

Die embryonale Entwicklung von *Asplanchna Brightwellii*.

Von Dr. Lazar Car in Agram.

Die *Asplanchna* tritt überall, wo sie vorkommt, in Schwärmen auf, und macht oft den überwiegenden Teil des Planktons aus. In dem, nächst Agram gelegenen Teiche, Maximir, fand ich zum ersten Male die *Asplanchna Brightwellii* den 6. April v. J. Schon am 28. April bildete sie gewiss über 90% vom Plankton, und zwar war es *Asplanchna priodonta*, welche von jetzt an in dem genannten Teiche vorherrschte. Das ganze Wasser war vollständig mit diesen schönen durchsichtigen Rotatorien durchsetzt. Die volle Durchsichtigkeit der Tiere, welche die Beobachtung der Segmentation des Eies und die weitere Entwicklung der Embryonen bis zu deren Geburt ermöglicht, und dabei die Fülle der Individuen, zwingen einen geradezu von selbst, dass man sich diesem Studium hingeben muss. Und als ich später, Mitte Juli, in einem anderen Wasserbecken, in einer kleinen Lache bei Zlatar, wieder die *Asplanchnen* in derselben Masse angetroffen habe, griff ich gerne die Gelegenheit an, die sich mir eben geboten hat, und nahm die schon in Agram begonnenen Studien wieder auf. Es war ausschließlich *Asplanchna Brightwellii* die mir zur Beobachtung der embryonalen Entwicklung diente.

Ich will gleich mit der eigenen Beobachtung beginnen. Das Ovarium¹⁾, welches sich ursprünglich beim Embryo in der Form eines Hufeisens unterhalb des Magens anlegt, wird später im erwachsenen Tiere, bei welchem alle Organe in dem großen Raume wie in einem Wasserglase flotieren, durch unausgesetzte Zuckungen in einem fort hin- und hergeschlängelt, und nimmt in Folge dessen gegen die anderen Organe, hauptsächlich den Magen, alle möglichen Stellungen ein. Es ist ein ausgezogenes Band, welches jedoch fast stets mehr oder weniger die Form eines Hufeisens beibehält. Im Ovarium sieht man einzelne Kerne, deren chromatische Substanz in kurzen und dicken Knäueln verharret. Das Protoplasma ist aber um die Kerne herum nicht in einzelne Zellen abgeteilt. Die Bildung der Eier geschieht immer in der Mitte des hufeisenförmigen Gebildes. Hier tritt ein Kern, mit etwas Protoplasma umgeben, aus dem Verbande des Ovariums heraus, stülpt die feine Ovarialhülle aus, und fängt rasch weiter zu wachsen an. Das Eichen ruht nicht einen Augenblick; es ändert durch konvulsivische Biegungen in einemfort die Form, und der Zweck dieser energischen Formveränderungen und Kompressionen ist augenscheinlich der, dass sich das Ei immer mehr mit Protoplasma aus dem

1) Nach Plate und Tessin wäre das ganze Organ nicht als Ovarium anzusehen, sondern als Dottersack, und nur ein kleiner Teil von ihm, der Keimstock, entspräche dem eigentlichen Ovarium. Ich selbst konnte bei *Asplanchna Brightwellii* diesen Unterschied nicht beobachten.

Ovarium füllt, und dadurch wächst. Der Kern wächst ebenfalls. Das Protoplasma des Eies ist fast homogen, nur mit äußerst feinen Körnchen durchsetzt. Diese Körnchen werden immer größer und brechen das Licht etwas stärker. Der Kern ist licht rosa, vollkommen rund und mit scharfen Konturen. Die Form des Eies ist eine ovale, etwa wie ein Hühnerei.

Der zur völligen Größe herangewachsene Kern, welcher bisher in der Mitte gelegen ist, verlässt jetzt seine Stellung und rückt langsam gegen die Oberfläche. Hier muss ich bemerken, dass das Ei stets eine solche Lage gegen das Ovarium einnimmt, dass es mit demselben durch einen ganz kurzen Stiel an seinem spitzigerem Pole verbunden ist. Der Kern aber wandert immer dem Punkt der Oberfläche zu. Das normale dürfte wohl sein, dass er sich in die Ebene der Breitaxe stellt, doch stellt er sich fast eben so häufig auch gerade auf den stumpferen Pol des Eies. Wenn der Kern auf die Oberfläche gelangt ist, hebt er das Protoplasma ein wenig auf (samt der Ovarialhülle), es bildet sich eine kleine hervorragende Warze. Und darauf geschieht die Abschnürung des Polkörperchens — und zwar stets eines.

Jetzt kehrt der Kern langsam wieder in seine vorige centrische Lage zurück. Das Polkörperchen liegt aber in einer kleinen gruben-

Fig. 1.

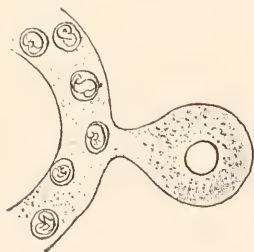


Fig. 3.

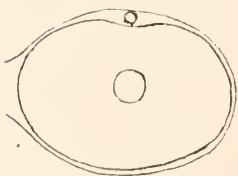


Fig. 2.

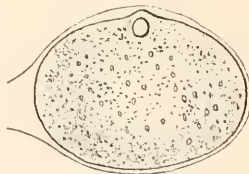


Fig. 4.

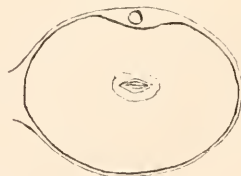


Fig. 1. In Bildung begriffenes Ei von *Asplanchna*.

Fig. 2. Das fertige Ei in Profilansicht, mit der Ovarialhülle, im Momente wie es das Polkörperchen ausgeschieden hat; der segmentale Nucleus kommt zum Vorschein.

Fig. 3. Das Polkörperchen eingebettet in einer Grube; der Nucleus hat sich schon in die Mitte zurückgezogen und ist wieder stark angewachsen.

