



Die Entwicklung des Eies von *Echinocardium cordatum*.

Von

A. Fleischmann,

Assistenten am zoologischen Institute Erlangen.

Mit Tafel XIV.

Nachdem durch die Arbeiten SELENKA's die Furchungsvorgänge bei verschiedenen Echiniden genauer bekannt geworden waren, erschien es von Interesse auch über die Entwicklung irregulärer Seeigel Klarheit zu gewinnen. Während eines Ferienaufenthaltes in der zoologischen Station zu Neapel um Ostern 1887 hatte ich die Freude, geschlechtsreife Individuen der Gattung *Echinocardium* zu erhalten und einem Rathe SELENKA's folgend, die ersten Vorgänge ihrer Eientwicklung zu verfolgen. Dieser Seeigel gehört zu den im Golfe nicht gerade seltenen Thieren, allein es kostet viele Mühe, eine größere Anzahl derselben in kurzer Zeit zusammenzubringen, und ich schulde dem Konservator der zoologischen Station, Herrn LOBIANCO, ganz besonderen Dank, weil ich durch seine Fürsorge gegen Mitte April in den Stand gesetzt wurde, bei einer ansehnlichen Zahl von reifen *Echinocardium* die künstliche Befruchtung auszuführen.

Andere irreguläre Seeigel, welche außerdem im Golfe von Neapel vorkommen, wie z. B. *Brissus* und *Brissopsis*, konnten nicht in genügender Anzahl beschafft werden, um die ersten Vorgänge ihrer Eientwicklung mit dem Befunde bei *Echinocardium* zu vergleichen.

Da sich *Echinocardium* in den Aquarien nie lange gesund erhalten lässt, so schritt ich sofort, nachdem die Fischer mit der Ausbeute an Seeiegeln zurückgekehrt waren, zur künstlichen Befruchtung: Rasch öffnete ich die eben gebrachten Thiere und isolirte die Hoden und Ovarien in zwei, wenig Meerwasser enthaltenden Schälchen. Sobald ich dann mit Nadeln die Ovarien zerriss, quollen die reifen Eier aus den Geschlechtsdrüsen heraus und bildeten am Boden des Schälchens

einen hellröthlichen, feinkörnigen Belag, über welchen die großen Fetzen der zerrissenen Ovarien lagen. Hierauf goss ich frisches Seewasser zu, um mit leichter Mühe die isolirten Eier von den zerrissenen Ovarialresten in ein reines größeres Glasschälchen abzusputen. Dazu wurde ein Tropfen reifen Spermas gesetzt und durch mehrmaliges Umrühren Eier und Sperma in innige Berührung gebracht. Es ist rathsam möglichst wenig Sperma zuzufügen, da bei der Anwesenheit einer allzu großen Anzahl von Spermatozoen diese sich so massenhaft in den Gallertmantel der Eier einbohren, dass die Beobachtung der Eientwicklung durch sie unangenehm gestört wird.

Nachdem Eier und Sperma kurze Zeit in der kleinen Schale geblieben waren, wurde der ganze Inhalt in eine große Schale gegossen, welche ganz frisches, durchlüftetes Seewasser und grünen Schmuck lebender Algen enthielt.

In einigen Fällen leitete ich während der ganzen Eientwicklung einen ziemlich beträchtlichen Luftstrom durch das Wasser, ein anderes Mal begnügte ich mich mit der von den grünen Algen gelieferten Sauerstoffzufuhr; diese Variation der Existenzbedingungen hatte keinen bedeutenden Einfluss. In beiden Fällen durchliefen die Eier den normalen Entwicklungsgang, in Folge der besseren Durchlüftung des Wassers wurde nur die Dauer der einzelnen Phasen etwas abgekürzt, d. h. die Entwicklung des Eies selbst etwas beschleunigt.

Die Beobachtungen wurden meist am lebenden Materiale ange stellt und zu diesem Behufe stets mehrere Eiprobe n aus dem großen Glasgefäße entnommen, welche am hängenden Tropfen in SELENKA's feuchte Kammer gebracht und gleichzeitig verfolgt wurden. Die Zeichnungen sind ebenfalls dem lebenden Eie nachgebildet und am konservirten Materiale kontrollirt.

Zur Konservirung verwandte ich fast ausschließlich 4%ige Osmiumsäure, nur selten salzhaltige Pikrinschwefelchromsäure. Durch vorsichtigen Zusatz von schwachem Alkohol und durch ganz allmähliche Steigerung seines Procentgehaltes gelang es, die Eier ohne merkliche Schrumpfung in Kanadabalsam einzulegen.

Farbstoffe wurden nur ausnahmsweise verwandt, da die Imprägnation mit Osmiumsäure zur Erkenntnis der Struktur völlig ausreichte.

Das befruchtete Ei erscheint als eine ganz gleichmäßige, feinkörnige Protoplasmakugel, welche sich in eine Dotterhaut und einen ziemlich dicken Gallertmantel einhüllt; es ist hell, farblos und zeigt an keiner Stelle ein gröber differenzirtes Plasma oder eine gefärbte Zone. Ungefähr anderthalb Stunden, nachdem Ei und Sperma mit einander

gemischt wurden, erscheint die erste Furchungsebene, sie halbirt nicht gleichmäßig die ganze Kugel, sondern schneidet an einer Seite oder, besser gesagt, an einem Pole des Eies früher und rascher ein, als auf der entgegengesetzten Seite. Leider habe ich nicht mit genügender Sicherheit verfolgt, ob der Pol, an welchem zuerst die Theilungsfurche sichtbar wird, etwa der Stelle entspricht, an welcher die Richtungskörper ausgetreten und das Spermatozoon eingedrungen, doch ist das ziemlich wahrscheinlich.

