

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gastropoden.

Von

Dr. Friedrich Blochmann,

Assistent am zoologischen Institut zu Heidelberg.

Mit Tafel XX und XXI und 1 Holzschnitt.

I. Zur Entwicklung von *Aplysia limacina* L.

Die vorliegende Untersuchung wurde in der zoologischen Station zu Neapel gemacht, und halte ich es zunächst für meine Pflicht, dem Großherzoglich Badischen Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts sowohl für die Erlaubnis zur Benutzung des badischen Arbeitsplatzes in der zoologischen Station, als auch für die Gewährung eines Reisestipendiums meinen Dank auszusprechen. Während meines Aufenthaltes in Neapel beschäftigte ich mich vorwiegend mit der Entwicklung der Opisthobranchier, und zwar gaben die Eier von *Aplysia limacina* L.¹ das Hauptobjekt für die Untersuchung ab, denn ihre Laiche sind leicht zu beschaffen, und die Eier sind gut zu präpariren; ferner hatte ich ein specielles Interesse daran, die Furchung von *Aplysia* kennen zu lernen, denn nach den wenigen Abbildungen, die wir von Furchungsstadien dieser Schnecke bisher hatten, schien die Regelmäßigkeit der Furchung nicht so groß zu sein, wie bei anderen Gastropoden. Leider konnte ich die Entwicklung unseres Thieres nicht so gründlich studiren, wie ich es gewünscht hätte, da es gegen Ende meines Aufenthaltes wegen des herrschenden stürmischen Wetters nicht möglich war, die Thiere oder deren Laiche in genügender Menge zu beschaffen, und da die längere Zeit in

¹ Wegen des Namens verweise ich auf eine demnächst erscheinende Abhandlung über die Systematik der Aplysien von Neapel. *Aplysia limacina* L. = *A. fasciata* Gmel., *Camelus* Cuv.

den Aquarien gehaltenen Thiere nur sehr unregelmäßig legten. Überhaupt scheint mit dem Eintritt des Herbstes die Laichperiode der *Aplysia* zu Ende zu gehen. Ich gebe darum hier nur meine Beobachtungen über die früheren Entwicklungsstadien, da diese vollständig lückenlos sind, während die Beobachtungen, die mir über spätere Stadien zu Gebote stehen, zu wenig vollständig sind, um eine einigermaßen zusammenhängende Darstellung zu ermöglichen.

Über die Methoden der Untersuchung brauche ich wenig zu sagen. Die Eier sind so undurchsichtig, dass sich ohne Präparation Nichts erreichen lässt. Die Entwicklung geht so langsam von statten, dass es mehr als genügend war, wenn immer von zwei zu zwei Stunden eine Quantität Eier konservirt wurde. Dies geschah durch Einlegen in Pikrinschwefelsäure, darauf wurden die Eier gefärbt und in Kanadabalsam oder Dammarlack eingeschlossen. Von späteren Stadien habe ich trotz der Kleinheit des Objectes Schnitte angefertigt, und so die Beobachtungen am ganzen Embryo kontrollirt.

Über die Entwicklung von *Aplysia* besitzen wir außer einigen älteren Notizen von Sars¹ und van Beneden² nur eine ausführlichere Arbeit von Ray Lankester³. Er hat seine Untersuchungen ebenfalls in Neapel gemacht, und es ist der Vergleichung wegen nöthig, eine Feststellung der untersuchten Arten zu versuchen, da Ray Lankester keine zuverlässigen Angaben über die von ihm benutzten Arten macht, sondern nur den Laich derselben genauer beschreibt. Nun ist es nicht schwer, das erste von ihm untersuchte Thier wieder zu erkennen, denn wenn seine Angabe, dass es die größte im Golf vorkommende *Aplysia* sei, richtig ist, so ist es *Aplysia limacina* L. Damit stimmt auch Alles, was er über den Bau der Eierschnur sagt, gut überein, eben so die Farbe der Eier, worüber ich übrigens unten noch Einiges bemerken muss. Er selbst hält diese größte Art irrigerweise für *Aplysia depilans* L.

Schwieriger ist es die zweite von Ray Lankester untersuchte Art wieder zu erkennen. Ich kann mir keine ganz sichere Ansicht darüber bilden, was es sein möge. Außer *Aplysia limacina* L. findet sich in Neapel noch eben so häufig *Aplysia depilans* L., die kleiner ist als die erste und meist auch ganz hellbraun gefärbt. (Es ist dies die von

¹ Sars, Sur le développement des Mollusques et des Zoophytes. WIEGMANN'S Archiv f. Naturgesch. 1840 und 1845.

² van Beneden, Recherches sur le développement des Aplysies. Ann. d. sc. nat. 2^{me} sér. t. 15. 1844.

³ RAY LANKESTER, Contributions to the developmental history of the Mollusca. Phil. trans. 1875.

BOHADSCH¹ untersuchte Art, welcher DELLE CHIAJE den Namen *A. leporina* gab, wegen der Ähnlichkeit ihrer Färbung mit der des Hasen.) Außerdem findet sich noch eine dritte Art, *A. punctata* Cuv., jedoch etwas seltener.

Der *A. depilans* gehören die von RAY LANKESTER in zweiter Reihe untersuchten Eier sicher nicht an, denn ich habe die wichtigsten Entwicklungsstadien auch dieser Art untersucht und konnte nicht irgend eine Abweichung von den bei *Aplysia limacina* beobachteten Vorgängen finden, während ja die Entwicklung der beiden von RAY LANKESTER untersuchten Arten ziemlich bedeutende Differenzen zeigt. Es bleibt also nur die dritte Art, *A. punctata* Cuv. übrig, wozu auch die Angabe passt, dass das Thier viel kleiner als die erstgenannte Art sei. RAY LANKESTER nennt das fragliche Thier *Pleurobranchidium* (*Aplysia minor*) und hält *Pleurobranchidium* für ein Subgenus von *Aplysia*. Dies ist aber nicht der Fall, sondern *Pleurobranchidium* Blv. ist gleich *Pleurobranchaea* Meck. Und die Eier von *Pleurobranchaea* sind mit denen von *Aplysia* gar nicht zu vergleichen. Der Laich z. B. von *Pl. Meckelii* Cuv. ist ein 4—4,5 cm breites Gallertband, in welchem die Eikapseln in einer flachen Spirallinie angeordnet sind. Jede Kapsel enthält ungefähr acht Eier.

Es mag hier noch gestattet sein, einige Worte über den Laich von *Aplysia limacina* und *depilans* zu sagen. Die Thiere befestigen ihren Laich an den Glaswänden des Aquariums und zwar setzt *A. depilans* die Eischnur dicht aufgekäuelt ab, während *A. limacina* sie in lockeren Schlingen anklebt. Die Laiche der ersteren sehen meist weiß aus, manchmal sind sie leicht gelblich, seltener bräunlich gefärbt, dagegen sind die Laiche der letzteren gewöhnlich sehr intensiv dottergelb, bisweilen auch braun oder rothbraun gefärbt (Fig. 4—4). Ich habe mehrere Male beobachtet, dass dasselbe Thier zuerst gelbe, dann braune Eier absetzt. Ähnliches hat auch wohl schon SANDER RANG beobachtet (Monogr. pl. VII, fig. 3). Er giebt (p. 28) fälschlich an, dass der die Kokons umhüllende Schleim gefärbt sei. Dies ist jedoch nicht der Fall; der Schleim ist immer farblos und die Farbe der Eischnur wird immer durch diejenige der Eier bedingt. Auch Herr SCHULGIN hat im letzten Sommer in Villafranca dasselbe beobachtet. Ein weiterer wesentlicher Unterschied in den Laichen der beiden Arten besteht noch darin, dass bei *A. depilans* der die Eikapseln zusammenhaltende Schleim außerordentlich viel zäher ist als bei der größeren Art. Bei dieser lassen sich die Eier mit größter Leichtigkeit durch Zerzupfen der Eischnur isoliren,

¹ BOHADSCH, De quibusdam animalibus marinis liber. Dresdae 1764.

was bei der ersteren nicht geht. Ferner enthält bei *A. limacina* jeder Kokon ungefähr 40—50 Eier, bei *A. depilans* nur 10—20.