Fig. 4. Der Nucleus schickt sich an zur Teilung; die Konturen unregelmäßig, fangen zu schwinden an; die Spindelfigur ist sichtbar.

artigen Vertiefung an der Oberfläche des Eies, zwischen dem Ei und der Eihülle. Der Kern wächst wieder stärker an, bekommt eine scharfe Kontur, und die stärker lichtbrechenden Körnchen im Protoplasma nehmen eine radiäre Struktur an; es bildet sich die radiäre Figur, welche jedoch nur in der unmittelbaren Nähe des Kernes und zwar nur durch ein sehr scharfes Sehen beobachtet werden kann. Der bisher runde Kern zieht sich etwas in die Länge, die Konturen werden weniger scharf; in der Mitte oder wenigstens auf einer Seite derselben (Fig. 4) wird die Kontur sogar etwas wie eingezwickt, und schließlich verschwinden die Konturen vollständig. Jedoch noch früher als sich dieselben verlieren, kann man im Kerne ausgezogene parallele Fäden erblicken und oft auch eine ganz schöne ausgesprochene Kernspindel — die Spindelfigur des Kernes. Nun aber verschwindet auf einen Moment Alles; der Kern wird durch eine kurze Zeit unsichtbar. Gleich darauf wird eine zuerst seichte Furche bemerkbar, welche rasch tiefer und tiefer schneidet und schließlich das Ei vollständig in zwei Hälften teilt.

Die erste Furche ist eben gebildet worden. Dazu habe ich aber noch die Bemerkung zu machen, dass im Falle, dass sich das Polkörperchen an einem anderen Orte, als in der Ebene der kurzen Axe des ovalen Eies abgeschnürt hat, das Ei erst durch Kontraktionen und Gestaltveränderungen eine solche Lage einnimmt, dass es jetzt seine Breitaxe in die Richtung des Polkörperchens legt. Denn die erste Furche geht ausnahmslos, wie es auch das Gesetz verlangt, durch das Polkörperchen, welches ja bekanntlich gerade deswegen auch Richtungkörperchen benannt wurde.

Fig. 5.



Fig. 6.

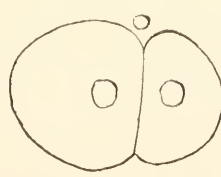


Fig. 5. Das Ei hat sich geteilt, die Furche ist noch unregelmäßig, die Ränder der beiden Teilstücke in protoplasmatische fingerförmige Fortsätze ausgezogen, die gegenseitig die gegenüberstehenden Blastomeren umgreifen; die Nuclei schon zum Vorschein gekommen. Ohne die Ovarialhülle.

Fig. 6. Die Furche hat sich wieder ausgeglättet; die zwei ersten ungleich großen Blastomeren fertig gebildet. Das Ei in Profil.

Die zwei Hälften, in die sich das Ei geteilt hat, sind von ungleicher Größe; das eine Blastomer ist etwas größer, als das andere. Die Segmentation ist also vom Urfange an inäqual. Die Ränder der Furche sind am Anfange glatt, doch wie die Furche das Ei ganz durchgeschnitten hat, beginnt eine stürmische Bewegung an den beiden

Rändern; es bilden sich fingerartige Fortsätze an beiden Eihälften, welche gegenseitig die gegenüber liegenden Blastomeren wie Pseudopodien umgreifen (Fig. 5), doch ebnen sich bald darauf die Ränder und die Furche wird wieder zu einer glatten (Fig. 6).

Gleich nach der Bildung der Furche tauchen die Kerne in den beiden Blastomeren wieder auf; zwar anfangs klein, doch wachsen sie bald an und ziehen sich von der Furche rasch zurück, die mehr centrale Lage in beiden Blastomeren wieder annehmend.

Die ohne weiteren künstlichen Eingriffen wahrgenommenen Veränderungen an den Kernen intra vitam wiederholen sich bei jeder späteren Teilung, so dass ich davon abstehe kann, dies auch bei späteren Teilungen vom Neuen zu wiederholen. Die Kerne wachsen nun wieder zur normalen Größe an und teilen sich in der eben besprochenen Weise von Neuem. Ich will daher die Vorgänge nur in Bezug auf neuentstandene Zellen oder Blastomeren weiter schildern.

Fig. 7.

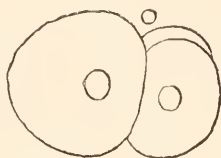


Fig. 8.



Fig. 7. Das kleinere Blastomer hat sich geteilt; die Nuclei auch schon wieder sichtbar.

Fig. 8. Das größere Blastomer teilt sich ebenfalls; die Nuclei der Teilstücke noch unsichtbar. Die Kontur des kleineren Teilstückes noch unregelmäßig. Der Pfeil deutet die Richtung der Wanderung dieses Teilstückes an.

Nach der ersten Furche beginnt ziemlich — etwa in 10 Minuten — die zweite und weiter die nachfolgenden. Die zweite Furche teilt die kleinere Zelle in rechtwinkliger Ebene zur ersten Furche, und ebenfalls durch das Polkörperchen, in zwei gleich große Hälften (Fig. 7). Gleich darauf, oder zur selben Zeit, oder oft sogar noch früher, teilt sich die große Zelle in zwei ungleich große Teile (Fig. 8). Die Ebene, in welcher die große Zelle geteilt wird, liegt zwar in Großen und Ganzen genommen auch in derselben Richtung wie die der kleineren, doch nicht ganz; diese Furche ist gegen die Ebene, in welcher sich die Teilung der kleineren Zelle vollzog, etwas schief, und dadurch entsteht eben aus der großen Zelle eine größere und eine kleinere Teilzelle. Wenn wir, dato non concessio, die erste kleine Zelle als vorne annehmen, das Polkörperchen oben, so schnürt sich von der großen oder hinteren Zelle, bei der Teilung derselben, die kleinere Hälfte immer rechts ab. Ich habe sehr viele Individuen beobachtet und kann daher sicher angeben, dass gleich oft alle drei erwähnten möglichen Fälle vorkommen können. Sehr oft teilen sich die kleine

und die große Zelle gleichzeitig, ebenso oft teilt sich entweder die eine oder die andere etwas früher.