Bevor sich das Ei zur Theilung anschickt, legt es seine Kugelgestalt ab und wird etwas elliptisch langgezogen. Die Flächen, in welchen später die Pole der ersten Theilungsebene liegen werden, erscheinen nicht mehr rund, sie sind flacher geworden. Ungefähr in der Mitte der einen Polfläche schiebt sich eine gleich beim Beginne scharf charakterisirte schmale Rinne gegen das Eicentrum vor, während auf der gegenüberliegenden Fläche nur eine ganz sanfte Einsenkung das Umgreifen der Theilungsebene verkündet, die zuerst eindringende Rinne schreitet rascher und energischer, mit einem spitzeren Winkel vor und hat beinahe die Mitte des Eies erreicht, ehe die Einknickung an der entgegengesetzten Seite sich schärfer rinnenartig ausgebildet hat. Später rückt zwar die letztgenannte Rinne ebenfalls bis zum Centrum vor, allein ihr bleibt eine gewisse Schwerfälligkeit der Bewegung anhaften, so dass die beiden Furchungskugeln am einen Pole schon kollabirt sind, aber am anderen Pole durch die Furchungsrinne noch von einander getrennt erhalten werden.

Diese Verschiedenheit im Umgreifen der ersten Furchungsebene¹ charakterisirt sich nicht allein in der zeitlichen Differenz ihres Auftrettes an den beiden Polen, sondern auch in der Form der eingreifenden Theilungsrinne. Letztere knickt an dem Pole, wo sie zuerst erscheint, mit fast eckigen Kanten ein, schiebt sich wie ein spitzwinkliger Keil gen innen und wird seitlich so komprimirt, dass sie bald als schmaler Spalt erscheint. Am anderen Pole dagegen senkt sie sich als etwas breitere, stumpfwinkelige, nach den Seiten rundlich ausstreichende Furche ein, deren Wände nie so stark einander genähert werden.

Der Collaps der beiden Blastomeren beginnt natürlich an dem Pole, wo die Furchungsebene zuerst und rascher einschnitt, früher als an dem anderen, wo noch längere Zeit der Theilungsspalt bestehen bleibt. Nachdem auch dieser durch den Collaps geschwunden, weichen die beiden Eihälften zwar an beiden Polen wieder etwas aus einander,

¹ SELENKA, Zool. Studien. II. beschreibt dasselbe für Echiniden und giebt Abbildungen von Ophiuriden.

allein ein Unterschied ist immerhin zu konstatiren. Denn der Spalt, welcher künftighin die beiden Blastomeren trennt, ist an dem zuerst gefurchten Pole etwas schmaler und von fast parallelen Wänden begrenzt im Gegensatze zum anderen Pole, wo er breiter und keilförmig erscheint. Die Eihälften selbst sind am erst gefurchten Pole deutlicher abgerundet, am anderen dagegen eckig und weniger gut geglättet.

Im Verlaufe der weiteren Entwicklung stellt sich klar heraus, dass die beiden Pole, wie sie durch die erste Furchungsebene klar erkennbar werden, den Polen der späteren Gastrula entsprechen und zwar giebt sich der Pol, an welchem die Theilung zuerst und rascher verläuft als animaler, der entgegengesetzte als vegetativer Pol zu erkennen. Die Achse der ersten Theilungsebene fällt also mit der Gastrulaachse zusammen.

Die erste Furchungsebene ist übrigens, abgesehen von ihrem ungleichmäßigen Vordringen, dadurch bemerkenswerth, weil die durch ihre Thätigkeit gelieferten Theilprodukte nicht gleiche Größe erhalten. Sie schneidet die beiden ersten Furchungshälften ungleich als ein größeres und kleineres Theilstück ab, die größere Hälfte ist mehr abgerundet und besitzt eine stärkere Wölbung, als die kleine Furchungskugel, deren Wand etwas platt gespannt ist.

Sofort nach der Theilung springt dieser Unterschied sehr deutlich in die Augen, durch den Collaps gleicht er sich etwas aus, aber er bleibt immer noch erkennbar bestehen. Eine solche Größendifferenz der beiden Furchungskugeln war mir im ersten Momente eben so auffallend, wie dem Leser, und ich hatte gewichtige Zweifel gegen die Richtigkeit der Beobachtung. Desshalb verfolgte ich möglichst viele Zweitheilungen in statu nascendi und kam schließlich zur sichern Überzeugung, dass schon die erste Ebene ungleichförmige Hälften am Eie gliedert. Dieses Verhältnis erkennt man besonders sicher, wenn man das Ei entweder von dem einen Pole aus oder senkrecht zur ersten Theilungsachse betrachtet. Im ersten Falle sind die Querschnittsflächen der Furchungskugeln ohne Zweifel ungleich groß, im anderen Falle erhält man Längsschnitte durch eine plattere und eine stärker gewölbte Hälfte.