Interessant ist, dass die aus den braunen Eiern sich entwickelnden Embryonen bei beiden untersuchten Arten die zwei Gruppen von rothen Körnchen haben, die RAY LANKESTER auch bei seinem sogenannten Pleurobranchidium beobachtet hat. Sie liegen, wie aus seinen Abbildungen zu ersehen ist, hinter dem Velum zu beiden Seiten des Embryo und sind in eine zarte Hülle eingeschlossen. Ich habe sie häufig beobachtet, ohne etwas über ihre Bedeutung ermitteln zu können. Durch Alkohol wird der Farbstoff entfernt.

Hier will ich noch eine Notiz über die Zahl der von *Aplysia limacina* auf einmal abgelegten Eier beifügen: in jedem Millimeter der Eischnur sind ungefähr sechs Kokons mit rund je 50 Eiern, also zusammen 300 Eier enthalten. Bei einer ungefähren Länge der Eischnur von 1—1,5 m ergibt sich also als Gesamtzahl die Summe von 300 000—450 000 Eiern.

An den frisch abgelegten Eiern hat die Caryolyse schon begonnen, und wir finden bald zwei Richtungskörper am animalen Pol (Fig. 4). Darauf zerfällt das Ei durch eine Meridionalfurche in eine größere und eine kleinere Kugel, von welcher die letztere nur sehr wenig Protolecith an der Seite des vegetativen Poles enthält (Fig. 2). Jetzt theilt sich zuerst die kleine und dann die große Kugel durch Meridionalfurchen in zwei jedes Mal unter sich gleiche Zellen (Fig. 3 und 4).

Die jetzt am animalen Pol beginnende Abschnürung der Ektodermzellen geht fast genau in derselben Weise vor sich, wie ich sie für *Neritina fluviatilis* Müll. geschildert habe¹. Das auf den ersten Anblick etwas unregelmäßige Aussehen der Furchungsstadien wird nur durch die ungleiche Größe der vier Zellen *a, b, c, d* bedingt. Es entstehen also zuerst vier Ektodermzellen, die sich im Uhrzeigersinn verschieben *a*₁, *b*₁, *c*₁, *d*₁ Fig. 5 u. f., dann vier weitere, die sich im entgegengesetzten Sinne verschieben, *a*₂, *b*₂, *c*₂, *d*₂ Fig. 6 u. f. Von diesen letzten theilt sich jede in zwei (Fig. 8 u. f. *a'*₂, *b'*₂, *c'*₂, *d'*₂). Zu gleicher Zeit giebt jede der vier ursprünglichen Zellen *a, b, c, d* eine weitere Ektodermzelle *a*₃, *b*₃, *c*₃, *d*₃ ab (Fig. 8, 9 u. f.). Dabei ist eine kleine Unregelmäßigkeit zu beachten, nämlich dass *c*₃ tiefer liegen bleibt als die übrigen Ektodermzellen (Fig. 9). Eine Vergleichung von Fig. 11, wo diese vier Generationen der Ektodermzellen dargestellt sind, mit der entsprechenden von *Neritina* (l. c. Fig. 48) ergibt eine fast vollständige Identität.

¹ F. BLOCHMANN, Über die Entwicklung von *Neritina fluviatilis* Müll. Diese Zeitschrift. Bd. XXXVI.

Jetzt müssen wir zunächst die am vegetativen Pol auftretenden Veränderungen ins Auge fassen. In Fig. 42 ist ein Ei vom vegetativen Pol gezeichnet, bei welchem sich das Ektoderm auf der in Fig. 44 dargestellten Stufe der Entwicklung befindet. In Fig. 43 ist von c_2 eine kleine Zelle entstanden, die Zellen c_3 und d_3 sind in Theilung. Das Resultat der Theilung zeigt Fig. 44, außerdem hat sich noch von c eine kleine Zelle abgeschnürt, die sich zwischen a , b und c legt. In Fig. 45 ist eben eine solche Zelle von c_3 entstanden, und d befindet sich in Theilung. Fig. 46 zeigt uns das in der vorigen Figur vom vegetativen Pol dargestellte Stadium vom animalen. Es sind um die noch central liegenden vier ersten Ektodermzellen weitere acht entstanden, von denen die vier zwischen a_1 , b_1 , c_1 , d_1 liegenden mit den Zellen a'_1 , b'_1 , c'_1 , d'_1 bei *Neritina* homolog sind (l. c. Fig. 115 u. f.). Den Ursprung der anderen kann ich nicht sicher angeben.

Von jetzt ab nehmen die Theilungen der Ektodermzellen einen unregelmäßigeren Verlauf, die Zellen selbst werden flacher und die Zellgrenzen undeutlicher. Das Ektoderm umwächst auf diese Weise die großen Zellen a und b vollständig. Ehe wir jedoch diesen Vorgang weiter verfolgen, müssen wir noch einige Theilungen der Zellen a , b , c , d näher ins Auge fassen. In Fig. 49 haben sich die Zellen c und d in je zwei c getheilt und a und b befinden sich in Theilung. Das Resultat sehen wir in Fig. 20, wo von a und b die Zellen a_c und b_c entstanden. Zu gleicher Zeit haben die zwei aus c entstandenen Zellen noch je einer kleinen Zelle den Ursprung gegeben, wovon die eine auf dem optischen Schnitt in Fig. 24 zu sehen ist. Während dieser Zeit hat sich das Ektoderm so weit ausgebreitet, dass es schon auf die untere Seite von a und b übergreift. Auf diesem Stadium nun bilden die großen an Nahrungsdotter reichen Zellen a und b zusammen mit a_c und b_c und allen aus c und d hervorgegangenen Zellen die Anlage des Entoderms und zwar geben a_c , b_c und die von c und d entstandenen Zellen dem kleinzelligen Theil des Entoderms den Ursprung, den wir auch bei anderen Gastropoden schon kennen.

Wir können also nach den geschilderten Vorgängen behaupten, dass die Furchung bei *Aplysia* im Wesentlichen sich genau an den bei anderen Gastropoden bekannten Modus der Furchung anschließt, wie er von RABL¹ neuerdings ausführlicher dargestellt wurde. RABL bildet in dieser Arbeit einige Furchungsstadien eines anderen Tectibranchiers von *Acera bullata* ab, die vollständig mit den bei *Aplysia* beobachteten übereinstimmen. Seine Fig. 8 und 9, Taf. XXXVIII, stellen die Ent-

¹ C. RABL, Über die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphol. Jahrb. Bd. V.

stehung der c_2 und d_2 Fig. 6 dar, während seine Fig. 10 meiner Fig. 6 und 7, seine Fig. 11 meiner Fig. 11 und 12 ganz genau entsprechen. Ein Unterschied ist allerdings vorhanden; es finden sich nämlich hier am Ende der Furchung nicht jene zwei großen, sonst in vielen Fällen aufgefundenen Zellen, welche dem Mesoderm den Ursprung geben. Ich habe trotz der sorgfältigsten Nachforschungen keine Zellen auffinden können, die dafür zu halten wären. Die ersten deutlichen Spuren vom Mesoderm fand ich auf dem in Fig. 33 dargestellten Stadium. Auf keinem Stadium jedoch habe ich die sonst so leicht zu sehenden Mesodermstreifen beobachten können. Über die Entstehung des mittleren Blattes kann ich auch keine direkten Angaben machen; es schien mir oft, dass die ersten Zellen, die zwischen Ektoderm und Entoderm eingeschaltet sind, rechts und links von der Ösophaguseinstülpung liegen. Deutlich zu beobachten ist das Mesoderm erst mit der beginnenden Entwicklung des Fußes.

An dieser Stelle möchte ich noch einige Worte über Fig. 18 sagen. Sie stellt uns ein Ei von *Aplysia* dar, welches sich vollständig regelmäßig gefurcht hat. Das Ei fand sich in demselben Präparat mit anderen, bei welchen die Furchung nach der oben geschilderten Weise verlaufen war. RAY LANKESTER hat schon bemerkt, dass man bei *Aplysia* häufig auf abnorm entwickelte Eier und Embryonen stößt und ich kann seine Beobachtungen bestätigen.