Wenn so das vierzellige Stadium erreicht ist, so tritt ein sehr interessanter charakteristischer Prozess ein. Von der angenommenen Orientierung ausgehend, haben wir vorne zwei gleich große Zellen, hinten eine größere und rechts davon eine kleinere, etwa von der Größe der vorderen Zellen. Also drei kleinere gleich große, und eine größere hinten links. Ich will die kleineren von links nach rechts mit den Zahlen 1, 2, 3 belegen. Es geschieht jetzt eine Verschiebung; die erste rückt nach links, die zweite nimmt die vordere Spitze an, und die dritte rückt nach vorne rechts (Fig. 9 u. 10). Der Keim gewinnt auf diese Art wieder eine symetrische Gestalt.

Fig. 9.

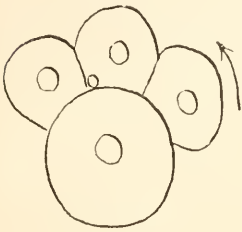


Fig. 10.

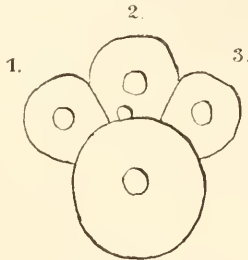


Fig. 11.

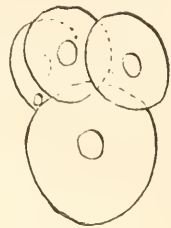


Fig. 12.

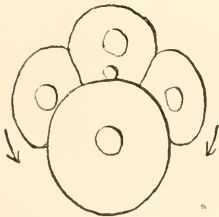


Fig. 13.

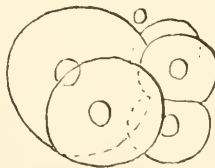


Fig. 14.

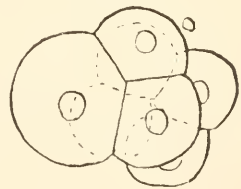


Fig. 9. Etwas späteres Stadium von der dorsalen Seite gesehen. Die vorderen drei kleineren Zellen fangen sich zu verschieben an.

Fig. 10. Die Verschiebung vollendet. Der Keim hat wieder eine symetrische Gestalt angenommen.

Fig. 11. Dasselbe Stadium in schiefer Projektion.

Fig. 12. Etwas späteres Stadium. Die kleineren 3 Zellen fangen die große zu umwachsen an. Von der Dorsalseite.

Fig. 13. Die Profilansicht des Keimes im Stadium, als sich die erste und zweite Zelle abermals geteilt haben. Die dritte ist noch ungeteilt.

Fig. 14. Aus der großen hinteren Zelle hat sich ein kleineres Blastomer nach vorne oben abgeteilt. Das Polkörperchen ist jetzt mit 4 Zellen umgrenzt. Die dritte Zelle hat sich noch immer nicht geteilt.

Die große hintere Zelle beginnt sich jetzt von Neuem zu teilen, und zwar schnürt sich von ihr oben vorne eine kleinere Zelle ab, welche sich über sie mit verdünntem hinteren Rand ausbreitet; bedeckt

sie jedoch nicht ganz, so dass jetzt von der großen hinteren Zelle nur hinten vom Keim ein sichelförmiges Gebilde zu sehen ist. Die jetzt gebildete fünfte Zelle nimmt Teil an der Umgrenzung des Polkörperchens. Das Polkörperchen ist nämlich jetzt umgeben von vier ungefähr gleich großen Zellen (Fig. 14 und 15) und unten hinten ist noch eine, welche noch immer die größte bleibt. Das fünfzellige Stadium des Keimes.

Jetzt teilen sich die drei vorderen: 1, 2 und 3 jede in zwei gleich große Teile, so dass sich gegen das Polkörperchen zu drei Zellen gebildet haben, und gegen unten, vom Polkörperchen abgewendet, wieder drei. Diese drei Säulen, jede von zwei Zellen gebildet, stehen jedoch nicht ganz vertikal (angenommen, dass das Polkörperchen oben liegt), sondern so, dass die unteren drei Zellen etwas nach hinten gerichtet sind. So wären wir an das 8-zellige Stadium angelangt, welches ziemlich lange stationär bleibt; es tritt nämlich jetzt eine kurze Pause, wie ein Ausruhen ein.

Fig. 15.



Fig. 16.

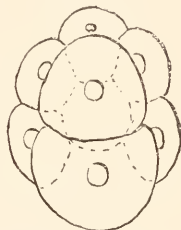


Fig. 17.

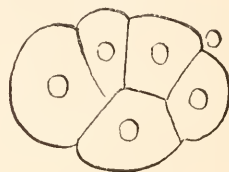


Fig. 15. Die dritte Zelle hat sich jetzt auch geteilt. Das Stadium von 8 Zellen: vorne drei schief gestellte Säulen, jede von zwei Zellen gebildet; hinten noch eine geneigtere Säule, bestehend vorne aus einer kleineren Zelle und hinten unten aus der großen.

Fig. 16. Das 8-zellen Stadium von oben gesehen.

Fig. 17. Profilsansicht. Die große hintere Zelle hat abermals eine kleinere nach vorne abgeschieden. Die vorderen drei Säulen noch mehr geneigt, das Polkörperchen ist in Folge dessen mehr nach vorne gestellt worden. — Das 9zellige Stadium.

Zu den letztgenannten Teilungen hätte ich noch zu bemerken, dass sich bei dem 4-zelligen Stadium nicht immer die große Zelle zu teilen anfängt, sondern die drei kleineren vorderen auch früher teilen können und die große bildet sodann durch die Abscheidung ihrer vorderen oberen Partie zu dem 8 zelligen Stadium die letzte Zelle. Es kann in diesem Falle auch ein 7-zelliges Stadium längere Zeit andauern.

Das 8-zellige Stadium übergeht in das 9-zellige so, dass sich die große hintere Zelle abermals in zwei ungleiche Hälften teilt: in eine kleinere vorne oben, und eine größere hinten unten, welche aber immer noch die größte von allen Zellen bleibt (Fig. 17). Gleich darauf teilt

sich auch die 5. Zelle oder die hintere vom Polkörperchen, und so wird ein 10-zelliges Stadium erreicht (Fig. 18).

Fig. 18.

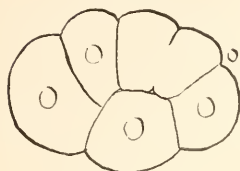


Fig. 19.

