche Kontraktionen gelegentlich der Mundbildung beschreibt Brauer für *Hydra*. Er äußert darüber (11, p. 201): »Die Keimblätter wurden am distalen Pole merklich dünner, der Embryo kontrahirte sich etwas, und gleichzeitig schoss aus der Mitte jener Stelle eine Masse von Pseudozellen und anderen Gewebstheilen, jenen erwähnten, bei der Bildung der Leibeshöhle entstandenen Zerfallsprodukten, heraus, welche, da bei dieser Form der Embryo ja nicht von der inneren Hülle umgeben ist, in das Wasser abflossen.« Dass bei *Clava squamata* gleichzeitig mit der Kontraktion ein Durchbruch und Abstoßen eines Theils des Entoderms einhergeht, glaube ich nicht, sondern möchte eher annehmen, dass hier die Mundöffnung im

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

inneren Blatt, nachdem sich das Ektoderm wieder retrahirt hat, durch einfaches Auseinanderweichen der Zellen entsteht. Bei dem in Fig. 51 abgebildeten Hydranthen haben sich die Mundränder nach erfolgter Nahrungsaufnahme wieder an einander gelegt (*Md*). Dass sie vorher geöffnet sein mussten, beweist der am Grunde der Gastralhöhle liegende Fremdkörper.

b. Entoderm.

Bei der Festsetzung und Verkürzung der Planula verschieben sich die Entodermzellen, ausgenommen am Sinnespol, gegen einander, so dass stellenweise, besonders im distalen Abschnitte, ein mehrschichtiges Epithel erscheint (Fig. 48). Auch die dotterfreie Zone, welche sich bei der freischwärmenden Planula an der ganzen Peripherie des Entodermepithels ausgebildet hat, geht hierbei verloren, da die Dotterkörnchen, obwohl ihre Zahl unterdessen eine weitere Abnahme erfahren hat, sich in allen Zellen gleichmäßig im Plasma vertheilen. Aber nichtsdestoweniger lässt sich auch jetzt noch feststellen, dass der Mundpol dotterreicher ist wie der ursprüngliche Sinnespol. Dem äußeren Blatt gegenüber enthält das innere noch verhältnismäßig viel Dotter.

Die Epithelzellen werden durchweg protoplasmareicher und zeigen eine schwache Tinktion mit Hämatoxylin. Die Körnchen-Drüsenzellen, die vereinzelt schon bei der freien Planula auftreten, werden zahlreicher, und zu ihnen gesellt sich noch eine andere Sorte von Drüsenzellen, die einen basalen Kern besitzen und becherförmig gestaltet sind. Diese Becherzellen enthalten in ihrem nach der Gastralhöhle zu gelegenen Theile ein helles Sekret, worin bisweilen ein etwas dunklerer Sekretballen zu beobachten ist (Fig. 48 und 48 *a*, *Drz*). Die Nesselkapseln haben sich verringert. Zwischen den hohen Epithelzellen liegen an der Stützlamelle hier und dort kleine, subepitheliale Elemente (Fig. 48 und 48 *a*, *I-Z*), die meines Erachtens aus jenen kleinen Zellen, welche bei der Gastralhöhlenbildung entstehen, hervorgehen. Wie wir gesehen haben, erzeugen nicht alle von diesen Nesselkapseln, sondern manche von ihnen theilen sich, während sie zwischen den Epithelzellen nach der Stützlamelle zu vordringen, um zu interstitiellen Elementen zu werden.

Bei der weiteren Entwicklung des Embryos ordnet sich das Entoderm wieder zu einem einschichtigen Epithel an, und beim jungen Polypen ist dieses überall ziemlich gleichartig, nur unmittelbar an der Mundöffnung sind die Zellen kleiner (Fig. 51 *Md*). Überhaupt zeich-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

net sich die orale Hälfte, als Sitz des stärksten Wachsthums, vor der anderen durch Reichthum an jugendlicheren und daher auch etwas kleineren, plasmareicheren Zellen aus. Schon zu der Zeit, wenn sich die ersten Tentakel bilden, treten am Peristom vier Täniolen im Entoderm auf (Fig. 53). Der Dotter ist jetzt im basalen Theile bis auf ganz vereinzelte Körnchen verbraucht; oben finden sich die Dotterkörnchen noch etwas zahlreicher (Fig. 51 und 53).

Die gewöhnlichen Epithelzellen oder die Nährzellen des jungen Hydranthen gewähren je nach ihrem Alter und ihrer Entwicklung ein wechselndes Aussehen. In den jüngeren ist unmittelbar nach der vollzogenen letzten Zelltheilung das Protoplasma gleichmäßig in der Zelle vertheilt; bei älteren zieht es sich bis auf einzelne Stränge von der an der Stützlamelle gelegenen Wand der Zelle nach der dem Gastralraum zugekehrten Hälfte, in welcher der Kern gelegen ist, zurück; bei noch anderen koncentrirt sich das Zellplasma um den in der Mitte gelegenen Kern und bleibt mit der Zellwand nur durch einige Balken, die den entstandenen hellen Zellsaft in den verschiedensten Richtungen durchsetzen, in Verbindung (Fig. 51 und 51 *a*). Die Drüsenzellen entleeren, sobald der Hydranth Nahrung aufgenommen hat (Fig. 51), ihr Sekret, und zu ihrem Ersatze gehen aus interstitiellen Zellen neue hervor. So sehen wir in Fig. 51 *a* eine junge Körnchen-Drüsenzelle noch an der Stützlamelle liegen (*K-Drz*), während eine andere bereits zwischen den Nährzellen an die Oberfläche gerückt ist (*K-Drz'*). Die Nesselzellen, welche dem Planulastadium gegenüber jetzt nur spärlich sind, enthalten größtentheils ausgebildete Nesselkapseln und sitzen meistens senkrecht oder auch schräg zur Oberfläche zwischen den Epithelzellen, an deren Spitze, so dass ihr Cnidocil in den Gastralraum hineinragt. Einzelne liegen auch etwas tiefer nach der Stützlamelle zu oder auch dicht an ihr (Fig. 51).