Die erste Furchungsebene tritt also zuerst am animalen, später am vegetativen Pole des befruchteten Eies auf, sie vollendet in Folge dessen die Theilung am animalen Pole rascher. Die Theilhälften sind vom Beginne an ungleich.

50 bis 60 Minuten nach dem Auftreten der ersten Ebene erscheint die zweite vertikale Furchungsebene; vorher sind die beiden

Furchungskugeln wieder etwas aus einander gewichen. Die zweite Ebene, welche senkrecht zur erst erschienenen Theilfläche steht, schneidet eben so wie diese am animalen Pole mit scharf ausgesprochener Rinne zuerst in das Ei und ich konnte, wie LUDWIG¹ bei *Asterina gibbosa* konstatiren, dass sie die kleinere Furchungskugel rascher theilt als die größere Hälfte, welche erst dann von der Theilungsfurche erreicht wird, nachdem diese die kleine Hälfte vollkommen durchgefurcht hat. Man darf also auch bei *Echinocardium* von einem dreizelligen Furchungsstadium sprechen; freilich ist dasselbe nur kurze Zeit beständig und bald darauf ist durch die Theilung der größeren Hälfte das vierzellige Stadium erreicht. Die Achse der zweiten Theilfläche fällt natürlich mit der Gastrulaachse zusammen.

Auch jetzt lassen sich noch die Abkömmlinge der beiden ungleichen Furchungshälften nach ihrer Größe unterscheiden, doch ist diese Thatsache in Folge der complicirteren Gestalt des Eies etwas schwerer erkenntlich. Unzweifelhaft aber sehen die vier Furchungszellen mit verschiedenen geformten Enden gegen die beiden Pole: sie neigen sich mit spitzerem Ende gegen den animalen Pol und begrenzen mit abgerundeten Flächen den Hohlraum am vegetativen Pole. Denn, was ich bis jetzt nicht erwähnte, mit der Vollendung der zweiten Furchungsphase ist zwischen den vier Furchungskugeln ein deutlicher, obwohl schmaler Hohlraum aufgetreten; er stellt die erste Anlage der vom Gallertkern erfüllten Furchungshöhle dar. Dieser Zwischenraum hat nicht eine gleichmäßige, etwa röhrenartige Form, sondern, indem die Zellen am animalen Pole näher zusammenstehen und ein kleineres Spaltloch begrenzen, während sie am unteren Pole weiter aus einander weichen, erhält die Furchungshöhle die Gestalt eines abgestumpften Kegels. Aber dessen Wände sind nicht vollkommen gerade, vielmehr bauchen sie sich nahe der großen Grundfläche am vegetativen Pole gegen die Furchungszellen aus, so dass die Höhlung mehr die Form einer Kochflasche erhält.

Das Ei entfernt sich seit dem Beginne der Theilung immer mehr von der reinen Kugelgestalt; schon die von der ersten Ebene gelieferten Eihälften ergänzen sich nicht zur idealen Kugelform und nach dem Ablaufe der zweiten Theilungsphase ist es streng genommen inkorrekt den bildlichen Vergleich mit »Furchungskugeln« fernerhin durchzuführen. Die Form der vier Theilstücke entspricht, wenn man mathematisch denken will, nicht etwa den Kugelquadranten, vielmehr wurden sie in der Richtung der zusammenfallenden Achsen der ersten und

¹ Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 6.

zweiten Ebene etwas ausgedehnt und können sich nicht mehr zur Kugel ergänzen. Ich hebe diese Kleinigkeiten nur deshalb hervor, um mit aller Schärfe darauf hinzuweisen, dass die Ei- oder Gastrulaachse mit dem Verlaufe der Furchung sich in die Länge streckt und man ihr successives Wachstum vom Beginne an verfolgen kann.

Das Auftreten der dritten äquatorialen Furchungsebene, welche etwa 40 Minuten später erscheint, wird schon vorher dadurch angedeutet, dass die vier Zellen weiter aus einander treten und die Furchungshöhle größer wird. Die Theilungsfurche selbst, welche senkrecht zu den beiden ersten Theilungsflächen gerichtet ist, knickt dann zuerst an der Seite der Zellen ein, welche gegen die Höhlung gewandt ist; sie greift viel später auf die äußere Peripherie über, dringt also vom Eicentrum nach außen vor. Auch ihr kommt die Eigenthümlichkeit zu, dass sie nicht gleichzeitig alle vier Zellen zum Schauplatz ihrer Thätigkeit macht, sondern dass sie successive von einer Zelle auf die andere überspringt. Dem Beispiele der zweiten Ebene folgend führt sie ihren trennenden Eingriff schneller und energischer gegen die beiden Zellen aus, welche von der ersten kleineren Furchungshälfte stammen, und umfasst zaudernd die Abkömmlinge der großen Hälfte. Ihre Bewegungsrichtung ist dabei keine einseitige; denn sie theilt nicht, einem größten äquatorialen Kreise folgend, die Zellen nach einander in je zwei Segmente. Vielmehr schlingt sie sich, von einem äquatorialen Punkte, der in der ersten vertikalen Ebene liegt, ausgehend, zunächst nach einer Richtung um die beiden kleineren Quadranten; hernach umspannt sie, vom gleichen Ausgangspunkte nach entgegengesetzter Richtung vorschreitend, die beiden größeren Zellen. Wenn man die Theilung während ihres Verlaufes verfolgt, so beobachtet man häufig Eier, deren erster und zweiter Quadrant völlige Durchschneidung, deren dritter und vierter fast keine Spur einer Einkerbung zeigt. Man könnte desshalb ganz wohl von einem Sechs- und sogar von einem Siebenzellenstadium sprechen, die nur wegen ihrer geringeren Dauer seltener zu Gesicht kommen.

