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

Über die Entwicklung von Hydra.

Von

Dr. **August Brauer,**
Assistenten am zoologischen Institut in Berlin.

(Aus dem zoologischen Institut zu Berlin.)

Mit Tafel IX—XII.

Die Entwicklung von Hydra ist bisher, wenn man von älteren Arbeiten absieht, von Kleinenberg (85)[1], Kerschner (82) und Korotneff (95) untersucht worden; eine Übereinstimmung in den Resultaten ist aber nicht erzielt worden. Nach Kleinenberg bildet sich durch eine totale, äquale Furchung eine Morula aus, durch Delamination entstehen die beiden Keimblätter. Das Ektoderm wird für die Schalenbildung vollständig verwandt, und erst nach dem Freiwerden des Embryos aus der Schale bildet es sich von Neuem aus dem Entoderm. Kerschner, welcher leider seine Resultate nur in Form kurzer Sätze ohne Abbildung veröffentlicht hat, weicht von Kleinenberg besonders in folgenden drei Punkten ab: 1) es entsteht keine Morula, sondern eine Cöloblastula, 2) das Entoderm entsteht durch polare Einwucherung von Zellen, und 3) das primäre Ektoderm geht in das definitive kontinuirlich über. Korotneff bestätigt zwar die ersten beiden Punkte, in Bezug auf das Schicksal des Ektoderms aber neigt er sich mehr Kleinenberg's Ansicht zu, indem nach ihm dasselbe bei Hydra aurantiaca vollständig, bei Hydra fusca aber nur theilweise bei der Schalenbildung verloren geht.

Diese strittigen Punkte, besonders also das Schicksal des Ektoderms, zu entscheiden war Anfangs das Ziel der vorliegenden Untersuchung. Im Laufe derselben ergab sich aber völlig unerwartet für die Entodermbildung ein abweichendes Resultat, und dieses veranlasste

[1] Die Zahlen beziehen sich auf das Litteraturverzeichnis.

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

mich, die ganze Entwicklung der Hydra wieder zu untersuchen, um die früheren Angaben zu bestätigen, bezw. zu berichtigen und zu ergänzen.

Die Untersuchung wurde im April 1890 begonnen und bis auf die letzte Periode der embryonalen Entwicklung bis Ende August fertig gestellt; leider gingen mir die für das Studium derselben gesammelten Eier zu Grunde. Im Oktober und November gelang es mir neues Material zu erhalten, das mich zum Ziel führte und mir werthvoll war zur Ergänzung und Bestätigung der im Sommer erhaltenen Resultate. Im December wurde die Untersuchung abgeschlossen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrath Professor Dr. F. E. Schulze sowie den Herren Privatdocenten Dr. K. Heider und Dr. E. Korschelt für das Interesse, die Anregung und den vielfachen Rath, welchen ich bei meinem Arbeiten gefunden habe, meinen besten Dank zu sagen.

Methoden der Untersuchung.

Wegen der Undurchsichtigkeit des Hydra-Eies lassen sich durch Beobachtung des lebenden Eies nur wenige sichere Besultate gewinnen; was gesehen werden kann, hat zum größten Theile bereits Kleinenberg (85) richtig und sehr genau beobachtet. Um einen größeren und zuverlässigeren Einblick in die Vorgänge zu gewinnen, muss man das Ei konserviren und schneiden.

Die Konservirung der unbeschalten Eier geschah ausschließlich mit Flemming'scher Lösung, die der beschalten Eier, da kalte Flüssigkeiten schlecht eindrangen und daher schlechte Bilder lieferten, mit heißem Sublimat. Zur Unterscheidung der Dotterkörner, der sogenannten Pseudozellen, von den Kernen wurde Anfangs Doppelfärbung (Boraxkarmin und Malachitgrün) angewandt, später, da die Kernfärbung dadurch zu schwach wurde, beschränkte ich dieselbe auf die beschalten Eier und färbte die anderen Eier mit Grenacher's Hämatoxylin (bis 12 Stunden); ausgewaschen wurde mit salzsaurem Alkohol.

Als Einbettungsmasse wurde Paraffin verwandt. Beim Schneiden bereiteten nur die älteren beschalten Eier, besonders diejenigen der Hydra grisea Schwierigkeiten. Es wollte mir Anfangs trotz größter Vorsicht nicht gelingen, einen Schnitt durch ein derartiges Ei zu legen, bis ich mit der Mastixlösung, welche mir Herr Dr. Heider, der sie bei seiner Arbeit über »die Embryonalentwicklung von Hydrophilus piceus« (Thl. I, p. 12) benutzt hatte, empfahl, jeden Schnitt vor dem Schneiden überstrich.

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

Material.

Das Material zur Untersuchung gaben folgende nicht-grüne Arten[1]: 1) Hydra grisea L.[2]: diese Art erhielt ich im April aus Eiern, welche sich im Schlamm aus Gräben bei Berlin, der zur Gewinnung von Apus productus gesammelt war, befunden hatten. Nach Entwicklung einiger Knospen ging ein Theil zur geschlechtlichen Fortpflanzung über, der andere vermehrte sich bei guter Fütterung ungeschlechtlich weiter und entwickelte erst in Perioden im Mai und Juni Hoden und Ovarien. Einige wenige Eier erhielt ich noch im Juli und August. Alle Thiere waren, so weit ich gesehen habe, Zwitter, die Hoden lagen zwischen der Mundbasis und den Eiern, selten einige noch zwischen letzteren. Alle Eier fielen ab, nachdem sie eine dicke Schale, welche ringsum mit großen, an der Spitze oft verzweigten Zacken besetzt ist, gebildet hatten (Fig. 4, Taf. XII). Nach dem Abfallen entwickelt sich unter dieser äußeren Keimhülle noch eine dünne Haut, die »innere Keimhülle«. Die Mutterthiere blieben nach der Ablösung der Eier am Leben; ein Thier, das mit drei Eiern isolirt war, entwickelte 10 Tage nach dem Abfallen derselben nochmals drei Eier. Nur einige unter den isolirten Thieren kränkelten und starben. Die höchste Anzahl gleichzeitig entwickelter Eier betrug sieben.

Die weitere Entwicklung des Embryos soll 1 bis 2 Monate nach der Ablage der Eier vor sich gehen (z. B. M. Schultze [150] und Kleinenberg [85]).

Die Eier von H. grisea sind bis jetzt sicher beobachtet von Trembley (161, p. 196 ff., Taf. X, Fig. 2) im Herbst und Beginn des Winters, von

[1] Die Bestimmung geschah auf Grund der äußeren Formverhältnisse, welche aber schwanken und desshalb allein keine sichere Bestimmung zulassen, und auf Grund der Verschiedenheit der Nesselkapseln nach Jickeli (72). Nussbaum (136, p. 272) irrt, wenn er angiebt, Jickeli habe auf Grund der Größenverhältnisse der Nesselkapseln die Arten unterschieden. Nicht auf die Größe, sondern auf die Form legt Jickeli Gewicht; p. 391 heißt es bei Letzterem: »Jede dieser Formen von Nesselkapseln ist nur in der Größe etwas variabel, sonst aber so beständig, dass schon die Entwicklungsstadien unterschieden werden können etc.«. Ferner möchte ich hier noch folgende Citate bei Nussbaum im Interesse späterer Forscher berichtigen: Trembley (161) hat nicht die Eier von H. fusca gesehen, wie Nussbaum p. 352, 353 angiebt, sondern die von H. grisea. P. 197 sagt Trembley: je dois encore avertir que je n'ai trouvé de petits corps sphériques (= Eier), que sur les Polypes de la seconde espéce (d. i. = Hydra grisea). Dann hat Trembley die Hoden bei beiden Arten, nicht nur bei H. fusca gesehen. Die Abbildung Roesel's (143, Taf. LXXXIII) bezieht sich nicht auf die Eier von H. fusca (Nussbaum, p. 352), sondern auf die von H. grisea.

[2] Über die Bezeichnungen vgl. Nussbaum, 136, p. 272, 273.

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

Rösel (143, p. 500, 501, Taf. LXXXIII, Fig. 1, 2) im Herbst, von Pallas (137, p. 31) im Herbst, von Ehrenberg (23, p. 115 ff., Taf. II) im Anfang Juni, von Dujardin und Laurent (111, p. 97) im Frühjahr und Herbst, von M. Schultze (150) im Mai und im Herbst, von v. Siebold (156, p. 51), von Kleinenberg (85) von September bis Januar, von Nussbaum (136) im August und im Winter.

2) Hydra fusca L.: Diese Art fand ich während eines vierzehntägigen Aufenthaltes im Oktober in Oldenburg (Großherzogthum), wo neben H. viridis H. fusca die vorherrschende Art sein soll, auf Elodea in einem Graben, in welchem der Wasserstand in Folge des Gezeitenwechsels derart sich änderte, dass zur Zeit der Fluth die Elodeamassen vom Wasser bedeckt waren, zur Zeit der Ebbe dagegen fast trocken lagen, so dass nur an den von der Pflanze freien Wasserrinnen die Hydren sich entfalten konnten. Dieses war besonders in der zweiten Woche meines Aufenthaltes der Fall, in der ersten war der Wasserstand in Folge vielen Regens den ganzen Tag über ein ziemlich hoher. In der ersten Woche nun fand überwiegend ungeschlechtliche Vermehrung statt, in der zweiten geschlechtliche. Die letztere war theilweise so stark, dass auch die noch am Mutterthiere festsitzenden Knospen die Anlage von Ovarien zeigten. Hoden und Ovarien fanden sich auch bei dieser Form an ein und demselben Thier. Die höchste Anzahl gleichzeitig entwickelter Eier betrug fünf. Die Eier fielen nicht ab, sondern wurden angeklebt. Korotneff (95, p. 317), welcher diese Art auch untersucht hat, aber irrthümlich H. aurantiaca (d. i. = grisea) nennt, giebt an, die Eier entwickelten die Fortsätze, mit welchen die Schale besetzt ist, wenn sie noch am Mutterthiere säßen, fielen dann ab und klebten sich an Pflanzen an. Meine Beobachtungen weichen hiervon ab. Wenn der Keim zweischichtig geworden ist, dann zieht sich das Mutterthier zusammen, so weit, dass das Ei das Blatt, auf dem ersteres sitzt, berührt. Das Ei klebt sich dann mittels eines von den Ektodermzellen ausgeschiedenen Sekretes fest, löst sich allmählich von der Mutter los, plattet sich ab, und entwickelt jetzt erst eine Schale, die nur auf der freien Seite kurze Zacken trägt, die an der Spitze auch etwas verzweigt sein können, und dann eine innere Keimhülle (Fig. 6, Taf. XII). In anderen Fällen kontrahirte sich nicht das Mutterthier, sondern neigte den oberen Körpertheil nach der Seite und unten so weit, dass das Ei die Unterseite oder den Rand desselben Blattes oder Stengels, auf dem das Thier saß, oder auch eines benachbarten berührte und sich hier festkleben konnte. Hat das Ei sich mit einem Theil festgeklebt, so muss das Mutterhier in der angenommenen Lage so lange verharren, bis das Ei sich ganz von ihm losgelöst hat, was nach

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

meinen Beobachtungen mehrere Stunden dauert; dann scheint das Thier von der Stelle, wo das Ei angeklebt ist, fortzurücken und in einiger Entfernung oder auf einem anderen Blatt erst das nächste Ei abzusetzen. Wenigstens habe ich niemals mehrere Eier direkt neben einander gefunden.

Die Zeit zwischen der Ablage der Eier und dem Beginn der weiteren Entwicklung des Embryos ist dieselbe wie bei H. grisea.

Dieses Ei ist außer von Korotneff beobachtet zuerst von Laurent (111), auf dessen Angaben ich unten näher eingehen werde, dann von Hancock (51, p. 284) bei einer Art, die der H. fusca nahe stehe, hermaphroditisch sei und vier bis fünf Eier entwickle; die Beschreibung der Ablage und der Form der Eier stimmt mit der meinigen überein: »the egg was observed to separate from the parent, and to move slowly away«; das Ei wird dann umgeben »by a narrow, transparent rim, indicating the presence of a distinct chorion; the under side of the egg being flattened, the upper side convex, opake and rosy as at first«. Ferner haben dieses Ei wahrscheinlich gesehen Wagler und Goeze (163, p. 707) und Leydig (114), da die Eier, welche sie gefunden haben, an Blätter und andere Gegenstände angeklebt worden waren.

3) Hydra sp.? In einem meiner Hydra-Aquarien hatten sich Hydren, welche ich nach ihren äußeren Formverhältnissen (lange Arme, abgesetzter Fuß, Farbe) für H. fusca hielt, im September in Folge guter Fütterung durch Knospung stark vermehrt. Als ich Mitte Oktober nach Berlin zurückkehrte, waren sie, da sie vier Wochen lang gehungert hatten, in der Größe stark zurückgegangen. Überreichliche Nahrung, die ich ihnen jetzt gab, ließ sie aber rasch wieder zu sehr kräftigen Thieren heranwachsen. Anfang November wurde ein Theil geschlechtsreif. Zu meinem Erstaunen entwickelte aber über die Hälfte nur Hoden, und zwar nicht nur im oberen Theile des Körpers, sondern überall zwischen der Mundbasis und dem Beginn des kurzen Stieles (Fig. 1, Taf. XII). Die Hoden waren oft von solcher Größe, dass ich sie bei oberflächlicher Betrachtung für Anlagen von Ovarien hielt; genauere Untersuchung und Schnitte lehrten aber, dass es Hoden waren, welche mit reifen Spermatozoen dicht gefüllt waren. Die Anzahl betrug im Durchschnitt 25—30, oft aber war sie noch größer. Diese Thiere entwickelten auch später keine Eier, wohl aber wieder Knospen. Es waren mithin rein männliche Hydren.

Die übrigen Thiere bildeten, so weit ich gesehen habe, nur Eier und zwar ebenfalls in sehr großer Anzahl; Thiere mit 10 Eiern zu gleicher Zeit waren nicht selten.

Die Eier wurden ebenfalls, wie die sub 2 beschriebenen, angeheftet,

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

aber in etwas anderer Weise. Wenn dieselben, und wie es scheint, erst wenn alle, die das Mutterthier entwickelt hat, zweischichtig geworden sind, dann kontrahirt sich dasselbe wieder so weit, dass meist alle Eier, selbst diejenigen, welche oben am Körper sitzen, den betreffenden Gegenstand, auf dem es sitzt, berühren. Durch die starke Kontraktion gerathen die am tiefsten sitzenden Eier oft fast unter das Mutterthier. Die Eier kleben sich dann fest, bleiben aber kugelig; sie entwickeln eine Schale, welche mit nur kurzen Höckern besetzt ist, so dass sie fast glatt erscheint, und welche so dünn ist, dass das Ektoderm und das Entoderm als heller Ring und dunkle Innenmasse durchscheinen; es wird dann auch noch eine innere Keimhülle gebildet (Fig. 5, Taf. XII). Das Mutterthier bleibt in diesem stark kontrahirten Zustande in der Mitte der im Kreise um sie angeordneten Eier (Fig. 2, Taf. XII) oft mehrere Wochen lang ruhig sitzen; oft schlüpfen Embryonen schon aus, bevor die Mutter sich wieder aufrichtet und von den Eiern entfernt. Ist die Unterlage schmal, oder sitzt das Thier nahe dem Rande eines Blattes, so gerathen einige Eier auf die Unterseite; auch kommt es vor, dass nicht alle Eier die Unterlage erreichen können, alsdann heften sie sich an den unter ihnen liegenden Eiern fest.

Das Sekret, mit welchem die Eier festgeklebt werden, scheint nicht nur wie bei den sub 2 beschriebenen Eiern von den Ektodermzellen des Keimes ausgeschieden zu werden, sondern auch — vielleicht sogar ausschließlich — von denen des Mutterthieres, besonders seines unteren Theiles, dem die Eier zunächst anliegen. Das Ektoderm zeigt hier nämlich dasselbe drüsige Aussehen wie sonst nur die Basalplatte, und man findet den Raum zwischen der Unterlage, dem Ei und dem Mutterthier durch Sekret ausgefüllt. Diesem Umstande schreibe ich auch das lange Beharren des letzteren in der ungewöhnlichen Lage zu; es kann sich dann schwer von den Eiern bezw. der Sekretmasse loslösen.

Schon 14 Tage nach der Kontraktion des Mutterthieres wurden drei Embryonen frei, andere nach verschieden längerer Zeit.

Um meine eigenen Beobachtungen zu vervollständigen, muss ich noch angeben, dass ich am Ende meines Aufenthaltes in Oldenburg in einem Teiche, der mit dem Graben, in dem die sub 2 beschriebene Hydra lebte, in direkter Verbindung stand, ebenfalls in großer Menge derartige männliche Hydren fand. Dieselben waren nur noch größer, ausgestreckt ohne die Tentakeln oft $2^1/_2$ cm lang, und trugen noch mehr Hoden (bis etwa 50). Zugehörige weibliche Thiere habe ich nicht gefunden, allerdings auch nicht gesucht, da ich damals diese Thiere für abnorm hielt.

Solche rein männliche Hydren sind auch früher schon beobachtet,

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

aber die Hoden sind fast immer für Krankheiten angesehen oder wenigstens nicht als solche erkannt: zuerst von Trembley (161, p. 198), der auch schon eine gute Abbildung (Taf. X, Fig. 4) giebt; er bemerkt hierüber: »ces excrescences sont quelquefois en si grand nombre sur le même Polype, qu'elles se touchent presque: c'est ce qu'on remarque principalement sur ceux à longs bras (d. i. = H. fusca). Elles n'occupent dans les Polypes de cette espéce que la portion la plus large de leur corps, celle qui est comprise entre la tête et le commencement de la queue«. Dann giebt Baker (3, p. 29) eine Abbildung, bezeichnet aber nicht näher die Art. Wahrscheinlich ist auch der von Nussbaum (136) in der Fig. 48 abgebildete Polyp ein männliches Thier, wenn auch die Erklärung der Figur nur sagt: »eine in Flemming'scher Mischung abgetödtete Hydra fusca zu Anfang November mit buckelig über das Niveau des Ektoderm hinausragenden Geschlechtsprodukten«. Wie mir Herr Dr. Weltner mittheilt, hat er auch solche Männchen im Herbste häufiger im Tegeler See beobachtet, weibliche Thiere aber nicht gesehen. Die Eier scheint Korotneff gesehen zu haben; er theilt Folgendes mit: »Bei H. fusca sehen wir das Ei ganz dem Mutterkörper angewachsen, und es ist nicht das Ei, sondern der frei schwärmende Embryo, der nach dem Platzen der Eischale die Hydramutter verlässt.« Dann giebt er für das kugelig bleibende Ei eine »ganz glatte Eischale« an, unter der sich auch eine »Dottermembran« (= innere Keimhülle) entwickeln soll. Trotz dieser dürftigen und zum Theil sicher irrigen Angaben glaube ich aber doch besonders im Hinblick auf seine Abbildungen annehmen zu dürfen, dass er dasselbe Ei beobachtet hat.

Weit wichtiger und genauer als diese Angaben sind die von Laurent (111). Dieser Forscher hat die beiden sub 2 und 3 beschriebenen Eier gesehen. Das erstere bildet er ab Taf. II, Fig. 1, 3, und besonders Fig. 6*a*, das letztere in vielen Figuren derselben Tafel. Beide Eier sollen nach ihm der H. grisea zugehören; seine Abbildungen scheinen aber eher zu zeigen, dass er H. fusca gehabt hat. Die sub 2 von mir beschriebenen Eier scheint er nur im Freien gefunden zu haben, die sub 3 beschriebenen bei Hydren, die er in Aquarien hielt. Die Ursache der Produktion von zweierlei Eiern bei einer Art sieht er in der Menge und der Art der Nahrung. Seine Beobachtungen über die Bildung der sub 3 beschriebenen Eier stimmen mit den meinigen überein. Nachdem er die Thiere sehr reichlich gefüttert, mit Nahrung »vollgestopft« hatte, »nous vîmes«, so heißt es p. 16, »dans les derniers jours d'octobre 1840 et les premiers jours de novembre quelques individus dont tout le corps, excepté les bras et le pied, présentait une turgescence uniforme jaunâtre et translucide«. »Cette turgescence fut

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

bientôt suivie de l'eruption d'un grand nombre de tumeurs d'apparence pustuliforme.« Ein Theil dieser Thiere bildete Hoden (Fig. 4 *b*), die Laurent aber für Krankheiten ansieht, ein anderer Eier und auch in sehr großer Zahl. Er beschreibt (p. 79) und bildet richtig ab, wie die Mutter sich zusammenzieht und allmählich mit ihren Eiern die oben beschriebene Lage einnimmt. Zuweilen sollen die Mutterthiere sich wieder erheben und von den Eiern fortrücken, meist aber in der Mitte der Eier sterben. Seine Fig. 14—14 zeigt, dass die Eier auch einzeln an verschiedenen Stellen, nicht im Kreise vereint abgesetzt werden können, was ich nicht beobachtet habe. Laurent hat ferner auch die Entwicklung aus dem Ei verfolgt.

