

2
1

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^e SÉRIE.
TOME XI, N^o 6.

BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER HOLOTHURIEN.

VON

Dr. A. Kowalevsky.

(Mit 1 Tafel.)

Lu le 1 novembre 1866.

ST. - PÉTERSBOURG, 1867.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à **St.-Petersbourg,**
MM. Eggers et Cie., H. Schmitzdorff
et Jacques Issakof;

à **Riga,**
N. Kymmel;

à **Léipzig,**
M. Léopold Voss.

Prix: 25 Kop. = 8 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juin 1867.

C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(W. O., 9 ligne, N° 12.)

Entwicklungsgeschichte der Holothurien.

Psolinus brevis Forbes ist in der Umgebung von Neapel sehr allgemein, und da seine Geschlechtsorgane den ganzen Sommer über mit reifen Geschlechtsproducten angefüllt sind, so hoffte ich anfangs, dass es mir nicht schwer werden würde, ihre Entwicklung zu studiren. Aber wie es hierin schon Krohn, J. Müller und manchem Andern ergangen, so wollte auch mir dieses anfänglich nicht gelingen. Eine Reihe von künstlichen Befruchtungsversuchen führte zu keinem Resultate; die Thiere hielten das Leben in den Aquarien nicht aus; schon nach ein paar Tagen wurden ihre Tentakeln ganz klein, und wenn sie auch noch Wochen lang am Leben blieben, so unterschieden sie sich doch bedeutend von den frisch aus dem Meere genommenen. Endlich kam ich zu der Ueberzeugung, dass mir die Erforschung ihrer Entwicklung nur in dem Falle gelingen würde, wenn ich eine möglichst grosse Anzahl von Thieren in möglichst frischem Wasser beobachtete. Ich sammelte nun bis 50 Exemplare und setzte sie in ein sehr grosses Gefäss, durch welches ich das Wasser fliessen liess. Der erste Versuch schlug fehl, bei dem zweiten warf jedoch ein Männchen nach einem Zeitraum von ein paar Stunden Samen aus. Die Spermatozoiden traten in Form eines weissen Fadens aus einem Loche, welches zwischen den Tentakeln liegt; in der weissen Masse, die sich um die Oeffnung ansammelte, wurde ein entgegengesetzter Fühler eingesenkt, dann aufgehoben und der daran hängende Samen in das umgebende Wasser gewissermaassen ausgesät. Das Aus-treten des Samens dauerte ungefähr eine Stunde. Nach Verlauf einer zweiten Stunde fand ich in der Nähe einer anderen Holothurie am Boden des Gefässes bis 20 Eier liegen, die noch um weitere 30 vermehrt wurden; von einer Fruchtbarkeit aber, wie ich sie im vorigen Jahre an der *Pentacta doliolum* Jaeger beobachtet, war keine Rede. Alle Eier sanken zu Boden. Die geworfenen Eier waren schon befruchtet; wenigstens habe ich mich davon an einem zweiten Weibchen überzeugt, welches ich im ersten Moment des Eierlegens antraf

und in anderes Wasser setzte. Auch die hier von demselben gelegten Eier entwickelten sich. Dieselbe Beobachtung habe ich an den Eiern der *Pentacta doliolum* Jäg. angestellt, und die in der Leibeshöhle sich entwickelnden Eier der *Phyllophorus urna* Gr. bilden das dritte Beispiel einer inneren Befruchtung. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass das Sperma enthaltende Wasser in die Leibeshöhle gelangt und dazu noch sehr schnell und in so bedeutender Quantität, dass es die Tausende von den grossen Eiern der *Pentacta doliolum* befruchten kann. — Es ist das wieder ein Beweis für die unmittelbare Verbindung der Leibeshöhle mit dem umgebenden Medium. — Die Oeffnungen, durch welche bei den Weibchen die Eier, bei den Männchen der Samen austritt, sind nur in dem Moment des Austretens der Geschlechtsproducte zu bemerken.