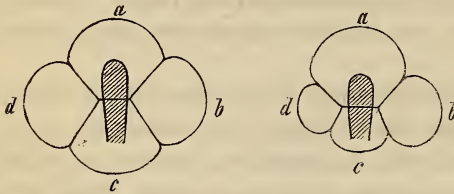
Dass jedoch bei *Aplysia*, wo eine weniger regelmäßige Furchung die normale Erscheinung ist, eine Abnormität gerade durch Zurück schlagen in den regulären Typus sich kundgibt, darf vielleicht als ein neuer Beweis dafür in Anspruch genommen werden, dass eben die reguläre Furchung das Ursprüngliche war, und dass die jetzt sich findenden Unregelmäßigkeiten auf Rechnung der größeren oder geringeren Menge des Nahrungsdotters zu setzen sind.

RAY LANKESTER hat über die Furchung keine genauere Beobachtungen gemacht; nur das eine, glaube ich, ist zu bemerken. Es scheint nämlich, dass er das von ihm in Fig. 4 dargestellte Stadium ganz falsch aufgefasst hat. Nach der Art nämlich, wie er das Richtungsbläschen zeichnet, muss ich glauben, dass er annahm, die zwei großen Zellen fänden sich am vegetativen Pol, während der animale von vier kleineren Zellen ohne Nahrungsdotter eingenommen würde. Für diese Auffassung spricht auch die Bemerkung, die er zu seiner Figur macht: »The yellow yelk divides no further.«

In Fig. 22 habe ich ein Stadium abgebildet, auf welchem die Umwachsung der großen Zellen durch das Ektoderm so weit fortgeschritten ist, dass nur noch ein verhältnismäßig schmaler, spaltförmiger Raum

frei geblieben ist, welcher sich schräg über die Grenzlinie der großen Zellen *a* und *b* erstreckt und hinten ganz allmählich im Ektoderm verläuft. Es ist dies der Blastoporus, dessen auf den ersten Blick etwas unverständliche Lage, oder besser gesagt Richtung, sofort klar wird, wenn wir seine Lage zu den vier ursprünglichen Zellen *a*, *b*, *c*, *d* näher betrachten und mit dem vergleichen, was wir von anderen Gastropoden wissen, bei denen diese Zellen gleich groß sind. Dazu mögen die untenstehenden Schemata dienen.

Wir wissen, dass bei anderen Gastropoden, z. B. Planorbis und anderen, der Blastoporus in die Richtung der Längsachse des Embryo fällt, und dass er zu den vier ursprünglichen Zellen die in Fig. 4 dargestellte



Lage hat. Durch Vergleichung des zweiten Holzschnittes, der die Lage des Blastoporus zu den vier ursprünglichen Zellen bei *Aplysia* darstellt, mit dem ersten ergibt sich sofort, dass in beiden Fällen der Verlauf ein ganz identi-

scher ist. Eine weitere Bestätigung dieser Ansicht giebt Fig. 27, wo wir sehen, dass, wie durch die Lage des Velums bewiesen wird, die Zelle *a* wirklich das Kopfende des Embryo einnimmt¹.

Auf einen weiteren Umstand von Wichtigkeit ist bei Fig. 22 noch aufmerksam zu machen. Am Hinterende des Blastoporus bemerkt man zwei kleine Ektodermzellen *a*, *z*, die sich etwas über das Niveau der umgebenden Zellen erheben und durch die helle Beschaffenheit ihres Protoplasmas auffallen. Diese Zellen, für die ich den Namen »Analzellen« (»cellules anales«, Fol, Pteropoden und Heteropoden) vorschlagen möchte, können wir von jetzt ab immer auffinden, sie nehmen an Größe

¹ Hier will ich noch erwähnen, dass RABL ganz mit Unrecht FOL eine Verwechslung zuschiebt, einfach deswegen, weil die Beobachtungen FOL's ihm nicht ganz zu seinen Spekulationen passen. Er nimmt nämlich an, dass FOL sich getäuscht habe, wenn er angiebt (FOL, Pteropoden, p. 114), dass eine der großen, reichlich Nahrungsdotter enthaltenden Zellen künftig das Vorderende des Embryo einnehme. Nun ergibt eine Vergleichung meiner Befunde bei *Aplysia* mit der Fig. 7, Taf. I von FOL eine genaue Übereinstimmung der Beziehungen, wenn man dabei nur beachtet, dass FOL's Figur eine Ansicht vom animalen, die beiden oben gegebenen Holz-schnitte dagegen vom vegetativen Pol geben. Auch bei *Aplysia* wird das künftige Vorderende von einer an Nahrungsdotter reichen Zelle eingenommen.

noch bedeutend zu, ihr Protoplasma wird vollständig hyalin und enthält große Vacuolen, während ein Kern später nicht mehr zu finden ist.

Dieselben Verhältnisse hat LANGERHANS¹ bei anderen Opisthobranchiern gefunden. Für die von ihm untersuchte *Doris* giebt er auch ausdrücklich an, dass die Analzellen genau in der Längsachse des Blastoporus auftreten. Auch die Beobachtungen von HADDON² haben für *Elysia viridis* und *Fionia* einen langgestreckten die Bauchseite einnehmenden Blastoporus ergeben. Ich möchte vermuthen, dass in seiner Fig. 2 die als Richtungsbläschen bezeichneten Zellen weiter nichts sind als die Analzellen. Auf diese Verhältnisse werde ich im zweiten Theil dieses Aufsatzes noch einmal zurückkommen.

In Fig. 23 ist ein optischer Schnitt durch das in Fig. 22 abgebildete Stadium dargestellt, der in der Richtung gelegt ist, wie sie durch die beiden Pfeile in der vorigen Figur angegeben wird. Die kleinen Entodermzellen haben sich vermehrt und bilden eine zusammenhängende Schicht, die sich von den großen Zellen etwas abgehoben hat, so dass die dadurch entstandene Urdarmhöhle durch den Blastoporus nach außen sich öffnet. In den nun folgenden Stadien verengt sich der Blastoporus allmählich und beginnt dabei sich von hinten nach vorn zu schließen, wie es Fig. 24 zeigt. Die Analzellen bleiben dabei an ihrem ursprünglichen Platze.

Die nun folgenden Figuren 25 und 26 stellen beide dasselbe Stadium, nämlich einen Embryo von 46 Stunden vom vegetativen Pol gesehen dar, und zwar ist die erste nach dem lebenden, die zweite nach dem präparirten Objekte gezeichnet. Zuerst fällt uns auf, dass die beiden großen Zellen aus einander gewichen sind und eine weite Höhle zwischen sich lassen, welche an den nicht von den großen Zellen eingenommenen Seiten von dem kleinzelligen Theil des Entoderms begrenzt wird. Wie Fig. 26 erkennen lässt, berühren sich die beiden großen Zellen noch an der linken Seite und gegen den animalen Pol zu. Der Blastoporus ist vollständig geschlossen, seine Stelle lässt sich jedoch unschwer an den etwas größeren Zellen erkennen; auf optischen Schnitten ist noch eine leichte Einsenkung zu bemerken.

Eigenthümlich ist, was wir weiter am lebenden Objekte beobachten. Am vorderen Rande der Einsenkung, die an der Stelle, wo sich der Blastoporus schloss, persistirt, finden sich ungefähr fünf bis sieben lebhaft schlagende Cilien (Fig. 25 *w*). Diese Cilien bewegen sich sehr

¹ P. LANGERHANS, Zur Entwicklung der Gastropoda Opisthobranchia. Diese Zeitschr. Bd. XXIII. 1873.

² HADDON, Notes on the Development of Mollusca. Quart. Journ. of mikr. sc. 1882 (Oktober).

viel lebhafter als die etwas später auftretenden Wimpern (Fig. 27) des Velums, sind auch bedeutend größer als diese. Sie finden sich auch bei weiter entwickelten Embryonen, die schon eine wohl ausgebildete Schalendrüse besitzen, verschwinden aber, wenn die Entwicklung des Fußes beginnt. Es ist schwer zu sagen, welche Bedeutung diese Cilien haben könnten. Auch ist meines Wissens nichts Ähnliches von anderen Gastropoden bekannt.