Rostock, im Februar 1902.

Litteratur.

1. G. J. Allman, A monograph of the gymnoblastic or tubularian Hydroids. London 1874.
2. L. Agassiz, Contributions to the natural history of the United-States of America. Second monograph. Boston 1862.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3. A. Appellöf, Studien über Actinienentwicklung. Bergens Museums Aarbog 1900. Nr. 1.
4. F. W. Bankroft, Ovogenesis in Distaplia occidentalis Ritter (Ms.), with remarks on other species. Bulletin of the museum of comparative zoology. Vol. XXXV. No. 4. Cambridge 1899.
5. E. v. Beneden, De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire etc. Bull. de l'acad. de Belgique. 2. Sér. Tome XXXVII. 1874.
6. —— Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Gand et Leipzig 1883.
7. —— et A. Ney, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez l'Ascaride mégalocéphale. Zool. Jahresber. f. 1887.
8. —— Sur la fécondation chez l'Ascaride mégalocéphale (Rectification). Anat. Anzeiger. III. Jahrg. Nr. 4 und 5. 1. Febr. 1888.
9. Th. Boveri, Zellenstudien. Heft III. Über das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung. Jena 1890.
10. —— Zellenstudien. Heft IV. Über die Natur der Centrosomen. Jena 1901.
11. A. Brauer, Über die Entwicklung von Hydra. Diese Zeitschr. Bd. LII. 1891.
12. —— Über die Entstehung der Geschlechtsprodukte und die Entwicklung von Tubularia mesembryanthemum Allman. Ebenda.
13. J. Ciamician, Zur Frage über die Entstehung der Geschlechtsstoffe bei den Hydroiden. Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878.
14. —— Über den feineren Bau und die Entwicklung von Tubularia mesembryanthemum. Ebenda. Bd. XXXII. 1879.
15. C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. I. Acalephen. Denkschrift der mathemat.-naturwissenschaftl. Klasse d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XXXVIII. 1877.
16. —— Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung der Medusen. Prag und Leipzig 1883.
17. Fr. Doflein, Die Eibildung bei Tubularia. Diese Zeitschr. Bd. LXII. 1897.
18. O. Hamann, Studien über Cölenteraten. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XV. 1882.
19. —— Die Urkeimzellen (Ureier) im Thierreich und ihre Bedeutung. Ebenda. Bd. XXI. 1887.
20. C. Hartlaub, Beobachtungen über die Entstehung der Sexualzellen bei Obelia. Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885.
21. O. u. R. Hertwig, Die Actinien anatomisch und histologisch, mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems. Jena 1879.
22. C. Ishikawa, Über die Abstammung der männlichen Geschlechtszellen bei Eudendrium racemosum. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.
23. —— Über die Herkunft der weiblichen Geschlechtszellen bei Podocoryne carnea Sars. Ebenda. Bd. XLVII. 1888.
24. C. F. Jickeli, Der Bau der Hydroidpolypen. Morphol. Jahrb. Bd. VIII. 1883.
25. H. Jung, Beobachtungen über die Entwicklung des Tentakelkranzes von Hydra. Ebenda.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