Die Eier, welche schon aus der Leibeshöhle herausgetreten sind, bestehen aus einer deutlichen, nicht sehr weit abstehenden Dotterhaut (Fig. 1a) und aus einem dunkeln, grünlichen Dotter, in dessen Centrum ein Kern mit einem Kernkörperchen liegt. Obgleich die Eier ganz undurchsichtig sind, so kenne ich doch kein anderes so schönes Beispiel, um den Antheil des Kernes und selbst des Kernkörperchens an der Theilung des Dotters zu beobachten. Wenn man das Ei mit einem Deckgläschen bedeckt und anfangs zwei Papierstreifen unterlegt, die es vor völligem Zerdrücken schützen, so bemerkt man, wenn das Ei auch kaum erst gelegt ist, in der Mitte einen helleren Raum. Nimmt man nun eines der Papierstreifen weg und drückt somit das Ei stärker zusammen, so findet man an der Stelle des helleren Raumes ein sehr deutlich abgegrenztes Bläschen — den Kern, und in letzterem ein ganzes oder schon zusammengezogenes, oder auch zwei Kernkörperchen. Im letzteren Falle hat sich auch der Kern etwas in die Länge gezogen (Tab. I, Fig. 2a) und fängt an, wenn auch der Dotter noch so bedeutend zusammengedrückt ist, sich einzuschnüren und allmählich in zwei zu theilen. Dann gehen die beiden Kerne auseinander, und es beginnt jetzt die Theilung des Dotters. Anfangs verlängert er sich etwas, dann erscheint eine Einschnürung, welche allmählich fortschreitet, bis sich der Dotter endlich in zwei Dotterkugeln getheilt hat (Fig. 4). — Es gelingt überhaupt sehr selten, die Theilung des Kernkörperchens des Kernes und endlich die des Dotters so zusammenhängend und schön zu beobachten, wie es hier der Fall ist, mir ist es wenigstens bei keiner anderen Gelegenheit mehr so vollkommen gelungen. Besonders schön aber lässt sich das Alles an den verhältnissmässig grossen Eiern der *Pentacta doliolum* beobachten. — Ausser der oben erwähnten Dotterhaut sieht man jetzt auch noch ein anderes, sehr feines Häutchen (a), welches die beiden Kugeln überzieht, und dies ist besonders schön und deutlich an den Stellen sichtbar, wo sich die Kugeln an einander legen. Jetzt, nachdem das Dasein dieser anderen Haut erwiesen, kann man sie auch an dem nicht getheilten Ei als ein sehr zartes Häutchen (Fig. 1c) erkennen und sogar recht deutlich nach einer Behandlung des Dotters mit Essigsäure.

Die beiden an einander liegenden Kugeln theilen sich jede wieder in zwei, ganz nach demselben Schema der ersten Theilung; das Kernkörperchen theilt sich zuerst, dann der Kern und endlich die ganze Kugel. An der Stelle, wo sich die Kugeln berühren, erblickt

man in der Mitte eine helle Lücke (Fig. 5*h*), die auf der folgenden Theilungsstufe in acht Kugeln schon von allen Seiten geschlossen ist. Bei den weiteren Stadien war mir eine im Verhältniss zu der Vergrösserung der Furchungshöhle stehende Vermehrung der Zellen sichtbar. Zehn Stunden nach dem Austritte der Eier finden wir das Ei schon aus einer Reihe von kleinen Zellen bestehend, welche eine sehr geräumige Höhle umgeben (Fig. 8). Mit diesem Stadium endigt der allgemeine Process der Vorbereitung des Materials zum Aufbau des Embryo, und es beginnt die Bildung des letzteren.