RAY LANKESTER hatte diese Wimpern gesehen, aber sehr ungenau abgebildet (Taf. V, Fig. 13). Überhaupt hat er die Embryonen, die er in Taf. V, Fig. 9—16 abbildet, in den meisten Beziehungen nicht ganz richtig aufgefasst, was eine Entschuldigung darin finden mag, dass er nur das frische Objekt untersuchte.

Für seine Fig. 9 giebt er an, dass sich zwischen die beiden großen Zellen eine Masse heller Zellen eingeschoben haben; dies ist nie der Fall, sondern, sobald einmal die großen Zellen sich nicht mehr in ihrer ganzen Ausdehnung berühren, findet sich ein mit Flüssigkeit erfüllter Hohlraum, die Urdarmhöhle, zwischen denselben. Seine Fig. 11 ist ohne Zweifel nach einem abnormen Embryo gezeichnet. Denn nach derselben müsste der kleinzellige Theil des Entoderms sich vollständig vom Ektoderm abgehoben haben, was nie der Fall ist, wie meine Präparate und Schnitte zur Genüge beweisen. Natürlich ist damit auch das, was er hierzu über die Entstehung einer Höhle im Mesoderm und deren Beziehung zu den betreffenden Verhältnissen bei *Pisidium* sagt, vollständig hinfällig. (We notice now first of all the formation of a distinct cavity, which must be identified with the mesoblastic cavity of *Pisidium*, and more generally of all the embryos of higher animals.)

Verfolgen wir nun die Entwicklung unserer Embryonen etwas weiter, so zeigt uns zunächst Fig. 27 im Wesentlichen noch dieselben Verhältnisse, wie die vorhergehende. Die großen Zellen haben sich noch mehr ausgehöhlt, der kleinzellige Theil des Entoderms dagegen befindet sich noch in demselben Zustand. Ein wesentlicher Fortschritt besteht in dem Auftreten des Velums, welches so liegt, dass die eine der protolecithreichen Zellen, *a* nach den früheren Stadien, das Vorderende einnimmt, worauf schon oben aufmerksam gemacht wurde.

Fig. 28 stellt uns einen optischen Längsschnitt durch ein etwas älteres Stadium dar. An der Stelle, wo sich der Blastoporus schloss, findet sich jetzt eine etwas bedeutendere Einsenkung, die beginnende Ösophaguseinstülpung. An dem gegenüber liegenden Pol hat das Ektoderm auch begonnen sich auf einer großen Strecke einzusenken, um der Schalendrüse den Ursprung zu geben. In dem Velarfelde bemerkt man im Ektoderm eine Stelle mit etwas höheren Zellen, eben so macht

sich die Anlage des Fußes durch eine Verdickung des Epithels bemerklich (Fig. 28 *f*). Überall wo die großen Zellen *a* und *b* das Ektoderm nicht berühren, sehen wir unter demselben eine einfache Lage der kleinen Entodermzellen.

Die weitere Entwicklung der Schalendrüse lassen Fig. 30 und 31 erkennen. Sie stellen einen Längs- bzw. Querschnitt durch etwas ältere Stadien dar. Das Epithel des Schalenfeldes senkt sich rasch zu einer bedeutenden Tiefe ein. Dabei verschwindet die in den vorhergehenden Figuren noch auffallende Ausbauchung des Ektoderms und kleinzelligen Entoderms auf der rechten Seite des Embryo, und während derselbe bisher von rechts nach links einen größeren Durchmesser hatte als von oben nach unten, ist das Verhältnis jetzt umgekehrt. Eine Vorstellung von dem Aussehen des lebenden Objektes um diese Zeit giebt uns Fig. 29. Besonders deutlich treten jetzt die Wimpern (*w*) an der Mundeinstülpung hervor, denn durch die eben erwähnte, mit der Einstülpung der Schalendrüse verbundene Gestaltsveränderung wird bewirkt, dass die Embryonen immer auf der rechten oder linken Seite liegen, so dass die Mundeinstülpung im optischen Schnitt erscheint. So lassen sich die Cilien der Mundeinstülpung leicht und sicher von dem davor liegenden Velum unterscheiden. Weiteres Detail zu sehen ist am lebenden Objekt unmöglich.

Die nächsten Veränderungen treten nun an der Schalendrüse auf. Nachdem diese eine Zeit lang die in Fig. 30 und 31 dargestellte Gestalt bewahrt hat, beginnt sie wieder sich auszubreiten, wobei zugleich ein äußerst zartes Schalenhäutchen sichtbar wird (Fig. 32 *s*). Manchmal findet sich dieses Häutchen auch schon früher. Die verdickten Ränder der Schalendrüse, Fig. 32 *mltr*, werden zum Mantelrand und treten später noch deutlich hervor (Fig. 33).

Der in Fig. 33 dargestellte Embryo ist 20 Stunden älter als der in Fig. 32 abgebildete. Die Darmhöhle hat sich bedeutend vergrößert, hauptsächlich durch Ausdehnung der beiden großen, an Nahrungsdotter reichen Zellen. Es mag hier bemerkt werden, dass diese Zellen auch noch auf späteren Stadien einen deutlichen, sich intensiv färbenden Kern enthalten. Die Einstülpung des Ösophagus hat Fortschritte gemacht und die Cilien an seinem Vorderrande sind verschwunden. Dagegen hat sich der Fuß bedeutend entwickelt und enthält einige Mesodermzellen (*ms*), über deren Herkunft ich leider, wie schon oben bemerkt, keine direkten Angaben machen kann. Die Analzellen sind etwas mehr nach der rechten Seite gerückt. Die Schale hat bedeutend an Umfang zugenommen. Normale Embryonen von *Aplysia* zeigen keinen soliden Schalenpfropf, wie auch RAY LANKESTER hervorhebt, dagegen findet sich

ein solcher häufig in Fällen abnormer Entwicklung. RAY LANKESTER bildet solche Stadien ab und ich kann seine Beobachtung bestätigen. In diesen Fällen bewahrt die Schalendrüse dann auch die tief sackförmige Gestalt, die sie z. B. in Fig. 34 zeigt.

Vergleichen wir nun mit den geschilderten Verhältnissen die Resultate RAY LANKESTER'S, so ist von vorn herein zu bemerken, dass er bei den von ihm Taf. V, Fig. 13—20 abgebildeten Embryonen einige Verhältnisse sich nicht ganz richtig vorstellt.

Was er in Fig. 13 als Anfang des Schalenfeldes betrachtet und mit *shp* bezeichnet, ist weiter nichts als eine zufällig etwas nach innen vorspringende Ektodermzelle; die Schalendrüse entsteht überhaupt an einer ganz anderen Stelle, nämlich in der Nähe des animalen Pols, gegenüber der Stelle, die er mit *ci* bezeichnet hat. Was er in Fig. 13 mit *me* = Mesoblast bezeichnet, ist der kleinzellige Theil des Entoderms, und was in den folgenden Figuren als Differenzirung des Mesoblasts in eine äußere und innere Schicht (Fig. 14 *pme* und *ime*) gedeutet wird, beruht ebenfalls auf Täuschung.

Der Embryo von *Aplysia* auf dem in Fig. 14 dargestellten Stadium hat schon eine wohl ausgebildete Schalendrüse, und es wäre denkbar, dass RAY LANKESTER den Boden der Schalendrüse als äußeres, das darunter liegende kleinzellige Entoderm als inneres Mesoblast aufgefasst hat (cf. meine Fig. 30). Allerdings muss ich sagen, dass ich diese Schichten am ungefärbten Objekt nie so deutlich unterscheiden konnte. Zu bemerken wäre noch, dass RAY LANKESTER bei diesem Embryo die am Vorderrande des Mundes stehenden Cilien gesehen zu haben scheint, da er hinter dem im optischen Schnitt erscheinenden Velum noch zwei Wimpern zeichnet. Was das in Fig. 14 u. f. mit *ot* bezeichnete und als Otolithenblase gedeutete Gebilde sein soll, weiß ich nicht; jedenfalls ist das sicher, dass sich um diese Zeit noch keine Spur von einer Otolithenblase findet. Die ganze Entstehungsweise der Schalendrüse und das frühzeitige Vorhandensein eines Schalenhäutchens ist RAY LANKESTER entgangen, was auch einigermaßen erklärlich ist, da er sich auf die Untersuchung des lebenden Objekts beschränkte.