Diese Angaben sind die einzigen, welche ich in der Litteratur über die sub 2 und 3 geschilderten Eier gefunden habe. Sie sind wichtig, in so fern sie zeigen, dass die von mir beobachteten Eier nicht abnorm sind, ihre Form lokalen Einflüssen verdanken, gegen welche Möglichkeit auch die Beobachtung der männlichen Thiere in großer Zahl im Freien, und die normale Entwicklung der Eier wie der Keime sprechen. Die Angaben geben aber keine sichere Auskunft darüber, zu welcher Art die Hydren gehören.

Wenn man von der von Rösel angegebenen, später aber mit Sicherheit nicht wieder beobachteten vierten Art, dem »blassen, strohgelben Polypen«, absieht, mit welcher auch keine der beiden von mir gefundenen Hydren identisch ist, so sind bisher zwei nicht grüne Arten, H. fusca und H. grisea, unterschieden. So weit ich angeben kann, zeigen die äußeren Formverhältnisse und die Form der Nesselkapseln am meisten Ähnlichkeit mit H. fusca. Es wäre aber möglich, da man zur Unterscheidung der Arten fast ausschließlich Hydren, welche sich ungeschlechtlich fortpflanzten, benutzt hat, dass die als H. fusca beschriebenen Hydren in Wirklichkeit zwei Arten wären, deren Unterschiede nur während der geschlechtlichen Fortpflanzung zu Tage kämen.

Es liegen mithin zwei Möglichkeiten vor: entweder ist das eine der sub 2 und 3 beschriebenen Thiere H. fusca und das andere eine neue, bisher nicht erkannte Art, oder beide sind identisch mit H. fusca, und diese eine Art entwickelt, wie schon Laurent annimmt, Eier von zweierlei Form; für die erstere Möglichkeit sprechen die großen Verschiedenheiten (getrenntes Geschlecht, Ablage, Form und Bau des Eies und die im Vergleich mit den anderen Formen frühzeitig nach der Ablage eintretende embryonale Entwicklung), für die letztere besonders die Ähnlichkeit der äußeren Form und der Form der Nesselkapseln, ferner der Umstand, dass oft wo sie bis jetzt beobachtet sind, beide an einem Orte beobachtet wurden, und endlich theilweise jene

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

Verschiedenheiten (besonders die dünne Schale und die rasche Entwicklung).

Ich wage diese Frage aber nicht eher zu entscheiden, als bis mir eine neue sorgfältige Prüfung beider Hydren auch während der ungeschlechtlichen Fortpflanzung ermöglicht ist oder bis mir der Nachweis gelungen ist, dass die aus dem einen Ei sich entwickelnden Polypen auch das andere Ei bilden können.

In der Darstellung werde ich die sub 2 beschriebene Hydra als H. fusca, die andere als Hydra sp.? bezeichnen. Ist keine Form besonders genannt, so gilt die Darstellung für alle drei.

Wie die Entscheidung der Frage aber auch ausfallen möge, auf jeden Fall scheint mir in der Ablage und in der Form des Eies und in dem Bau der Schale ein neues wichtiges zur Unterscheidung der Hydra-Arten verwendbares Merkmal gefunden zu sein.

Ich stelle die Unterschiede noch einmal übersichtlich zusammen:

1) Hydra viridis L. (Fig. 3, Taf. XII): Ei fällt ab, Form kugelig, Schale fast glatt.

2) Hydra grisea L.: Ei fällt ab, Form kuglig, Schale ringsum mit großen, an der Spitze meist verzweigten Zacken besetzt.

3) Hydra fusca L.: Eier werden einzeln angeklebt, Form unten flach, oben konvex, Schale nur auf der oberen Seite mit kurzen Stacheln besetzt.

4) Hydra sp.?: Eier werden meist gleichzeitig an einer Stelle angeklebt, Form kuglig, Schale mit kurzen Höckern ringsum besetzt.

Reifung und Befruchtung.

(Taf. IX, Fig. 1—17; Taf. X, Fig. 1.)

Obwohl wegen der Undurchsichtigkeit und wegen des großen Dotterreichthums des Hydra-Eies sowie wegen der Kleinheit der Elemente die Aussicht, mehr Einsicht in die Reifungs- und Befruchtungsvorgänge zu gewinnen als es früheren Autoren, besonders Kleinenberg gelungen war, sehr gering erschien, glaubte ich dennoch den Versuch nicht unterlassen zu sollen, weil Beobachtungen über diese Vorgänge bei den Cölenteraten nur in sehr geringer Zahl vorliegen, und daher ein weiterer Beitrag nicht werthlos war, und dann weil zur richtigen Beurtheilung der Entodermbildung eine genaue Orientirung des Eies sich als nothwendig erwies.

Die Untersuchung stellte sich als durchaus nicht so schwierig heraus wie ich erwartet hatte. Eine genaue Beobachtung des lebenden Eies und ein Vergleich mit den durch Schnitte gewonnenen Resultaten zeigte bald, dass parallel mit den im Inneren sich abspielenden Vor-

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

gängen konstant charakteristische, leicht erkennbare äußere Veränderungen der Form des Eies einhergehen, so dass es möglich war, auch mit geringem Material wenigstens die wichtigsten Stadien zu gewinnen. Um in das Detail einzudringen und lückenlose Serien zu erlangen, gehört allerdings ein großes Material, das nur für diesen einen Zweck verwendet werden kann.

In Folge[1] der starken Zellvermehrung im subepithelialen Zellenlager des Ektoderms, welche die Bildung von Ovarien der Hydra einleitet, macht sich am mittleren Theile des Thieres eine äußerlich als ein breiter weißer Gürtel erscheinende, clitellumartige, ziemlich gleichmäßige Auftreibung des Ektoderms bemerkbar. Diese Auftreibung enthält die Eizellen und das für sie bestimmte Nährmaterial. Die einzelnen Eianlagen grenzen sich bald deutlicher von einander ab; im Centrum liegt die amöbenartige Eizelle, in ihrer Mitte das Keimbläschen[2], das als heller Fleck sichtbar ist und je mehr es wächst und der Peripherie zu rückt deutlicher wird, um die Eizelle das Lager der Nährzellen. Das Wachsen der Eizellen, die Auflösung der Nährzellen und ihre Aufnahme als sogenannte Pseudozellen durch die Eizellen, Processe, welche mehrere Tage dauern, bringen in der äußeren Gestalt keine wesentliche, auffallende Veränderung hervor. Diese erfolgt, sobald das Ei die nothwendige Dottermenge aufgenommen hat; es beginnen dann die pseudopodienartigen peripheren Theile desselben sich zu verkürzen und nach dem Centrum hin sich zusammenzuziehen, in Folge dessen erhebt sich hier das Ei und wölbt die es überziehende Ektodermpartie des Mutterthieres nach außen vor. Dieses ist zugleich der Zeitpunkt, wo das Keimbläschen verschwindet. Ist die Einziehung der Pseudopodien vollendet, und hat dadurch das Ei eine nach allen Seiten abgerundetere, im Allgemeinen mehr kuchenförmige Gestalt erhalten, so erfolgt die Abschnürung des ersten Richtungskörpers; jetzt oder schon etwas vorher tritt zwischen der Ektodermhülle, deren Zellen natürlich durch das sich vorwölbende Ei gespannt und daher dünner geworden sind, und dem Ei eine strukturlose, durchsichtige Masse auf. In diese lagert sich der erste und bald daneben auch der zweite Richtungskörper. Sie erscheinen als helle Bläschen. Die Beobachtung ist aber sehr unsicher, weil wegen der steten Änderung der Lage des Eies in Folge der Bewegung des Thieres ein Festhalten des einen Punktes, wo dieser Vorgang sich abspielt, sehr erschwert ist, und man nur schwache Vergrößerungen anwenden kann. Eine Verwechslung

[1] Die Veränderungen sind zum großen Theil bereits von Kleinenberg richtig gesehen, und ich verweise auf seine ungemein sorgfältige Untersuchung (85).

[2] Von Leydig (114) entdeckt.

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

mit Kernen der Ektodermhülle ist zu leicht möglich; es scheint dieses Korotneff auch passirt zu sein, der angiebt, dass die Richtungskörper »in verschiedenen Punkten der Oberfläche erscheinen«. Auch Nussbaum muss ich diese Beobachtung absprechen, da er die Richtungskörperbildung in die Zeit nach dem Platzen der Ektodermhülle verlegt; nach Kleinenberg's, dessen Angaben völlig richtig sind, und meinen übereinstimmenden Beobachtungen erfolgt dieselbe aber stets vor dem Platzen derselben.

Während der Richtungskörperbildung geht die Form des Eies aus der kuchenförmigen allmählich in eine kugelförmige über[1], nur die Basis, mit der das Ei der Stützlamelle direkt aufsitzt, bleibt breit. Ist diese Form erreicht, so kann man ziemlich sicher darauf rechnen, dass die Richtungskörperbildung beendet ist. Es verlaufen jetzt nur noch wenige Minuten, in denen das Ei wieder etwas breiter wird und dann am Richtungskörperpol einen kleinen kegelförmigen Fortsatz aussendet, der sich zwischen die Zellen der Ektodermhülle einzuschieben scheint. In demselben Moment platzt diese auch schon und weicht rasch, dem Ei sich dicht anpressend, nach der Basis des letzteren zurück. Durch die Lücke tritt zuerst die homogene Masse hervor, die so wie sie mit dem Wasser in Berührung kommt, stark aufquillt, sie fließt aber nicht, wie Kleinenberg angiebt, in das Wasser ab, sondern legt sich als breiter heller, nur bei abgesperrtem Licht oder durch Anlagerung von Fremdkörpern an seiner Außenseite erkennbarer Ring um das Ei und bleibt meist auch während der ganzen Furchung erhalten. (Von v. Siebold [156] schon beobachtet.) Zugleich mit der Hülle treten die beiden Richtungskörper ins Freie; erst lagern sie noch neben einander, dann über einander und entfernen sich allmählich, wahrscheinlich in Folge des Aufquellens der Hülle, immer mehr vom Ei und von einander; beim Beginn der Furchung sind sie nicht mehr zu sehen. Es sind zwei kuglige helle Bläschen, das eine etwas größer als das andere; im Inneren bemerkt man mehrere lichtbrechende Körnchen, welche schon bei oberflächlicher Betrachtung keine Ähnlichkeit mit Pseudozellen, wie Kleinenberg und Korotneff angeben, haben.

Das Ei selbst quetscht sich gleichsam durch die Öffnung durch; ob die zurückweichende Ektodermhülle dieses allein veranlasst, wie Kleinenberg glaubt, oder ob nicht auch das Ei selbst aktiv betheiligt ist, mag dahingestellt sein. Vielleicht spielt hierbei auch die Gallerthülle eine Rolle, indem sie durch ihr Aufquellen, das am stärksten dort erfolgt, wo sie zuerst mit dem Wasser in Berührung kommt, also an den Rändern der Öffnung der Ektodermhülle, auf die letztere einen Druck ausübt und sie veranlasst zurückzuweichen.

[1] Vgl. Taf. II, Fig. 16 bei Kleinenberg.

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

Das Ei nimmt, nachdem es von der Ektodermhülle befreit ist, wieder die Kugelform an. Die Basis ist stielartig ausgezogen und sitzt in dem von der zurückgewichenen Ektodermhülle gebildeten Napf (Taf. X, Fig. 1 *ect*). Bald nachher schließen sich unter ihr die Ektodermtheile wieder zusammen, das untere Ende des Eies bleibt noch stielartig oder rundet sich auch hier ab.

Nur kurze Zeit nach dem Platzen der Ektodermhülle macht sich genau am Richtungskörperpol ein kleines, aber wegen seiner scharfen Umgrenzung auffallendes Grübchen bemerkbar (Taf. X, Fig. 1). Die gleiche Beobachtung Metschnikoff's (133) am Ei von Mitrocoma Annae ließ mich vermuthen, dass es mit der Befruchtung in einem Zusammenhang stehe. Gelingt es, auf dieses Grübchen das Mikroskop einzustellen und verhält sich das Thier einige Zeit ruhig, so kann man von den das Ei jetzt umschwärmenden Spermatozoen eines hier in die Gallerthülle eindringen und im Ei verschwinden sehen. Die Beobachtung ist aber sehr unsicher, und ich wage nur in einem Falle, wo ich das Ei gleich nach der Beobachtung konservirte und dann auf Schnitten untersuchte, mit Sicherheit zu sagen, dass ich das Eindringen des Spermatozoons in das Ei gesehen habe. Ob die Gallerthülle an jener Stelle auch eine Vertiefung erfährt, kann ich nicht angeben.

Eine Dotterhaut wird nicht gebildet. Die Beendigung der Befruchtung wird aber, so weit ich angeben kann, immer angezeigt durch das Verstreichen des Grübchens. Ungefähr eine halbe Stunde später wird eine neue Einsenkung an derselben Stelle sichtbar, die aber gleich von Anfang an breiter ist; sie bezeichnet den Beginn der Furchung.

Viel mehr als das Vorhandensein des Keimbläschens und sein Verschwinden, das Auftreten der Richtungskörper und das Eindringen eines Spermatozoons ins Ei am lebenden Ei zu sehen ist wegen der völligen Undurchsichtigkeit desselben nicht möglich; ein weiterer Einblick in diese Vorgänge lässt sich nur durch Schneiden gewinnen.

Da die Bildung des Ovariums und der Aufbau des Eies bereits ausführlich und nach meinen Beobachtungen richtig von Kleinenberg (85) und Nussbaum (136) geschildert sind, so kann ich auf ihre Arbeiten verweisen und mich ausschließlich auf die Darstellung der Veränderungen des Kernes der Eizelle vom jungen Keimbläschen bis zu dem sich theilenden Furchungskern beschränken.

Je nach der Ausbildung des Eies ist die Lage, Größe und Form des Keimbläschens eine verschiedene: so lange die Vermehrung der Nährzellen stattfindet, bleibt die Eizelle und mit ihr das Keimbläschen nahe der Stützlamelle und wenig verändert. Mit dem Beginn des Wachsthums der Eizelle und der nachfolgenden Auflösung der Nähr-

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

zellen und der Bildung von Pseudozellen, fängt auch das Keimbläschen an, sich zu verändern; durch ein helleres Aussehen, durch das scharfe Hervortreten eines Kerngerüstes und bald auch durch das Auftreten von vielen kleinen Nucleolen neben dem einen großen, der sich in allen Ektodermkernen[1] findet, lässt es sich als Keimbläschen unter den benachbarten Kernen deutlich unterscheiden. Die Größe ändert sich Anfangs wenig, bald nimmt auch diese zu, und zugleich rückt es allmählich bis nahe an die Peripherie, so dass es zuletzt nur durch einen schmalen Saum von Eiprotoplasma von derselben getrennt ist. Die Form, welche Anfangs am häufigsten rund ist, geht in eine ovale über (Fig. 1—4).

Im jungen Keimbläschen (Fig. 1) lassen sich folgende Theile unterscheiden: eine Membran, ein Fadenwerk, das aus einer achromatischen Grundmasse und aus Chromatinkörnern, die in diese eingelagert sind, sich zusammensetzt, ein großer Nucleolus und ein sich wenig färbender Kernsaft.

Betrachten wir diese Theile genauer und verfolgen ihre Veränderungen zunächst bis zum völlig ausgewachsenen Keimbläschen.

1) Die Membran. An jungen Keimbläschen ist schwer zu erkennen, ob sie einfach oder doppelt kontourirt ist, an älteren tritt Letzteres deutlich hervor. Sie stößt direkt an das Zellprotoplasma; ein Hohlraum auf der Außenseite wurde nur dann bemerkt, wenn verschiedene Merkmale auf eine schlechte Konservirung hinwiesen.

2) Nucleolen. Anfangs ist nur ein großer vorhanden (Fig. 1); sobald aber die Eizelle zu wachsen beginnt, treten zahlreiche kleinere auf (Fig. 2), besonders in der Nähe der Membran. Ein großer Theil liegt zwischen dem Fadenwerk; ob alle oder ob nicht einige in demselben lagern, muss ich dahingestellt sein lassen. Mit dem Größerwerden des Keimbläschens nimmt der große Nucleolus eine excentrische Lage ein, die kleineren geben ihre periphere Lage ebenfalls auf; im ausgebildeten Keimbläschen (Fig. 4) sind sie zum größten Theile in der Nähe des großen Nucleolus angehäuft. Die Anzahl wechselt, was zum Theil darin seinen Grund zu haben scheint, dass der große — selten sind zwei große vorhanden — wahrscheinlich durch Aufnahme kleinerer wächst, wie die mit derselben Vergrößerung gezeichneten Fig. 1—4 deutlich zeigen, zum Theil aber auch darin, dass in verschiedenen Keimbläschen die Masse der Nucleolen eine verschieden große ist, was mit der Ernährung zusammenhängen möchte.

Die Form des großen wie der kleinen ist eine mehr oder weniger

[1] Vgl. Pfitzner (138). Vgl. auch Taf. IX, Fig. 11 *ect.k.*

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

rundliche; irgend welche Formveränderungen, wie sie z. B. Bergh (8) bei Gonothyraea beobachtet hat, welche auf amöboide Bewegungen, Theilung oder Verschmelzung schließen ließen, habe ich nicht bemerkt.

Alle färben sich mit Hämatoxylin tief blauschwarz, nur kleinere erschienen mitunter heller. Die kleineren zeigten zuweilen auch Vacuolen. So weit ich erkennen konnte, war eine Zusammensetzung aus zwei Substanzen nicht vorhanden. Sehr oft lag in der Nähe des großen Nucleolus eine etwa halb so große blasse Kugel, welche auch Nussbaum (136) gesehen hat. Ich traf sie nicht nur in jungen, sondern auch in älteren Keimbläschen. Möglich wäre es, dass diese sich vom großen Nucleolus abgespalten hat, und den achromatischen Theil derselben vorstellt.

3) Das Fadenwerk. In jungen Keimbläschen (Fig. 1 und 2) zeigt es sich aus ziemlich dicken Strängen zusammengesetzt, in ihren Fäden lassen sich deutlich Chromatintheile unterscheiden. Schon sehr frühzeitig beginnt eine Sonderung des Chromatins und Achromatins. Während die achromatische Grundmasse in dem wachsenden Keimbläschen sich immer feiner vertheilt, so dass die Fäden des Netzes immer undeutlicher werden, schließlich im ausgewachsenen Keimbläschen nur noch die Knotenpunkte als Pünktchen kaum hervortreten (Fig. 4), koncentrirt sich das Chromatin nach der Mitte oder richtiger nach der Gegend, wo der große Keimfleck liegt. Schon im jungen Keimbläschen, in welchem eine Vermehrung der Nucleolen beginnt (Fig. 2), findet man in der Mitte eine stärkere Ansammlung wie einen unregelmäßig begrenzten Fleck, der an verschiedenen Punkten in das Fadenwerk übergeht. Stärker tritt diese Sonderung hervor in Fig. 3 und weiter in Fig. 4. Hier sieht man schon bei schwacher Vergrößerung immer nahe dem großen Keimfleck eine verschieden, bald rechteckig, bald halbmondförmig gestaltete Masse, die in ihrem Aussehen etwas Fleckiges, Verschwommenes hat. Bei starker Vergrößerung scheint sie sich aufzulösen in eine Zahl sehr dicht gelagerter Körner, es macht aber den Eindruck, als ob dieselben nicht getrennt von einander wären, sondern zusammenhingen, so dass sie also nur Verdickungen in einem sehr engmaschigen Fadenwerk darstellen würden. Durch ihre schwächere Färbung und ihre eher eckige dann runde Form lassen sie sich von Nucleolen leicht unterscheiden.