Die Embryonen der *Pentacta dohiolum* bedecken sich auf dieser Stufe mit Cilien, brechen aus der Dotterhaut hervor und fangen an zu schwimmen. Erst am schwimmenden Embryo gehen alle Veränderungen vor, welche sich bei *Psolimus* noch am unbeweglichen in die Dotterhaut eingeschlossenen beobachten lassen. Wir wollen darum zuerst die Entwicklung des *Psolimus* verfolgen. Obgleich die centrale Höhle sehr gross ist, so ist der Dotter doch so undurchsichtig, dass man, um sie deutlich zu sehen, den Embryo mit dem Deckgläschen zusammenpressen muss. Die erste Veränderung des Keimes besteht in einer unbedeutenden Einstülpung, die an einem Pol des Eies sichtbar wird, und wobei der ganze Embryo eine etwas konische Form annimmt. Die Einstülpung schreitet allmählich weiter und bildet nach wenigen Stunden einen tiefen Sack (Fig. 11). Während dieser Zeit geht aber auch eine Veränderung in der Form der zusammensetzenden Elemente vor sich. Die Zellen, welche wir auf der Fig. 8 als cylinderartige Körperchen kennen lernten, zerfallen jetzt in zwei Schichten, in eine peripherische und eine centrale. Die peripherische Schicht besteht aus einer durchsichtigen Masse, in welcher man fast gar keine Fetttropfen findet, und erinnert auffällig an den hellen Inhalt der entwickelten Zellen. Anfangs wird sie nur als eine ganz dünne Schicht sichtbar (Fig. 10*p*), dann wächst sie etwas an und verbleibt lange in der Form. Anfangs ist es gar nicht möglich, an ihr irgend eine bestimmte Structur zu sehen, sie ist gar nicht aus Zellen gebildet und besteht auch nicht aus zusammengeschmolzenen Zellen; am wenigsten konnte ich nicht den Kern entdecken. Was die centrale Schicht anbetrifft, so behält sie noch länger die Form, die wir auf Figur 10 sahen, die Begrenzung der Zellen ist noch immer deutlich; die Zellen bestehen noch immer aus derselben feinkörnigen Substanz, aus welcher auch das reife Ei bestand. Was das weitere Schicksal der beiden Schichten anbelangt, so bildet sich die peripherische Schicht immer mehr und mehr aus, und wir finden an ihr bald eine zellige Structur, d. h. wir entdecken später in der einförmigen Schicht Kerne. Ein regelmässiges Pflaster-epithel konnte ich nie an den jungen Holothurien finden. Die centrale Schicht, welche so reich an Dottersubstanz war, geht hauptsächlich zur Bildung der Muskeln und Bindegewebzellen über. Ein ähnliches Zerfallen der Zellen der Keimanlage in zwei Schichten, in eine äussere und eine centrale, habe ich auch an vielen anderen Thieren beobachtet, und besonders deutlich an den Eiern des *Phoronis*.

Die weiteren Veränderungen bestehen darin, dass sich der anfangs sehr breite Spalt da, wo die erste Einstülpung entstand, zusammenzieht und nur eine kleine Oeffnung zurück-

*

lässt, welche in die Mundöffnung übergeht. Zu gleicher Zeit entwickelt sich eine Seite des Embryo viel bedeutender als die andere und schiebt somit die Mundöffnung nach einer Seite, welche zur Bauchseite wird. Jetzt fällt es schon schwer, die Contouren der Einstülpung zu beobachten. Es schien mir schon jetzt an dem hinteren Pol des Embryo eine Oeffnung zu sein, aber ganz sicher bin ich dieser Sache nicht. Auf der ventralen Seite liegt die Mundöffnung, auf der dorsalen bemerken wir zu dieser Zeit eine kleine Einstülpung, welche nur eine sehr unbedeutende Fläche einnimmt. Die Einstülpung wächst sehr schnell, und bald sehen wir sie schon bis an die Wände des Canales gelangen, welcher die Mundöffnung umgrenzt, und sich hier in zwei Aeste theilen. An der Stelle, wo die Einstülpung entstand, sehen wir Flimmercilien, — die einzige Stelle des Embryo, welche Flimmerung zeigt. Dieser Canal ist die erste Anlage des Wassergefässsystems der jungen Holothuria.

Wie sich die Aeste des verzweigten Canales schliessen, habe ich nicht unmittelbar beobachtet; die Sache ist zu schwierig, der Embryo ist immer ganz undurchsichtig, und von allem dem, was in demselben vorgeht, kann man nur durch comprimirt Exemplare Kenntniss erhalten. So viel ist aber bei mir festgestellt, dass, bevor die Aeste, welche den Oesophagus umringen, an der Ventralseite zusammenstossen, sie schon drei neue Aeste zur Bildung der drei oberen Tentakeln geben. Nachdem sich der Ring geschlossen hat (Fig. 12), bildet sich ausser zwei neuen Aesten zur Bildung der unteren Tentakeln noch ein Ast (*v*), der sich nach hinten fortsetzt. Die fünf ersten Aeste, die sich aus dem Ringe des Wassergefässsystems gebildet haben, sind alle nach vorn gerichtet und stülpen die Hautbedeckungen des Embryo, welche die Mundöffnung umgeben, in Form von fünf Warzen aus. Die Warzen, die immer mehr und mehr wachsen, ziehen auch die Bedeckungen des Körpers mit sich und bilden so einen Wall um die Mundöffnung, welche jetzt in eine Vertiefung zu liegen kommt. Der Ast des Ambulacralsringes, der sich nach hinten richtet, theilt sich bald in zwei Aeste (*ss*), von welchem jeder eine Ausstülpung der Haut bildet und somit zwei kleine neue Warzen an dem hinteren, unteren Ende des Körpers hervorbringt. Mit der Bildung der zwei hinteren Füsse ist die junge Holothurie ausgebildet. Zum besseren Verständniss wollen wir jetzt das Stadium näher beschreiben.