Während der Theilung hatte ich öfters den Eindruck, als ob durch die äquatoriale Ebene ungleiche Segmente abgegliedert würden und auch am vollendeten Achtzellenstadium fand ich an den Zellen einen Größenunterschied wahrnehmbar, je nachdem sie gegen den animalen oder den vegetativen Pol gewandt waren. Die kleineren Zellen, welche von besser gerundeten Wänden begrenzt waren, schienen stets am animalen Pole um die enge äußere Öffnung der Furchungshöhle zu liegen, während deren Mündung am vegetativen Pole von den größeren, mehr eckigen Segmenten umrandet wurde. Ich habe die Angaben

über die von der verschiedenen polaren Lage bedingte Größendifferenz der acht Segmente in etwas limitirender Fassung gemacht, weil ich mich überzeugte, wie schwer es sei, eine geringe Größenverschiedenheit an Furchungszellen, die man stets nur in verschiedener Lagerung, d. h. theils von der Fläche, theils im Quer- oder Längsschnitte gesehen, vergleichen kann, unzweifelhaft nachzuweisen.

Nach der Theilung ist die Furchungshöhle zwischen den acht Segmenten ziemlich groß, aber bald wird sie enger, da die Zellen näher gegen einander rücken. Die beiden Pole bleiben durch die verschiedenen weite Mündung der Höhle charakterisirt.

Zur weiteren Furchung des Eies verbinden sich von jetzt ab immer zwei Ebenen, welche fast gleichzeitig in die Zelllager einschneiden; sie sind entweder der vertikalen oder der äquatorialen Ebene parallel gerichtet. Da es zu weitläufig wäre, wollte ich stets die entsprechende parallele Ebene zur Erklärung des Verlaufes einer neuen Theilungsfläche herbeiziehen, so werde ich künftighin Ebenen, welche der vertikalen parallel sind, als Orthoplane, und solche, die dem Äquator parallel laufen, als Isoplane bezeichnen. (In anderen Fällen, wo schräg gerichtete Theilungsebenen auftreten, dürfte sich die Bezeichnung Klinoplane empfehlen.)

Nach ungefähr dreiviertel Stunden erscheinen zwei neue Theilungsebenen, die vierte und fünfte Isoplane. Zuvor hat sich die Furchungshöhle mehr erweitert, indem die acht Segmente an dem Äquator weiter vom Centrum gerückt sind. Dies geschieht also, dass der spitze Winkel, unter welchem je vier Zellen im Achtkugelstadium an einem Pole zusammenstanden, nun stumpfer wird und die Furchungshöhle am Äquator, die Zellen centrifugal treibend, sich ausbaucht.

Beide Ebenen treten wieder an der inneren Seite der Segmente in der Furchungshöhle auf und knicken erst später an der äußeren Peripherie ein. Sie theilen mit der zweiten und dritten Ebene die Tendenz, mit schnellerem Zuge die Theilprodukte der ersten kleineren Furchungshälfte zu zerschneiden, und verschmähen eine gleichmäßige Ausbreitung über alle Zellen. Diese Eigenschaft kommt auch den späteren Theilungsflächen zu.

Die vierte Isoplane unterscheidet sich von der fünften durch ihr etwas früheres Auftreten; sie erscheint nämlich in den gegen den animalen Pol gewandten Zellen und spaltet von denselben vier kleine Polzellen ab, ehe die fünfte Isoplane in der anderen vegetativen Eihälfte über eine schwache Einbuchtung hinaus gekommen ist. Man kann wiederum von einem sehr vergänglichen Zwölfzellenstadium sprechen.

Die auf diese Weise entstandenen Polzellen erhielten nach ihrer

Lage sicher verschiedene Größe und es übertreffen die am vegetativen Pole abgeschnürten Zellen an Masse bei Weitem die animalen Polzellen; in Folge dessen sind auch die unterliegenden Polmutterzellen different.

Das Ei besteht dann nach Vollendung der vierten und fünften Theilungsphase aus vier über einander geschichteten Kränzen zu je vier Zellen: Am oberen animalen Pole liegen vier kleine Polzellen, darunter vier große Polmutterzellen, dann jenseits des Äquators vier kleinere Zellen, unten die vier großen vegetativen Polzellen¹. Was die gegenseitige Lage der 46 Zellen betrifft, so kann man über das Ei nicht zwei Meridiankreise legen, deren Peripherie mit den Grenzen von je vier bzw. acht über einander liegenden Zellen zusammenfiel. Es zeigt sich vielmehr, dass nur die Zellen der beiden mittleren Kränze direkt auf einander geschichtet sind, während die Elemente der polaren Kappen gegen die unterliegenden Mutterzellen um etwa 45° gedreht sind. Ihre Zellgrenzen treffen stets gegen die Mitte der anstoßenden Mittelzellen und umgekehrt. Ich habe nicht verfolgen können, auf welche Weise eine solche Verschiebung zu Stande kommt, doch fiel sie mir schon kurze Zeit nach der Theilung auf. Aus dieser Lagerung der 46 Segmente lässt sich schon im Voraus der Verlauf der nächsten Spaltungsflächen ableiten. Denn man darf wohl behaupten, dass von jetzt an neue meridionale Ebenen außer Stande sein müssen, die verschieden gestellten Zellkränze zu durchfurchen. Und in der That greifen die bald entstehende sechste und siebente Orthoplane nur in die beiden mittleren Zelllagen ein. Es entsteht also ein Furchungsstadium von 24 Zellen, die in vier Reihen, zwei kleineren, vier-zellenstarken, polaren Kreisen und zwei äquatorialen Ringen von je acht Elementen aufgeschichtet sind.