26. L. Kerschner, Zur Entwicklungsgeschichte von Hydra. Zoolog. Anzeiger. 3. Jahrg. 1880. Nr. 64.
27. N. Kleinenberg, Hydra. Eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872.
28. —— Über die Entstehung der Eier bei Eudendrium. Diese Zeitschr. Bd. XXXV. 1881.
29. A. Korotneff, Zur Kenntnis der Embryologie der Hydra. Ebenda. Bd. XXXVIII. 1883.
30. A. Kowalewsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mémoires de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. VIIe Série. Tome XVI. No. 12. 1869.
31. N. Kultschitzky, Die Befruchtungsvorgänge bei Ascaris megalocephala. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXI. 1888.
32. —— Über die Eireifung und Befruchtungsvorgänge bei Ascaris marginata. Ebenda. Bd. XXXII. 1888.
33. R. v. Lendenfeld, Über Cölenteraten der Südsee. IV. Eucopella campanularia nov. gen. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1883.
34. F. Leydig, Beiträge zur Kenntnis des thierischen Eies im unbefruchteten Zustande. Zool. Jahrb. Morph. Abth. Bd. III. 1889.
35. Th. List, Beiträge zur Chemie der Zelle und Gewebe. I. Über die Färbung thierischer Gewebe mit Berlinerblau. Mitth. der Zool. Station Neapel. Bd. VII. 1897.
36. E. Metschnikoff, Embryologische Studien an Medusen. Ein Beitrag zur Genealogie der Primitivorgane. Wien 1886.
37. M. Nussbaum, Über die Veränderungen der Geschlechtsprodukte bis zur Eifurchung. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXIII. 1884.
38. J. H. Pillsbury, Development of the Planula of Clava leptostyla. Zool. Jahresber. für 1882.
39. F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung von Cordylophora lacustris. Leipzig 1871.
40. O. Seeliger, Über das Verhalten der Keimblätter bei der Knospung der Cölenteraten. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.
41. —— Studien zur Entwicklungsgeschichte der Crinoiden. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. Bd. VI. 1893.
42. J. Thallwitz, Über die Entwicklung der männlichen Keimzellen bei den Hydroiden. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVIII. 1885.
43. A. Tichomiroff, Zur Entwicklungsgeschichte der Hydroiden. (Russisch.) Nachr. d. k. Ges. der Liebhaber der Naturw., Anthrop. u. Ethn. Moskau 1887.
44. A. Weismann, Über den Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. Zool. Anz. 3. Jahrg. 1880. Nr. 64.
45. —— Zur Frage nach dem Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. Ebenda. 1880. Nr. 55.
46. —— Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Jena 1883.
47. —— Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Biol. Centralblatt. Bd. IV. 1885.
48. H. V. Wilson, The development of Renilla. Philos. Trans. Vol. CLXXIV. 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenbezeichnung:

In den Fig. 8—11 bezeichnet *e* eine am Glockenkern, beziehungsweise am Eingang zur Glockenhöhle gelegene Zelle des äußeren Ektoderms; *d* in Fig. 9 ist eine *e* benachbarte Zelle des äußeren Gonophorenblattes. Bei den Totalbildern der jüngeren Furchungsstadien sind die beiden Blastomeren des zweizelligen Stadiums (Fig. 25) mit den Buchstaben *a* und *b*, die Blastomeren der vierzelligen und zwölfzelligen Stadien (Fig. 30, 31, 34) entsprechend ihrer Ableitung von den beiden primären Zellen *a* und *b* durch Zahlen, Striche und Buchstaben des griechischen Alphabets bezeichnet.

Bl, Blastostyl oder Gonophorenstamm;
C, Centrosoma;
Drz, Drüsenzelle;
Eiz, Eizelle;
Ekt, Ektoderm;
Ektz, Ektodermzelle;
Ent, Entoderm;
Entl, Entodermlamelle;
Gknp, Gonophorenknospe;
Glh, Glockenhöhle;
Glk, Glockenkern;
Glm, Glockenmund;
Gstlh, Gastralhöhle oder Gastralraum;
I-Z, interstitielle Zelle;
Kb, Keimbläschen;
K-Drz, Körnchen-Drüsenzelle;
Kz, Keimzelle;
Md, Mund;
Mdp, Mundpol;
Mf, Muskelfibrille;
N, Nucleolus;
Nhg, Nahrung;
Nhz, Nährzelle;
Nz, Nesselzelle;
Rk, Richtungskörperchen;
Sp, Sinnespol;
Spd, Spadix;
Spz, Spermatozoon;
St, Stützlamelle;
Sz, Sinneszelle;
Tt, Tentakel;
Ukz, Urkeimzelle.

Tafel VII—IX.

Alle Abbildungen sind mit der Camera lucida entworfen.

Fig. 1. Medianer Schnitt durch einen Gonophorenstamm, der noch keine Gonophorenknospen gebildet hat. 240/1.

Fig. 2. Axialer Längsschnitt durch einen Gonophorenstamm mit einer kegelförmigen Knospe. 240/1.

Fig. 3. Ähnlicher Schnitt durch einen Gonophorenstamm mit zwei etwas älteren Knospen. 240/1.

Fig. 4. Stück aus einem dicht unterhalb der letzten Tentakel geführten Querschnitte durch einen weiblichen Hydranthen. 443/1.

Fig. 5. Stück aus einem gleichen Schnitt von demselben Hydranthen mit Keimzelle in der Stützlamelle. 443/1.

Fig. 6. Stück aus einem medianen Schnitt durch einen Gonophorenstamm mit im Ektoderm zurückgebliebenen Keimzellen. 443/1.

Fig. 7 *a* u. *b*. Zwei jugendliche Eizellen mit Nährzellen. 443/1.

Fig. 8. Medianer Längsschnitt durch die Spitze einer weiblichen Gonophorenknospe mit ganz junger Glockenkernanlage. 443/1.

Fig. 9. Medianer Längsschnitt durch das distale Ende einer weiblichen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gonophorenknospe mit etwas älterer Glockenkernanlage, worin sich schon eine Spalte gebildet hat. 443/1.

Fig. 10. Mittlerer Längsschnitt durch ein weibliches Gonophor mit offener Glockenhöhle. 443/1.

Fig. 11. Medianer Längsschnitt durch das distale Ende eines weiblichen Gonophors mit sich schließender Glockenhöhle. 443/1.

Fig. 12. Medianer Längsschnitt durch die distale Hälfte eines weiblichen Gonophors mit geschlossener Glockenhöhle und unter dem Glockenkern gelegener Eizelle, welche in der Dotterbildung begriffen ist. 443/1.