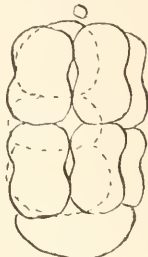


Fig. 20.

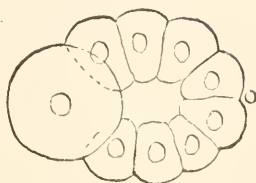


Fig. 18. Die hintere Zelle, vom Polkörperchen aus, schiebt sich auch zur Teilung an. Die drei vorderen Säulen fast ganz wagrecht. — Das 10-zellige Stadium.

Fig. 19. Der Keim von unten gesehen, etwas schief aufgestellt. Die drei nun fast in der Längsrichtung stehenden Säulen von je 2 Zellen fangen sich an in querrer Richtung zu teilen. Die drei dorsalen größeren Zellen schimmern durch, und bleiben derzeit noch ungeteilt. Die große hintere Zelle ist von den kleineren schon bedeutend umwachsen. Das Polkörperchen ganz vorne.

Fig. 20. Etwas späteres Stadium im optischen Durchschnitt — Frontallängsschnitt. — Die segmentale Höhle groß — Blastulastadium.

Zu den letzterwähnten Vorgängen der Segmentation hätte ich noch zu bemerken, dass sich um diese Zeit die Zellen so verschieben, dass jetzt das Polkörperchen nach vorne zu stehen kommt; die große Zelle ist hinten. Zugleich rücken die Blastomeren auseinander und bildet sich eine, zuerst kleine Segmentalhöhle — Blastocöl. Man kann den Keim als in das Blastulastadium übergehend ansehen.

Auf das 10-zellige Stadium schreitet die Furchung in folgender Weise weiter. Nachdem das Polkörperchen jetzt vorne steht und die große Zelle hinten, entspricht die Linie, die sie verbindet, der Längsaxe des Keimes (wenigstens auf diesem Stadium). Vom Polkörperchen nach hinten verlaufen 4 Reihen von Zellen: in dreien je zwei, in der dorsalen Reihe drei, und noch eine große hinten. Die Zellen in den drei 2-zelligen Reihen teilen sich jetzt in querrer Richtung, und so resultieren auf diese Weise 3 Reihen mit je 4 Zellen und eine Reihe, die dorsale mit 3. Der Keim besteht nun aus 16 Zellen.

Die Furchungshöhle hat jetzt ihre größte Weite erreicht. Nach diesem ausgebildeten Blastulastadium (Fig. 20) verringert sich aber gleich wieder die Furchungshöhle, da die Umwachsung der großen hinteren Zelle beginnt. Die kleineren Zellen, an der Seite des Polkörperchens, rücken wieder näher an die große hintere Zelle heran, und die 4 letzten von den kleinen Zellen haben schon ziemlich weit die große Zelle überdeckt, so dass von ihr nur noch eine kleine Calotte herausragt. Und zwar haben sich die drei Zellen der dorsalen Reihe weiter über die große Zelle ausgebreitet, als diejenigen auf der gegen-

überliegenden ventralen Seite. Die Epibolie schreitet rasch vorwärts, die segmentale Höhle schwindet dabei vollständig. Jetzt erfolgt noch eine Teilung aller kleineren Zellen in der Längsrichtung (Fig. 23), und diese Zellen — wohl des Ektoblastes — können das Material nicht schnell genug herbeischaffen, um die große hintere Zelle ganz zu umwachsen, es bilden sich daher Spalten und Lücken zwischen den neu entstandenen Zellen. Dies gleicht sich später bald wieder aus und die Zellen stoßen wieder fest aneinander.

Fig. 21.

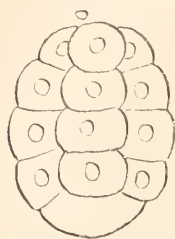


Fig. 22.

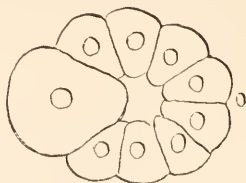


Fig. 23.

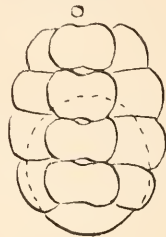


Fig. 21. Dasselbe Stadium wie Fig. 20, von unten gesehen.

Fig. 22. Die große hintere Zelle wird in die Blastulahöhle hineingepresst; die segmentale Höhle wird dadurch kleiner; die Epibolie schreitet vorwärts.

Fig. 23. Die kleineren Zellen schicken sich zur Längsteilung an. Der Keim von unten gesehen. Die große Zelle schon fast ganz umwachsen, schimmert durch, von ihr ragt hinten nur noch eine kleine Calotte hervor.

Das weitere Schicksal des Ektoblastes kann ich kurz zusammenfassen. Die Teilung der Zellen ist zwar noch nicht beendet, doch ist sie von keinem weiteren Interesse, und geschieht übrigens so unregelmäßig, dass es unmöglich wird es genau weiter zu verfolgen. Die Zellen flachen sich allmählich ab und teilen sich oft in ungleiche Teile, so dass die größere Hälfte sich abermals zu teilen beginnt, wenn sich die kleinere noch nicht ganz abgeschnürt hat. Es entstehen unregelmäßige, rundliche, dreilappige oder mehrlappige Felder, welche an das bekannte Spiel der zusammenlegbaren Bilder erinnert.

Wie aber die Umwachsung an der dorsalen Seite rascher fortschreitet, als an der ventralen, so ragt schließlich ein ganz kleiner Punkt der großen Zelle nur noch an der vom Pole ventralwärts abgewandten Stelle. Schließlich wird auch dieser geschlossen, und zwar regelmäßig mit zwei ganz kleinen Zellen, etwa von der Größe des Polkörperchens.