Die folgende achte und neunte Isoplane gliedert die polaren Kreise in je zwei Ringe von je vier Zellen und führt so zum Stadium der 32 Zellen, die in sechs Stufen aus zwei äquatorialen Ringen von je acht, und vier polaren Kreisen von je vier Zellen aufgethürmt werden.

Die nachfolgenden Theilungsebenen konnte ich nicht mehr so genau verfolgen; deshalb fahre ich gleich mit der Darstellung der Mesenchymentwicklung fort.

¹ Dieser Furchungsmodus ist bis jetzt bei keinem Echinodermen beschrieben. SELENKA (l. c.) giebt an, dass die vegetative Hälfte zunächst von orthoplanen Ebenen gefurcht werde und zeigt in den Abbildungen die Theilungsspindeln parallel dem Äquator liegend als zwingenden Beweis für die meridionale Richtung der fünften und sechsten Ebene. Ich sah dagegen bei Echinocardium die Theilungsspindeln der vegetativen Zellen deutlich vom Äquator gegen den Pol gerichtet als Beweis für ihre isoplane Theilung.

Wenn die Furchung abgelaufen ist, wirft die Blastula¹ die allzu enge gewordene Dotterhaut ab und steigt in wirbelnder schraubenartiger Bewegung an den Wasserspiegel, um dort ein freies Leben zu führen. Kurze Zeit später sieht man gegen den, wie bei anderen Echiniden aus stark verlängerten Cylinderzellen bestehenden vegetativen Pol von der Furchungshöhle aus eine trichterförmige Einsenkung vorschreiten. Die anfänglich radiär geordneten Zellen weichen an dieser Stelle seitlich aus einander, so dass die Spitze der Trichtersenkung bis in die nächste Nähe der Oberfläche reicht. Der Boden des Trichters wird von den vier Urmesenchymzellen geschlossen. Diese liegen also am aboralen Pole, wo schon in den ersten Furchungsstadien vier große Polzellen deutlich zu unterscheiden waren; diese wurden späterhin durch isoplane Theilung immer mehr verkleinert und durch die aus lebhafter Theilung der nächstliegenden Zellkreise folgende Vermehrung und Zusammenschiebung der Nachbarzellen so an den Pol gedrückt, dass sie nicht mehr sicher erkennbar waren. Die Vermuthung liegt also sehr nahe, dass die Urmesenchymzellen die letzten deutlichen Reste der vegetativen Polzellen seien, welche entsprechend dem während der Furchung kund gegebenen Verhalten den Theilungsprocess langsamer abspielten als die raschlebigen Zellen des animalen Poles, deren Individualität schon längst in der Mehrzahl gleicher animaler Elemente untergegangen ist.

Die Urmesenchymzellen schnüren nun bei lebhafter Rotation der Keimblase in den Hohlraum des Trichters die Mesenchymzellen ab, welche sich rechts und links in zwei parallele Reihen stellen und die Höhlung desselben so ausfüllen, dass man sie kaum als gesonderte Bildung erkennen möchte. Man kann leicht verfolgen, wie sich die Mesenchymzellen successive vermehren und als zwei bilateral symmetrisch geordnete Streifen über den Trichterrand allmählich in die Furchungshöhle eindringen. Dabei beschleunigt die Blastula stetig ihre Rotationsgeschwindigkeit. Die Mesenchymkeime behalten nicht lange Zeit ihre stabförmige Gestalt; denn bald nachdem sie frei ins Blastoderminnere schauten, treten sie aus einander und legen sich an die gegen den vegetativen Pol sanft abfallende Wand der oblongen Keimblase. Die kegelige Ausbuchtung der Höhle bleibt auch nach der Ausbreitung der Mesenchymzellen noch etliche Zeit erhalten, so dass die Mesenchymzellen in ihrer gesammten Anordnung das Bild eines gespannten Regenschirmes gewähren, dessen Spitze im vegetativen Pole steckt, während seine Wand dem Ektoderm sich anschmiegt. Diese An-

¹ Abbildungen hat SELENKA (Keimblätter und Organanlage der Echiniden) diese Zeitschr. Bd. XXXIII, Taf. VII gegeben.

ordnung und Konzentration der Mesenchymzellen um den oralen Pol tritt typisch an jeder jungen Keimblase hervor. Eine Abschnürung von Zellen an anderen Stellen der Blastulawand konnte ich an normalen Eiern nicht beobachten, deshalb muss ich entgegen den Angaben von BERGH¹ und GREEFF² energisch dafür eintreten, dass die Keimstätte des Mesenchyms einzig und allein in den am oralen Pole gelegenen Urmesenchymzellen zu suchen sei.