Ob diese Masse in Verbindung mit dem übrigen im Keimbläschen vertheilten Fadenwerk bleibt, ist nicht zu erkennen, da letzteres sich in älteren Keimbläschen nicht mehr verfolgen lässt.

Durch diese frühzeitige Sonderung der chromatischen von den achromatischen Theilen des Fadenwerkes erhält ein älteres Keimbläschen ein ganz anderes Aussehen als ein jüngeres, so dass es schwer

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

fällt, wenn man nur ein älteres beobachtet, die Theile richtig zu deuten. Dass die oben gegebene Deutung die richtige ist, wird wahrscheinlich durch die Art und Weise des Aufbaues der Richtungsspindel.

Ein sicheres Merkmal, dass das Keimbläschen in Rückbildung sich befindet, ist ein Schrumpfen der Membran.

Dieselbe (Fig. 5) erhält, wie es scheint, zuerst an der der Peripherie des Eies abgewendeten Seite, Einbuchtungen, ihr doppelter Kontour verwischt sich. Auf der Außenseite treten zwischen der Membran und dem Eiprotoplasma hellere Partien auf, welche auf einen Austritt von Kernsaft deuten. In diese scheint das Protoplasma mit den Pseudozellen rasch nachzurücken, da diese Zwischenräume nie groß werden und die Pseudozellen immer dem zerfallenden Keimbläschen dicht anliegen.

Ein weiteres Merkmal ist der Zerfall des großen Nucleolus und das Fortrücken der Theilstücke und der kleineren vorhandenen Nucleolen nach der Peripherie. Je nachdem die Masse an Nucleolen groß oder klein war, findet man viele oder wenige. Ein Theil scheint im Keimbläschen selbst aufgelöst zu werden, ein Theil (Fig. 6) tritt unverändert nach dem Schwinden der Membran in das Eiprotoplasma über.

Die Körnermasse schwindet, aber an ihrer Stelle tritt ein stark sich färbender Knäuel auf, der aus wenigen Strängen besteht (Fig. 5). In ihm lassen sich bereits die Chromosomen als distinkte Theile unterscheiden. Im weiteren Verlaufe der Rückbildung des Keimbläschens werden sie selbständig; Anfangs ordnungslos neben einander liegend treten sie bald zur Bildung der Äquatorialplatte der Richtungsspindel zusammen (Fig. 6, 7 und 8).

Das achromatische Fadenwerk wird wieder deutlicher (Fig. 5), die Maschen ziehen sich mehr und mehr zusammen, in der Richtung nach den Chromosomen (Fig. 6 und 7*a*, 7*b*), es nimmt allmählich um dieselben eine bestimmtere Form an, und wird zuletzt zum achromatischen Theile der Spindel (Fig. 8). Je enger sie sich zusammenzieht, um so mehr gewinnt sie das Aussehen einer feinkörnigen, fast homogenen Masse; vom Eiprotoplasma ist sie immer scharf unterscheidbar.

Eine Zusammenfassung des Gesagten würde folgendes Resultat ergeben: Im jungen Keimbläschen des Hydra-Eies sind außer der Membran zu unterscheiden ein großer Nucleolus und ein Fadenwerk, das aus Achromatin und Chromatin besteht, und ein Kernsaft. Während des Wachsthums des Keimbläschens wächst der große Nucleolus wahrscheinlich durch Aufnahme kleinerer neu entstehender. Das Chromatin und Achromatin des Fadenwerkes sondern sich von einander derart, dass das letztere sich mit dem Wachsthum des Keimbläschens in seinem

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

ganzen Raume verbreitet, das erstere dagegen nach einer Stelle sich zusammenzieht. Bei der Rückbildung des Keimbläschens nehmen aus dem Chromatin die Chromosomen ihren Ursprung, aus dem Achromatin der achromatische Theil der Richtungsspindel. Eiprotoplasma nimmt an dem Aufbau der letzteren keinen Antheil. Der Kernsaft fließt ins Eiprotoplasma ab, die Membran verschwindet. Der große Nucleolus zerfällt, ein Theil wird im Keimbläschen aufgelöst, ein Theil tritt ins Eiprotoplasma über. Der wechselnde Gehalt an Nucleolensubstanz in verschiedenen Keimbläschen, das gleichzeitige Vorhandensein derselben und des Kerngerüstes, welches auch von Pfitzner (132) bei der Theilung von Ektodermkernen der Hydra beobachtet wurde, und ihr Übertreten in das Eiprotoplasma lassen die Ansicht als richtig erscheinen, welche den Nucleolen keine morphologische Bedeutung für die Reifung des Eies zuerkennt.

Ein sehr ähnlicher Bau des Keimbläschens findet sich auch bei den Amphibien nach O. Schultze (151). Dieser fand hier in der Mitte des Keimbläschens ebenfalls eine Anhäufung von »kleinsten Körperchen«; »von einem Kerngerüst ist nichts wahrzunehmen«. Seine Deutung ist allerdings eine ganz andere, er hält die Körperchen für kleine Keimkörperchen. Indessen »das Vorhandensein eines Kerngerüstes in jüngeren Amphibieneiern«, »die Herausbildung des Fadenknäuels aus den winzigen Keimkörperchen« und endlich das Übertreten von Keimkörpern in das Eiprotoplasma lassen es mir sehr wahrscheinlich erscheinen, dass die für Hydra gegebene Deutung auch hier die richtige ist.

Ehe ich die Reifung des Hydra-Eies weiter verfolge, mögen einige Worte über den Bau des Eies gesagt werden, die auch für die späteren Stadien Gültigkeit haben. Das Hydra-Ei (Taf. X, Fig. 1) zeigt einen ganz ähnlichen Bau wie die meisten Cölenteraten-Eier, d. h. es lässt sich eine dichtere, fast dotterfreie Rindenschicht unterscheiden und eine Innenmasse, welche von den Pseudozellen erfüllt ist, zwischen denen das Protoplasma in Strängen sich lagert. Die Pseudozellen liegen in Vacuolen, ihr Bau ist bereits von Kleinenberg genau beschrieben, er ist auch aus den Figuren leicht erkennbar. Die Sonderung der Rinden- und Innenschicht ist bald deutlicher, bald weniger scharf ausgeprägt, aber immer vorhanden. Die erstere ist fast überall gleich breit, nur dort, wo die Richtungsspindeln, und ferner der Eikern und Furchungskern liegen, findet sich eine etwas größere Ansammlung von Protoplasma, welche ein guter Wegweiser beim Aufsuchen der betreffenden Kerne ist. Ist das Ei an seiner Basis stielartig ausgezogen, z. B. Taf. X, Fig. 1, so wird dieser Theil ebenfalls von dotterfreiem Protoplasma gebildet. Die in der Figur angedeutete reihenförmige

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

Anordnung der Körnchen dürfte wohl ein Zusammenziehen dieses Abschnittes und damit eine beginnende Abrundung des Eies auch an der Basis andeuten.

Die Richtungsspindel nun, welche nach der Anordnung der Chromosomen zur Äquatorialplatte und nach der völligen Zusammenziehung des achromatischen Fadenwerkes fertig gebildet ist, schließt sich durch ihre Tonnenform und durch den Mangel jeglicher Polstrahlung — dasselbe gilt für die zweite — den von Boveri (9) bei Ascaris, Sagitta und Ascidia beobachteten an. Im achromatischen Theile war eine Fadenstruktur nur sehr schwach erkennbar, mitunter gar nicht; er erschien sehr feinkörnig, fast homogen[1].

Die Form der Chromosomen ist die kurzer Stäbchen, wie sie am besten in der seitlichen Ansicht in der Fig. 17 zu erkennen ist. Ihre Anzahl war wegen der dichten Zusammenlagerung und wegen ihrer Kleinheit und weil sie nicht alle auf einem Schnitt lagen, sondern meist einige noch auf dem nächsten, und man desshalb nicht sicher ist, ob man Theilstücke oder ganze Chromosomen vor sich hat, nicht mit voller Sicherheit anzugeben. Zwölf bis vierzehn wird ziemlich das Richtige treffen.

Die verschiedene Größe der Chromosomen in den Figuren dürfte zumeist auf die sehr verschiedene Größe der Eier zurückzuführen sein, zum Theil mag sie ihren Grund darin haben, dass die Kleinheit eine ganz genaue Zeichnung mit der Camera nicht immer zuließ.

Die Richtungskörperbildung verläuft im Allgemeinen in typischer Weise. Die Theilung der Chromosomen ist wahrscheinlich eine Quertheilung, besonders die Fig. 10 scheint dieses anzudeuten. Zwischen der Bildung des ersten und zweiten Richtungskörpers geht die im Ei verbliebene Kernhälfte sofort, ohne in ein Ruhestadium einzutreten, zur neuen Theilung über.

Die Zahl der Richtungskörper ist konstant zwei; vielleicht deutet aber die Gestalt der abgeschnürten Chromosomen im ersten Richtungskörper (Fig. 9) auf eine Theilung hin; eine Theilung des Richtungskörpers selbst erfolgt aber in keinem Falle. Bald nach der Abschnürung treten in ihnen Vacuolen auf (Fig. 9 und 10).

Der im Ei nach der Richtungskörperbildung verbliebene Chromatinrest wandelt sich unter Annahme von Bläschenform in den Eikern um (Fig. 11). Derselbe wächst rasch, das Chromatin vertheilt sich in ihm bis zur Unkenntlichkeit, so dass er fast homogen (Fig. 12) erscheint. Kurz vor oder meist nach der Befruchtung treten ein oder zwei Nucleolen[2] auf (Fig. 14). Der Eikern bleibt in der peripheren Lage und

[1] Ähnlich bei Ascaris nach Boveri (9, Bd. XXI).

[2] Auch von Kultschitsky (105, 106) bei Ascaris beobachtet.

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

legt sich, nachdem die Eihülle geplatzt, und dadurch das Ei ins Freie getreten ist, dem Grunde des sich jetzt ausbildenden, oben erwähnten Grübchens so dicht an, dass ein Protoplasmasaum zwischen Grübchen und Eikern kaum zu erkennen ist, und plattet sich mehr ab (Fig. 12). Wie oben berichtet, erfolgt jetzt das Eindringen des Spermatozoons, und gleich nachher verstreicht das Grübchen. Hierdurch oder durch selbständige Wanderung kommt der Eikern etwas von der Peripherie entfernt zu liegen, die Protoplasmaansammlung um ihn scheint etwas bedeutender geworden zu sein. Das Spermatozoon muss sich sehr rasch im Ei zu einem kleinen hellen Bläschen (Fig. 13) umwandeln, da ich es auch in dem erwähnten Falle, wo ich das Ei gleich nach beobachteter Befruchtung konservirte, in dieser Form antraf. Es liegt über oder seitwärts vom Eikern. Ersteres würde ein Eindringen durch das Grübchen anzeigen, letzteres dagegen zeigen, dass das Spermatozoon auch an anderen Stellen ins Ei gelangen kann. Metschnikoff (133) beobachtete eine vom Grübchen entfernte Lage auch bei Mitrocoma Annae und schiebt diesem Umstande die Nichtbefruchtung der betreffenden Eier zu; für Hydra möchte ich diese Deutung nicht annehmen, da ich eine derartige Lage zu oft fand und die Eier völlig normal waren.

Eine Strahlung scheint am Eikern zu fehlen, am Spermakern ist sie mehr oder weniger deutlich ausgeprägt, zuweilen fand ich sie auf dem nächsten Schnitt. Der Spermakern wächst ebenfalls und zwar bis zur gleichen Größe des Eikerns [1]; auch in ihm können ein oder zwei Nucleolen sich bilden.

Der Spermakern wandert auf den Eikern zu und legt sich ihm an; meist lagen beide etwas über einander (Fig. 14). Sie verschmelzen alsdann zum Furchungskern, welcher sich durch die auftretende deutliche Strahlung, durch seine entfernte Lage von der Peripherie und durch den größeren Nucleolengehalt vom Eikern unterscheidet (Fig. 15). Ein Fadenwerk, das zuweilen auch im Ei und Spermakern erkennbar war, wird in ihm wieder deutlicher unterscheidbar. Die Fig. 16 und 17 zeigen die Ausbildung des Fadenknäuels des ersten Furchungskernes und seine Theilung; an der Peripherie des Eies zeigt eine kleine Einsenkung die erste Furche an (Fig. 17). Die achromatischen Verbindungsfäden sowie die der Polstrahlungen hatten nicht die sonst gezeichnete Form von Fasern, sondern erschienen eher als Reihen von Körnchen, die auch mit einander anastomosirten.

[1] Hydra bildet somit eine Ausnahme von der Regel, da sonst nach O. Hertwig (58) in den Fällen, wo das Spermatozoon nach der Richtungskörperbildung eindringt, der Spermakern nicht die Größe des Eikerns erreicht.

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

Da, wie die Darstellung gezeigt hat, Reifung, Befruchtung und die Bildung der ersten Furche an derselben Stelle des Eies sich abspielen, so ist hierdurch eine sichere Orientirung des Eies gewonnen, welche auch für die weitere Entwicklung ihre Gültigkeit behält, weil das Ei in dem Napf, das die zurückgewichene Ektodermhülle bildet, festgehalten, seine Lage bis zur Ablösung des Eies vom Mutterthiere nicht verändern kann.

Die Bezeichnungen »animaler« und »vegetativer Pol« kann man für das Hydra-Ei nicht verwenden, weil die hierdurch ausgedrückte polare Differenzirung des Eies, wie die im nächsten Kapitel zu beschreibende Entodermbildung zeigen wird, nicht vorhanden ist, mithin eine Identificirung eines animalen mit dem Richtungskörperpol, welche für die meisten Eier vielleicht begründet ist, für das Hydra-Ei keine Berechtigung hat. Da die Ausdrücke »Richtungskörperpol« und »entgegengesetzter Pol« zu lang sind, so wähle ich »distaler« und »proximaler Pol«.

Furchung und Entodermbildung.

(Taf. X, Fig. 2—4; Taf. XI, Fig. 1—4.)

Der Darstellung, welche Kleinenberg von der Furchung giebt, habe ich wenig hinzuzufügen. Sie verläuft total, äqual; den zwei ersten meridionalen Furchen folgen drei äquatoriale, die späteren lassen sich nicht mehr genau verfolgen. Auffallend ist mir, dass diesem genauen Beobachter die Furchungshöhle entgangen ist, welche vom achtzelligen Stadium an, nicht erst später, wie Korotneff (95) angiebt, auftritt, da sie, als großer heller Raum durch die dunkle Wandschicht hindurchscheint und schon mit freiem Auge sehr leicht zu erkennen ist.

Der excentrischen Lage des Furchungskernes und der Masse des Dotters ist es zuzuschreiben, dass die ersten Furchen am distalen Pol beginnen und dass erst allmählich unter den mannigfachsten Gestaltveränderungen des Eies der Dotter der Kerntheilung folgt, und ferner, dass oft in ähnlicher Weise wie bei Gonothyraea nach Bergh (8) die Kerne sich wieder theilen und die zweite Furche bereits sichtbar ist, während die erste Theilung noch nicht beendet ist. Mit dem Durchschneiden der Furchen durch das Ei rücken die Kerne allmählich der Mitte desselben zu; haben sie diese nach Ablauf der zweiten Theilung erreicht, so nimmt die Furchung von hier ab einen rascheren und regelmäßigeren Fortgang. Indessen ist sehr oft zu erkennen, dass, wie auch Kleinenberg angiebt, einige Zellen, und zwar sind es vorwiegend die der distalen Hälfte des Eies, den anderen in der Theilung vorauseilen. Aber es ist wichtig, dass immer erst auch diese sich theilen,

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

und darauf der ganze Keim sich zur Kugel abrundet, ehe eine neue Theilung beginnt. Ein Bild von einer solchen unregelmäßigen Theilung giebt Korotneff (95) in seiner Fig. 1. Diese Figur soll eine Blastula der Hydra aurantiaca (= meiner H. fusca) vorstellen und soll zeigen, dass diese sich aus verschieden großen, und zwar aus kleinen animalen und großen vegetativen Zellen zusammensetzt. Hätte Korotneff die Theilung der großen Zellen, deren Beginn er in der Figur andeutet, abgewartet, so würde er eine einschichtige Blase mit ziemlich gleich großen Zellen erhalten haben; eine Blastula, d. h. das Endstadium der Furchung hätte er aber auch dann noch nicht gehabt, da bis zu diesem Stadium mindestens noch zwei weitere Theilungen aller Zellen erfolgen, wie ein Vergleich mit meiner Fig. 2, Taf. XI, welche allerdings schon den Übergang des einschichtigen zum zweischichtigen Keim der H. fusca darstellt, bestätigen dürfte.

Wie groß die Zahl der Zellen der Blastula ist, kann ich nicht genau angeben, wahrscheinlich sind es 128 Zellen oder mehr.

Die Form der Blastula ist meist rund, zuweilen ist das proximale Ende, mit dem sie dem vom Mutterthier gebildeten Napf aufsitzt, etwas ausgezogen (z. B. Fig. 2, Taf. X), gewöhnlich aber abgerundet.

In den Zellen lässt sich auch jetzt noch wie beim reifen Ei eine dotterfreie, von dichterem Protoplasma gebildete Rindenschicht von einer dotterreicheren Schicht unterscheiden; letztere nimmt den größten Theil der Zelle ein. Der Kern ist immer von einer größeren Protoplasmaansammlung umgeben, er liegt meist nahe der Mitte der Zelle.

Alsbald nach der Ausbildung der großen Coeloblastula beginnt die Entodermbildung. Dieselbe genau zu verfolgen ist nur auf guten Schnittserien möglich. Am lebenden Ei sieht man wohl, wie Zellen an verschiedenen Stellen der Blastula ins Innere wie dunkle Kugeln vorspringen, und wie dadurch die vorher kreisrunde Begrenzung der Furchungshöhle unregelmäßig wird, aber in Folge der großen Undurchsichtigkeit des Eies ist nur zu leicht eine Verwechslung mit Furchungsstadien möglich, auf welchen die Zellen, wenn sie sich zu einer neuen Theilung anschicken, ihre Lage gegen einander etwas verschieben, so dass dadurch ein ähnliches Bild wie bei der beginnenden Entodermbildung zu Stande kommen kann. Auf Schnitten dagegen lässt sich ein sich furchendes Ei von einem in der Bildung des zweiten Keimblattes begriffenen leicht unterscheiden.

Der Übergang der Coeloblastula zur Entodermbildung wird angezeigt dadurch, dass die Kerne der meisten Zellen ihr Ruhestadium aufgeben und eine neue Theilung vorbereiten. Während man aber während der Furchung die Spindeln alle tangential gerichtet findet, sieht man

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

jetzt außer solchen verschiedene, welche radial oder schief zu diesen Richtungen gestellt sind, und ferner sind andere Zellen vorhanden, welche einen ruhenden Kern haben, deren innerer, der Furchungshöhle zugewandter Theil aber stark angeschwollen ist, so dass er über die Peripherie der benachbarten Zellen hinausragt, und deren noch in der Wand steckende Basis mehr oder weniger zugespitzt ist. Auch die Zellen, deren Kerne auf Quertheilung oder Schieftheilung hinweisen, haben sich in der Richtung der Spindeln verlängert und überragen die benachbarten Zellen, ihre Basis bleibt aber breit. Auf etwas älteren Stadien haben einige Zellen sich völlig getheilt; bei den einen bleibt die eine Hälfte in der Wand, die andere tritt in die Furchungshöhle, andere verbleiben mit beiden Theilstücken in der Wand und ersetzen dadurch diejenigen, welche ihre zugespitzte Basis verkürzt und damit die Verbindung mit der Peripherie aufgegeben haben und als ganze Zellen in die Furchungshöhle gewandert sind. Diese ins Innere durch Theilung abgeschnürten oder eingewanderten Zellen sind die ersten Entodermzellen.