Für die weitere Entwicklung der *Aplysia* sind meine Beobachtungen, wie schon oben erwähnt, noch zu lückenhaft, so dass ich es vorziehe, hier abzubrechen.

Für das wichtigste Resultat meiner Beobachtungen halte ich den Beweis, dass die Entwicklung von *Aplysia limacina*, so weit sie eingehend verfolgt werden konnte, sich in den wesentlichsten Punkten vollständig dem Gastropodentypus anschließt.

Über das Schicksal des Blastoporus bei *Paludina vivipara* Müll.

Die Frage nach dem Schicksal des Blastoporus bei *Paludina* wurde in der letzten Zeit von verschiedenen Autoren in verschiedenem Sinne behandelt. Es war zuerst RAY LANKESTER¹ und dann BÜTSCHLI², die sich Beide in gleichem Sinne dahin aussprachen, dass der Blastoporus direkt in den bleibenden After übergehe, während dann RABL in seiner Arbeit über die Entwicklung der Tellerschnecke sich dagegen aussprach und erklärte, dass bei *Paludina* der Blastoporus sich eben so schließe und an seiner Stelle der Mund auftrete, wie bei anderen Gastropoden.

Nach dem Erscheinen der Arbeit RABL's unternahm mein verehrter Lehrer, Herr Professor BÜTSCHLI, eine erneute Untersuchung der fraglichen Verhältnisse; da er jedoch durch anderweitige Arbeiten an der Fortsetzung der Untersuchung verhindert war, übernahm ich dieselbe. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass ich bei dem hohen Interesse dieser Frage mit der größten Sorgfalt zu Werke gegangen bin, und stützen sich die im Folgenden darzulegenden Resultate auf eine Reihe von ungefähr 60 Präparaten, die theils im Sommer 1884, theils im Sommer des vorigen Jahres angefertigt wurden.

In den Fig. 34—36 habe ich ein Ei dargestellt, welches ungefähr das Ende der Furchung zeigt. Es ist nicht nöthig etwas Weiteres darüber zu sagen, da sich nicht die geringste Abweichung von dem für die Gastropoden bekannten Typus der Furchung erkennen lässt. Das in Fig. 37 vom vegetativen Pol dargestellte Stadium zeigt bei der gleichen Anzahl der Zellen wie das vorhergehende in so fern einen Fortschritt, als die einzelnen Zellen sich enger zusammengeschlossen und so einen mehr epithelartigen Charakter angenommen haben.

Bei diesem Stadium ist eben so wenig wie bei dem vorhergehenden oder dem nachfolgenden eine Furchungshöhle zu bemerken, wie sie RAY LANKESTER in Fig. 4 Taf. XXV dargestellt hat, welche Beobachtung RABL gegen BÜTSCHLI aufrecht zu erhalten versucht. Ich habe zwischen Ektoderm und Entoderm nie eine geräumige Höhle finden können, sondern ganz den Figuren BÜTSCHLI's entsprechend immer nur einen engen Spalt.

Die nächstfolgenden Entwicklungsvorgänge bestehen nun in einer Vermehrung der Zellen sowohl des Ektoderms als des Entoderms, womit der Beginn der Einstülpung Hand in Hand geht. Wir finden nun zunächst Stadien, wie sie von BÜTSCHLI in Fig. 1 und 2 dargestellt worden

¹ RAY LANKESTER, On the invaginate Planula or diploblastic phase of *Paludina vivipara*. Quart. Journ. of Mikrosk. science. N. S. Vol. XV. 1875. — On the coincidence of the blastopore and anus in *Paludina vivipara*. Ebenda. Vol. XVI. 1876.

² BÜTSCHLI, Entwicklungsgeschichtliche Beiträge. Diese Zeitschr. Bd. XXIX.

sind. An diese schließen sich meine Fig. 38 und 39 an, wo der Embryo ungefähr die Gestalt einer hohlen Halbkugel angenommen hat.

Der Blastoporus stellt jetzt eine weite Öffnung dar, die gewöhnlich einen etwas ovalen Umriss aufweist. Die Einstülpung macht nun weitere Fortschritte und der Blastoporus verengert sich mehr und mehr (Fig. 40 und 44), ohne dass es möglich wäre festzustellen, ob die Verengung durch gleichmäßiges Zusammentreten der Ränder stattfindet, oder ob die Vorgänge ähnlich sind wie bei *Aplysia*, den Pulmonaten und anderen, nämlich dass eine Stelle des Randes unverändert ihre Lage beibehält, während von der gegenüber liegenden Stelle ausgehend allmählich ein Zusammentreten der Ränder stattfindet.

Betrachten wir nun noch ein etwas älteres Stadium, so hat sich der Blastoporus bis auf einen kleinen Spalt verengert (Fig. 44). Zugleich sind in seiner Umgebung zwei Wülste aufgetreten, so dass der Blastoporus in einer Vertiefung liegt, die nach der dorsalen Seite zu auch durch einen kleinen Wulst begrenzt ist, während sie nach der ventralen hin sich allmählich verläuft. Die beiden in den Fig. 42 und 43 dargestellten optischen Schnitte sind ohne Weiteres verständlich. Weiter sind auf diesem Entwicklungsstadium die ersten Spuren des Velums zu bemerken. Auch scheinen hier zum ersten Male an dem Rande des Blastoporus Zellen zwischen Entoderm und Ektoderm — also die ersten Mesodermzellen aufzutreten (Fig. 22 *m*). Ich muss jedoch bemerken, dass hier meine Beobachtungen trotz der größten Sorgfalt eine Lücke aufweisen, indem es mir nicht gelingen wollte, die Abstammung des Mesoderms klar zu stellen. Für die weitere Entwicklung des Mesoderms stimmen meine Beobachtungen vollständig mit denjenigen BÜRSCHLI'S überein. Das Mesoderm bildet zwei zu beiden Seiten des Embryo von hinten nach vorn verlaufende Streifen. Mit dem weiteren Fortschreiten nehmen die Zellen dieser Mesodermstreifen die für die Gastropoden so charakteristische Spindelform an und durchziehen den ganzen sich allmählich vergrößernden Raum zwischen Ektoderm und Entoderm.

Das eben besprochene Entwicklungsstadium ist das wichtigste für unseren Zweck, denn nur auf ein solches könnten sich die Angaben RABL'S von dem vollständigen Verschluss des Blastoporus beziehen. Er sagt (l. c. p. 606): »Es hat sich herausgestellt, dass die Schließung des Gastrulamundes bei *Paludina vivipara* in ganz derselben Weise erfolgt, wie bei *Planorbis*, und dass zur Zeit, als sich das Velum eben zu bilden beginnt, nicht die geringste Spur einer, in der später vom After eingenommenen Gegend bestehenden Öffnung existirt. Nur unmittelbar hinter dem Velum, an der Stelle, an welcher später der Mund erscheint,

glaube ich eine seichte Vertiefung, die übrigens mit dem Urdarm in keiner Verbindung stand, gesehen zu haben.«

Meine Beobachtungen haben mich aber zu einem anderen Resultat geführt; ich muss gegen die Behauptung RABL's die älteren Beobachtungen von RAY LANKESTER und BÜTSCHLI von dem direkten Übergang des Blastoporus in den After vollständig bestätigen.

Unter den vielen von mir untersuchten Embryonen ist mir kein einziger zu Gesicht gekommen, der in der Lage, wie sie Fig. 42 angiebt, nicht ganz deutlich den Blastoporus gezeigt hätte. Allerdings legen sich die Ränder desselben oft sehr eng an einander (so weit wie ihn RAY LANKESTER in Fig. 7 und 8, Taf. XXV seiner zweiten Mittheilung darstellt, ist er nie), so dass es in der Seitenlage (Fig. 43) oft nur bei der genauesten Orientirung und der besten Beleuchtung gelingt, den unmittelbaren Übergang des Ektoderms in das Entoderm zu sehen, dagegen gelingt es in der Ansicht von oben oder unten (Fig. 42) immer viel leichter sich von dem Vorhandensein des Blastoporus zu überzeugen.