Bei der Beobachtung sowohl von lebenden als auch gefärbten Blastulen bekam ich häufig den Eindruck, als falle die Lage der Urmesenchymzellen nicht scharf mit der durch die beiden ersten Orthoplanen gegebenen Achse zusammen, sondern sei seitlich gegen dieselbe verschoben. Dies wäre wohl verständlich, wenn man die Verlagerung der Achse im Pluteusstadium ins Auge fasst; dieses Ereignis würde auf diese Weise seinen Schatten voraus in jüngere Entwicklungsstadien werfen. Aber strikte konnte ich das Verhältnis nicht eruieren.

Sobald das Mesenchym über die untere Hälfte der Blastulawand ausgespannt ist, flacht sich die Keimblase unten ab, darauf erscheint eine kleine Einsenkung, welche die langgezogene Blastula eindrückt und allmählich in das Stadium der Gastrula überleitet. Diese besitzt, um einen Ausdruck SELENKA's zu gebrauchen, die Form eines »Spitzhutes mit verdicktem Rande«. Der Urdarm wächst als schlauchförmiges Rohr in die Furchungshöhle ein und lässt bald eine Abbiegung nach der Seite erkennen, wenn er an seinem oberen Ende die Vasoperitonealblase (Hydrocöloblase) abschnürt. Dieses Säckchen liegt nämlich nie direkt unter der animalen Polverdickung, sondern ist, noch ehe völlige Abschnürung geschah, zur Seite geschoben, gegen die Stelle, wo eine kleine Ektodermeinsenkung die Bildung des funktionirenden Larvenmundes andeutet. Der untere Wulst der Gastrula treibt später als zwei Höcker die hinteren Arme des Pluteus hervor, während vor der Mundeinstülpung die animale Platte sich zum präoralen Lappen ausbreitet. Die weiteren Veränderungen zu verfolgen, hinderte mich der Ablauf der Ferien und der Tod der gefangenen Pluteuslarven.

Das Ei von *Echinocardium* liefert ein ausgezeichnetes Beispiel für die »äquale Furchung mit polarer Differenzirung«³; denn während bei den von SELENKA untersuchten Echiniden die Unterscheidung der Scheitelzellen nur am animalen Pole scharf ausgesprochen ist, wird bei *Echinocardium* auch die vegetative Eihälfte unter die Herrschaft der polaren Gliederung gestellt und beide Eihälften werden zwar in nach einander folgenden Zeitabschnitten, aber von gleich gerichteten

¹ Videnskab. Meddelels. Naturhist. Forening. Kjøbenhavn 1879—80.

² Sechste Mittheil. 1879. p. 51—62.

³ SELENKA, Studien. II. p. 44.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV.

Die meisten Figuren sind direkt nach dem lebenden Eie mit der Camera lucida entworfen, nur Fig. 13, 14, 19 sind nach Osmiumpräparaten gezeichnet. Die Vergrößerung ist für Fig. 4—18 durchgängig 370fach.

Fig. 4—5. Successive Momentzeichnung des Auftretens und Vordringens der ersten Furchungsebene. Der animale Pol ist nach unten gestellt.

Fig. 6. Auftreten der zweiten Furchungsebene, vom animalen Pole gesehen. Die Theilungsfurche schneidet an der linken kleineren Hälfte schneller ein, rechts ist kaum eine leise Einsenkung zu erkennen.

Fig. 7. Dasselbe Ei, nachdem die Viertheilung vollendet ist. Die schmale Mündung der Furchungshöhle am animalen Pole ist sichtbar.

Fig. 8. Vier Blastomeren, schräg von der Seite gesehen, im Inneren die ungleich weite Furchungshöhle.

Fig. 9. Theilungsstadium von sechs Zellen, die dritte Ebene hat nur die kleineren hinteren Quadranten durchschnitten, die vorliegenden zeigen ganz schwache Einkerbungen.

Fig. 10. Dasselbe Ei nach vollendeter Theilung, acht Zellen, der animale Pol ist nach oben gewandt.

Fig. 11. 16 Blastomeren vom animalen Pol gesehen. Die Zahlen in den kleinen Polzellen bezeichnen die Reihenfolge der Abschnürung.

Fig. 12. Dasselbe Ei vom vegetativen Pole gesehen.

Fig. 13. 24 Blastomeren im optischen Längsschnitte.

Fig. 14. 24 Blastomeren vom vegetativen Pole.

Fig. 15. 32 Zellen vom animalen Pole.

Fig. 16. 32 Zellen im optischen Längsschnitte.

Fig. 17. Schematische Darstellung des Verlaufes der ersten Furchungsebenen.

Fig. 18. Freischwimmende Blastula. Man sieht schräg von oben in die trichterförmige Verlängerung der Furchungshöhle.

Fig. 19. Blastula, die Urmesenchymzellen liegen am oralen Pole, die Mesenchymzellen haben sich schon an der unteren inneren Wand der Blastula ausgebreitet, Trichter noch deutlich erkennbar.

Fig. 20. Pluteus 445^h nach der künstlichen Befruchtung.

Fig. 1.