Nun wollen wir jetzt unsere Aufmerksamkeit der allseits umschlossenen großen Zelle zuwenden. Diese teilt sich vorderhand in zwei fast gleich große Hälften. Die Teilungsebene verläuft dorsoventral schief. Eine Hälfte bleibt hinten, wo die Umschließung geschah, und wo jetzt die zwei kleinen Zellen liegen; nach vorne ventral läuft diese Zelle mit verschmälern dem Rande aus. Die andere Hälfte liegt

nach vorn, dem Polkörperchen zugewendet, und umgreift mit ihrem verschmälerten Ende an der dorsalen Seite die erstere Zelle. Das Polkörperchen hat sich aber schon früher vom vorderen Pole ziemlich weit gegen die dorsale Seite zurückgezogen. Das heißt, es ist wahrscheinlicher, dass sich der ganze Keim ihm gegenüber so gestellt hat.

Was wir bis jetzt Dorsalseite genannt haben, die auch nun mit der zeitweiligen Lage des Polkörperchens bezeichnet war, kann auch weiter so benannt bleiben, da sie wirklich der künftigen dorsalen Seite des Embryos entspricht. Doch die Bezeichnung des vorderen Endes, welches wir bloß zur provisorischen Orientierung so genannt haben, müssen wir von nun an aufgeben, da die zwei kleinen Zellen den wirklichen vorderen Pol des Embryos anzeigen.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

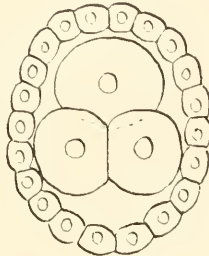
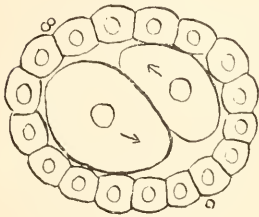


Fig. 24. Die Epibolie vollendet. Der Keim im Längsschnitt, umgekehrt dargestellt. Die zwei sehr kleinen Zellen, welche den Abschluss der Epibolie gebildet haben, sind vorn ventral (was an der Abbildung oben ist). Das Polkörperchen vom hinteren Pole nach der Dorsalseite verschoben. Die innere große Zelle hat sich in eine vordere dorsale und eine hintere ventrale abgeteilt.

Fig. 25. Frontalschnitt. Der vordere Pol auf der Abbildung nach unten. Die innere vordere und mehr dorsal liegende Zelle hat sich der Länge nach geteilt in zwei gleich große nun seitliche Blastomeren, aus welchen wahrscheinlich der Magen entsteht. Die hintere untere jetzt noch ungeteilte Zelle bildet wahrscheinlich die Anlage für das Ovarium und die Harnblase.

Fig. 26. Der Keim von Außen. Ektoblast in lebhafter Teilung begriffen, von flockigen Aussehen.

Durch die mittlere Einstellung des Mikroskopes und durch die größeren Kerne der zwei großen inneren Zellen ist uns nun erlaubt ihr Schicksal auch noch etwas weiter zu verfolgen. Die hintere, oder wie wir sie jetzt richtiger bezeichnen wollen, die vordere, größere Zelle, die den zwei kleinen Schlusszellen zugewendet ist, teilt sich zuerst der Länge nach in zwei gleich große Hälften. Dabei ziehen sich diese zwei Zellen vorne vom Ektoblast und schieben sich mehr dorsalwärts, fast ganz über die hintere Zelle. Gleich darauf teilt sich auch die andere, nun untere oder ventrale Zelle auch in der Längsrichtung in zwei gleich große Zellen. So entstehen 4 innere Zellen:

zwei dorsale und zwei ventrale. Die dorsalen reichen etwas mehr nach vorne, die ventralen nach hinten. Da der Embryo inzwischen undurchsichtiger geworden ist, kann man das weitere Schicksal dieser 4 Zellen nicht mehr verfolgen. Doch der Lage nach kann man mit ziemlicher Sicherheit schließen, dass aus den dorsalen der Magen, aus den ventralen das Ovarium gebildet wird. Wenn man die innere große Zelle, noch als sie ungeteilt war, als Entoblast ansieht, und zwar glaube ich, dass man dies mit vollem Rechte thun kann, so ist nicht nur der Magen entoblastischen Ursprunges, sondern auch das Ovarium. Also die Geschlechtsteile der Rotatorien wären aus dem Entoblast abzuleiten.

Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.



Fig. 27. Der Keim von der ventralen Seite. Der vordere Pol auf der Abbildung nach oben. Die viereckige Einsenkung stellt das Stomodaeum dar. Aus der hinteren Seite bildet sich der Fuß, dessen seitliche Konturen sich als zwei nach hinten divergierende Furchen von dem übrigen Körper immer stärker abheben.

Fig. 28. Die vordere Hälfte der viereckigen Grube wird immer mehr eingengt; die Oeffnung bekommt dadurch eine dreieckige Gestalt.

Fig. 29. Die hintere Seite der dreieckigen Oeffnung wird eingebuchtet; seitlich ziehen sich zwei Spitzen — die Fußfinger — aus; die Kontur des Fußes wird deutlicher.

Ich wende mich jetzt der äußeren Körpergestalt zu. Die Körperform des Embryos ist bisher immer noch eine ovale geblieben. Nach der völligen Umwachsung der inneren Zelle und Weiterteilung des Ektoblastes, wird der Keim auch ziemlich undurchsichtig. Das einzige, was man noch innen beobachten konnte, ist die Teilung in 4 innere große Zellen gewesen. Die Oberfläche des Keimes bekommt ein flockiges Aussehen (Fig. 26). In der Mitte der ventralen Seite wird jetzt eine Einsenkung sichtbar, in der Form von einem ziemlich großen viereckigen Felde, mit etwas spitz ausgezogenen Winkeln. Gegen vorne wird die Grube etwas tiefer (Fig. 27). Von den zwei hinteren Winkeln ziehen zwei nach hinten divergierende Furchen. Die vordere Hälfte des viereckigen Feldes wird eingengt (Fig. 28); die Seitenränder ziehen sich nämlich zusammen. Auf diese Weise ent-

steht eine dreieckige Grube. Der hintere quergezogene Rand dieser Grube wird in der Mitte etwas eingebuchtet, es bilden sich in Folge dessen zwei seitliche nach vorne ausgezogene spitzige Fortsätze, die auch teilweise nach vorne übergreifen (Fig. 29). Das Zusammenziehen der Seitenränder schreitet nach rückwärts fort, und schließlich entsteht ein länglicher Spalt, der hinten bis an die zwei spitzigen Zipfel reicht (Fig. 30). Doch entfernt sich dieser Spalt bald von den zwei Zipfeln, was durch das Längenwachstum der mittleren Partie des Embryos erfolgt. Von der vorderen Spitze des Spaltes ziehen noch zwei nach vorne divergierende gebogene Ränder weiter, zwischen denen sich eine hervorragende Rundung abhebt.