Der beschriebene Vorgang erfolgt auf allen Seiten des Eies. Wenn ich am proximalen Pole eine Quertheilung beobachtete, so waren die Zellen oft größer als die, welche an anderen Stellen lagen (z. B. Fig. 1 und 4, Taf. XI); ich muss aber nochmals hervorheben, dass ich einen derartigen Unterschied in der Größe der Zellen auf dem Stadium der Blastula, wo alle Zellen ruhende Kerne zeigten, niemals gesehen habe; sehr oft waren gerade die am proximalen Pol liegenden Zellen während der Entodermbildung niedriger als andere.

Ob eine Regelmäßigkeit in der Weise vorhanden ist, dass an bestimmter Stelle der Vorgang beginnt, oder dass bestimmte Zellen einwandern, bestimmte sich quer oder schief theilen, lässt sich kaum nachweisen; einige Stadien, welche ich erhalten, gleichen sich auffallend und scheinen eine derartige Regelmäßigkeit anzudeuten.

Dadurch, dass die Bildung von Entodermzellen seitens der Blastodermzellen fortdauert, und dass auch die ersteren sich wieder theilen, wird die Furchungshöhle allmählich von allen Seiten her eingeengt (Fig. 3, Taf. X) und schließlich völlig verdrängt (Fig. 4).

Bis hierher zeigen Entoderm- und Ektodermzellen keine auffallenden Unterschiede von einander, da der im Allgemeinen größere Dotterreichthum und der Ausschluss der ersteren von der Peripherie wenig hervortritt. Aber nach Beendigung der Entodermbildung beginnen sich die beiden Keimblätter scharf zu sondern, indem die äußeren Zellen sich von Neuem rasch und oft theilen und sich zu einer aus prismatischen Zellen bestehenden, gleichmäßigen, gegen die Entoderm-

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

zellen scharf sich abgrenzenden Schicht verbinden (Fig. 4, Taf. X). Die inneren Zellen theilen sich nicht weiter, bleiben polygonal und legen sich eng an einander; doch sind, auch späterhin nach der Ausbildung der Schale, die Grenzen der einzelnen Zellen bei guter Konservirung immer zu erkennen, meist werden ihre Umrisse schon durch die Art der Anordnung der Pseudozellen angedeutet. Eine »Histolyse«, wie Korotneff angiebt, findet nicht statt. Die Kerne unterscheiden sich von denen der Furchungszellen wesentlich durch eine unregelmäßige Form, durch das stärkere Hervortreten von Chromatinkörnern und durch den Besitz von Nucleolen. Oft findet man jetzt und besonders später vornehmlich in den Ektodermzellen Bilder, welche auf eine direkte Kerntheilung hindeuten, indem die Kerne in zwei Hälften, von denen eine jede einen Nucleolus hat, eingeschnürt, und letztere oft auch durch eine Linie bereits getrennt erscheinen (z. B. Taf. X, Fig. 7 und 8). Auch Korotneff hat derartige Kernbilder gesehen (z. B. seine Fig. 9). Ob aber wirklich eine direkte Kerntheilung vorliegt, muss ich dahingestellt sein lassen.

Diese allgemeine Darstellung von der Entodermbildung möge durch nähere Erläuterung einiger Figuren, welche Eiern der drei beobachteten Hydren entnommen sind, ergänzt werden. Um Einwänden zu begegnen, will ich bemerken, dass alle Figuren nur Schnitte durch solche Eier darstellen, welche ihre Verbindung mit dem Mutterthier auch durch die Behandlung nicht verloren haben[1], so dass die Orientirung der Eier überall eine richtige ist; und ferner, dass nur solche Schnitte ausgewählt sind, welche durch die mittleren Theile des Eies gehen, wodurch ein Irrthum der Art, dass die scheinbar im Inneren liegenden Zellen in Wirklichkeit nur die peripheren Enden von anderen Wandzellen sind, ausgeschlossen ist. Von mehreren Schnitten habe ich aus Mangel an Raum nur einen Theil gezeichnet.

Die Figuren zeigen fast ausschließlich sehr frühe Stadien der Entodermbildung, weil auf späteren, wo die Zellen bereits in der Furchungshöhle liegen, sich nicht mehr entscheiden lässt, ob dort, wo sie liegen, auch ihre Abschnürungs- oder Einwanderungsstelle ist, oder ob sie nicht dorthin gewandert sind.

Die frühesten Stadien sind in den Fig. 1, Taf. XI (H. grisea) und 2 (H. fusca) abgebildet. In dem Ei der Fig. 1 ist am distalen Pol die Zelle *a* in der Einwanderung begriffen, worauf die starke Vorwölbung derselben in die Furchungshöhle und die schmale Basis hindeuten, im Ei der Fig. 2 liegt an derselben Stelle bereits eine Zelle *a* ganz im Inneren,

[1] Eine einfache Linie deutet in den Figuren die Lage des Mutterthieres an.

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

sie ist wahrscheinlich von der unter ihr liegenden, deren ruhenden Kern der nächste, nicht abgebildete Schnitt zeigt, durch Theilung abgeschnürt. Außer dieser einen Zelle finden sich in dem ersten Ei noch andere, welche durch ihre Verlängerung (z. B. in Fig. 1 am proximalen Pol) auf eine sich vorbereitende Theilung deuten, ferner einige, die bereits ganz im Inneren liegen, und dann eine an der Seite (Fig. 1 *a*, *a*), welche sich in schiefer Richtung theilt. Dass die eine Hälfte wirklich in die Furchungshöhle geräth, lehrt die ergänzende Fig. 1 *b*, welche einen Schnitt durch die Seite der Zelle, und daher ihre Hälften getrennt darstellt. Im Ei der Fig. 2 finden sich mehrere Kernfiguren, welche auf eine Tangential- (z. B. *b*), eine Quer- (z. B. *c*), oder Schieftheilung (Fig. 2 *a*) hinweisen.

Andere Quer- und Schieftheilungen an verschiedenen Stellen sind in den Fig. 3, 3 *a* und 4 abgebildet, welche Eiern von Hydra sp.? entnommen sind. Fig. 4 zeigt auch die Theilung einer Entodermzelle. Ein vorgeschritteneres Stadium der Entodermbildung giebt Fig. 2 (Taf. X), wo neben einwandernden und sich theilenden Zellen (zur Zelle *a* gehört als Ergänzung Fig. 2 *a*) bereits viele in der Furchungshöhle liegen.

Ich glaube, dass meine Beobachtungen kein anderes Resultat zulassen als dieses, dass die Entodermbildung bei Hydra multipolar verläuft, und dass die Angaben Kerschner's und Korotneff's, es entstehe das Entoderm durch Einwanderung von Zellen am vegetativen Pole, nicht richtig sind. Korotneff's[1] einzige Figur (Fig. 2), welche diesen Vorgang erläutern soll, scheint mir nicht einwandfrei zu sein. Die nach dem distalen Pol hin allmählich abnehmende Größe seiner Entodermzellen und die Kleinheit der Furchungshöhle scheinen mir anzudeuten, dass der Schnitt schief und durch die Seite des Eies gegangen ist, so dass die in der Figur gezeichneten Entodermzellen zum Theil nur die peripheren Enden von Wandzellen sind. Ich habe wenigstens ähnliche Bilder auf Schnitten durch die mittleren Partien des Eies, welche allein in dieser Frage entscheiden können, niemals gesehen.

Keimhüllenbildung.

(Taf. X, Fig. 5—9; Taf. XI, Fig. 5—8; Taf. XII, Fig. 7.)

Nach der erwähnten Sonderung der Keimblätter beginnt die Bildung einer äußeren Hülle, der geschichteten, chitinösen Schale, und einer inneren homogenen, dünnen, elastischen Hülle, der inneren Keimhülle[2]. Beide Hüllen werden von den Ektodermzellen des Keimes

[1] Da Kerschner keine Abbildung oder nähere Erklärung giebt, so kann ich nicht beurtheilen, wie er zu dieser Ansicht gekommen ist.

[2] Kleinenberg bezeichnet die beiden Hüllen als »äußere und innere Keim-

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

gebildet, und zwar findet in der Regel die Bildung der Schale bei H. grisea vor dem Abfallen des Eies vom Mutterthier statt, bei den anderen beiden Hydren nach dem oder während des Anklebens.

In der Einleitung habe ich schon darauf hingewiesen, dass die Ansichten der früheren Beobachter darüber aus einander gehen, ob das Ektoderm bei der Hüllenbildung verloren geht oder erhalten bleibt; in dem einen Falle wäre die Schale nach F. E. Schulze's (153a) Auffassung das Produkt einer Verhornung, in dem anderen eine cuticulare Bildung.

Die beiden Vertreter der ersteren Ansicht, Kleinenberg und Korotneff, dieser allerdings nur für seine H. aurantiaca, weichen aber in einem wichtigen Punkte in ihrer Darstellung von einander ab. Nach Kleinenberg nämlich soll das Ektoderm mit der Bildung der Schale verbraucht sein, nach Korotneff dagegen erst mit der Bildung der inneren Keimhülle. Somit hätte Letzterer den Ersteren bereits widerlegt. Korotneff ist, scheint mir, den Nachweis des Verlustes des Ektoderms schuldig geblieben, da alle Figuren, welche schon die innere Keimhülle zeigen, auch noch sein »primäres« Ektoderm als noch vorhanden darstellen. Das vollständige Verschwinden des Ektoderms müsste also noch später vor sich gehen.

Meine eigene Untersuchung scheint mir die Frage mit Sicherheit zu Gunsten Kerschner's, welcher die Kontinuität des Ektoderms behauptet, zu entscheiden.

Die Ursache der verschiedenen Resultate liegt, wie ich glaube, in dem verschiedenen Ausfallen der Konservirung. Flüssigkeiten, in kaltem Zustande angewandt, gaben mir immer ungünstige Bilder, besonders für H. grisea. Wandte ich dagegen heißes Sublimat an, so konnte ich besonders bei H. fusca (= Korotneff's H. aurantiaca) und Hydra sp.? das Vorhandensein des Ektoderms stets nachweisen, zu welcher Zeit ich auch, ob ein oder zwei oder mehrere Tage oder Wochen nach der Ablage des Eies, dasselbe konservirte. Bei H. grisea gelingt es gleichfalls leicht, so lange die innere Keimhülle nicht ausgebildet ist; später ist es schwieriger, weil zu der Schwierigkeit der Konservirung noch die hinzukommt, dass das Ei sich schlecht schneiden lässt und viele Schnitte zerreißen.

Wenn auch die Schalen bei den drei Hydren sich durch die Dicke

schale«. Die Bezeichnung »Schale« für die dünne innere Hülle scheint mir nicht passend, weil diese in der Art ihrer Bildung, in ihren Eigenschaften und in ihrer Bedeutung für den Keim von der äußeren Schale sehr abweicht. Noch ungeeigneter ist die Bezeichnung der inneren Hülle durch Korotneff als »Dottermembran«.

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

und durch die Form ihrer Fortsätze unterscheiden, so verläuft ihre Bildung doch in ziemlich derselben Weise.

Das Auftreten von Vacuolen an der Spitze der Ektodermzellen und ihr Zusammenfließen zu einer einzigen den Keim umgebenden Hülle, und die Entstehung der Fortsätze, welche die späteren Zacken oder Höcker der Schale bilden, unter derselben ist von Kleinenberg (l. c. p. 70) bereits eingehend geschildert worden; ich verweise desshalb auf seine Darstellung.

Die zuletzt genannte Hülle, welche die Zacken überzieht, reißt bald ein und ist auf Schnitten (die Fig. 8, Taf. X, 5 und 7, Taf. XI zeigen sie) sowie an älteren Eiern selten noch zu finden. Da sie desshalb als Bestimmungsmerkmal keinen Werth hat, ist sie oben im Kapitel »Material« nicht erwähnt und in den Fig. 3—6, Taf. XII fortgelassen worden.

Die Fortsätze, an deren Bildung immer mehrere Zellen, wenigstens bei H. grisea, Antheil nehmen, bestehen Anfangs nur aus Protoplasma (Fig. 5, Taf. X). Die Chitinisirung, welche an der Spitze der Fortsätze beginnt und dann gegen die Tiefe der Zellen fortschreitet, erfolgt nicht vom Ektoderm als Ganzem, sondern es ist, wie Kleinenberg angiebt, eine jede Zelle für sich gesondert betheiligt. Schichtenweise wird das Sekret abgeschieden und erhärtet alsdann. Ob Protoplasma mit verbraucht wird, ist schwer zu entscheiden. In den der Chitinisirung verfallenden oberen Schichten der Zellen ist es feinkörniger, in der obersten homogen, wie es z. B. Fig. 5—7, Taf. X zeigen. Die Kerne liegen Anfangs am Grunde der Fortsätze oder selbst in denselben, rücken aber, wie die Fig. 5—8, Taf. X zeigen, allmählich, je weiter die Schalenbildung fortschreitet, nach dem Grunde der Zelle zurück, ihre Form bleibt immer dieselbe, eben so ist die Abgrenzung des Ektoderms gegen das Entoderm immer eine scharfe. Ersteres unterscheidet sich von letzterem besonders durch den geringen Gehalt an Pseudozellen. Diese sind mit dem Beginn der Schalenbildung nach den tieferen Theilen der Zellen gerückt und scheinen zum größten Theil während dieses Processes verbraucht zu werden, so dass man nach der Hüllenbildung nur wenige noch im Ektoderm findet (Fig. 9, Taf. X; Fig. 6, 8, Taf. XI; Fig. 7, Taf. XII).

Die Chitinisirung nun erstreckt sich nicht nur auf die Fortsätze, sondern ergreift auch noch einen guten Theil des anderen Zellleibes, aber nicht den ganzen. Die Fig. 8, Taf. X, Fig. 5 und 8, Taf. XI zeigen das Ende der Bildung der Schale. Das Ektoderm ist im ganzen Umfange des Keimes noch deutlich vorhanden, seine Zellen mit ihren Kernen treten klar hervor.

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

Der Bau der fertigen Schale lässt durch horizontale wellige Linien und durch die Felderung, welche auf Querschnitten durch die Schale, sichtbar sind, die Art ihrer Bildung, den schichtenweisen Aufbau seitens jeder einzelnen Zelle deutlich erkennen (Fig. 7—9, Taf. X). Außer diesen Linien durchziehen noch viele senkrechte die Schale. Es ist mir eben so wenig wie Kleinenberg möglich über ihre Entstehung wie ihre Bedeutung etwas zu sagen. Auf Querschnitten erscheinen sie als Pünktchen, lassen aber wegen ihrer Kleinheit ein Lumen nicht erkennen, so dass die Ansicht, es könnten Kanäle sein, welche eine Verbindung zwischen dem Keim und der Außenwelt herstellten, eine Vermuthung bleiben muss. Da ich sie fast nur in der fertigen Schale gefunden habe, so sind sie vielleicht bei der Erhärtung des Chitins entstanden und hätten somit keine Bedeutung für den Keim.

Nach der Bildung dieser Schale wird von dem Keim noch eine Haut, die innere Keimhülle, gebildet. Sie unterscheidet sich wesentlich von der Schale dadurch, dass sie auf einmal als Ganzes entsteht, nicht schichtenweise, dann durch ihre geringe Mächtigkeit, ihre Elasticität und ihre starke Lichtbrechung. Man könnte sie am ehesten der sogenannten Cuticula blastodermica bei manchen Crustaceen vergleichen, welche ebenfalls vom Keim, allerdings schon vom einschichtigen gebildet wird. Auch in ihrer Bedeutung für den Embryo verhält sie sich ähnlich, indem der Hydra-Embryo, wie derjenige z. B. von Apus und Branchipus, nach dem Platzen der festen Schale nicht direkt in das Freie gelangt, sondern noch verschieden lange Zeit bei den verschiedenen Formen in der sich ausdehnenden inneren Keimhülle, bezw. in der Cuticula blastodermica liegen bleibt und unter ihrem Schutze wichtige Differenzirungen erfährt.

Aus der Dünnheit dieser Hülle lässt sich schon schließen, dass für ihre Bildung nicht das noch in ziemlicher Mächtigkeit vorhandene Ektoderm verloren gehen kann. Die Figuren 9, Taf. X, 6, Taf. XI, 7, Taf. XII zeigen, dass es wenig verändert wird.

Man könnte vielleicht einwenden, dass meine Figuren theilweise das »primäre«, theilweise das »sekundäre« Ektoderm darstellen, dass mir aber die Stadien, wo, wie Korotneff angiebt, das erstere verschwindet, das letztere sich neu bildet, entgangen sind. Dagegen muss ich angeben, dass ich gerade in der Zeit von dem Beginn bis zur Ausbildung der Hüllen die Eier von H. fusca (= Korotneff's aurantiaca) in verschiedenem Alter konservirt, aber niemals ein Bild gesehen habe, welches mich veranlasst hätte, einmal das Ektoderm für ein »primäres«, ein anderes Mal für ein »sekundäres« zu halten; es sah immer gleich aus. Solche Bilder dagegen, welche die Ausbildung des »sekundären«

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

Ektoderms aus dem Entoderm zeigen sollen, z. B. Korotneff's Fig. 7 und 8, findet man bei der genannten Form erst später, wenn der Keim sich weiter entwickelt.

Entscheidend für die Frage nach dem Schicksal des Ektoderms bei Hydra ist Hydra sp.? Hier ist einmal die Schale so dünn im Verhältnis zur Höhe der Ektodermzellen (Fig. 7 und 8, Taf. XI), dass die Möglichkeit des völligen Verlustes des letzteren ohne Weiteres ausgeschlossen ist, und ferner ist der Keim wegen der dünnen Schale so durchsichtig, dass man von der Zeit an, wenn die Bildung der Schale beginnt, bis zum Platzen derselben das Ektoderm und Entoderm, jenes als breiten in Folge des Mangels an Pseudozellen hellen Ring, dieses als eine in Folge des Reichthums an solchen dunkle Innenmasse, am lebenden Keim verfolgen kann, so dass zum Nachweis der Kontinuität des Ektoderms ein Schneiden nicht nothwendig ist.

Die weitere Entwicklung des Embryos.

(Taf. XI, Fig. 8 und Taf. XII, Fig. 7—13.)

Meine Beobachtungen über die weitere Entwicklung des Embryos sind fast ausschließlich am Keim der Hydra sp.? gemacht worden. Diese ist von den drei untersuchten Hydren die günstigste, weil ihre Entwicklung nach der Hüllenbildung nicht mehrere Wochen lang ruht wie bei den anderen Formen[1], sondern ununterbrochen fortschreitet und so rasch, dass schon 14 Tage nach dem Ankleben der Eier einige Embryonen aus der Schale frei wurden, und dann weil die Schale so dünn ist, dass man wenigstens etwas von den Differenzirungen, welche im Inneren vorgehen, erkennen kann, was bei den anderen Hydren unmöglich ist.

Schon im vorigen Kapitel habe ich erwähnt, dass man nach der Hüllenbildung im Inneren einen hellen äußeren Ring, das Ektoderm, und eine dunkle Innenmasse, das Entoderm, das durch seinen Dottergehalt dem Ei eine gelbliche Färbung giebt, unterscheiden kann. Nach einiger Zeit tritt zwischen beiden noch eine dritte Schicht auf, welche in der Färbung die Mitte zwischen dem Ektoderm und Entoderm hält. Es ist die Schicht der späteren, sogenannten interstitiellen Zellen des Ektoderms.

Korotneff, welcher ihr Auftreten bereits richtig erkannt hat, sagt über ihre Entstehung Folgendes (l. c. p. 319): »Nach der Veränderung der peripherischen Zellen des Hypoblastes«, welche sich getheilt haben, an die Stelle des »degenerirenden primären« Ektoderms gerückt sein

[1] Aus den Eiern von H. fusca z. B., welche ich Mitte Oktober gesammelt hatte, ist bis jetzt (Ende December) kein Embryo frei geworden, obwohl sie im warmen Zimmer aufbewahrt wurden.