Fig. 45 habe ich noch hierher gesetzt, um das Verständnis der vorigen Figur zu erleichtern. Hier ist schon eine Differenzirung in dem Entoderm eingetreten, indem ein Theil der Zellen desselben begonnen hat, sich durch Anhäufung von Deutolecith zu vergrößern. Wie die Betrachtung älterer Embryonen z. B. bei BÜTSCHLI Taf. V, Fig. 10 etc. zeigt, liegen diese Zellen ventral. Dadurch sehen wir also ein, dass der Blastoporus oder, wie wir ihn jetzt besser nennen können, der After, der dorsalen Seite genähert liegt. Derselbe ist jetzt wieder vollständig rund und zeigt in noch etwas älteren Stadien aufs deutlichste den Zellenkranz, den BÜTSCHLI in seinen Fig. 7 und 8 angiebt. An der dorsalen Seite des Embryo ist an der Stelle, wo ein wenig später die Schalendrüse auftritt, eine bedeutende Verdickung des Ektoderms zu bemerken (Fig. 45 *sf*), die dadurch entstanden ist, dass die Zellen sehr hoch und schmal geworden sind. An der ventralen Seite ist hinter dem Velum eine leichte Einsenkung zu bemerken (Fig. 45 *oe*), hier entsteht später der Ösophagus. Im Velarfelde haben die mittleren Zellen sich mit Vacuolen angefüllt, so dass der Kern oft ganz an die Seite gedrängt erscheint. Das Mesoderm bildet bei diesem Embryo, noch ganz deutlich zwei seitliche Streifen, einzelne Zellen jedoch haben sich bereits losgelöst.

Dass der Blastoporus bei *Paludina vivipara* zum bleibenden After wird, ist eine sehr auffällige Erscheinung, da wir ja wissen, dass bei allen anderen Gastropoden, deren Entwicklung bisher bekannt wurde, derselbe entweder direkt in die spätere Mundöffnung übergeht, oder wenigstens sich an der Stelle verschließt, wo dann im weiteren Verlauf der Entwicklung die Ösophaguseinstülpung auftritt. Es scheint jedoch

auch sonst noch der Fall vorzukommen, dass bei relativ nahen Verwandten der Blastoporus ein so verschiedenes Schicksal hat. Ich erinnere an die Beobachtungen von STROSSICH¹ bei *Serpula* und von GIARD² bei *Salmacina Dysteri* Huxl.

Allerdings sind die Beobachtungen dieser beiden Autoren in neuester Zeit von GÖRTE³ stark in Zweifel gezogen worden, so dass man vor der Hand kein allzugroßes Gewicht darauf legen darf.

Suchen wir nach einer Erklärung für das verschiedene Schicksal des Blastoporus, so dürfte dies nicht allzuschwer fallen, wenn wir uns vorerst auf die Gastropoden beschränken. Denn wenn wir die betreffenden Verhältnisse bei *Aplysia* betrachten, so ergibt sich daraus die gesuchte Erklärung eigentlich von selbst. Wir fanden dort einen langgestreckten Blastoporus, an dessen hinterem Rande schon frühzeitig die beiden Analzellen auftreten, welche uns die Stelle bezeichnen, wo später die Afteröffnung nach außen durchbricht. Ferner sahen wir, dass der Blastoporus sich von hinten nach vorn schloss und dass der Verschluss zuletzt an der Stelle stattfand, wo die Ösophaguseinstülpung auftritt. Bei *Aplysia* also, wo wir einen sicheren Anhalt für die Lage des Afters in den beiden Analzellen haben, können wir mit vollem Recht sagen, dass der Blastoporus in seiner ursprünglichen Ausdehnung sowohl den definitiven Mund, als den definitiven After umfasst, dass er sich somit über die ganze Bauchfläche erstreckt. Ähnliche Verhältnisse sind ja auch von anderen Gastropoden bekannt. Wohl der Erste, der darauf aufmerksam machte, war RAY LANKESTER, der bei *Lymnaeus* den schlitzförmigen Blastoporus beobachtete, und das Gleiche wird durch die neueren Beobachter von anderen Gastropoden berichtet.

Die Idee, dass der Blastoporus morphologisch der Mund- und Afteröffnung der Metazoën entspreche, hat zuerst BÜTSCHLI ausgesprochen (l. c. p. 234), und ich glaube, dass nur unter dieser Annahme die Gastraeatheorie noch fortbestehen kann, da es ja nicht nur vereinzelt Fälle sind, in welchen der Blastoporus zum After wird, sondern, da dieses Verhalten bei einer ganzen großen Abtheilung, bei den Echinodermen, konstant ist, und da derselbe auch in vielen anderen Fällen näher dem After als dem Mund gelegen ist, wenn er allerdings auch in keiner direkten Beziehung zu demselben steht.

Wenn wir es versuchen, diese bei den Gastropoden gewonnenen Anschauungen von der morphologischen Bedeutung des Blastoporus auch

¹ STROSSICH, Beiträge zur Entwicklung der Chaetopoden. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXVII. 1878.

² GIARD, Note sur l'embryogénie de la *Salmacina Dysteri*. Compt. rend. 1875.

³ GÖRTE, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. I.

auf die übrigen Abtheilungen der Metazoen auszudehnen, so erscheint dieses Unternehmen, wenn sich auch in einigen Fällen noch Schwierigkeiten zeigen, vielleicht doch nicht allzugewagt. Für die Würmer hat GÖTTE in neuester Zeit die gleiche Anschauung mit Erfolg durchgeführt. Bei *Rhabditis nigrovenosa* hat er sogar den Anzalzellen der Gastropoden ähnliche am Hinterrand des schlitzförmigen Blastoporus gelegene Zellen beobachtet. Unter den Arthropoden sind die betreffenden Verhältnisse noch nicht für alle Gruppen hinreichend genau bekannt, doch dürfte vielleicht das, was wir wissen, unserer Anschauung sich anfügen lassen.

Beachtung verdienen hier die Entomostraken, wo bei den Cladoceeren (*Moina rectirostris*¹) der Blastoporus an Stelle des späteren Mundes sich schließen soll, während bei den Copepoden nach HOECK² seine Verschlussstelle der Lage nach dem After entsprechen soll. Vielleicht stimmen damit auch die neueren Beobachtungen von GROBBEN³ überein, der bei *Cetochilus septentrionalis* einen schlitzförmigen von vorn nach hinten sich schließenden Blastoporus beobachtet hat.

Unter den Tracheaten sind die uns interessirenden Vorgänge am besten bei den Insekten bekannt und wir haben es auch hier mit einem schlitzförmigen, die Bauchfläche einnehmenden Blastoporus zu thun, wenn wir, wie es zuerst BALFOUR⁴ gethan hat, die Mesoblastfurche für den Blastoporus erklären, eine Ansicht, die von den Gebr. HERTWIG⁵ weiter ausgeführt und begründet wurde.

Auch für die Vertebraten lässt vielleicht sich unsere Anschauung durchführen, wenn wir die Ansichten BALFOUR's über die Wirbelthiergastrula annehmen, nämlich dass der ganze von der Embryonalanlage nicht bedeckte Theil des Dotters dem bauchständigen Blastoporus entspricht, als dessen letzter Rest sich der neurenterische Kanal und der Primitivstreif, von dessen Rändern das Mesoderm seinen Ursprung nimmt, erhalten hat. Bei *Amphioxus* soll nach HATSCHEK⁶ der langgestreckte Blastoporus der Rückenseite entsprechen, aber auch diese Schwierigkeit ließe sich beseitigen, wenn wir die Ansicht KOWALEVSKY's über den Schluss des Blastoporus annehmen, die ja auch HATSCHEK nicht direkt in Abrede stellt.

Heidelberg, den 15. Januar 1883.

¹ GROBBEN, Entwicklungsgesch. der *Moina rectirostris*. Arb. aus d. zool. Inst. Wien. 1879.