Fig. 30.

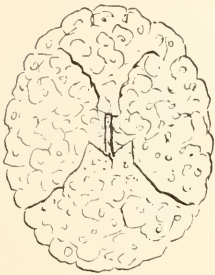


Fig. 31.

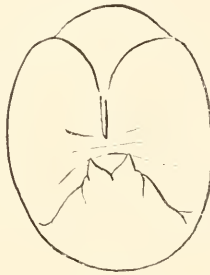


Fig. 32.

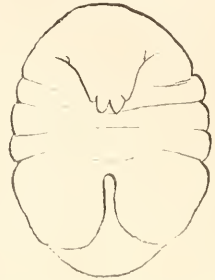


Fig. 30. Der Fuß wird noch deutlicher; die Oeffnung bildet einen Längsspalt, der hinten noch bis zum Fuße reicht. Vorne bilden sich zwei gebogene Wülste.

Fig. 31. Der Längsspalt — die Mundöffnung — hat sich vom Fuße weiter nach vorne gezogen; die Wülste werden ausgeprägter, eine gewölbte Rundung zwischen ihnen hebt sich immer mehr ab. Zwischen Fuß und Mundspalt werden Falten sichtbar.

Fig. 32. Der Embryo streckt sich in die Länge und krümmt sich etwa gegen die ventrale Seite, wodurch die Querfalten noch stärker werden. Der Fuß ist kleiner geworden, und die Finger sind nicht mehr so spitzig.

Von der Hinterseite der ursprünglich viereckigen Einsenkung hat sich auf diese Weise ein konischer Fortsatz ausgezogen. Die grubenartige Vertiefung entspricht dem Stomodaeum, dessen Hinterrand sich direkt in einen zweizipfeligen Rotatorienfuß auszieht. Die spaltförmige Mundöffnung setzt sich in einen noch tiefer dringenden Schlund fort. Der konische abgeflachte Fuß ist gegen die Ventralseite angeschmiegt und läuft in einen Fortsatz aus, welcher an der gegen vorne gekehrten Spitze gespalten ist. Die *Asplanchna*, welche im erwachsenen Zustande unter Anderem durch die Fußlosigkeit eben charakterisiert wird, besitzt also als Embryo einen in zwei spitzige Finger auslaufenden Fuß, was ganz besonders hervorzuheben ist (Fig. 30, 31, 32).

Als nächst weitere Veränderung ist jetzt zu erwähnen, dass sich der Embryo ventralwärts krümmt, was durch die Furchen an seiner Ventralseite gekennzeichnet wird (Fig. 31, 32, 33). Zugleich entfernen sich Mund und Fuß immer mehr, wohl in Folge einer Streckung des Körpers. In der Fig. 32 ist schon die hintere Mundecke ziemlich weit vom Fuße entfernt und der Fuß hat schon seine spitzigen Enden etwas abgerundet. Die Figur 33 veranschaulicht den Embryo in der seitlichen Lage. Man bemerkt an dem walzenförmigen Körper vorne den etwas größer gewordenen Kopf und hinten den schon kleiner gewordenen Fuß. Der Kopf macht über ein Drittel des Körpers aus. Die Abgrenzung zwischen Kopf und Rumpf wird immer deutlicher. Der Fuß schwindet immer mehr; der Körper streckt sich in die Länge. Um diese Zeit beiläufig sieht man schon den Wimperkranz um den Kopf herum flimmern. Bald darauf wird der Embryo auch durchsichtiger, und schimmert schon hinten in der oberen Partie der Magen und unterhalb das breite, wie eine quergelegte Niere aussehende, Ovarium. Der Magen besitzt eine anfangs flache, doch bald sich erweiternde rosa-durchschimmernde Höhlung, ist übrigens aber von allen Seiten geschlossen mit großen nach Innen vorspringenden Zellen. Ganz vorne, rechts und links sieht man die zwei Verdickungen von den Magen zellen gebildet, aus welchen sich die Magendrüs en ableiten. Zwei ringförmige Muskeln können den Körper zeitweise deutlich in drei Teile teilen: im Kopf, den mittleren und hinteren Teil.

Fig. 33.

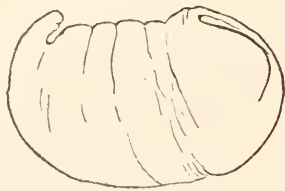


Fig. 34.

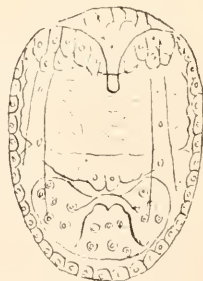


Fig. 33. Etwa dasselbe Stadium in der seitlichen Ansicht.

Fig. 34. Embryo von der ventralen Seite im optischen Durchschnitt. Hinten der schon bedeutend kleiner gewordene Fuß, Das Ovarium gut sichtbar, aus dessen mittlerem Teile bildet sich die Harnblase. Die Ektoblastzellen noch ziemlich groß und ihre Kerne sind auch noch sichtbar. Die zwei ventralen Retraktoren. Den ganzen vorderen Abschnitt nehmen das noch nicht ausgebildete Räderorgan und der große Pharynx ein. Die vordere stärkere Einschnürung ist nicht dargestellt. Der Magen liegt dorsal, ist also auf dieser Abbildung nicht sichtbar.