Die Körperbedeckungen der jungen Holothurien (Fig. 12) bestehen überall aus zwei sehr deutlich abgegrenzten Schichten. Die erste, äussere besteht aus zusammengeschmolzenen Zellen, von denen man nur die Kerne sieht. Diese Schicht ist jetzt schon bedeutend entwickelt. Die zweite, centrale Schicht besteht aus kleinen, runden Fetttropfen, welche an der äusseren Schicht liegen, und zwischen denen wir Muskelfäden und viele Bindegewebzellen finden. Nach innen geht die Leibeshöhle, welche mit einer Flüssigkeit erfüllt ist, in der sich eine Masse von Fetttropfen und Fettkörnchen suspendirt befinden. Durch die ganze Holothurie zieht sich der gerade Darmkanal, welcher nach innen flimmert, seiner ganzen Länge nach sehr einförmig ist und keine Abgrenzungen im Magen und Darm zeigt. Die Mundöffnung liegt am vorderen Ende des Körpers in einer ziemlich grossen Vertiefung, welche sich durch Aufhebung der Seitenränder gebildet hat. Der Anus (*a*) liegt nicht gerade

am hinteren Pole und ist etwas nach oben geschoben, ungefähr in der Mitte zwischen den hinteren Füsschen und der äusseren Oeffnung des Ambulacralsystems. Die Bewegungsorgane bestehen aus fünf vorderen Füsschen (Tentakeln) und aus zwei hinteren. Die beiden hinteren Füsschen sind von den Bedeckungen des Körpers in Form von zwei dicken Wülsten abgegrenzt. Die Muskelfäden sind schon bedeutend entwickelt, und alle Füsschen sind contractil. Das Ambulacralsystem besteht aus einem Canal, der nach aussen mündet (*c*) und an seiner äusseren Mündungsstelle flimmert, dann aus einem Ringe und dem Oesophagus, dessen Lumen mit dem umgebenden Medium vermittelt dieses Canals communicirt, aus fünf Ausstülpungen des Canals, welche sich nach vorn richten und in jedem Tentakel einen centralen Canal bilden, und endlich aus einem Canal (*v*), der sich nach hinten biegt, wo er sich verzweigt und Aeste in die beiden hinteren Füsschen giebt. Diese Canäle communiciren mit dem Ringcanal durch eine sehr enge Oeffnung, weil an der Stelle ihres Zusammenhanges mit dem letzteren die Canäle der Tentakeln fast zu einem dünnen Faden verengt sind und die Communication ihres Inhalts somit nicht ganz ungestört stattfindet. Die Wandungen der Canäle des Ambulacralsystems bestehen aus einem inneren, sehr ausgeprägten Epithel und feinen Muskelfädchen, welche es umspinnen. Die Längs- und Quermuskelschicht ist noch nicht deutlich zu erkennen. Ausserdem setzt sich an die Canäle eine Reihe von Zellen, dem Anscheine nach Bindegewebzellen, welche sich einerseits mit dem Canal, andererseits mit den Wandungen des Körpers im Zusammenhange befinden. In den Canälen findet man eine sehr durchsichtige Flüssigkeit (Plasma?) und frei schwimmende Zellen, welche ganz und gar an die Blutkörperchen der erwachsenen Holothurien erinnern. An den jungen Holothurien hat es gar keine Schwierigkeiten, die Bildung dieser Zellen zu beobachten. Man sieht sehr deutlich eine der Epithelialzellen sich allmählich aufheben (wahrscheinlich nach vorhergegangener Theilung), sich immer mehr und mehr von anderen Zellen abtheilen und endlich in das Lumen hineinfallen. Die Bildung dieser Blutkörperchen findet gewöhnlich in schon etwas mehr entwickelten Embryonen statt, wenn schon eine Communication des Wassergefässsystems mit der Aussenwelt nicht mehr existirt. Wegen der Anwesenheit der Blutkörperchen in dem Wassergefässsystem sind wir wohl berechtigt, dieses System für das embryonale Blutgefässsystem zu halten und anzunehmen, dass diese beiden Systeme in vielen Fällen zusammenschmelzen und die allgemeine Function der Circulation und des Bewegungssystems übernehmen. Der Zusammenhang dieser beiden Gefässsysteme wurde bei den entwickelten Formen oft vergebens gesucht, und nur 1862 gelang es Hrn. Dr. E. Haeckel¹⁾ die merkwürdige Entdeckung zu machen, dass sich in den Wassercanälen oder in dem Ambulacralsystem oder *Ephioleipsis* rothe Blutkörperchen befänden. Damit war erwiesen, dass wenigstens das Ambulacralsystem mit dem Blutgefässsystem in irgend einer Stelle communicirt. Ich habe in diesem Jahre die *Ephioleipsis* in einer Masse von Exemplaren beob-