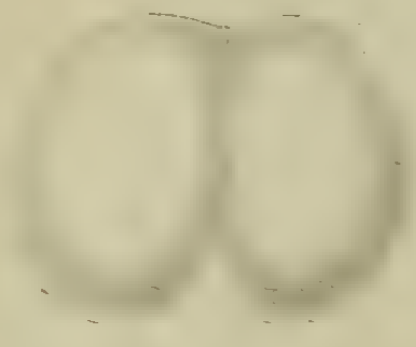


Fig. 2.

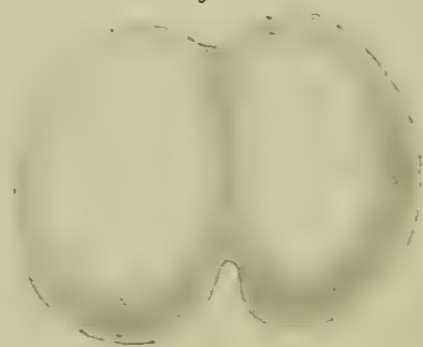


Fig. 3.



Fig. 4.

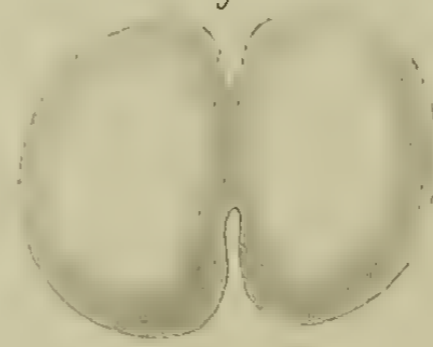


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.

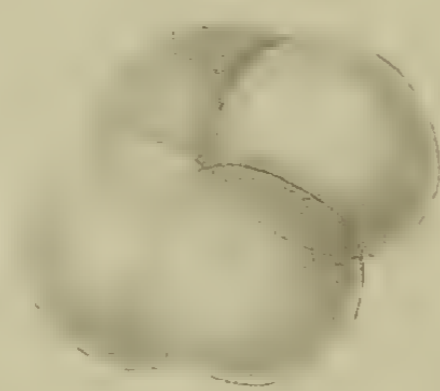


Fig. 9.

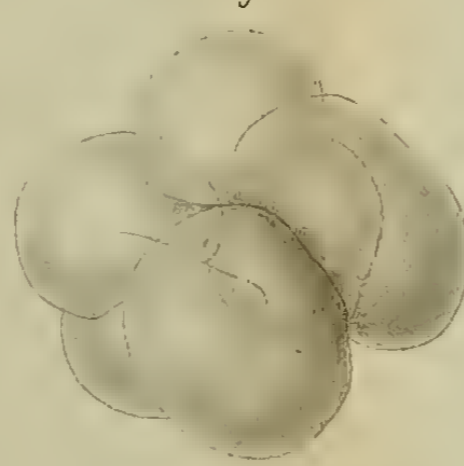


Fig. 16.



Fig. 17.

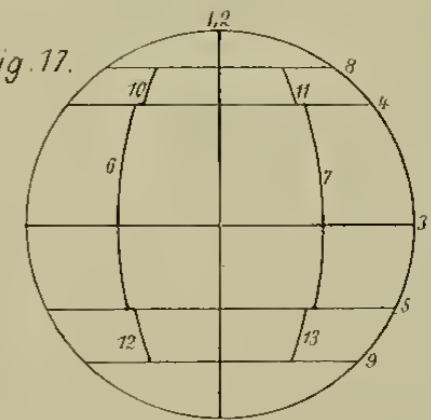


Fig. 10.

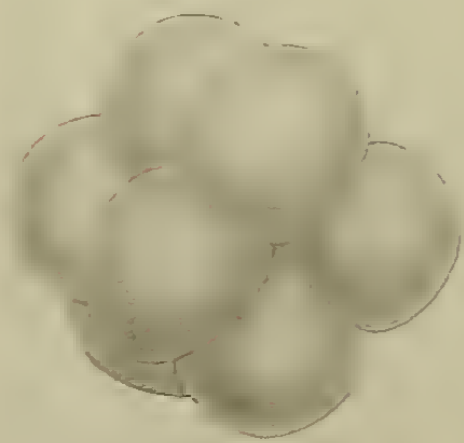


Fig. 11.

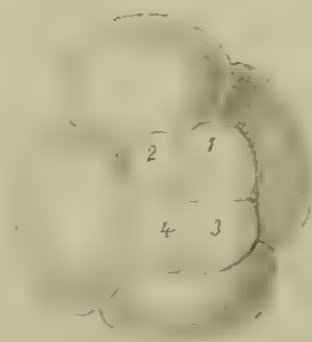


Fig. 12.



Fig. 20.