Fig. 12*a*. Nucleolus. 1160/1.

Fig. 13. Medianer Schnitt durch ein etwas älteres weibliches Gonophor mit einer Eizelle, die bereits Dotter gebildet hat. 305/1.

Fig. 14. Medianer Längsschnitt durch ein weibliches Gonophor mit einem kurz vor der Reifung stehenden Ei. 305/1.

Fig. 14*a*. Nucleolus. 1160/1.

Fig. 15. Medianer Längsschnitt durch eine junge, männliche Gonophorenknospe, die noch keine Glockenkernanlage besitzt. 443/1.

Fig. 16. Das Keimbläschen kurz vor der Bildung der ersten Richtungsspindel. 580/1.

Fig. 17. Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel. 580/1.

Fig. 17*a*. Axialer Längsschnitt durch die erste Richtungsspindel. 580/1.

Fig. 18. Erstes Polkörperchen abgeschnürt. 580/1.

Fig. 19. Axialer Längsschnitt durch die zweite Richtungsspindel. 580/1.

Fig. 20. Weiblicher und männlicher Pronucleus neben einander liegend. 580/1.

Fig. 21. Verschmelzung des männlichen mit dem weiblichen Vorkern. 580/1.

Fig. 22. Die Hälfte von einem reifen Ei, welches einen kegelförmigen Fortsatz durch die abnorm dick gebliebene Gonophorenhülle getrieben hat. 305/1.

Fig. 23. Mittlerer Schnitt durch ein Ei mit der ersten Furchungsspindel. 305/1.

Fig. 24. Mittlerer Schnitt durch ein in der ersten Furchung begriffenes Ei. 305/1.

Fig. 24*a*. Der linke Kern von demselben Schnitt mit zwei neuen Centrosomen, die noch durch einen Bügel zusammenhängen. 812/1.

Fig. 25. Zweizelliges Stadium. 240/1.

Fig. 26. Mittlerer Schnitt durch ein zweizelliges Stadium. 305/1.

Fig. 27. Getheilte Kernspindel von einer Blastomere eines zweizelligen Stadiums; das Centrosoma an dem einen Pole hat sich bereits getheilt. 580/1.

Fig. 28. Eine ähnliche Kernfigur von einer Blastomere eines 16zelligen Furchungsstadiums; auch hier hat sich an einem Pole das Centrosoma bereits vollkommen getheilt, während das des anderen Pols in der Theilung begriffen ist. 1160/1.

Fig. 29. Medianer Schnitt durch ein in der zweiten Furchung stehendes Ei. 305/1.

Fig. 30. Vierzelliges Stadium in polarer Ansicht. 240/1.

Fig. 31. Vierzelliges Stadium in seitlicher Ansicht. 240/1.

Fig. 32. Medianer Schnitt durch ein unregelmäßig gefurchtes Ei. 240/1.

Fig. 33. Medianer Schnitt durch ein achtzelliges Stadium. 240/1.

Fig. 34. Zwölfzelliges Stadium in seitlicher Ansicht. 240/1.

Fig. 35. Mittlerer Schnitt durch ein 16zelliges Stadium. 240/1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 36. 18zelliges Stadium. 240/1.

Fig. 37. 30zelliges Stadium. 240/1.

Fig. 38. Medianer Schnitt durch ein 32zelliges Stadium. 305/1.

Fig. 39. Stück aus einem mittleren Schnitt durch ein etwas älteres Stadium; Einwanderung einer peripheren Zelle ins Innere. 305/1.

Fig. 40. Medianer Schnitt durch eine vielzellige Morula. 443/1.

Fig. 41. Ein wenig älterer Keim. 240/1.

Fig. 42. Medianer Längsschnitt durch einen soeben durch die Stützlamelle in ein einschichtiges Ektoderm und mehrschichtiges, solides Entoderm zerlegten Embryo, der bereits Sinnespol und Mundpol erkennen lässt. 443/1.

Fig. 42 *a* u. *b*. Stücke aus der Wand von demselben Stadium mit sich theilenden Ektodermzellen. 580/1.

Fig. 43. Medianer Längsschnitt durch einen etwas älteren Embryo. Histologische Differenzirung des Ektoderms; Bildung der Gastralhöhle. 443/1.

Fig. 43 *a*. Stück aus dem Ektoderm von demselben Schnitte. 580/1.

Fig. 44. Medianer Längsschnitt durch eine Planula, die kurz vor dem Austritt aus dem Gonophor steht. 443/1.

Fig. 44 *a* u. *b*. Stücke aus Querschnitten von demselben Stadium. 580/1.

Fig. 45 *a*—*e*. Verschiedene Bewegungsphasen der schwärmenden Planula. 60/1.

Fig. 46. Mittlerer Längsschnitt durch eine freie Planula. 305/1.

Fig. 46 *a*. Stück aus dem Ektoderm des Sinnespols von einem ähnlichen Schnitte. 580/1.

Fig. 46 *b*. Stück von einem Querschnitte durch eine freie Planula mit Nesselzelle in der Stützlamelle. 580/1.

Fig. 47. Abgeplattete Larve in seitlicher Ansicht. 171/1.