1) E. Haeckel, die Radiolarien, 1862, p. 104.

achtet und mich davon überzeugt, dass hier kein Unterschied zwischen Ambulacral- und Blutgefässsystem existirt, da es, mit anderen Worten, dasselbe System ist.

Die fernere Entwicklung des Embryo, welchen ich beobachtete, besteht nur in der weiteren Ausbildung der schon erwähnten Theile und in der Bildung der Kalkkörperchen.

Die ersten Kalkkörperchen werden an demjenigen Canale (*w*) des Ambulacralsystems abgesetzt, welcher dies System mit der Aussenwelt verbindet. Sie entstehen als Ablagerungen zwischen den Zellen und erscheinen als ganz dünne Stäbe, die sich bald zu den bestimmten Figuren vereinigen und ein Kalknetz bilden. Was die Form anbetrifft, so giebt uns die Figur 18 die deutlichste Vorstellung davon. — Der Darmcanal wird bei der Ausbildung des Embryo bedeutend länger, krümmt sich, und der mittlere, dickere Theil bildet sich zum Magen um (Fig. 13 *d*), d. h. wir sehen an diesem Theile gelbe Zellen auftreten, die dieser Partie eine besondere Beschaffenheit verleihen. Der ganzen Länge des Darmes entlang ist eine deutliche Flimmerung zu bemerken. Es ist mir nicht gelungen, die Larven so weit aufzuziehen, bis sich die Athmungsorgane entwickelt hätten, doch ist kaum daran zu zweifeln, dass sie sich als einfache Einstülpungen des Hinter- oder Afterdarms bilden. Es bleibt mir somit nur noch zu erwähnen, dass an den Enden der Tentakeln und Füsschen besondere warzenförmige Gebilde entstehen, welche auch zur Anheftung der Füsschen dienen. Die Canäle des Wassergefässsystems scheinen nur zur Ausstülpung zu dienen, bei der Anheftung haben sie gar keine Rolle, indem diese einzig und allein vermittelt der Würzchen geschieht. Die Tentakeln gabeln sich bei ihrem weiteren Wachsthum am vorderen Ende, und es entstehen zwei, drei und später auch mehr Aeste. Die Bildung der neuen Aeste geht nicht vermittelt einer unmittelbaren Gabelung vor sich, sondern nicht weit von dem vorderen Ende des Tentakels gestaltet sich in der Haut eine kleine Verdickung, die bald zu einer kleinen Ausstülpung wird, in welche allmählich auch ein Aestchen des Wassercanals hineinwächst; darauf bilden sich an diesem Aeste auch noch Saugwürzchen, und es entsteht schliesslich ganz in dieser Weise ein dritter und vierter Ast.

Die so gebildeten, jungen Holothurien lebten in meinen Aquarien Wochen lang, ohne weitere Veränderungen durchzumachen, bis sie endlich alle starben.

Die Entwicklungsgeschichte der *Pentacta doliolum* unterscheidet sich von der des *Psolimus brevis* Forbes, und wir wollen hier nur jene Unterschiede hervorheben. Die Theilung des Eies geht ganz in derselben Weise vor sich. Die vorhergehende Theilung des Kernkörperchens und des Kernes ist hier leichter zu beobachten, obgleich die Eier wenigstens 4 oder 5 mal grösser sind. Das Zusammenpressen mit dem Deckgläschen führt auch hier zu demselben Ziele. Nach beendigter Furchung besteht auch hier das Ei aus einer Reihe von Zellen und einer centralen Höhle — Furchungshöhle. Auf diesem Stadium bedeckt sich der Embryo mit Cilien, flimmert anfangs in der Dotterhaut und fängt an sich zu drehen, durchbricht bald das dünne Häutchen und schwimmt ins Freie.