Die zuerst flachnierenförmige Anlage des Ovariums nimmt den hinteren unteren Teil des Körpers ein. Der mittlere, nach unten ge-

richtete Abschnitt desselben bildet die Anlage für die Harnblase, welche jedoch die seitlichen Segmentalgefäße noch nicht erreicht haben. Der 20 Stunden alte Embryo weist stets noch einen Fuß auf, der sich jedoch immer mehr nach hinten zurückzieht, zerbröckelt und allmählich schwindet. Eine Spur davon ist aber noch an einem 24 Stunden alten Embryo bemerkbar. Der Durchbruch der Blase — die Kloakalöffnung — erfolgt gerade an der Stelle, wo sich die Basis des Fußes befand. Auf diesem Stadium besitzt der Embryo eine schon ausgebildete Harnblase, und die seitlichen, schon früher in Wimperzellen sich verästeln- den Wassergefäßkanäle, welche sich von vorne nach hinten verschieben, dürften sie jetzt schon erreicht haben. Um diese Zeit haben sich auch die seitlichen Hörnchen am Wimperorgan gebildet (Fig. 35). Um die 25. Stunde wird auch das karminrote Auge sichtbar.

Fig. 35.

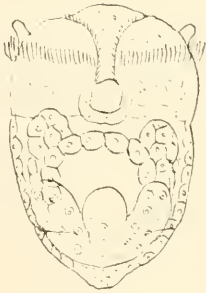


Fig. 36.



Fig. 35. Der Wimperkranz, die zwei seitlichen Hörner, der untere Abschnitt des Pharynx sind sichtbar. Weiter zwei quere Einschnürungen, der Magen mit den Magendrüsen, das Ovarium und die Harnblase und noch eine Spur vom Fuß.

Fig. 36. Der hintere Teil des Körpers von der linken Seite dargestellt. Oben Magen, seitlich der ventrale linke Retraktor; die Harnblase mit dem linken Wassergefäßkanäle; der schon rudimentäre Fuß und die Ektoblastzellen. Das Ovarium ist nicht eingezeichnet.

In dem nun darauffolgenden Stadium wird der sich ausdehnende und in die Länge gezogene Embryo noch durchsichtiger und erlaubt noch besser die Einsicht in sein Inneres. Die Ektoblastzellen, in denen die Kerne noch sichtbar sind, verflachen sich immer mehr und haben wohl schon die äußerst dünne Cuticula ausgeschieden. Die Magen- zellen sind auch nicht mehr so dick. Die vier starken Retraktoren präsentieren sich als fertige, fein längsges reifte mit Kernen besetzte Bänder. Die Magen- zellen sind an der inneren Seite noch nicht bewimpert: der Pharynx kommuniziert noch nicht mit der Magen- höhle. Die Magendrüsen bilden sich als Knospen an zwei seitlichen Stellen an der vorderen Magen- gegend, aber nicht als hohle Divertikel — ein Lumen besitzen sie nie. Diese zwei Verdickungen heben sich immer

schärfer von der übrigen Magenwand ab und bekommen allmählich eine Kugelgestalt. Es ist eine Massenanhäufung der Magenzellen, die sich als kugelige Gebilde abgrenzen.

Die Verbindung des Pharynx mit dem Magen konnte ich deutlich beobachten: Die von dicken Zellen gebildete Wand des Schlundes nähert sich der vorderen Magenwand. Jetzt bilden sich zahlreiche äußerst feine Fäden, die die eine Wand mit der anderen verbinden. Die vorderen Magenzellen, an die die Fäden stoßen, verflachen sich bald und verdünnen auf diese Weise bedeutend die vordere Magenwand. Zu gleicher Zeit bekommen diese dünnen Magenzellen an ihrer freien, dem Magenlumen zugekehrten Seite äußerst feine dichte Wimpern; und von da aus verbreitet sich die Bewimperung auch auf die übrige Magenwand. Bald darauf wird die vordere dünne Magenwand, an welcher seitlich die kugeligen Magendrüsen anhaften, konisch nach vorne ausgezogen, und der dünne, stark gefältelte Oesophagus wäre auf diese Art von der vorderen Magenwand gebildet. Nun erfolgt auch der Durchbruch. Dies alles geschieht beiläufig um dieselbe Zeit, als sich das Auge gebildet hat, also ungefähr um die 25. Stunde herum.

Nicht lange darauf kann man auch die Bildung der stiletartigen, oder fast hirschgeweiheartigen Kiefer in dem Schlunde beobachten. An der ventralen Seite des Schlundes sacken sich zwei dickwandige Divertikel aus, und in der Mitte des sehr engen Lumens werden die harten sehr spitzigen Kiefer ausgeschieden.

Ueber die Bildung des Nerven-, Muskel- und Wassergefäß-Systems kann ich leider nichts berichten. Das Nervensystem stammt zweifelsohne vom Ektoblast, doch will ich über die Abstammung der beiden letztgenannten Organsysteme vorläufig nicht einmal eine Vermutung aussprechen.

Der Embryo wird nun immer größer, zieht sich auch immer stärker in die Länge; ist vorne breiter als hinten, während beim ausgebildeten Tiere gerade das Gegenteil der Fall ist; ändert oftmals seine Lage; das völlig ausgebildete Wimperorgan fängt sehr stark zu flimmern an und die Kontraktionen werden immer energischer, bis der Embryo nicht durch die Mithilfe der Mütter schließlich nach etwa 36 Stunden durch die Kloake ausgestoßen wird.

Die Beobachtung der Entwicklung von *Asplanchna Brightwellii* habe ich am Lande, in Zlatar, ausgeführt, wo ich keine litterarischen Hilfsmittel bei der Hand gehabt habe, was mir die Beobachtung gewiss wesentlich erschwerte. Doch glaube ich andererseits, dass ich eben dadurch das gewann, dass ich nicht mit Voreingenommenheit vorgegangen bin und mir die Objektivität besser bewahrte.

Sowie sich mir aber die Gelegenheit geboten hat, habe ich die einschlagende Litteratur durchgesehen, schon um eine Kontrolle für meine Beobachtung zu gewinnen.

Außer den Arbeiten von F. Cohn, Huxley, Leydig, Salensky, Semper, Plate, Imhof, Zacharias, habe ich besonders die Abhandlung von G. Tessin¹⁾ berücksichtigt.

Tessin studierte zwar die Entwicklung von *Eosphora digitata*, doch musste ich mich dennoch veranlasst finden meine Resultate, gewonnen an der *Asplanchna*, mit den seinigen von *Eosphora* zu vergleichen.