Fig. 48. Axialer Längsschnitt durch dasselbe Stadium. 443/1.

Fig. 48 *a*. Stück aus der seitlichen Leibeswand von einem solchen Schnitte 580/1.

Fig. 49. Junger Hydranth. 171/1.

Fig. 50. Junger Hydranth, der sich abnormerweise direkt aus der gestreckten Planula entwickelt hat. 171/1.

Fig. 51. Medianer Längsschnitt durch einen jungen Hydranthen, der acht Tentakel entwickelt hatte. 305/1.

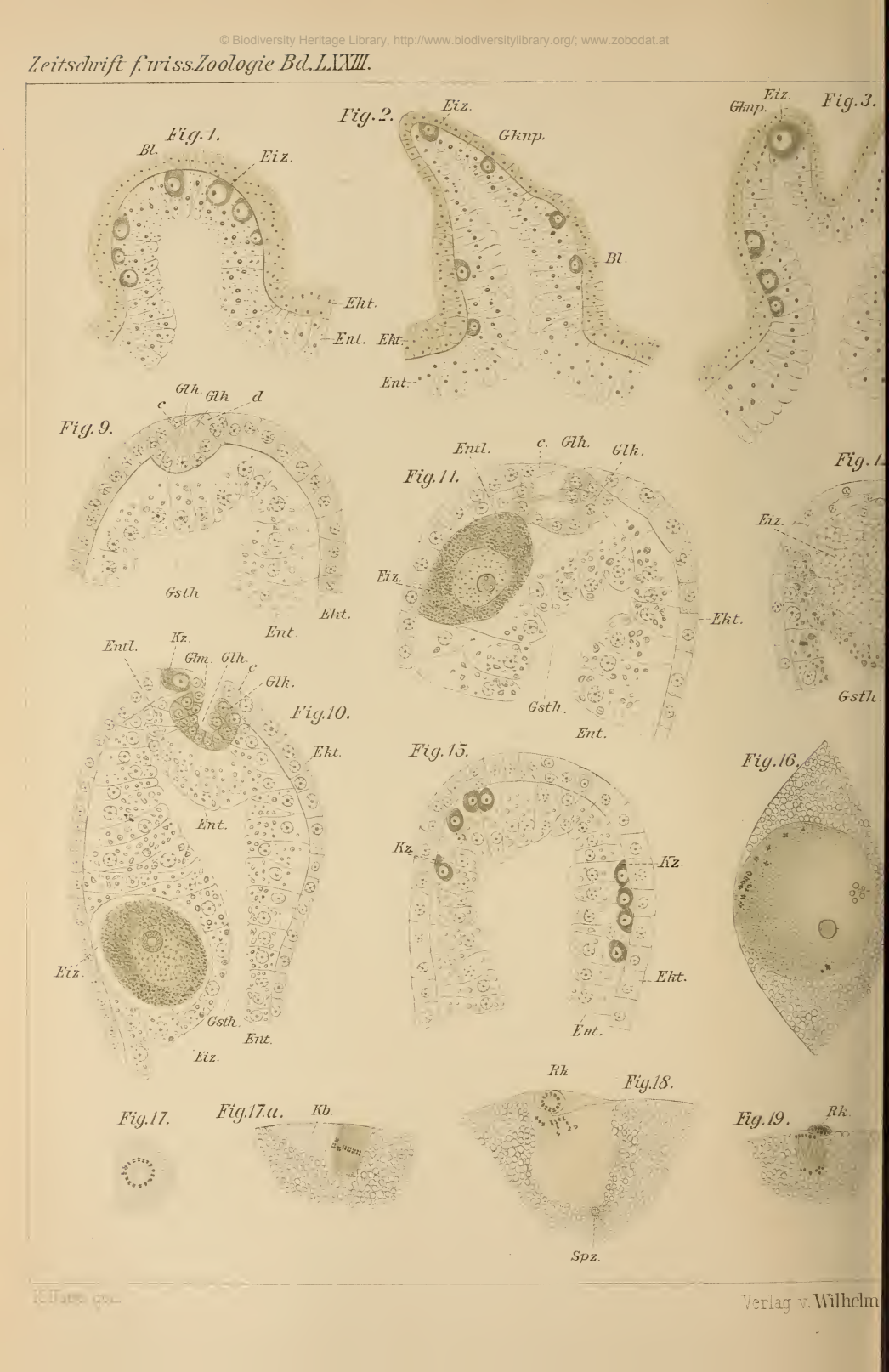
Fig. 51 *a*. Stück aus der linksseitigen Leibeswand von demselben Schnitte. 580/1.

Fig. 52. Orales Ende von einem medianen Längsschnitt durch einen jungen Hydranthen, der soeben die beiden ersten Tentakel angelegt hatte. 305/1.

Fig. 53. Querschnitt durch die Tentakelregion eines jugendlichen Hydranthen, der sieben Tentakel gebildet hatte und den achten gerade anlegte. 443/1.