Der nun überall flimmernde Embryo verlässt das Ei, zieht sich etwas in die Länge, bildet am vorderen Pol eine kleine Einstülpung, welche in die Centralhöhle hineinragt, die

Ränder der Einstülpung ziehen sich etwas zusammen (Fig. 14), und die nachgebliebene kleine Oeffnung wird vermittelst einer sehr mächtigen Entwicklung der Dorsalseite des Embryo auf die Bauchseite geschoben (Fig. 15). Gleich hierauf beobachten wir am Embryo eine sonderbare Vertheilung des Flimmerkleides; wir finden nämlich, dass die ganze Partie, welche eine Art Buckel am vorderen Ende des Körpers ausmacht, von oben wie von unten bis zur Mundöffnung flimmert. Von dieser Abtheilung bis nach hinten beobachten wir am ganzen Körper vier Flimmerreifen (Fig. 16), welche durch breitere, nicht flimmernde Räume von einander getrennt sind. Die Mundöffnung liegt in der nicht flimmernden Partie zwischen dem vorderen flimmernden Buckel und dem ersten Flimmerreifen. Diese Vertheilung des Flimmerkleides in fünf Reifen erinnert wohl Jeden an die fünf Flimmerreifen der Auricularienpuppen und an die Larven der Comatula.

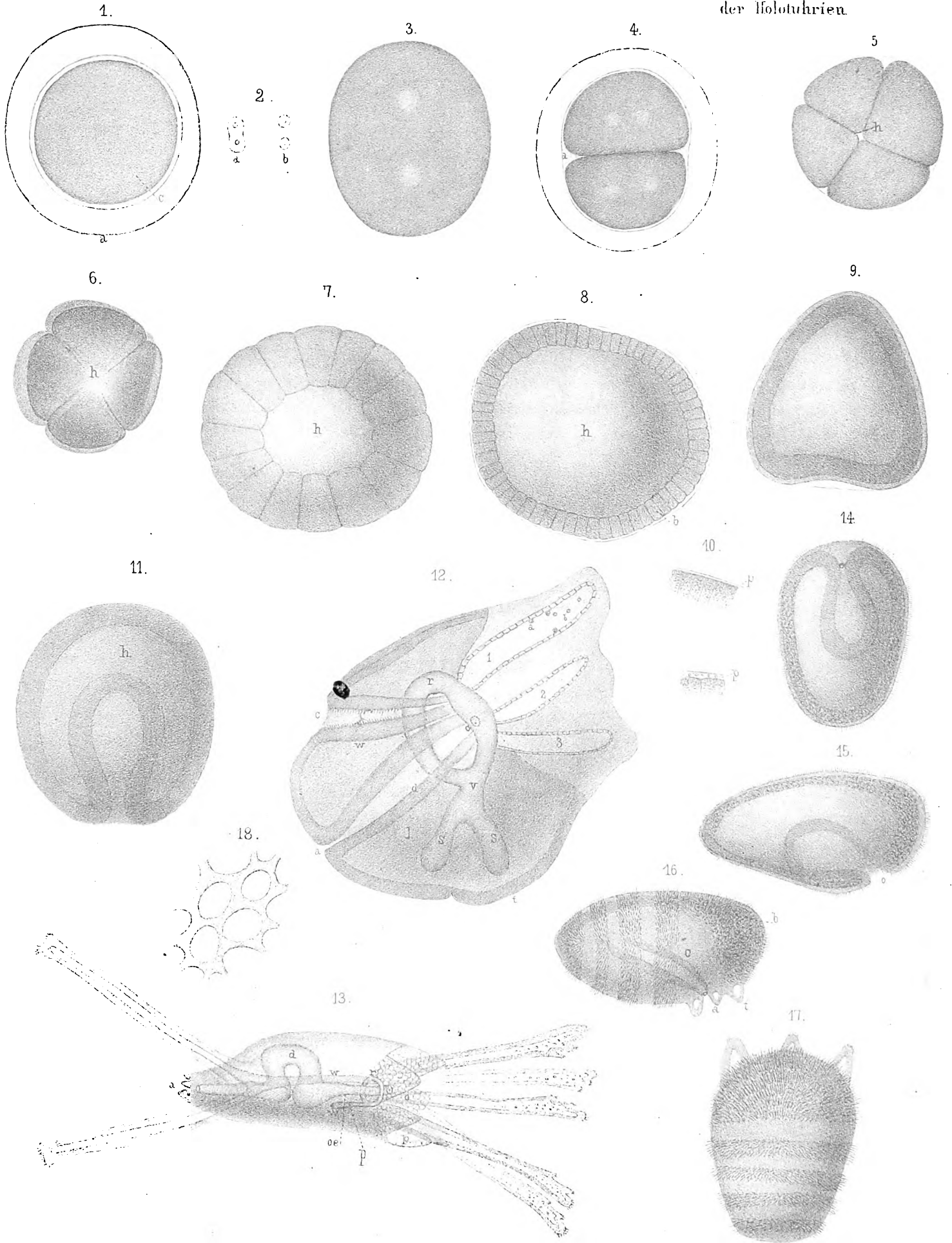
Nachdem die Mundöffnung auf eine Seite geschoben ist, beginnt die Bildung von Tentakeln, welche anfangs in der Dreizahl erscheinen (Fig. 16). An deren Enden bilden sich kleine Saugpappilen, ganz von demselben Baue, wie es Koren und Danielsen für die Jungen der *Hulothuria tremula* beschreiben. Die weiteren Veränderungen der Larve bestehen in der Ausbildung von noch zwei Tentakeln und zwei Füßchen am hinteren Ende. Mit dem Wachsthum geht auch eine allmähliche Auflösung der Dotterbläschen vor sich, welche ein Fettpolster unter der ganzen Haut der Larve bilden. Das vordere Ende, welches auf seiner Oberfläche mit Flimmercilien bedeckt ist, wird von den in eine Fettmasse verschmolzenen Dotterbläschen (*d*) erfüllt. Die Bildung der Canalöffnung, so wie die des Wassergefäßsystems ist mir entgangen. Die ausgewachsenen, kleinen Holothurien haben ganz die Form des jungen *Psolinus*, nur sind sie etwas plumper.