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

und so das »definitive« Ektoderm gebildet haben sollen, »ist dieselbe Erscheinung bei den centralen Zellen zu bemerken; diese fangen an sich zu theilen und wandern, wie es bei den Insekteneiern so häufig der Fall ist, nach der Peripherie des Eies. Die Theilung der Zellen geht immer fort und bildet eine Schicht kleiner Zellen des interstitiellen Gewebes am Boden des Ektoderms«.

Korotneff giebt leider nicht an, wie alt die Keime von H. fusca (= seiner H. aurantiaca), für welche diese Darstellung gilt, waren. Es scheint, da er die Bildung dieser Schicht in Verbindung mit dem Verlust des »primären« und der Ausbildung des »definitiven« Ektoderms bringt, dass sie gleich nach der Hüllenbildung, bei welcher ja nach ihm das Ektoderm verloren gehen soll, erfolge. Nach meinen Beobachtungen ist dieses nicht der Fall; denn bei Keimen dieser Art fand ich erst vier bis sechs Wochen nach der Hüllenbildung die ersten Anzeichen einer weiteren Entwicklung; bis dahin zeigten sie immer unverändert ihre zwei Keimblätter, wie Fig. 6, Taf. XI sie darstellt.

Bei Hydra sp.? dagegen beginnt die Bildung der Zwischenschicht alsbald nach der Ausbildung der Schale. Der Vorgang verläuft ähnlich wie die Bildung des sogenannten Mesoderms bei den Anthozoen (Kowalewsky und Marion [101]). Das Ektoderm, welches bisher (Fig. 7, Taf. XI) eine gleichmäßige, gegen das Entoderm scharf abgesetzte Lage eng an einander schließender Zellen bildete, wird lockerer und gewinnt ein ungleichmäßiges Aussehen. Man findet (Fig. 8, Taf. XI) im ganzen Umkreise des Keimes zwischen den epithelialen Ektodermzellen andere, welche theilweise mit spitz ausgezogenem Ende zwischen denselben, doch von der Peripherie ausgeschlossen, liegen oder schon sich ganz losgelöst haben und zwischen Ekto- und Entoderm sich gelagert haben. Hierbei geht ihre Anfangs mehr oder weniger cylindrische Form in eine rundliche über.

Da das Ektoderm sehr wenige Pseudozellen enthält, sind auch diese fast dotterfrei. Sie theilen sich alsdann und unterscheiden sich bald durch die Kleinheit von den epithelial gebliebenen Ektoderm- und von den Entodermzellen. Allmählich beginnen sie sich Anfangs an einzelnen Stellen (Fig. 8, Taf. XI), später überall (Fig. 7, Taf. XII) zu einer meist zweischichtigen[1] Zellenmasse anzuordnen, welche sich vom Ektoderm, das nach Beendigung der Bildung wieder das regelmäßige Aussehen annimmt wie vorher, und vom Entoderm ziemlich scharf abgrenzt.

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass meiner Ansicht nach die

[1] Die Mehrschichtigkeit an einer Stelle der Fig. 7, Taf. XII ist, glaube ich, durch eine kleine Schrumpfung des Keimes veranlasst.

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

Schicht der interstitiellen Zellen ektodermalen, nicht entodermalen Ursprunges, wie Korotneff angiebt, ist. Ich muss allerdings hervorheben, dass ich Kerntheilungen, wie man sie im Ektoderm während oder nach der Bildung der Schicht erwarten müsste, nicht gefunden habe. Man findet zwar häufig jene Bilder im Ektoderm und Entoderm, im ersteren aber häufiger, welche durch ihren doppelten Kernkörper oder durch eine Einschnürung des Kernes in zwei Hälften vermuthen lassen könnten, es finde eine direkte Kerntheilung statt, indessen halte ich diese Vermuthung für falsch, weil ich auf etwas späteren Stadien sehr deutliche Bilder von indirekter Kerntheilung im Ektoderm gefunden habe.

Aber auch ohne diesen Beweis, welchen übrigens auch Korotneff schuldig bleibt, da derartige Kernbilder auf seinen Figuren sich nicht nur im Entoderm, sondern auch im Ektoderm finden, glaube ich doch, dass meine Ansicht die richtige ist. Wenn das Entoderm allein an der Bildung der Zwischenschicht betheiligt wäre, dann müssten ihre Zellen eine nähere Beziehung zum Entoderm durch ihre Lage und ihr Aussehen (Dotterreichthum) erkennen lassen als zum Ektoderm. Dieses ist nicht der Fall. Man findet alle Übergänge zwischen jenen Zellen und den zwischen den Ektodermzellen liegenden, und schwerlich dürfte die Lage der letzteren anders zu deuten sein, als dass sie aus dem epithelialen Verbande heraus in die Tiefe rücken. Für die Ansicht spricht auch der Umstand, dass auf Schnitten durch Keime, bei welchen durch die Behandlung Ektoderm und Entoderm etwas aus einander gewichen sind, die unter dem Ektoderm liegenden Zellen im Zusammenhang mit diesem und nicht mit dem Entoderm geblieben sind.

Scheint es mir somit außer Zweifel, dass das Ektoderm vorwiegend die Ursprungsstätte der interstitiellen Zellen ist, so wäre es doch möglich, dass das Entoderm außerdem auch betheiligt ist. Dieses lässt sich schwer entscheiden, weil die Stützlamelle erst später auftritt und daher eine scharfe Abgrenzung zwischen dem Entoderm und jenen Zellen, ehe sie sich zu einer zusammenhängenden Schicht angeordnet haben, nicht vorhanden ist. Es ist dieses um so schwerer, weil auch die Entodermzellen sich zu theilen beginnen und die peripher liegenden desshalb nicht immer mit Sicherheit erkennen lassen, ob sie zum Entoderm oder zu der Zwischenschicht gehören werden (z. B. Fig. 8, Taf. XI). Indessen ist mir der doppelte Ursprung wenig wahrscheinlich, zumal die Schicht nach der Bildung der Stützlamelle sich vom Entoderm völlig abgrenzt und in die engste Verbindung und Beziehung zum Ektoderm tritt.

Durch das frühzeitige, vor der Bildung der Leibeshöhle und vor der epithelialen Anordnung der Entodermzellen erfolgende Auftreten,

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

durch die Kleinheit ihrer Elemente, durch ihre regelmäßige Anordnung und durch ihre scharfe Abgrenzung erhält die interstitielle Schicht gegenüber dem äußeren und inneren Keimblatt einen so selbständigen Charakter, dass man in Versuchung geräth, ihr den Namen »Mesoderm« zu geben; diese Bezeichnung erscheint um so berechtigter, als auch im fertigen Thiere trotz der geringen äußeren, sichtbaren Abgrenzung von den Epithelzellen des Ektoderms dieselbe ihre Selbständigkeit bewahrt, indem nur aus ihr Ganglienzellen, Nesselkapselzellen und Keimzellen hervorgehen, eine Verlagerung der epithelialen und interstitiellen Zellen nicht vorkommt (cf. Schneider [149a]). Indessen lehrt, scheint mir, ein Vergleich mit den übrigen Hydroiden, wo eine derartige Bildung der Zwischenschicht nicht beobachtet ist, dass dieselbe eben so wenig wie das sogenannte Mesoderm der Anthozoen dem »mittleren Keimblatte« der Bilaterien gleichwerthig sein kann. Ich möchte in ihr vielmehr nur das Resultat einer weitgehenden, befestigten Arbeitstheilung unter den Ektodermzellen sehen, welche beim fertigen Thiere gewonnen, allmählich auf immer frühere Stadien zurückverlegt ist und zuletzt als die erste Differenzirung des Embryos nach der Anlage der Keimblätter erscheint.

Nach der Ausbildung dieser interstitiellen Schicht tritt scheinbar ein kurzes Ruhestadium ein, man erkennt mehrere Tage keine weitere Veränderung am Keim. Alsdann geht die Form des Eies aus der kugeligen in eine mehr eiförmige über, wobei der spitzere Pol zugleich der distale, d. h. der der Anheftungsstelle gegenüber liegende Pol ist. Unter ihm war mitunter ein kleiner heller Raum von linsenförmiger Gestalt sichtbar, wahrscheinlich eine Flüssigkeitsansammlung. Aus der bei der Veränderung der Gestalt erfolgenden Dehnung der Schale geht schon hervor, dass dieselbe an Festigkeit eingebüßt hat. Auch beim Schneiden (Fig. 9, Taf. XII) zeigt sie sich brüchig und von größerer Nachgiebigkeit als vorher; eine ähnliche Veränderung ihrer Eigenschaften hat auch Kleinenberg von der Schale des Eies von H. viridis berichtet.

Kurze Zeit darauf erhält die Schale einen Riss, welcher in querer Richtung verläuft und einen Theil der oberen Hälfte der Schale abschneidet. Der Embryo, durch dessen Hervortreten das Ei sofort ein helleres Aussehen gewinnt, wodurch es sich von den übrigen, nicht geplatzten Eiern leicht unterscheiden lässt, beginnt sich zu strecken und hebt jenen oberen Theil der Schale deckelartig empor (Fig. 8, Taf. XII); indessen genügt der Spalt nicht, die Schale zerfällt durch einen neuen Riss, der in senkrechter Richtung zum ersten verläuft, in zwei Hälften, welche nur an der Anheftungsstelle des Eies in Verbindung bleiben.

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

Im Gegensatz zu den anderen Hydren wird bei Hydra sp.? die innere Hülle gleichzeitig mit der Schale gesprengt, so dass der Keim sofort mit dem Wasser in direkter Berührung ist. Die weitere Entwicklung verläuft auch rascher als bei den anderen Formen. Das auf die Ausbildung des Mundes und die Anlage der Tentakeln bei den Keimen der letzteren folgende Ruhestadium von mehreren Tagen fehlt hier. Der Embryo entwickelt sich sofort weiter, die Tentakeln wachsen aus und vermehren sich, und nach völliger Entwicklung rückt der Keim aus der Schale, in der er bisher mit seinem Fuße gesessen hat, und heftet sich an einer anderen Stelle fest.

Wenn der Embryo sichtbar wird, erkennt man deutlich die zwei Keimblätter, welche sich nicht nur in der Färbung wie vorher unterscheiden, sondern jetzt auch durch die Stützlamelle scharf getrennt erscheinen. Die letztere wird erkennbar kurz vor oder mit dem Platzen der Schale. Über die Art ihrer Entstehung kann ich nur eine Vermuthung aussprechen. Ich möchte glauben, dass ihre Substanz, die Gallerte, nicht erst jetzt ausgeschieden wird, sondern bereits bei der Ausbildung der interstitiellen Zellen. Sie wird aber als Lamelle erst dann sichtbar, wenn die Muskelfasern gebildet werden. Durch deren gleichmäßige Lagerung an den Seiten der Stützlamelle und durch das Durchdringen von Fäserchen [1] durch dieselbe erhält diese eine schärfere Begrenzung und das Aussehen einer membranartigen Bildung.

Durch das Auftreten der Stützlamelle erfolgt die definitive Abgrenzung der interstitiellen Schicht und des Ektoderms vom Entoderm. Die Trennung der ersteren beiden verliert sich dagegen. Es lassen sich zwar die interstitiellen Zellen durch ihre subepitheliale Lagerung, durch ihre Kleinheit und durch die ihrer Kerne und durch die stärkere Färbbarkeit ihres Protoplasmas mit Hämatoxylin leicht von den Deckzellen unterscheiden (Fig. 10, 12, Taf. XII), indessen ist die Abgrenzung eine nur allgemeine, keine scharfe, weil einmal die Deckzellen basale Ausläufer, die Muskelfasern, zwischen jene senden, andererseits auch die interstitiellen Zellen sich zu differenziren, besonders zu Nesselkapselbildungszellen (*nk*) sich umzuwandeln beginnen und sich zwischen die Deckzellen eindrängen. Kurz, die definitive Lagerung wird bald erreicht. Auch lässt sich schon bald erkennen, dass am unteren Körpertheile des Thieres, welcher sich frühzeitig durch eine Furche absetzt (Taf. XII, Fig. 11) und zum späteren Fuß wird, die Vertheilung der interstitiellen Zellen eine spärlichere ist als an den übrigen Theilen [2].

[1] cf. z. B. Jickeli (72, p. 405), Schneider (149a, p. 359).

[2] Die Unregelmäßigkeit in der Dicke der Schichten in Fig. 9, Taf. XII rührt

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

Außer der Abgrenzung der Keimblätter durch die Stützlamelle fällt an dem sich aus der Schale drängenden Embryo (Fig. 9, Taf. XII) sofort ein heller Raum (*l h*) im Entoderm auf, der Anfangs klein, aber rasch an Größe zunimmt, den Embryo stärker dehnt und ihn bald als einen dünnwandigen Schlauch mit großer Höhle erscheinen lässt (Fig. 11, Taf. XII). Es ist die Anlage der Leibeshöhle. Sie scheint, wie Kleinenberg (l. c. p. 76) auch für H. viridis angiebt, am distalen Ende zu beginnen. Oben hatte ich schon erwähnt, dass zur Zeit der Bildung der interstitiellen Zellen auch die Entodermzellen sich theilen. Jetzt tritt in der Mitte ein Flüssigkeitsraum auf, und die Zellen beginnen sich peripher zu einer epithelialen Lage anzuordnen. Aus den unregelmäßig gestalteten Gewebsfetzen, welche theilweise Pseudozellen oder durch deren Zerfall entstandene Körnermassen enthalten, oder aus den frei liegenden Pseudozellen, welche am Rande der sich ausdehnenden Leibeshöhle liegen (Fig. 10, Taf. XII), lässt sich schließen, dass eine Verflüssigung von Zellen stattfindet, und ihr die Leibeshöhle ihren Ursprung verdankt, wie es auch Kleinenberg für H. viridis angiebt (p. 76). Die Entodermzellen sind Anfangs sehr hoch, werden aber niedriger und grenzen sich schärfer an der Peripherie ab, je mehr ihre Ausbildung fortschreitet (Fig. 12, Taf. XII). Die nicht aufgelösten Pseudozellen und Gewebsstücke lagern sich in der Leibeshöhlenflüssigkeit (Fig. 11) und werden später durch den Mund ausgestoßen.

Bei H. fusca (= Korotneff's aurantiaca) erfolgt die Bildung der Leibeshöhle ebenfalls erst nach dem Platzen der Schale (Korotneff 95, p. 319), bei H. viridis dagegen bereits, wenn der Keim noch von dieser umgeben ist, und es sollen dann noch mehrere Wochen vergehen, bis die Schale platzt (Kleinenberg, l. c. p. 77). Ich möchte dem Auftreten der Flüssigkeit und dem hierdurch nothwendig erfolgenden Druck wesentlich das Platzen der Schale zuschreiben. Wenn die Beobachtung Kleinenberg's richtig ist, woran ich nicht zweifle, so muss hier, da die Schale dem Drucke nicht nachgiebt, eine Zusammenpressung der Keimblätter erfolgen. Vielleicht ist es diesem Umstande zuzuschreiben, dass ihm der Keim als eine kompakte Masse erschienen ist, indem ein Ektoderm und Entoderm nicht unterscheidbar waren.

Die Tentakel werden ebenfalls bald nach dem Freiwerden des Embryos angelegt (Taf. XII, Fig. 9, 11 *t*) als Ausstülpungen der beiden Schichten. Es scheint, dass in der Reihenfolge der Tentakeln hier eben so wenig eine Gesetzmäßigkeit vorhanden ist wie bei der Knospe (s. Jung, 77). Korotneff giebt für H. fusca (= seine H. aurantiaca) an,

zum Theil daher, dass der betreffende Embryo abgetödtet wurde, als er sich durch den Riss der Schale ins Freie drängte.

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

dass zuerst zwei Tentakel entstehen, Kleinenberg für H. viridis (p. 79): »Die Zahl der ursprünglich angelegten Tentakeln ist gewöhnlich vier, jedoch ist dies nicht ausnahmslos der Fall, ich sah unter meinen Augen gleichzeitig sieben entstehen.« Meine eigenen, allerdings nicht genügend zahlreichen Beobachtungen an Hydra sp.? haben mich ebenfalls keine bestimmte Reihenfolge erkennen lassen. An einigen jungen Keimen fand ich die Anlage von vier Tentakeln, ein etwas älterer hatte drei (Fig. 13, Taf. XII), von denen der eine getheilt war; zwei saßen einander gegenüber, der dritte noch in der Entwicklung begriffene zwischen ihnen; ein noch älterer zeigte fünf gleich lange, von denen zwei Paare gegenüber lagen; es könnte dieses ein älteres Stadium von dem vorher erwähnten mit drei Tentakeln sein, indem der vierte dem dritten gegenüber, der fünfte dazwischen entstanden ist.

Mit der Anlage der Tentakeln oder etwas später wird der Mund gebildet. Ich habe leider hierüber nur eine Beobachtung machen können. Die Keimblätter wurden am distalen Pol 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 Zerfallprodukten, heraus, welche, da bei dieser Form der Embryo ja nicht von der inneren Hülle umgeben ist, in das Wasser abflossen. Als ich später wieder derartige Ausstoßungen, die allerdings weit weniger energisch waren als die erste, beobachtete, wurde ich wieder zweifelhaft, ob ich wirklich die Mundbildung gesehen, und diese nicht schon früher vor sich gegangen war. Es ist aber möglich, dass die Beobachtung richtig war, da sie mit der Darstellung Kleinenberg's übereinstimmt. Dieser berichtet nämlich (p. 78): »Plötzlich entsteht an der Spitze ein strahliger Riss, und indem die Flüssigkeit der Leibeshöhle, einzelne Pseudozellen und unregelmäßig gestaltete Gewebsfetzen mit sich reißend in die Hülle ausströmt, wulsten sich die zackigen Rissränder lippenförmig auf und verschmelzen rasch mit der zusammensinkenden verdickten Körperwand des Embryos. Die Leibeshöhle hat eine Öffnung erhalten — der Mund ist fertig.«

Über den Ort der Mundbildung gehen die Ansichten aus einander. Kerschner (82) giebt an, dass »der Mundpol dem vegetativen Pol entspricht«. Er bezeichnet aber nicht näher die Species, noch giebt er an, nach welchem Merkmal er die Orientirung des Keimes vorgenommen hat. Kleinenberg verlegt die Mundbildung bei H. viridis an den entgegengesetzten Pol. »Ich bin überzeugt,« heißt es p. 78, »dass die Stelle, wo die Verdünnung und der schließliche Durchbruch stattfindet, jenem Theil des Keimes entspricht, in welchem ursprünglich

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

die Leibeshöhle als oberflächlicher Hohlraum auftrat.« Der letztere (p. 76) »entsteht immer excentrisch, nahe der Oberfläche, und an dem Pol, von welchem die erste Furche des Eies ausging, also dem Anheftungspunkte gerade gegenüber«. Die Orientirung des Eies bei H. viridis ist auch nach dem Abfallen desselben vom Mutterthier möglich, weil (p. 74) »an der Stelle, wo der Keim mit dem Eiträger in Berührung stand, die Schale oft etwas verdickt und abgeplattet[1] oder in zwei Blätter gespalten ist, die einen linsenförmigen Hohlraum umgeben«.

Der Keim von Hydra sp.? lässt sich vielleicht mit noch größerer Sicherheit richtig orientiren. Wie ich oben im Kapitel »Material« geschildert habe, erfolgt die Festheftung der Eier in der Weise, dass das Mutterthier sich so weit kontrahirt, bis die Eier die Unterlage, auf der es sitzt, erreichen. Da die Eier in dem Eiträger oder Napf festgehalten werden, so werden sie in derselben Lage der Unterlage aufgedrückt und mit Sekret, das vorwiegend vom Ektoderm des Mutterthieres gebildet wird, festgeheftet. So weit ich habe beobachten können, ist der distale Pol niemals gleich der Anheftungsstelle, sondern liegt ihr gegenüber. An allen Keimen nun, welche ich gesehen habe, entsteht an diesem Pol der erste Riss in der Schale, erfolgt hier das erste Sichtbarwerden des Embryos, erfolgt hier die Anlage der Tentakeln, lag hier der Mund. Da ich nicht glauben kann, dass der Embryo in der Schale vor ihrem Platzen eine Drehung durchmacht, so muss ich mich Kleinenberg's Ansicht anschließen: Der Mundpol ist identisch mit dem Richtungskörperpol. Es ist dieses Resultat neben der multipolaren Entodermbildung ein weiterer Beitrag dafür, zu zeigen, wie wenig Hydra dem so oft angewandten Bilde einer festsitzenden Invaginationsgastrula entspricht.