² HOECK, Zur Entwicklungsgesch. der Entomostraken. Niederl. Arch. 1877.

³ GROBBEN, Entwicklungsgesch. von *Cetochilus septentrionalis*. Arb. a. d. zool. Inst. Wien. 1880. ⁴ BALFOUR, Vergleichende Embryologie. 1880. Bd. I. p. 432.

⁵ O. und R. HERTWIG, Die Coelomtheorie. Jena 1884.

⁶ HATSCHEK, Studien über die Entwicklung des *Amphioxus*. I. Arb. aus dem zool. Inst. Wien. Bd. IV. 1884.

Nachschrift.

Mein Manuskript lag schon zum Abschicken bereit, als mir die von MOSELEY und SEDGWICK¹ aus BALFOUR's Nachlasse mitgetheilten Beobachtungen über die Gastrulabildung bei Peripatus zukamen. Dieselben enthalten eine weitere wichtige Bestätigung der oben vertretenen Ansichten über die Bedeutung des Blastoporus. Bei Peripatus findet sich nämlich auch ein schlitzförmiger, die Bauchseite einnehmender Blastoporus, von welchem der vordere Theil zum Mund, der hintere zum After wird. Ich bin dadurch noch um so mehr zu der Überzeugung gekommen, dass speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen auch in anderen Fällen zum gleichen Resultat führen werden.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 4—33 zu der Entwicklung von Aplysia gehörig sind mit SEIBERT V, das Detail mit Imm. VII gezeichnet; die auf Paludina sich beziehenden (Fig. 34—45) mit Imm. VII v. SEIBERT. Fig. 5—24 entsprechen, was die Umrisse anlangt, den wirklichen Verhältnissen, sind aber in der Ausführung schematisch gehalten. Bei den Ansichten vom animalen Pol sind die Richtungsbläschen weggelassen.

Für alle Figuren geltende Bezeichnungen:

- blp*, Blastoporus;
- oe*, Ösophagus;
- az*, Analzellen;
- ect*, Ektoderm;
- ent*, Entoderm;
- sd*, Schalendrüse;
- v*, Velum.

Tafel XX und XXI.

- Fig. 1. Frisch abgelegtes Ei nach Ausstoßung der Richtungsbläschen.
- Fig. 2. Ei in Zweitheilung.
- Fig. 3. Ei von einem braunen Laich in Vierteilung.
- Fig. 4. Dasselbe im Profil.
- Fig. 5. Achtheilung. *a*, *b*, *c*, *d*, Zellen dritter Generation; *a*₁, *b*₁, *c*₁, *d*₁, erste Generation der Ektodermzellen.
- Fig. 6. Zwölftheilung. *a*₂, *b*₂, *c*₂, *d*₂, zweite Generation der Ektodermzellen.
- Fig. 7. Dasselbe Stadium im Profil.

¹ Nature. vol. 27. No. 637.

Fig. 8. Übergang zum Zwanzigzellenstadium c_2' , d_2' , Ektodermzellen der dritten, c_3 , d_3 , der vierten Generation, von c und d entstehend.

Fig. 9. Dasselbe im Profil.

Fig. 10. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 11. Zwanzigtheilung.

Fig. 12. Dasselbe vom vegetativen Pol.

Fig. 13. Ein etwas älteres Stadium vom vegetativen Pol.

Fig. 14. Ein noch älteres Stadium in der gleichen Ansicht.

Fig. 15. Ein weiter fortgeschrittenes Stadium in der gleichen Ansicht.

Fig. 16. Ein ähnliches Stadium wie Fig. 15 vom animalen Pol.

Fig. 17. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 18. Ein in abnormer Weise regelmäßig gefurchtes Ei.

Fig. 19. Ein etwas älteres Ei als das in Fig. 16 dargestellte vom vegetativen Pol, die Entstehung zweier kleinen Entodermzellen von a und b zeigend. d_c von d entstanden.

Fig. 20. Älteres Stadium in der gleichen Ansicht.

Fig. 21. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 22. Stadium, bei welchem die Umwachsung der großen Zellen a und b durch das Ektoderm zur Bildung des Blastoporus geführt hat.

Fig. 23. Optischer Schnitt durch das vorige Stadium; seine Richtung wird durch die Pfeile in der vorigen Figur angegeben.

Fig. 24. Ein älteres Stadium, bei welchem der Blastoporus begonnen hat sich von hinten nach vorn zu schließen.

Fig. 25. Nach dem lebenden Objekt gezeichneter 46 Stunden alter Embryo, am Vorderrand des Blastoporus finden sich die Wimpern w .

Fig. 26. Ein ähnliches Stadium im präparirten Zustand; die großen Zellen beginnen aus einander zu weichen.

Fig. 27. Ein älteres Stadium mit den ersten Spuren des Velums.

Fig. 28. Optischer Längsschnitt durch ein älteres Stadium, die beginnende Einstülpung der Schalendrüse sd zeigend. Die Wimpern an der Mundeinstülpung sind am Präparat nicht zu sehen.

Fig. 29. Nach dem lebenden Objekt gezeichneter Embryo mit vollständig eingestülpter Schalendrüse.

Fig. 30. Längsschnitt durch einen ähnlichen Embryo wie der in der vorigen Figur dargestellte.

Fig. 31. Querschnitt durch einen eben solchen Embryo.

Fig. 32. Längsschnitt durch einen Embryo, um die beginnende Wiederausstülpung der Schalendrüse zu zeigen. s , Schalenhäutchen; mlr , Mantelrand.

Fig. 33. Älterer Embryo mit wohl entwickeltem Fuß und den ersten Spuren des Mesoderms ms .

Zur Entwicklung von *Paludina vivipara* Müll.

Fig. 34. Furchungsstadium vom animalen Pol.

Fig. 35. Dasselbe vom vegetativen Pol.

Fig. 36. Optischer Durchschnitt desselben.

Fig. 37. Ein etwas weiter fortgeschrittenes Stadium.

Fig. 38. Stadium, welches den Beginn der Einstülpung zeigt, vom vegetativen Pol.

Fig. 39. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 40. Ein älteres Stadium vom vegetativen Pol.

Fig. 41. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 42. Optischer Schnitt durch ein älteres Stadium in der Richtung der Pfeile *a, b* Fig. 44.

Fig. 43. Optischer Schnitt durch dasselbe Stadium in der Richtung der Pfeile *c, d* Fig. 44.

Fig. 44. Ansicht des Blastoporus des in den beiden vorigen Figuren dargestellten Stadiums.

Fig. 45. Optischer Längsschnitt durch ein noch älteres Stadium. *sf*, Schalenfeld; *af*, After.