Fig. 53 *a*. Medianer Längsschnitt durch einen Tentakel von demselben Stadium. 443/1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

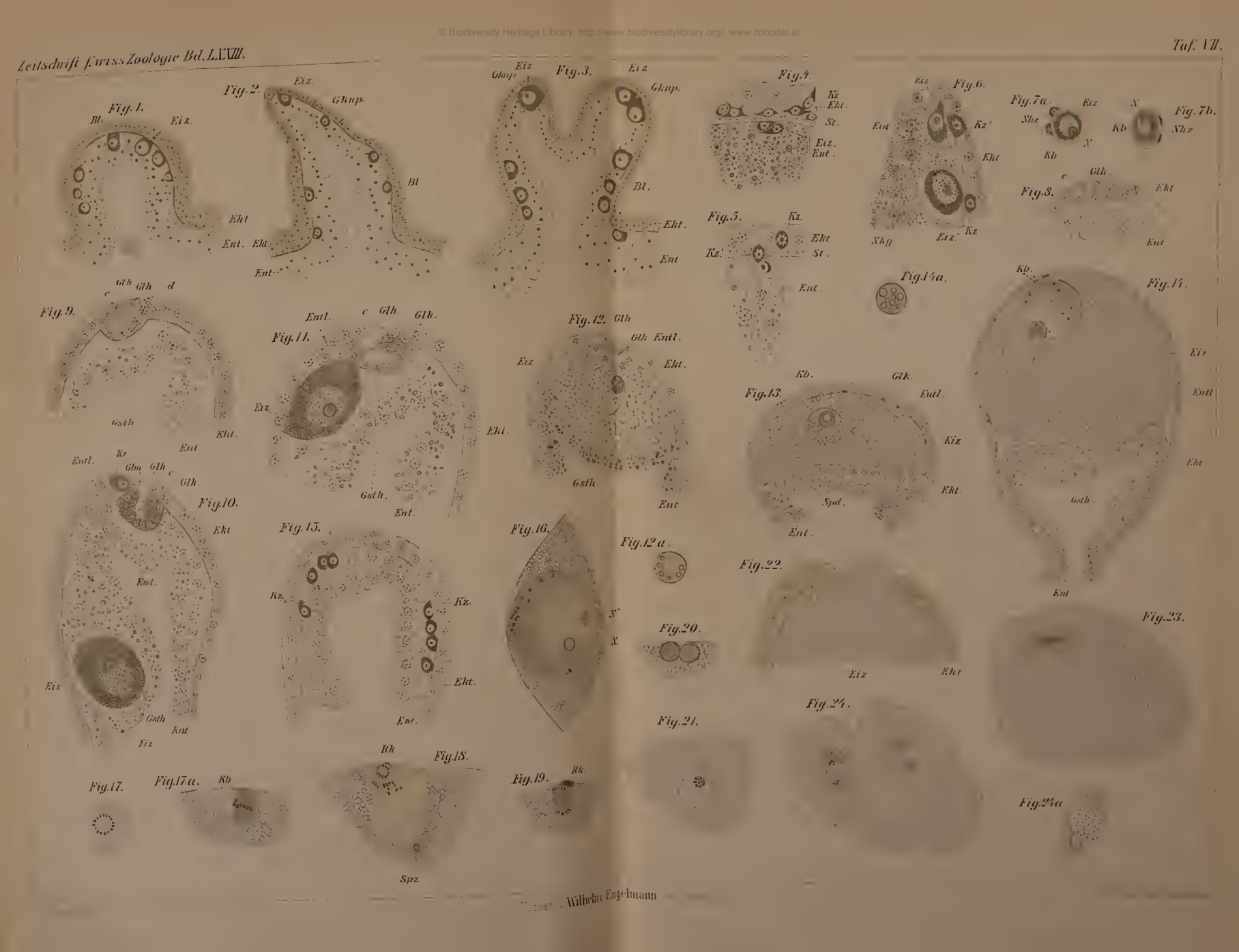


Verlag v. Wilhelm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lith. v. J. M. Frake Tübingen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Wilhelm Engelmann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 25.

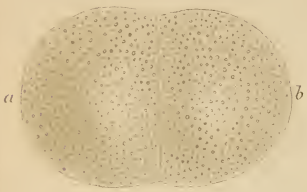


Fig. 26.

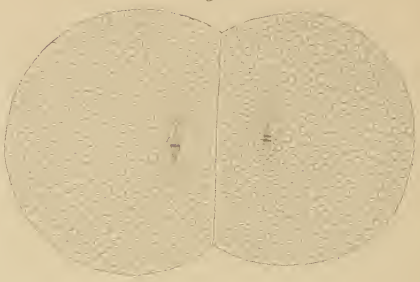


Fig. 27.

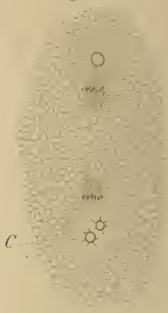


Fig. 33.

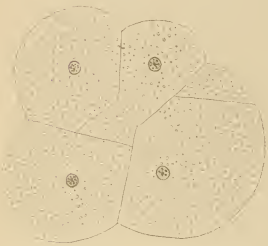


Fig. 35.

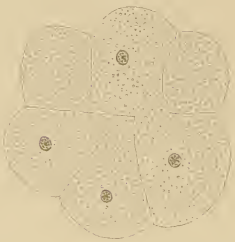


Fig. 36.

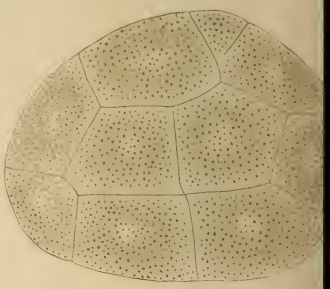


Fig. 34.