Es bleibt mir nur noch zu bemerken, dass ich auch eine dritte Holothurie in ihrer Entwicklung untersucht, aber damit nur so viel erzielt habe, dass auch diese Holothurie ihre Entwicklung, ohne einen besonderen Larvenzustand durchläuft, und der letztere schon in der Leibeshöhle des Mutterthieres vor sich geht. Diese Holothurie ist die von Grube beschriebene *Phyllophorus urna*. Ich habe Larven in verschiedenen Stadien gesehen, aber durch andere Untersuchungen gestört, konnte ich die Einzelheiten der Entwicklung nicht verfolgen. Noch bevor sie Füßchen erhalten, schwimmen sie schon sehr behende in der Leibeshöhle vermittelst der sie bedeckenden Flimmercilien. Die Vertheilung der Cilien in Reifen habe ich hier nicht bemerkt, will sie jedoch nicht läugnen, da ich die einzelnen Stadien etwas zu flüchtig untersucht habe. Durch welche Oeffnung die Leibeshöhle von der Larve verlassen wird, kann ich mit Sicherheit nicht angeben. Es wird wohl auch hier eine solche Oeffnung voraussetzen sein, wie diejenige war, aus welcher die Eier von *Pentacta* und *Psolinus* traten. Ich habe wiederholt gesehen, dass die Embryonen durch die Kiemen ausgeworfen wurden, doch ist es möglich, dass sie in dieselben nicht aus der Leibeshöhle, sondern aus dem sie umgebenden Wasser hineingezogen waren. Die jungen Holothurien haben, wenn sie das Mutterthier verlassen, schon die fünf Tentakeln und die beiden hinteren Füßchen.

Werfen wir jetzt im Allgemeinen einen Blick auf die Entwicklungsfrage der Holothurien, so müssen wir bemerken, dass alle unsere bisherigen Angaben, ausser den Untersuchungen von Koren und Danielsen¹⁾, sehr oberflächlich sind. Die Auricularien, welche von Joh. Müller und Krohn für Holothurienlarven angesehen wurden, haben sich nach den neueren Untersuchungen von Dr. Bauer als Synaptalarven erwiesen. Allerdings ist zur Synapta nur die Auricularia mit Kalkrädchen verfolgt.