Zusammenfassung der Resultate.

Die Keimstätte bei Hydra ist das interstitielle Zellenlager; eine Zelle des Ovariums wird zur Eizelle, die übrigen werden aufgelöst, ihre Substanz in Dotterkörner, sogenannte Pseudozellen, umgewandelt, und als solche von der wachsenden Eizelle aufgenommen. Die Reifung, die Befruchtung, und das Auftreten der ersten Furche erfolgen am distalen Pole des Eies. Die Furchung ist total, äqual und führt zu einer großen Cöloblastula. Durch Einwanderung oder Theilung von Blastodermzellen erfolgt die Entodermbildung; sie ist multipolar. Nach Verdrängung der Furchungshöhle sondern sich die beiden Keimblätter scharf von einander. Vom Ektoderm werden eine äußere Hülle, die

[1] Dieses Merkmal habe ich zuweilen auch bei Eiern von H. grisea gefunden.

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

chitinöse Schale, und eine innere, die innere Keimhülle gebildet. Das Ektoderm bleibt hierbei erhalten und geht kontinuirlich in das definitive Ektoderm über. Wenn der Keim noch von der Schale umgeben ist, entsteht ektodermal die Schicht der interstitiellen Zellen. Alsdann beginnt die Differenzirung der Gewebe, die Stützlamelle wird erkennbar, die Leibeshöhle beginnt sich auszubilden. Gleichzeitig platzt die Schale. Nach dem Freiwerden des Embryos aus der Schale schreiten diese Processe rasch weiter fort, die Tentakel werden angelegt und der Mund gebildet. Der Mundpol ist identisch mit dem Richtungskörperpol.

Allgemeine Betrachtungen.

In der Frage der Bildung des inneren Keimblattes stehen sich zwei Ansichten gegenüber, beide suchen die zwei bis jetzt beobachteten Bildungsweisen, die multipolare und die polare, auf einander zurückzuführen; während aber die eine in der polaren den primären Modus sieht und die multipolare von ihr abzuleiten sucht, geht die andere den umgekehrten Weg. Dass die eine Ansicht die andere nicht verdrängt hat, sondern beide seit ihrer Begründung neben einander bestehen und zahlreiche Anhänger gefunden haben, erklärt sich wohl daraus, dass keine eine in allen Punkten befriedigende Lösung der Frage giebt.

Für die Gasträatheorie[1] liegt meiner Ansicht nach die größte Schwierigkeit darin, dass man sich keine Vorstellung davon machen kann, wie, um zur multipolaren Entodermbildung zu gelangen, die allmählich erworbene und dann befestigte Arbeitstheilung unter den Zellen der Blastula wieder rückgängig gemacht werden konnte, so dass eine jede Zelle wie dereinst die Fähigkeit hatte, den Funktionen der Bewegung, Ernährung und Fortpflanzung vorzustehen. Irgend eine Erklärung ist noch nicht gegeben, selbst nicht versucht. Das Wort »Cänogenie« ohne nähere Begründung hier einsetzen heißt sich selbst einer Theorie zu Liebe über die Schwierigkeit hinwegtäuschen.

Der andere Weg[2], von der multipolaren Entodermbildung als der ursprünglichen auszugehen und mit Hilfe der hypotropen zur Invagination zu gelangen, erscheint im Allgemeinen leichter und gangbarer; versucht man aber ins Einzelne zu gehen, so stößt man nicht minder auf große Schwierigkeiten, weil die wenigen Formen, welche uns am

[1] E. Haeckel, 47, 49, 50.

[2] Es würde mich zu weit führen, die verschiedenen bereits geäußerten Ansichten zu erörtern und verweise auf die Arbeiten der Autoren, besonders Balfour's (4, 5), Bütschli's (12), Goette's (36, 37), Hamann's (45), Kerschner's (83), Lankester's (108—110), Metschnikoff's (133), Salensky's (144 u. 145) und Sedgwick's (154 u. 155).

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

ehesten Antwort geben könnten, besonders Volvox und Hydra, bereits zu weit ohne Vermittlung aus einander stehen, um vollen Aufschluss zu gewähren. Das Wenige indessen, was aus den Thatsachen gewonnen werden kann, zur Erklärung der Bildung des inneren Keimblattes zu verwenden, erscheint vielleicht nicht werthlos.

Nach den bisherigen Beobachtungen scheint es, dass der Modus der multipolaren Entodermbildung sich auf den Kreis der Coelenteraten beschränkt, ferner dass er nur bei solchen Formen vorkommt, welche kein freischwärmendes Blastulastadium mehr besitzen. Als Beispiele führe ich an: Eudendrium (Metschnikoff, 133), Halecium tenellum (?), (Hamann, 40), Eucope (Kowalevsky, 98 und 133), Carmarina hastata (Metschnikoff, 125 und 126; Kowalevksy, 98), Carmarina fungiformis (Fol 32; Metschnikoff, 129), Gorgonia proboscidea (Metschnikoff, 133), Liriope mucronata (id. ibid.), Aeginiden (id. ibid.), Manicinia (Wilson, 169). Dagegen zeigen alle Formen, welche eine freischwärmende Blastula haben, polare Entodermbildung, sei es hypotrope oder Invagination, und diese Blastulae sind sämmtlich eiförmig und bewegen sich um die Längsachse rotirend mit einem Pole voran. Beispiele sind: alle metagenetischen Medusen (Metschnikoff, 133; Claus, 19 u. 20; Hamann, 43), Pelagia noctiluca (Krohn, 103; Kowalevsky, 98; Metschnikoff, 133), Nausithoë marginata (Metschnikoff, 133), Actinia (Jourdan, 74; Kowalevsky, 98); ferner wenn man die Poriferen in die Betrachtung zieht: Sycandra (F. E. Schulze, 153, I u. V; Metschnikoff, 128; Keller, 78), Leucandra (Metschnikoff, 128), Ascetta (O. Schmidt, 148 und 149; Metschnikoff, 128), Plakina (F. E. Schulze, 153, IX), und Oscarella (K. Heider, 55).

Aus dieser Gegenüberstellung scheint mir der Schluss berechtigt, dass auf die Entstehung der Bildungsweisen des Entoderms die Bewegung[1] der einschichtigen Blase von Einfluss gewesen ist. Die multipolare Entodermbildung setzt nothwendig voraus, dass die Blastula aus physiologisch und morphologisch gleichen Zellen zusammengesetzt ist. Dieses scheint aber nur dann möglich zu sein, wenn die Blase eine allseitig rotirende richtungslose Bewegung hat, da dann alle Zellen unter gleichen Bedingungen sich befinden. Es ist daher wohl nicht unwahrscheinlich, anzunehmen, dass die Formen mit multipolarer Entodermbildung in ihrer Entwicklung das freischwärmende Blastulastadium sehr frühzeitig aufgegeben haben, jedenfalls eher als dieses

[1] Vgl. Hamann (45) und besonders Rabl (141) und Korschelt und Heider (97). Rabl verwendet in ähnlicher Weise dieses Moment zur Erklärung der Entstehung der Scheitelplatte der Trochophora, und Korschelt und Heider zur Erklärung der Entstehung der Invagination.

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

durch eine Änderung in der Bewegung den anderen Modus der Entodermbildung ausbildete. Ein Übergang nämlich aus der richtungslosen Bewegung in eine solche mit bestimmter Richtung, welcher nach Rabl seine Erklärung findet in dem dadurch erreichten Vortheil einer rascheren und sicheren Nahrungsaufnahme, muss zur Folge haben einmal eine Änderung der kugeligen Form in eine eiförmige und weiter eine Differenzirung der Zellen, da die vorderen jetzt anderen Bedingungen ausgesetzt sind als die hinteren. Dieses führte alsdann zur polaren Entodermbildung. Zur näheren Erklärung seien die Worte Korschelt's und Heider's (97, p. 81) benutzt: »An monaxonen, heteropolen Blastulalarven, welche man durch Wasser, in welchem sich Karminpartikelchen befinden, schwimmen lässt, kann man erkennen, dass durch die Bewegung der Larve diese Partikelchen von den vorderen und seitlichen Theilen weggeschleudert, dagegen an den hinteren Pol angedrängt werden. Hier war demnach der günstigste Platz für die Aufnahme von Nahrungspartikelchen, und durch eine Abflachung oder flache Einstülpung des hinteren Poles wurden diese günstigen Verhältnisse vermehrt[1]«.

Eine weitere Frage betrifft die Art der ersten einwandernden Zellen. Waren es Nährzellen, wie Metschnikoff (133) glaubt, oder Keimzellen, welche Ansicht besonders Goette (36), Salensky (144 u. 145) und Kerschner (83) vertreten? Ich kann mich der ersteren Ansicht nicht anschließen, weil ich, da Medium und Nahrungsmenge sich nicht änderten, keinen Grund für eine derartige Differenzirung — ganz abgesehen von der Frage, ob hierdurch eine bessere Ernährung erzielt wurde — finden kann. Ein Wachsthum der Blase über ihr Maß, das man auch als Grund angiebt, dürfte wohl eher zu einer einfachen Theilung geführt haben. Dagegen gewinnt die andere Ansicht an Wahrscheinlichkeit dadurch, dass ein Einwandern von Keimzellen in der angenommenen Weise sich bei einer lebenden Form, nämlich Volvox findet. Wäre sie aber richtig, so scheint mir doch noch nicht viel für eine Erklärung der Entstehung der Zweischichtigkeit gewonnen: ein Volvox bleibt immer einschichtig, so viele Keimzellen auch einwandern mögen. Die Schwierigkeit zu überwinden, die Ausbildung des Darmes und des Mundes zu erklären, hilft keine bis jetzt bekannte Form. Man kann sich denken, dass die Öffnung, durch welche die entwickelten Keimzellen aus der Höhle ins Freie gelangten, allmählich eine definitive wurde und dass durch dieselbe Nahrungstheilchen in die Höhle ge-

[1] Eine ähnliche Beobachtung theilt auch Keller (79) für eine Chalineenlarve mit, welche eine kleine Einstülpung am hinteren Pole hatte, in der sich die dem Wasser zugesetzten Karminpartikelchen sammelten.

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

langten und entweder von den Keimzellen oder von den Wandzellen aufgenommen wurden, und dass unter allmählicher Steigerung entweder eine Theilung der Keimzellen in nutritive und propagatorische oder eine solche der Wandzellen in animale und nutritive erfolgte etc. Man kann sich dieses ausdenken, und auch Anderes, eine jede Hypothese hat hier eben so viel und eben so wenig Berechtigung; einen großen Gewinn wird keine bringen, weil jeder irgend welcher thatsächlicher Untergrund bis jetzt fehlt.

Aber trotzdem derartige Fragen keine befriedigende Antwort finden, erscheint mir die Ansicht, dass der multipolare Modus der primäre, der polare der sekundäre ist, doch annehmbarer als die andere. Hierfür ist mir besonders entscheidend das Vorkommen der multipolaren Entodermbildung bei Hydra, einer Form, welche fast allgemein sowohl von den Gegnern wie von den Anhängern der Gasträatheorie als eine sehr ursprüngliche betrachtet wird. Bisher hat man die Ursprünglichkeit der Hydra fast ausschließlich auf Grund ihrer Anatomie behauptet; die Embryologie ist vielleicht desshalb weniger in Betracht gekommen, weil die bisherigen Beobachtungen noch zu sehr von einander in ihren Resultaten abwichen oder keine charakteristischen Merkmale ergeben hatten. Zieht man sie aber auf Grund der vorliegenden Untersuchung zu Rathe, so scheint sie mir außer dem Mangel freischwärmender Larven und außer der Schalenbildung fast durchweg solche Charaktere zu zeigen, welche man auch theoretisch als ursprüngliche fordern muss. Hierher rechne ich besonders die sehr regelmäßig verlaufende Furchung und die große Coeloblastula. Im Hinblick hierauf dürfte es schwer sein, die multipolare Entodermbildung der Hydra für cänogenetisch anzusehen, zumal dieselbe selbst wieder in so fern ursprünglich verläuft, als neben der Theilung auch Einwanderung ganzer Blastodermzellen zur Entodermbildung erfolgt.

Es mag auffallen, dass bei diesen Betrachtungen die der Hydra nächstverwandten Formen fast keine Berücksichtigung fanden. Es geschah dieses, weil die bisherigen Beobachtungen keine sichere Beurtheilung der Entodermbildung zulassen. Es soll hier eine totale äquale Furchung zu einer Morula, d. h. zu einem mehrschichtigen, aus völlig gleichartigen Zellen zusammengesetzten Keim führen, der keine Furchungshöhle besitzt, und aus welchem durch Spaltung Entoderm und Ektoderm entstehen. Die Existenz einer solchen Morula muss ich bezweifeln. Eine totale äquale Furchung kann nicht in dem einen Fall, z. B. bei Hydra, eine Coeloblastula entstehen lassen, in dem anderen Fall, z. B. bei Tubularia, einen Zellenkomplex ohne Furchungshöhle. Entweder machen die betreffenden Eier, welche in ihrer Entwicklung das

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

Morulastadium haben sollen, eine totale äquale Furchung durch, dann entsteht eine Furchungshöhle, dann bildet sich das innere Keimblatt durch spät oder früh erfolgende Einwanderung oder Theilung von Blastodermzellen, oder die Eier machen eine inäquale Furchung durch, und das Entoderm entsteht durch Epibolie. Ein Drittes giebt es nicht; in keinem Fall ist die Morula das Endstadium der Furchung, sondern sie ist bereits der zweischichtige Keim. Eine erneute Untersuchung wird in dieser oder jener Richtung entscheiden. Bei Tubularia, welche nach Hamann (40 u. 45), Metschnikoff (133) und Conn (21) eine Morula haben soll, führt die Furchung, wie eine Untersuchung mir bereits gezeigt hat, zu einer deutlichen Blastula mit wohl ausgebildeter Furchungshöhle, und durch Theilung der Blastodermzellen entsteht das Entoderm. Nach Beendigung der Entodermbildung kommt dann allerdings ein solider Zellenkomplex wie bei Hydra zu Stande, der aber eine ganz andere Bedeutung als die sogenannte Morula hat. Ähnlich werden sich die übrigen Formen auch verhalten, nur mag es oft schwer sein, dort, wo die Entodermbildung schon auf frühen Stadien vor sich geht, dieselbe zu konstatiren, und noch schwieriger, festzustellen, ob sie polar oder multipolar verläuft, weil eine Orientirung des Eies in den meisten Fällen kaum möglich sein wird[1].

Berlin, Januar 1891.

[1] So weit ich weiß, ist Hatschek (53, p. 506) der Erste gewesen, welcher die Existenz einer Morula bezweifelt hat. Er sagt: »Das Morulastadium ist ein als Erbtheil von älteren ungenauen Untersuchungen und speciell von den Arbeiten über Säugethierentwicklung her in unserer Litteratur eingebürgerter Begriff, der aber mit dem eigentlichen Wesen der Furchung in direktem Widerspruch steht.« Und in einer Anmerkung heißt es: »Auch ein entsprechendes phylogenetisches Stadium scheint mir nicht annehmbar, da die inneren Zellen eines mehrschichtigen Zellenhaufens nothwendig bei der Verschiedenheit ihrer Lagerung auch in ihrer Beschaffenheit und Funktion sich von den oberflächlichen Zellen unterscheiden mussten.« Auch Korschelt und Heider (l. c.) scheinen ähnliche Bedenken zu haben, indem sie der Morula überall das Beiwort »sogenannt« vorsetzen.

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

Benutzte Litteratur.

1. A. B., Kurze Nachricht von Wasserpolypen. Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. 1745.
2. G. J. Allman, A monograph of the Gymnoblastic or Turbularian Hydroids. London 1871.
3. H. Baker, An attempt towards a natural history of the Polype. London 1743.
4. F. M. Balfour, Handbuch der vergl. Embryologie. Übersetzt von B. Vetter. Jena 1880.
5. —— On the structure and homologies of the germinal layers of the embryo. Quart. Journ. of micr. science. N. S. Vol. XX. 1880.
6. Barrois, Embryologie de quelques eponges de la Manche etc. Ann. sc. nat. Sér. 6. T. III. 1876.
7. E. v. Beneden, De la distinct. orig. du testic. et de l'ovaire etc. Bull. de l'acad. de Belgique. 2 Sér. T. XXXVII. 1874.
8. R. Bergh, Studien über die erste Entwicklung des Eies v. Gonothyraea Loveni. Morph. Jahrb. Bd. V. 1879.
9. Th. Boveri, Zellen-Studien. Jen. Zeitschr. Bd. XXI. 1887. Bd. XXII. 1888. Bd. XXIV. 1890.
10. W. K. Brooks, On the life-history of Eutima, and on radial and bilateral symmetry in Hydroids. Zool. Anz. 7. Jahrg. Nr. 184.
11. O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle. 1876.
12. —— Bemerkungen zur Gasträatheorie. Morph. Jahrb. Bd. IX. 1883.
13. —— Protozoa. Bronn's Klassen und Ordnungen etc. Leipzig 1887—1889.
14. Ciamician, Zur Frage über die Entstehung der Geschlechtsstoffe bei den Hydroiden. Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878.
15. —— Über den feineren Bau und die Entwickl. von Tubularia mesembryanthemum. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. 1879.
16. C. Claus, Die Typenlehre und Haeckel's sogenannte Gasträatheorie. Wien 1874.
17. —— Studien über Polypen und Quallen der Adria. I. Acalephen. Denkschr. der math.-naturw. Klasse d. kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XXXVIII. 1877.
18. —— Zur Kenntnis der Aufnahme körperlicher Elemente von Entodermzellen der Coelenteraten. Zool. Anz. 4. Jahrg. Nr. 77.
19. —— Entwicklung des Aequorideneies. Zool. Anz. 5. Jahrg. Nr. 112.
20. —— Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung der Medusen. Prag und Leipzig 1883.
21. H. W. Conn, Development of Tubularia cristata. Zool. Anz. 5. Jahrg. Nr. 121.
22. Al. Ecker, Entwicklungsgeschichte der grünen Armpolypen. Freiburg 1853.
23. Ehrenberg, Über das Massenverhältnis der jetzt lebenden Kieselinfusorien etc. Physik. Abhandl. d. k. Akad. d. Wissensch. Berlin 1836. Ersch. 1838.
24. —— Mittheilungen aus den Verhandlungen der Ges. naturf. Freunde in Berlin. 1838.
25. Faurot, Sur l'Adamsia palliata. Compt. rend. T. CI.
26. J. W. Fewkes, On the development of Agalma. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. XI. Refer. in: Zool. Jahresbericht der Station in Neapel. 1885.