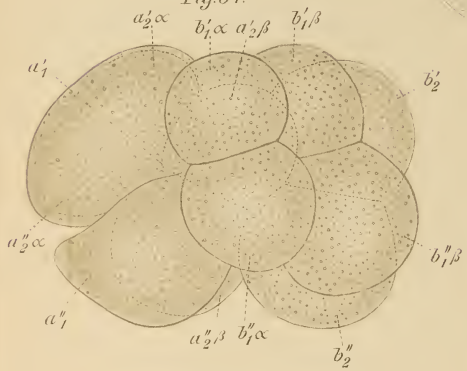


Fig. 37.

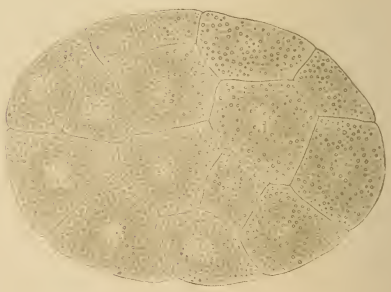
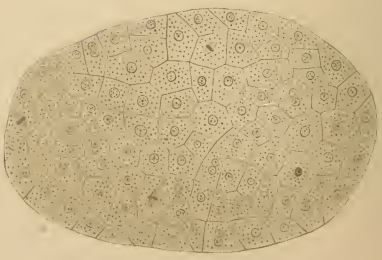


Fig. 40.

Fig. 41.



Verlag v. Wilh

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 29.

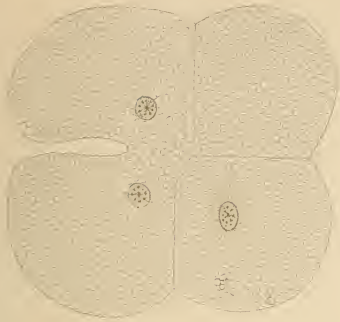


Fig. 30.

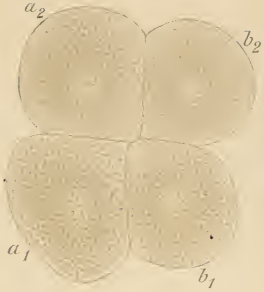


Fig. 31.

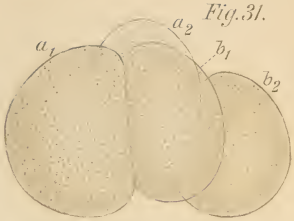


Fig. 32.

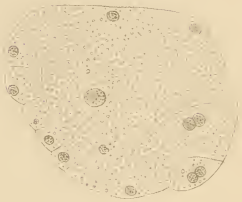


Fig. 38.

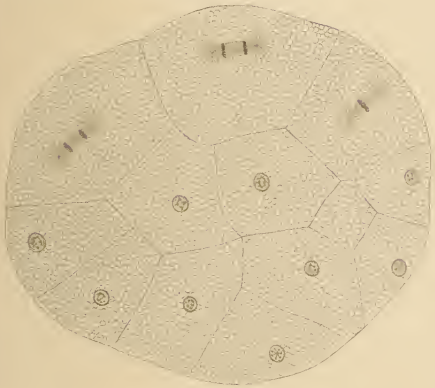
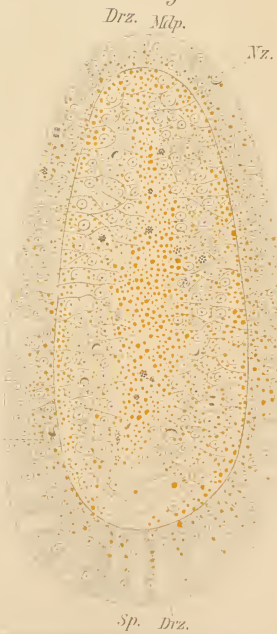


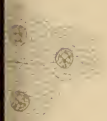
Fig. 39.

Fig. 43 a

Fig. 43.

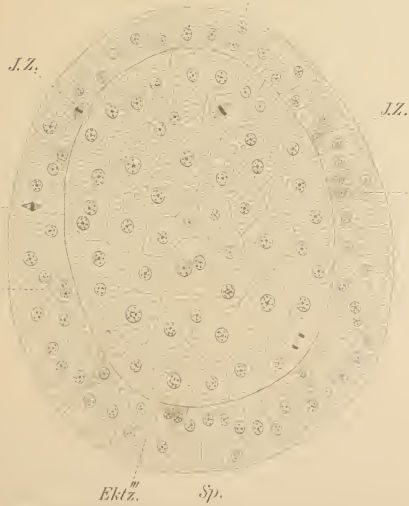


42 a



42 b

Fig. 42.



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 35.

Fig. 36.

Fig. 38.

Fig. 39.

Fig. 43 a

Ekt. St

Fig. 34.

Fig. 37.

Fig. 42 a

Fig. 42.

Ektz.

I.Z.

Ent

St.

Fig. 43.

Drz Mdp.

St

Fig. 40.

Fig. 41.

Fig. 42 b

Ektz.