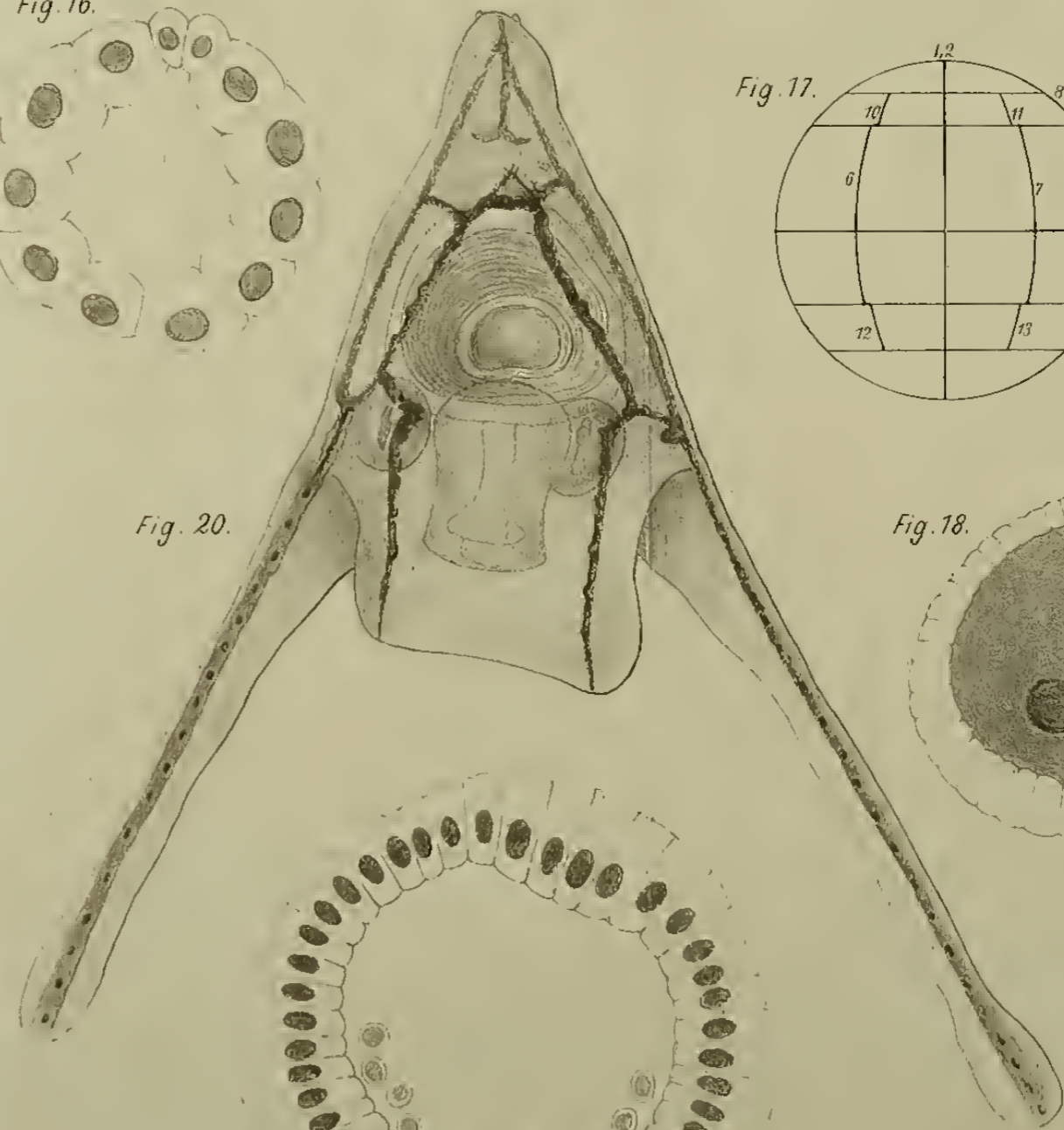


Fig. 18.

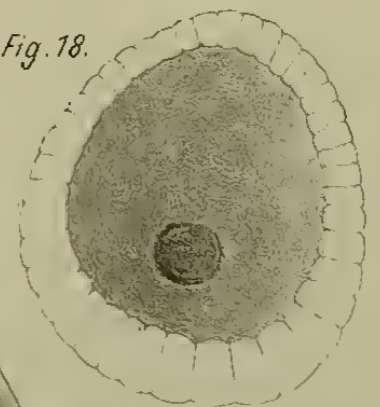


Fig. 13.



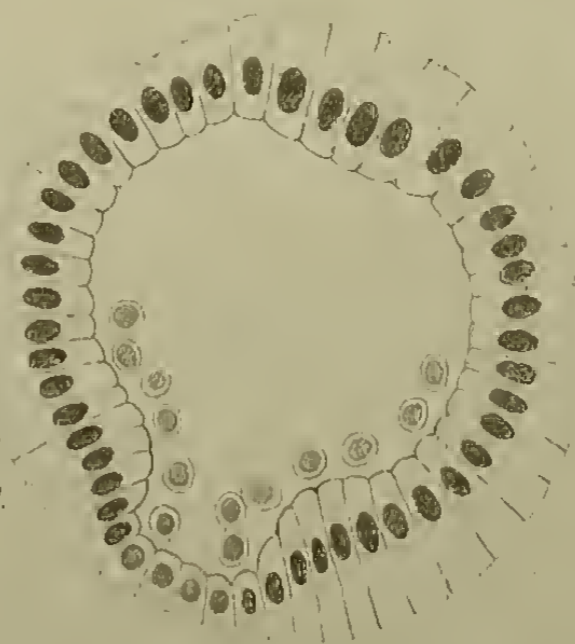
Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 19.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Fleischmann Albert

Artikel/Article: [Die Entwicklung des Eies von Echinocardium cordatum 131-142](#)