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

27. K. Fiedler, Über Ei- und Samenbildung bei Spongilla fluviatilis. Diese Zeitschrift. Bd. XLVII.
28. W. Flemming, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Thl. 1—3. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI, XVIII und XX.
29. —— Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.
30. —— Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX.
31. Flourens etc., Bericht über vier Abhandlungen des Herrn Laurent über die drei Arten von Reproduktionskörpern der Hydra grisea vulgaris. Froriep's Neue Notizen. Bd. XXIV. 1842.
32. H. Fol, Die erste Entwicklung des Geryonideneies. Jen. Zeitschr. f. Naturw. u. Med. Bd. VII. 1873.
33. M. J. Fraipont, Origine des organs sexuels chez les Campanularides. Zool. Anz. 3. Jahrg. Nr. 51.
34. M. Ganin, Materialien zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung der Schwämme. Warschau 1879. (Russ.) Ref. in: Jahresber. Zool. Stat. Neapel 1879 und Zool. Anz. 1. Jahrg. 1878. Nr. 9.
35. A. Goette, Abhandlungen zur Entwicklungsgesch. der Thiere. Hft. 2: Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer.
36. —— Ebenda. Hft. 3: Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte von Spongilla fluviatilis.
37. —— Ebenda. Hft. 4: Entwicklungsgeschichte der Aurelia aurita und Cotylorhiza tuberculata.
38. W. Haacke, Zur Speciesunterscheidung in der Gattung Hydra. Zool. Anz. 2. Jahrg. 1879. Nr. 43.
39. —— Zur Blastologie der Gattung Hydra. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIV. 1880.
40. O. Hamann, Der Organismus der Hydropolypen. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XV. 1882.
41. —— Studien über Coelenteraten. Ebenda.
42. —— Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei Hydra. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII.
43. —— Beiträge zur Kenntnis der Medusen. Ebenda. Bd. XXXVIII.
44. —— Die Urkeimzellen (Ureier) im Thierreich und ihre Bedeutung. Jen. Zeitschrift f. Naturw. Bd. XXI. 1887.
45. —— Über die Entstehung der Keimblätter. Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Physiol. Bd. VII. 1890.
46. E. Haeckel, Generelle Morphologie.
47. —— Die Kalkschwämme. 1872.
48. —— Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht 1869.
49. —— Die Gasträatheorie etc. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. VIII u. IX. 1874 u. 1875.
50. —— Studien zur Gasträatheorie. 1877.
51. A. Hancock, Notes on a species of Hydra etc. Ann. and Mag. of Nat. History. Vol. V. 2. Ser. 1850.
52. Cl. Hartlaub, Beobachtungen über die Entstehung der Sexualzellen bei Obelia. Diese Zeitschr. Bd. XLI.
53. B. Hatschek, Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata. Diese Zeitschr. Bd. XXIX.
54. —— Lehrbuch der Zoologie. Hft. 1 u. 2. Jena 1890.

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

55. K. Heider, Zur Metamorphose der Oscarella lobularis. Arb. zool. Inst. Wien. Bd. VI. 1886.
56. O. Hertwig, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morph. Jahrb. Bd. III. 1877.
57. —— Weitere Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung etc. Ebenda.
58. —— Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung etc. II. Ebenda. Bd. IV. 1878.
59. —— Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen? Jena 1884.
60. —— Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. Jena 1884.
61. —— Experimentelle Studien am thierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. Jena 1890.
62. —— Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXVI. 1890.
63. R. Hertwig, Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. Morph. Jahrb. Bd. II.
64. —— Die Kerntheilung bei Actinosphaerium Eichhorni. Jena 1884.
65. O. u. R. Hertwig, Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. Jena 1878.
65a. —— Die Actinien anatomisch und histologisch untersucht. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIV. 1880.
66. —— Die Coelomtheorie. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XV.
67. —— Experimentelle Untersuchungen über die Bedingungen der Bastardbefruchtung. Jena 1885.
68. —— Über den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluss äußerer Agentien. Jena 1887.
69. S. J. Hickson, On the sexual cells and the early stages in the development of Millepora plicata. Phil. Trans. roy. soc. of London. Vol. CLXXIX B. 1889.
70. Th. Hincks, A history of the british Hydroid Zoophytes. London 1868.
71. Th. H. Huxley, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Thiere. Übers. von J. W. Spengel. Leipzig 1878.
72. Jickeli, Der Bau der Hydroidpolypen. Morph. Jahrb. Bd. VIII.
73. Johnston, A history of the British Zoophytes. London 1847.
74. Jourdan, Recherches zoologiques et histologiques sur les Zoanthaires du Golfe de Marseille. Ann. Sc. Nat. 6. T. X.
75. C. Ishikawa, Über die Abstammung der männlichen Geschlechtszellen bei Eudendrium racemosum. Diese Zeitschr. Bd. XLV.
76. —— Über die Herkunft der weiblichen Geschlechtszellen bei Podocoryne carnea Sars. Diese Zeitschr. Bd. XLVII.
77. H. Jung, Beobachtungen über die Entwicklung des Tentakelkranzes von Hydra. Morph. Jahrb. Bd. VIII. 1883.
78. C. Keller, Untersuchungen über die Anatomie und Entwicklung einiger Spongien des Mittelmeeres. Basel 1876.
79. —— Studien über die Organisation und Entwicklung der Chalineen. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII.
80. —— Untersuchungen über neue Medusen aus dem rothen Meere. Diese Zeitschrift. Bd. XXXVIII. 1883.
81. S. Kent, Manual of the Infusoria. 1881—1882.

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

82. L. Kerschner, Zur Entwicklungsgeschichte von Hydra. Zool. Anz. 3. Jahrg. 1880. Nr. 64.
83. —— Keimzelle und Keimblatt. Diese Zeitschr. Bd. XLV.
84. H. Klaatsch, Beiträge zur genaueren Kenntnis der Campanularien. Morph. Jahrb. Bd. IX. 1884.
85. N. Kleinenberg, Hydra. Eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872.
86. —— Über die Entstehung der Eier bei Eudendrium. Diese Zeitschr. Bd. XXXV.
87. —— Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. Diese Zeitschr. Bd. XLIV. 1886.
88. G. v. Koch, Vorläufige Mittheilungen über Coelenteraten. II. Zur Anatomie und Entwicklung von Tubularia. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. VII.
89. —— Mittheilung über Coelenteraten. Morph. Jahrb. Bd. II. 1876.
90. —— Vorläufige Mittheilung über die Gorgonien von Neapel und über die Entwicklung der Gorgonia verrucosa. Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. III.
91. —— Die Gorgoniden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. XV.
92. A. Korotneff, Histologie de l'Hydre et de la Lucernaire. Arch. de zool. exp. et gén. T. V. 1876.
93. —— Sur le développement de l'oeuf de la Hydre. Compt. rend. 1878.
94. —— Entwicklung der Myriothela. Zool. Anz. 2. Jahrg. 1879. Nr. 25.
95. —— Zur Kenntnis der Embryologie der Hydra. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1883.
96. —— Cunoctantha und Gastrodes. Diese Zeitschr. Bd. XLVII.
97. E. Korschelt und K. Heider, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte der Wirbellosen. Hft. 1. Jena 1890.
98. A. Kowalevsky, Untersuchungen über die Entwicklung der Coelenteraten. Göttinger Nachr. 1868.
99. —— Zur Entwicklungsgeschichte der Alcyoniden Sympodium und Clavularia. Zool. Anz. 2. Jahrg. 1879. Nr. 38.
100. —— Zur Entwicklungsgeschichte der Lucernaria. Zool. Anz. 7. Jahrg. 1884. Nr. 184.
101. A. Kowalevsky und A. F. Marion, Documents pour l'histoire embryogénique des Alcyonaires. Ann. Mus. H. N. Marseille. Vol. I.
102. A. Krohn, Über einige niedere Thiere. J. Müller's Archiv. 1853.
103. —— Über die frühesten Entwicklungsstufen der Pelagia noctiluca. J. Müller's Archiv. 1855.
104. C. Fr. W. Krukenberg, Vergleichend-physiologische Studien. Reihe I und II. Heidelberg.
105. N. Kultschitsky, Die Befruchtungsvorgänge bei Ascaris megalocephala. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXI. 1888.
106. —— Über die Eireifung und die Befruchtungsvorgänge bei Ascaris marginata. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXII. 1888.
107. H. de Lacaze-Duthiers, Développement des Coralliaires. Arch. de zool. expér. et génér. 1873. Bd. II.
108. R. Lankester, On the germinal layers of the embryo as the basis of the genealogical classification of animals. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 1873.
109. —— On the invaginate planula of Paludina. Quart. Journ. Micr. Sc. 1875.
110. —— Notes on the embryology and classification of animal kingdom. Quart. Journ. of Micr. Sc. 1877.

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

111. Laurent, Zoophytologie. in Vaillant: Voyage autour du monde sur la Bonite. Paris 1844.
112. R. v. Lendenfeld, Über Coelenteraten der Südsee. IV. Eucopella campanularia nov. gen. Diese Zeitschr. Bd. XXXV. 1883.
113. Leuckart, Jahresbericht für 1868 und 1869. Wiegmann's Archiv. 1870. Bd. II.
114. F. Leydig, Die Dotterfurchung nach ihrem Vorkommen in der Thierwelt und nach ihrer Bedeutung. Isis 1848.
115. —— Einige Bemerkungen über den Bau der Hydren. Müller's Archiv. 1854.
116. —— Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. Bonn 1883.
117. —— Zelle und Gewebe. Bonn 1885.
118. —— Beiträge zur Kenntnis des thierischen Eies im unbefruchteten Zustande. Zool. Jahrb. Morph. Abth. Bd. III.
119. O. Maas, Über die Entwicklung des Süßwasserschwammes. Diese Zeitschr. Bd. L. 1890.
120. W. Marshall, Bemerkungen über die Coelenteratennatur der Spongien. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVIII.
121. —— Über einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolypen und über eine neue Form der Hydra viridis. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII.
122. —— Die Ontogenie von Reniera filigrana. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII.
123. —— Die Entdeckungsgeschichte der Süßwasserpolypen. Leipzig 1885.
124. Mereschkowsky, On the mode of development of the tentacles in the genus Hydra. Ann. and Mag. nat. hist. Vol. II. 5. ser. 1878.
125. E. Metschnikoff, Über die Entwicklung einiger Coelenteraten. Bull. Acad. d. Sc. de St. Pétersbourg. T. XV. 1871.
126. —— Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874.
127. —— Zur Entwicklungsgesch. der Kalkschwämme. Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874.
128. —— Spongiologische Studien. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. 1879.
129. —— Vergleichend-embryologische Studien. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. 1882.
130. —— Über die intracelluläre Verdauung bei Coelenteraten. Zool. Anz. 3. Jahrg. 1880. Nr. 56.
131. —— Zur Lehre über die intracelluläre Verdauung niederer Thiere. Zool. Anz. 5. Jahrg. 1882. Nr. 113.
132. —— Vergleichend-embryologische Studien. IV. Über die Gastrulation und Mesodermbildung der Ctenophoren. Diese Zeitschr. Bd. XLII.
133. —— Embryologische Studien an Medusen. Ein Beitrag zur Genealogie der Primitiv-Organe. Wien 1886.
134. Fr. Müller, Zur Kenntnis des Furchungsprocesses im Schneckeneie. Wiegmann's Arch. f. Naturgesch. 14. Jahrg. 1848.
135. M. Nussbaum, Über die Veränderungen der Geschlechtsprodukte bis zur Eifurchung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIII. 1884.
136. —— Über die Theilbarkeit der lebendigen Materie. II. Beiträge zur Naturgeschichte des Genus Hydra. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIX.
137. Pallas, Elenchus Zoophytorum. Hagae Comitum 1766.
138. W. Pfitzner, Beiträge zur Lehre vom Bau des Zellkerns und seinen Theilungserscheinungen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXII. 1883.
139. —— Zur morphologischen Bedeutung des Zellkerns. Morph. Jahrb. Bd. XI. 1886.

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

140. J. H. Pillsbury, Development of the planula of Clava leptostyla. Amer. Monthly Micr. Journ. Vol. III. — Zool. Jahresber. Stat. Neapel. 1882.

141. C. Rabl, Über die Entwicklung der Tellerschnecke. Morph. Jahrb. Bd. V. 1879.

142. —— Über Zelltheilung. Morph. Jahrb. Bd. X. 1885.

143. A. J. Rösel von Rosenhof, Insekten-Belustigung. Thl. III. Nürnberg 1755.

144. W. Salensky, Die Urform der Heteroplastiden. Biol. Centralbl. Bd. VI. 1886.

145. —— Études sur le développement du Vermet. Arch. Biol. T. VI. 1885 (erschienen 1887).

146. P. u. Fr. Sarasin, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. Bd. II, Hft. 3. 1889. Wiesbaden.

147. J. C. Schäffer, Die grünen Armpolypen, die geschwänzten und ungeschwänzten zackigen Wasserflöhe etc. Regensburg 1755.

148. O. Schmidt, Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien. Diese Zeitschrift. Suppl.-Bd. XXV. 1875.

149. —— Das Larvenstadium von Ascetta primordialis und Ascetta clathrus. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV. 1877.

149a. K. C. Schneider, Histologie von Hydra fusca etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXV. 1890.

150. M. Schultze, Beobachtung der Samenthierchen, der Eibildung etc. von Hydra. In J. J. S. Steenstrup's »Untersuchungen über das Vorkommen des Hermaphroditismus in der Natur«.

151. O. Schultze, Unteruchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. I. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.

152. F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung von Cordylophora lacustris. Leipzig 1871.

153. —— Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Diese Zeitschrift.
- I. Über den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus Haeckel. Bd. XXV. Suppl.-Bd.
- II. Die Gattung Halisarca. Bd. XXVIII. 1877.
- IV. Die Familie der Aplysinidae. Bd. XXX.
- V. Die Metamorphose von Sycandra raphanus. Bd. XXXI.
- VI. Die Gattung Spongelia. Bd. XXXII.
- VII. Die Familie der Spongidae. Bd. XXXII.
- IX. Die Plakiniden. Bd. XXXIV.
- X. Corticium candelabrum O. Schm. Bd. XXXV.

153a. —— Über cuticulare Bildungen und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V. 1869.

154. A. Sedgwick, On the origin of metameric segmentation and some other morphological questions. Quart. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. XXIV.

155. —— The development of the Cape Species of Peripatus. P. 3. Quart. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. XXVII.

156. C. v. Siebold, Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848.

157. W. J. Sollas, On the development of Halisarca lobularis. Quart. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. XXIV.

158. E. Strasburger, Die Kontroversen der indirekten Kerntheilung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIII. 1884.

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

159. J. Thallwitz, Über die Entwicklung der männlichen Keimzellen bei den Hydroiden. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XVIII.
160. A. Tichomiroff, Zur Entwicklungsgeschichte der Hydroiden. (Russ). Nachr. d. k. Ges. der Liebh. der Naturw., Anthrop. u. Ethn. Moskau 1887.
161. A. Trembley, Mémoires, pour servir à l'histoire d'un genre de Polypes d'eau douce. 1744.
162. A. de Varenne, Recherches sur la reproduction des Polypes Hydraires. Arch. zool. expér. et gén. T. X.
163. Wagler und Goeze, in: Neueste Mannigfaltigkeiten. Jahrg. I. Berlin 1778.
164. R. Wagner, Icones zootomicae. Leipzig 1841.
165. W. Waldeyer, Archiblast und Parablast. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXII. 1883.
166. —— Über Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXII. 1888.
167. E. B. Wilson, Variations in the yolk-cleavage of Renilla. Zool. Anz. 5. Jahrg. 1882. Nr. 123.
168. —— The development of Renilla. Philos. Trans. Vol. CLXXIV. 1884.
169. H. V. Wilson, Development of Manicinia areolata. Journ. of Morphology. Vol. II. 1889.
170. A. Weismann, Über den Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. Zool. Anz. 3. Jahrg. 1880. Nr. 61.
171. —— Zur Frage nach dem Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. Zool. Anz. 3. Jahrg. 1880. Nr. 55.
172. —— Beobachtungen an Hydroid-Polypen. Zool. Anz. 4. Jahrg. 1881. Nr. 75 u. 77.
173. —— Observations sur l'origine des cellules sexuelles des Hydroides. Ann. Sc. Nat. 6 Sér. T. XI.
174. —— Die Entstehung der Sexualzellen bei Hydromedusen. Jena.
175. —— Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Biol. Centralbl. Bd. IV. 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

Alle Figuren beziehen sich auf Hydra grisea, nur Fig. 5 auf Hydra sp.?; alle sind gezeichnet bei Zeiss Apochrom. Hom. Imm. 2,00 mm, Apert. 1,30, Oc. 8, Fig. 9 und 14, Oc. 12.

Fig. 1. Junges Keimbläschen; ein großer Nucleolus. Vergr. 1060.

Fig. 2. Junges Keimbläschen; Auftreten neuer Nucleolen. Vergr. 1060.

Fig. 3. Älteres Keimbläschen; Sonderung des Achromatins und Chromatins im Fadenwerk. Vergr. 1060.

Fig. 4. Ausgebildetes Keimbläschen. Vergr. 1060.

Fig. 5. Beginnende Rückbildung des Keimbläschens; Schrumpfung der Membran, Auftreten des Fadenknäuels; Zerfall der Nucleolen. Vergr. 1060.

Fig. 6 u. 7. Rückbildung des Keimbläschens und Ausbildung der ersten Richtungsspindel. Fig. 7 *a* und 7 *b* sind zwei zusammengehörende Schnitte. Vergr. 1060.

Fig. 8. Erste Richtungsspindel. Vergr. 1060.

Fig. 9. Erster Richtungskörper abgeschnürt. Vergr. 1400.

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

Fig. 10. Zweite Richtungsspindel. Beginn des Auseinanderrückens der Chromosomen. Vergr. 1060.

Fig. 11. Zweiter Richtungskörper abgeschnürt, Eikern in der Ausbildung begriffen. Auf dem Schnitt war der zweite Richtungskörper nur angeschnitten, daher der Unterschied in der Größe gegenüber dem ersten. Vergr. 1060.

Fig. 12. Eikern, dem Befruchtungsgrübchen anliegend. Vergr. 1060.

Fig. 13. Eikern (*eik*) und Spermakern (*spk*). Vergr. 1060.

Fig. 14. Eikern und Spermakern, welcher gewachsen ist, haben sich an einander gelagert. Vergr. 1400.

Fig. 15. Furchungskern. Vergr. 1060.

Fig. 16 u. 17. Theilung des Furchungskernes. Vergr. 1060.

Tafel X.

Alle Figuren beziehen sich auf Hydra grisea. Fig. 9 ist bei Zeiss achrom. F, die übrigen bei D, Oc. 2 gezeichnet.

Fig. 1. Reifes Ei, im Napf, welches von der zurückgewichenen Ektodermhülle (*ect*) gebildet wird, sitzend. Am distalen Pol das Befruchtungsgrübchen, darunter der Eikern (*eik*). Vergr. 230.

Fig. 2. Entodermbildung, mehrere Zellen in der Furchungshöhle liegend, andere einwandernd. Zelle *a* in Quertheilung. Fig. 2 *a* zeigt die zur Zelle *a* gehörende zweite Tochterplatte. Vergr. 230.

Fig. 3. Vorgeschrittenes Stadium der Entodermbildung. Vergr. 230.

Fig. 4. Ende der Entodermbildung; Beginn der Abgrenzung der Keimblätter gegen einander. Vergr. 230.

Fig. 5—8. Ausbildung der Schale. Fig. 6. Beginn der Chitinausscheidung an den Spitzen der Fortsätze der Ektodermzellen. Fig. 7. Chitinisirung der Fortsätze beendet, Übergreifen derselben auf den übrigen Zellkörper. Fig. 8. Schale fertig gebildet. *ect*, Ektoderm; *ent*, Entoderm. Vergr. 230.

Fig. 9. Keim acht Tage nach dem Abfallen vom Mutterthier. Innere Keimhülle (*ih*) gebildet. *sch*, Schale; *ect*, Ektoderm; *ent*, Entoderm. Vergr. 520.

Tafel XI.

Die Figur 8 ist bei Zeiss achrom. F, die übrigen bei D, Oc. 2 gezeichnet.

Fig. 1. H. grisea. Zelle *a* in der Einwanderung begriffen. Fig. 1 *a* und 1 *b* dasselbe Ei. Zelle *a* in Schieftheilung. Fig. 1 *b* zeigt einen Schnitt durch die Seite der Zelle *a*. Vergr. 230.

Fig. 2. H. fusca; am distalen Pol Zelle *a* in der Furchungshöhle liegend. Zelle *b* zeigt Längstheilung, Zelle *c* Quertheilung. Fig. 2 *a* dasselbe Ei. 2 Schieftheilungen. Vergr. 230.

Fig. 3 und 3 *a*. Hydra sp.?; zwei Quertheilungen; in Fig. 3 *a* eine Zelle in der Furchungshöhle liegend. Vergr. 230.