Schon die erste Furche bei der Segmentation des Eies von *Eosphora digitata* verläuft anders als bei *Asplanchna*, da sie bei der letzteren nicht schief geht. Die zweite Furche teilt bei *Eosphora* die größere Zelle in zwei ungleich große Hälften und verläuft schief. Das kommt bei *Asplanchna* ebenfalls, wenigstens in vielen Fällen, auch so vor. Die kleinere Zelle wird darauf bei beiden Formen in zwei gleiche Zellen geteilt. Nach den ersten drei Furchen resultiert also bei beiden Formen ein gleiches Stadium: eine große Zelle und neben ihr drei kleinere. Dass aber bei *Asplanchna* dieses Stadium auf eine ganz andere Art zu Stande gebracht wird, habe ich schon oben dargelegt.

In der Auffassung der Medianebene des Keimes stimmen wir vollständig überein: wie auch in Bezug der Bezeichnung des vorderen Endes durch die große Zelle.

Leider besteht aber eine Meinungsverschiedenheit in der Bezeichnung der Rücken- und Bauchseite, was ich mir dadurch erkläre, dass Tessin das Polkörperchen bei *Eosphora* nicht ebenso gut verfolgen konnte, wie es sich, wenigstens in den Anfangsstadien, bei *Asplanchna* dies thun lässt. Unsere Figuren stimmen sonst sehr gut überein; z. B. meine Figur 16 mit der Figur 18 von Tessin.

Bei *Eosphora* soll eine Stereoblastula vorkommen. Bei *Asplanchna* entschieden nicht. Wenn auch das Blastocoel ziemlich klein ist, muss ich bei *Asplanchna* doch eine Coeloblastula annehmen. Wie ich gezeigt habe, kommt es aber bei *Asplanchna* trotzdem doch auch zu einer Stereogastrula — auf meiner Figur 23 dargestellt.

Die Bildung des Mesoderms beobachtete Tessin bei *Eosphora*; ich kann leider darüber bei *Asplanchna* nichts berichten. Wenn ich aber auch die Ausbildung der inneren Organe bei *Asplanchna* nicht so gut beobachten konnte, so ist doch die Segmentation bis zu 16 Zellen sehr genau dargestellt worden, wofür ich auch die vollkommene Verantwortlichkeit übernehme.

Der Annahme, dass sich der Schlundkopf aus dem Entoderm bildet, kann ich in keinem Falle beipflichten. Ich habe es wenigstens bei *Asplanchna* als aus dem Ektoblast sich bildend beobachtet.

Weiter unterzog ich Zelinka's neuere Arbeit: Zur Entwicklungs-

1) G. Tessin, Ueber Eibildung und Entwicklung von Rotatorien. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 44, Leipzig 1886.

geschichte der Rädertiere¹⁾ einer näheren Betrachtung. Zelinka untersuchte hauptsächlich *Callidina russeola*. Seine Angaben stimmen, so weit es sich wieder um eine andere Form derselben Tiergruppe handelt, mit meinen Beobachtungen sehr gut überein. Hervorheben will ich nur, dass Zelinka Tessin's Angaben über das Mesoderm nicht bestätigt. Die Rotatorien sollen überhaupt kein eigentliches Mesoderm besitzen, zu welcher Auffassung ich auch gerne hinneige. Mir ist es auch ferner sehr wahrscheinlich geworden, dass sich, wie Zelinka angiebt, die Hautmuskeln vom Ektoblast abspalten. Sehr richtig ist auch, wenn er sagt, dass überhaupt das Ektoderm an der Entwicklung einen sehr aktiven Anteil nimmt. Die Genitalzellen leitet er ab von der Darmanlage. Es ist wahrscheinlich, wie ich gezeigt habe, dass die Genitalien aus dem Entoblast, also aus demselben Keimblatt wie der Darm sich entwickeln, ja dass beide Organe aus einer einzigen gemeinschaftlichen Zelle sich ableiten lassen, doch muss man diese Zelle, in diesem Stadium, noch nicht als Darm, sondern als Entoblast auffassen. Das bezieht sich wenigstens auf die von mir untersuchte Form: *Asplanchna Brightwellii*.

In der Litteratur der letzten Jahre fand ich nun auch Arbeiten, die sich auf die Entwicklung des Genus *Asplanchna* beziehen. Jennings²⁾ beschäftigt sich mit der Furchung der *Asplanchna Herrickii* und bespricht hauptsächlich die Gesetze der Spindelrichtung Hertwigs, wie auch die Faktoren überhaupt, welche man zur Erklärung der Qualität der Furchung herangezogen hat. Erlanger³⁾ berichtet in Zoolog. Anzeiger über die Beobachtungen, angestellt an *Asplanchna priodonta*, bis zur ersten Teilung, worin er sich hauptsächlich mit dem Verhalten der Centrosomen im parthenogenetischen und im befruchteten Ei befasst. Ich selbst beobachtete die Centrosomen nicht, kann daher darüber nichts berichten.

Und so glaube ich, dass es sich lohnen würde, diese meine eigene Beobachtung über die Entwicklung der *Asplanchna Brightwellii* hier mitzuteilen, da sie einen kleinen Beitrag zur embryonalen Entwicklung der Rotatorien doch bildet, indem sie die Angaben anderer teilweise bestätigt, teilweise aber auch einige Lücken ausfüllt, ohne natürlich selbst den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. [127]

Agram, den 10. Oktober 1898.

1) O. Zelinka, Studien über Rädertiere. 3. Zur Entwicklungsgeschichte der Rädertiere, nebst Bemerkungen über ihre Anatomie und Biologie. Zeitschrift f. wiss. Zool., 53 Bd., 1893.

2) H. S. Jennings, The Early Development of *Asplanchna Herrickii* De Guerne. A Contribution to Developmental Mechanics. Bull. Mus. Harvard Coll., Vol. 30, 1896.

3) R. Erlanger und R. Lauterborn, Ueber die ersten Entwicklungsvorgänge im parthenogenetischen und befruchteten Rädertierei (*Asplanchna priodonta*). Vorläufige Mitteilung, 1, Zool. Anzeiger, 20. Bd., 1897.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Car Lazar

Artikel/Article: [Die embryonale Entwicklung von Asplanchna
Brightwellii. 59-74](#)