Die Entwicklung des *Psolimus*, der *Pentacta*, der *Phyllophorus* und der *Hol. tremula* lässt uns schon fast mit vollständiger Sicherheit aussprechen, dass wenigstens alle Holothurien mit terminaler Mundöffnung sich ohne besondere Metamorphose entwickeln. Ich habe während meines Aufenthaltes in Neapel viele Holothurien in Bezug auf ihre Geschlechtsproducte untersucht und mich immer mehr davon überzeugt, dass bei den Holothurien mit terminaler Mundöffnung die Eier immer bedeutend gross waren und eine Masse von sogenanntem Nahrungsdotter (Nahrungsdotter in dem Sinne, dass diese Eier aus Fetttröpfchen bestanden) enthielten. Dagegen hatten die Eier aller Holothurien mit ventraler Mundöffnung einen ganz anderen Habitus und sind alle nach dem Typus gebaut wie diejenigen, welche Joh. Müller in Müller's Archiv, 1856, beschreibt. Alle diese Eier sind kleiner, immer durchsichtig und besitzen keine Fetttröpfchen. Da sich alle unzweideutigen Beobachtungen der Entwicklung der Holothurien nur auf die des ersten Typus beziehen, so muss man vermuthen, dass sich die Holothurien mit der ventralen Mundöffnung, welche auch anders gebaute Eier besitzen, nach einem anderen Plane entwickelten. Die verschiedenen Formen, welche man unter dem Genus der *Holothuria* verbindet, haben mich sehr lange beschäftigt, aber alle Versuche, ihre Entwicklung ins Klare zu bringen, schlugen fehl, und so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass diese Holothurien einer bedeutenden Metamorphose unterworfen sind. Eins möchte ich nur dagegen anführen, dass nämlich die *Hol. tubulosa*, welche so gemein ist, dass sie an vielen Stellen den Boden ganz bedeckt, und die man den ganzen Sommer über mit einer Masse von reifen Geschlechtsproducten erfüllt findet, mir nie schwimmende Larven gab. Dass sie keine Auricularien sind, beweist auch noch der Umstand, dass man in Neapel den ganzen Sommer über keine einzige Auricularie fangen konnte.

1) Koren und Danielsen. Fauna littoralis Norwegiae, 2 Livr.



Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Ein Ei des *Psolinus*. *a* Dotterhaut. *c* Dotter von einer feinen Haut umgeben.

Fig. 2. *a* Ein sich theilender Kern. *b* Ein schon getheilter Kern.

Fig. 3. Der Dotter hat sich in die Länge gezogen; die beiden Kerne sind ziemlich weit von einander entfernt.

Fig. 4. Ein in zwei getheiltes Ei.

Fig. 5. Vier Furchungskugeln; man bemerkt schon eine Höhle *h*.

Fig. 6. Durch eine aequatoriale Theilung haben sich acht Furchungskugeln gebildet. *h* die Segmentationshöhle.

Fig. 7. *h* Segmentationshöhle.

Fig. 8. *h* Segmentationshöhle. *b*. Blastoderm.

Fig. 9. Eine Seite beginnt sich einzustülpen.

Fig. 10. Das Zerfallen des einschichtigen Blastoderms in zwei Schichten. *p* äussere Schicht.

Fig. 11. Die Einstülpung ist schon bedeutend vorgeschritten.

Fig. 12. Eine junge Holothurie noch im Ei. *o* Mundöffnung; *a* Anus; *d* Darm; *r* Ringcanal des Wassergefässsystems; *w* der Canal, vermittelt des-

sen der Ringcanal sich nach aussen öffnet; *c* die Mündung des Canals nach aussen. 1. 2. 3. Die drei Ausstülpungen des Ringcanals zur Bildung der Tentakeln. *v* hinterer Zweig des Wassergefässsystems zu den Füsschen.

Fig. 13. Ein junger *Psolinus*, 10 oder 12 Tage alt. *oe* Oesophagus; *d* Magen; *a* Anus; *r* Ringcanal; *p* polische Blase; *w* hinterer Ast des Wassergefässsystems.

Fig. 14. Eine schwimmende Larve der *Pentacta doliohum*, mit schon eingestülptem Darm, 10 Stunden alt.

Fig. 15. Die Oeffnung *o*, welche von der Einstülpung geblieben, ist nach unten geschoben. Am vorderen Ende sammelt sich die Dottermasse an.

Fig. 16. Die Flimmercilien bedecken das vordere Ende der Larve; nach hinten folgen vier Flimmerreifen. *o* Mundöffnung; *t* Tentakeln; *b* Fettmasse, welche im vorderen Ende angesammelt ist; *c* Darmwandung.

Fig. 17. Dieselbe Larve von oben.

Fig. 18. Kalkablagerungen in der Haut des jungen *Psolinus* (Fig. 13).