Fig. 4. Hydra sp.?: eine Schieftheilung und eine Quertheilung einer Blastodermzelle und eine Theilung einer Entodermzelle. Vergr. 230.

Fig. 5 u. 6. Hydra fusca. Bildung der Schale (*sch*) und der inneren Keimhülle (*ih*). *ect*, Ektoderm; *ent*, Entoderm. Vergr. 230.

Fig. 7. Hydra sp.?: Beginn der Schalenbildung. *ect*, Ektoderm; *ent*, Entoderm. Vergr. 230.

Fig. 8. Hydra sp.?: Schale (*sch*) fertig gebildet. Beginn der Bildung der interstitiellen Zellschicht. *ect*, Ektoderm; *ent*, Entoderm. Vergr. 520.

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

Tafel XII.

Fig. 1. Männliches Thier von Hydra sp.? Vergr. 10.

Fig. 2. Weibliches Thier von Hydra sp.? beim Ankleben der Eier. Verg. 10.

Fig. 3. Ei von H. viridis nach Kleinenberg (85, Fig. 11, Taf. III). *sch*, Schale; *ih*, innere Keimhülle.

Fig. 4. Ei von H. grisea. *sch*, Schale; *ih*, innere Keimhülle. Vergr. 60.

Fig. 5. Ei von Hydra sp.? *sch*, Schale; *ih*, innere Keimhülle. Vergr. 60.

Fig. 6. Ei von Hydra fusca. *sch*, Schale; *ih*, innere Keimhülle. Verg. 60.

Fig. 7. Hydra sp.? Ende der Bildung der interstitiellen Schicht (*is*). *ect*, Ektoderm; *ent*, Entoderm; *sch*, Schale; *ih*, innere Keimhülle. Zeiss achrom. F., Oc. 2. Vergr. 520.

Fig. 8. Embryo von Hydra sp.? aus der Schale frei werdend. Vergr. 30.

Fig. 9. Etwas älterer Embryo; Bildung der Leibeshöhle (*lh*), Anlage von Tentakeln (*t*). *ect*, Ektoderm; *stl*, Stützlamelle; *ent*, Entoderm; *sch*, Schale, *ih*, innere Keimhülle. Vergr. 60.

Fig. 10. Hydra sp.? Theil eines Längsschnittes durch den Embryo Fig. 9. *dz*, Deckzellen des Ektoderms; *is*, interstitielle Zellen; *nk*, Nesselkapselbildungszellen; *stl*, Stützlamelle; *ent*, Entoderm. Vergr. 520.

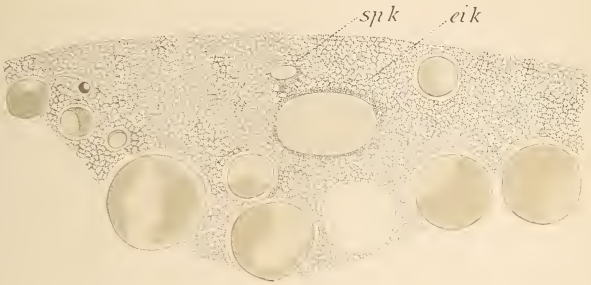
Fig. 11. Längsschnitt durch einen Embryo von Hydra sp.? Die Schale, in der der Embryo saß, ist nicht gezeichnet. *ect*, Ektoderm; *stl*, Stützlamelle; *ent*, Entoderm; *lh*, Leibeshöhle mit Gewebsfetzen und Pseudozellen; *t*, Tentakelanlage. Vergr. 60.

Fig. 12. Theil des Längsschnittes Fig. 11. *ect*, Ektoderm; *nk*, Nesselkapselbildungszellen; *ent*, Entoderm. Vergr. 230.

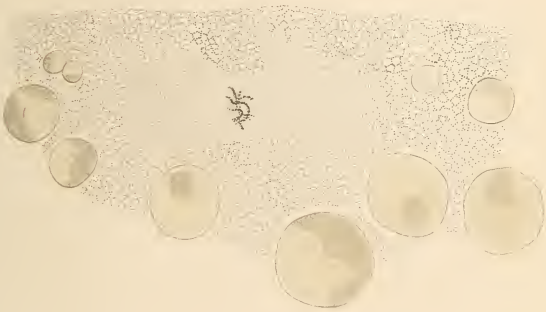
Fig. 13. Embryo von Hydra sp.? mit drei Armen. Die Schale, in der er noch saß, ist nicht mit gezeichnet. Vergr. 20.

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

15.



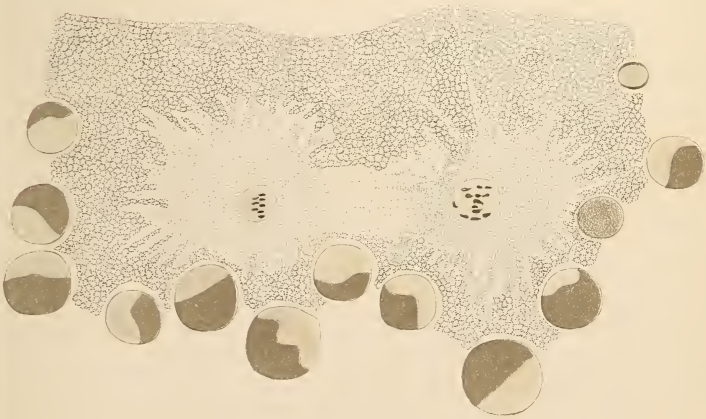
10.



th

h.

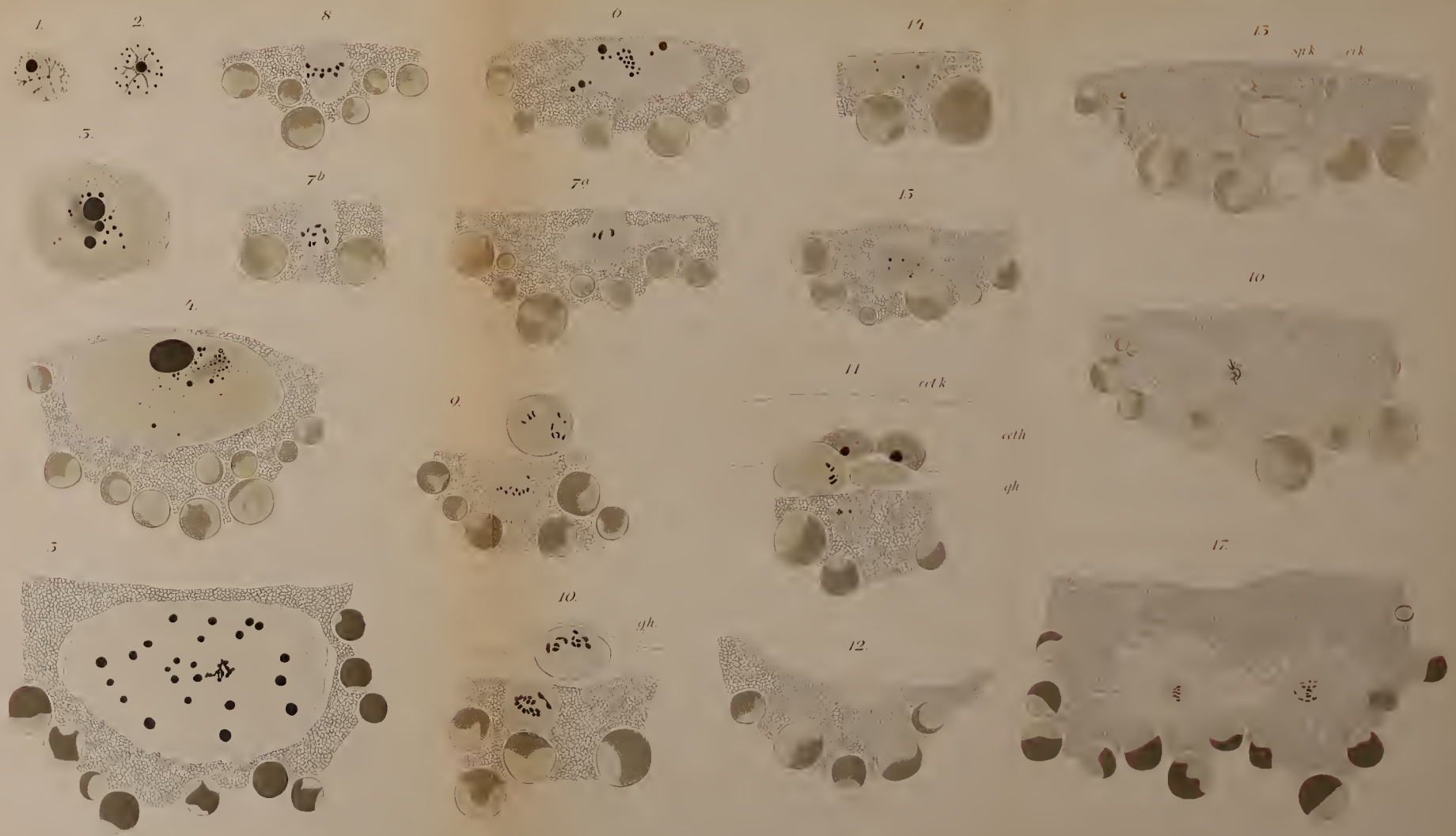
17.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

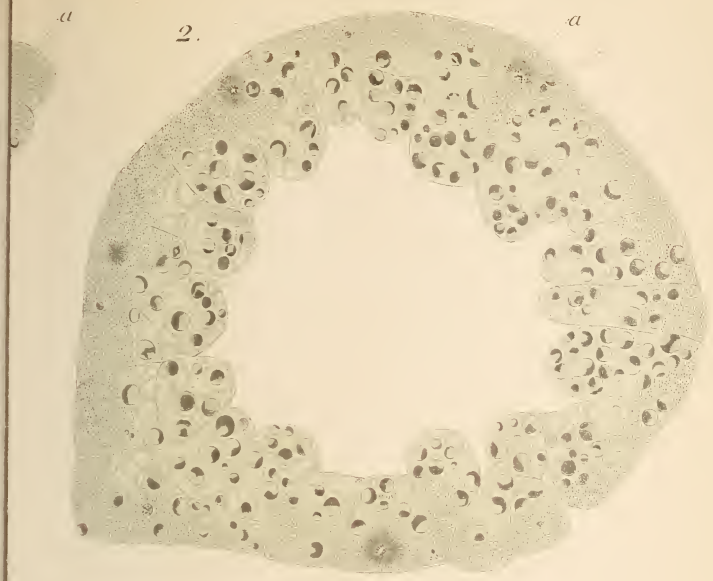
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

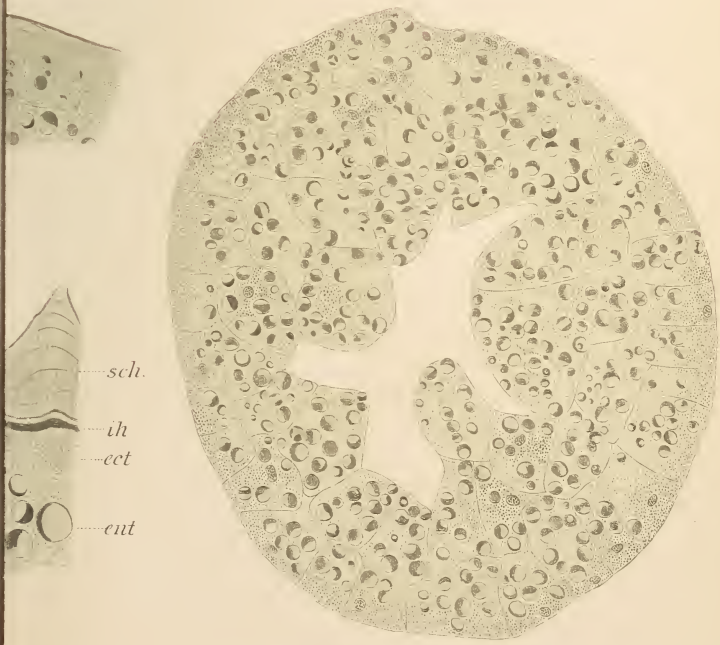
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



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

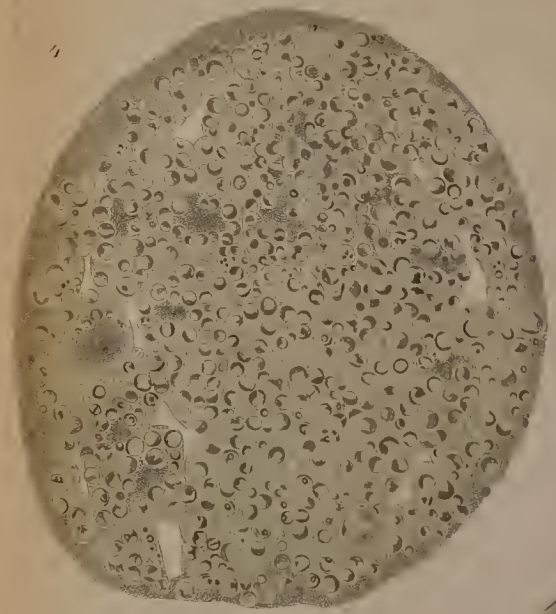
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

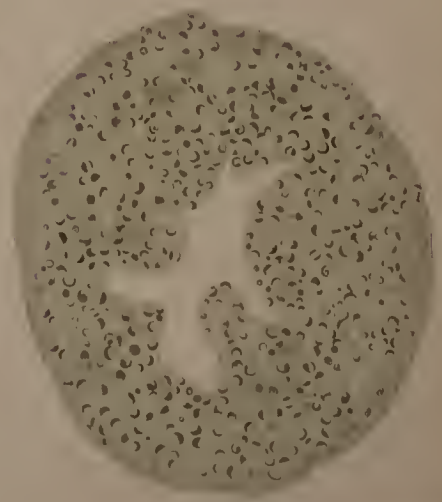


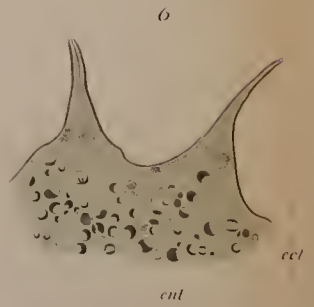


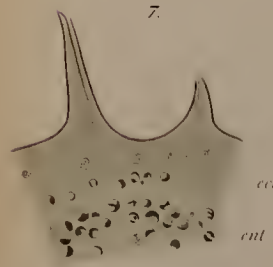
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

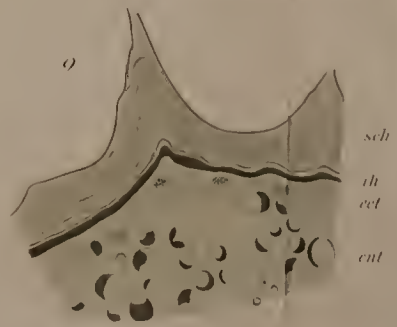
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at





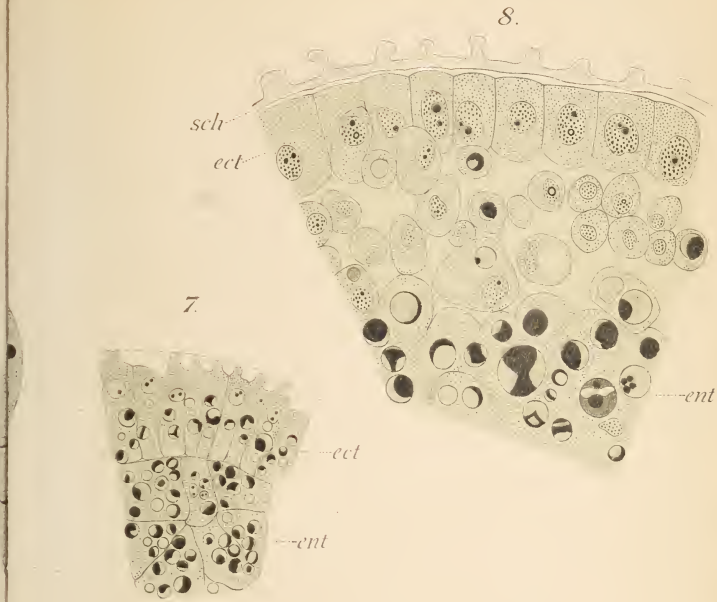






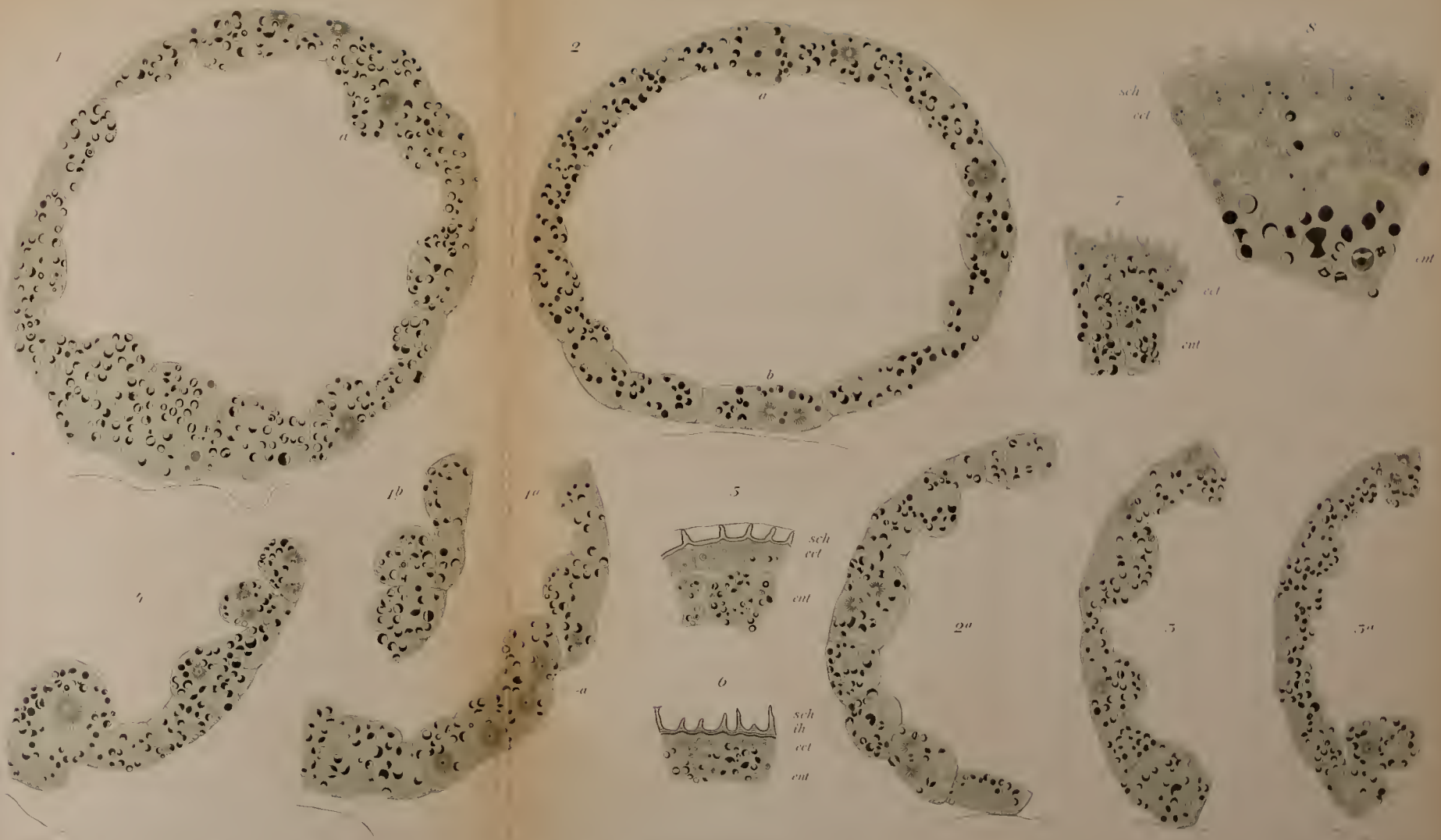
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

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



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

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



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

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

1.

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

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