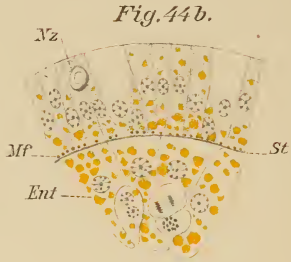
I.Z.

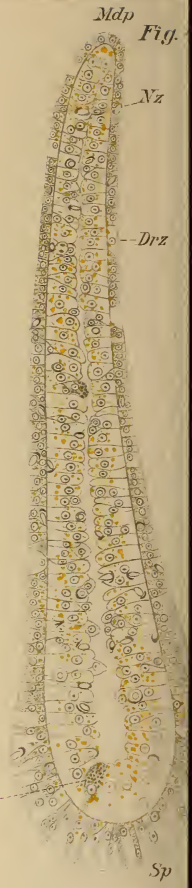
St Ent

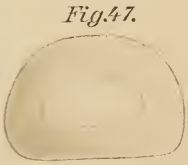
Ektz Sp

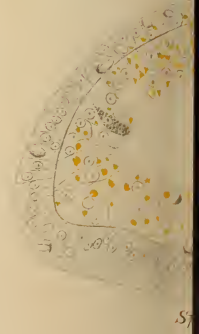
Sp Drz

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at









© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 49.

Fig. 50.

Fig. 51.

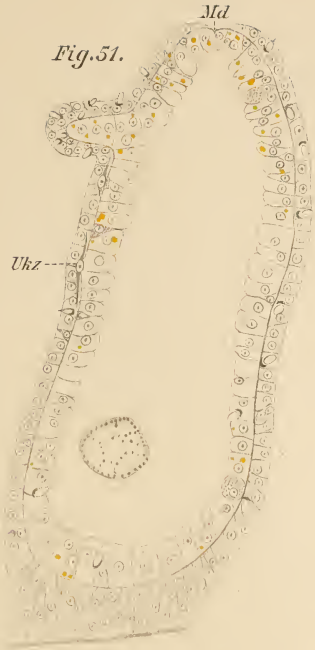


Fig. 51a.

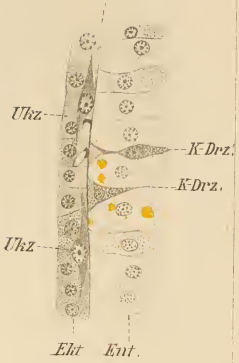


Fig. 52a.

Fig. 52.

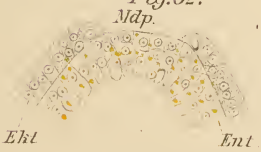
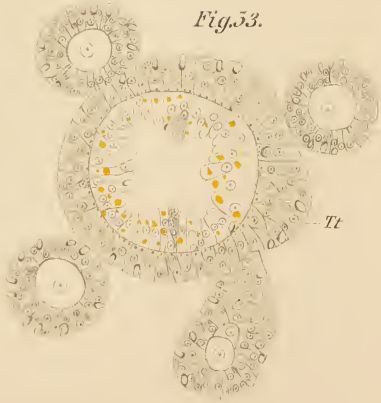


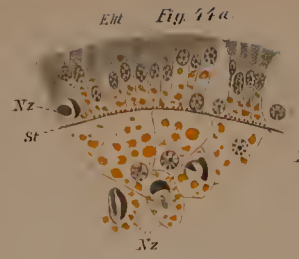
Fig. 48a.

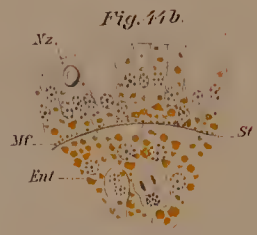
Fig. 53.

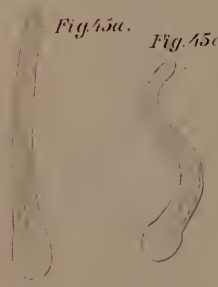


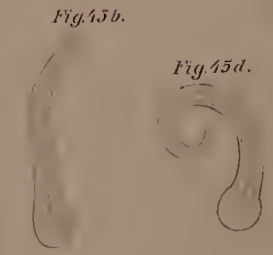
Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig

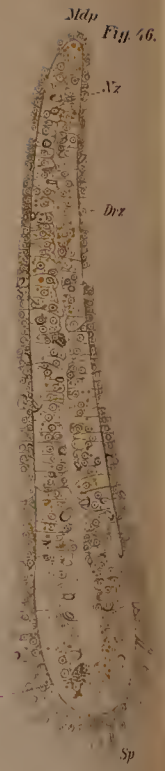
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

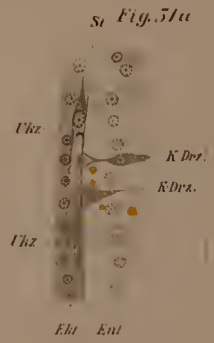


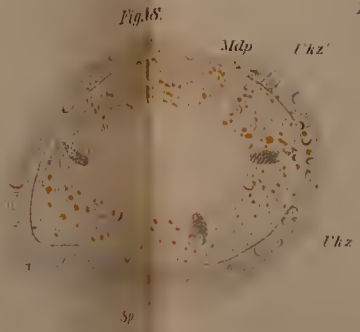












Wilhelm Engelmann