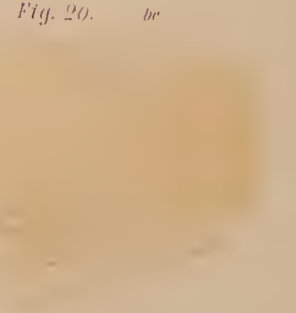
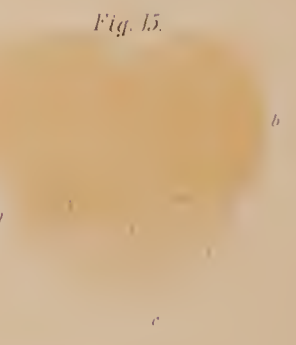
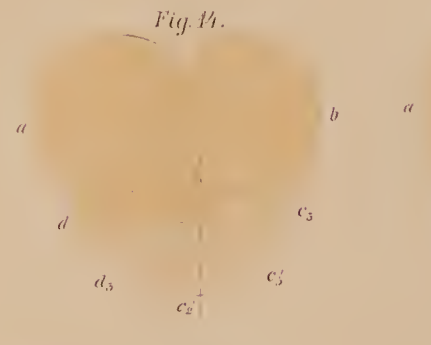
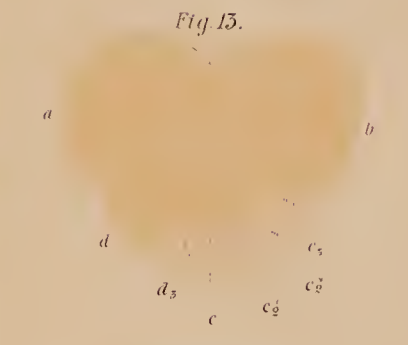
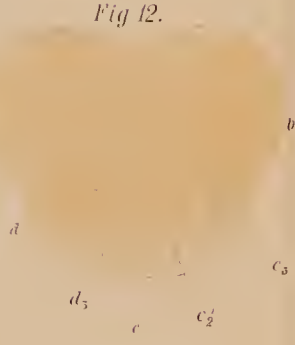
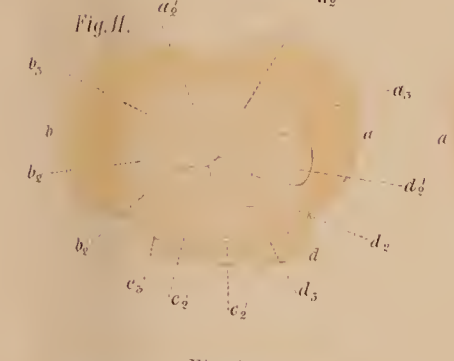
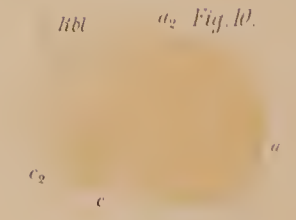
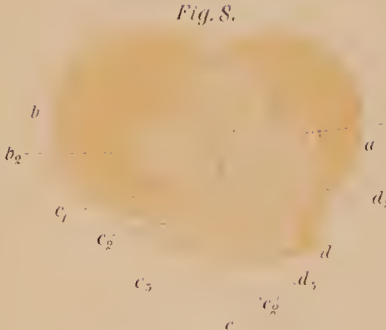
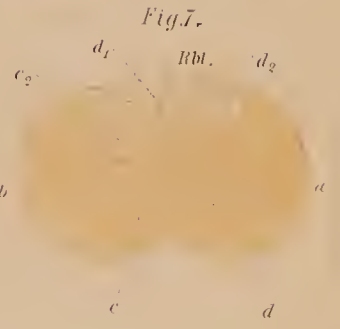
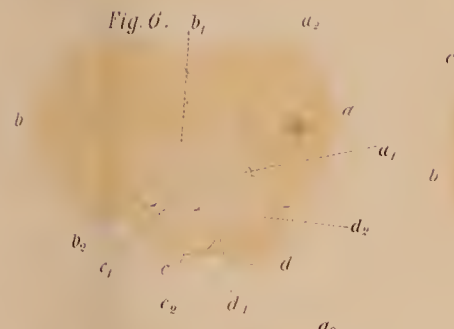
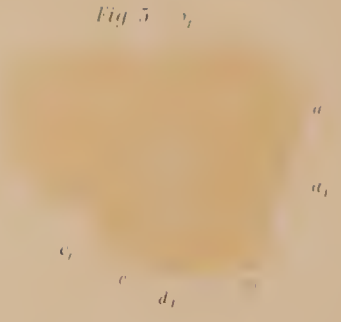




Fig. 25.

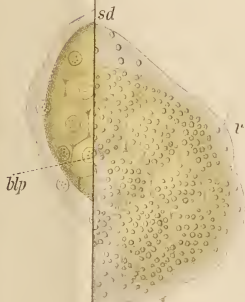
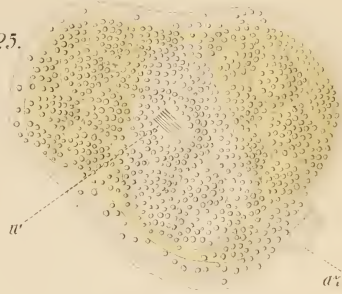


Fig. 50.



Fig. 56.

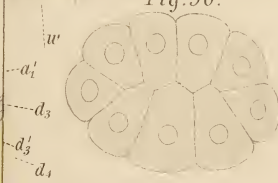


Fig. 57.

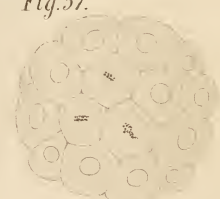


Fig. 58.

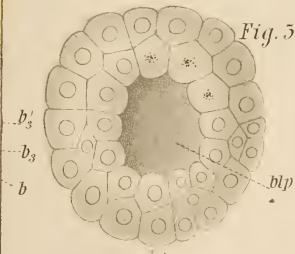


Fig. 59.

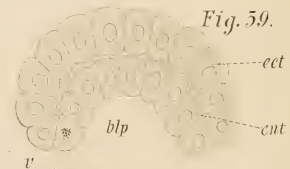


Fig. 44.

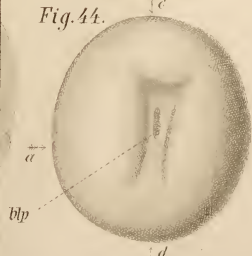


Fig. 45.

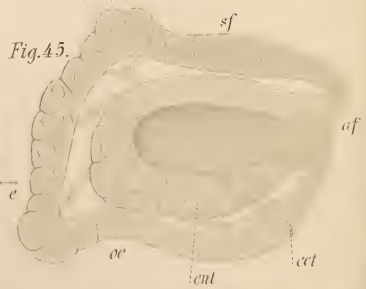


Fig. 21.



Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.



Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 28.

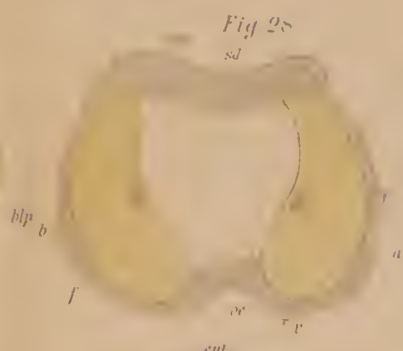


Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.



Fig. 32.

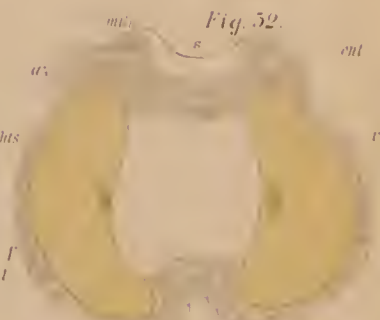


Fig. 33.

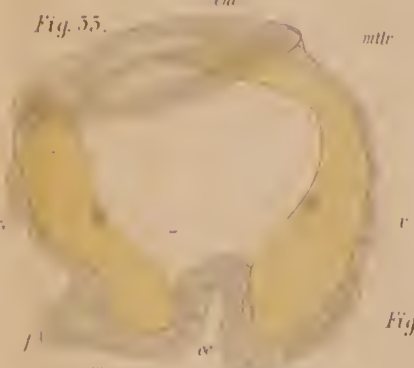


Fig. 34.

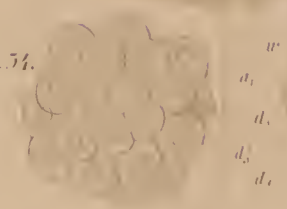


Fig. 36.



Fig. 37.



Fig. 38.



Fig. 39.



Fig. 40.



Fig. 41.

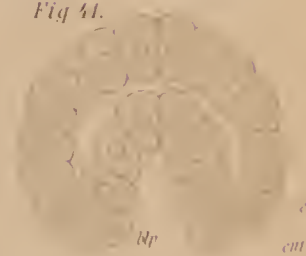


Fig. 42.



Fig. 43.

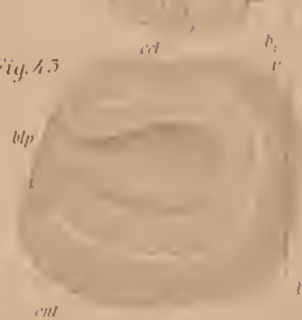
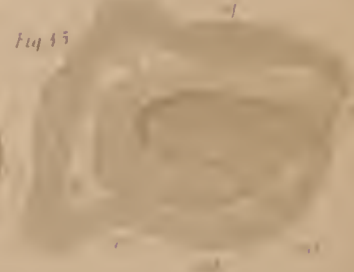


Fig. 44.



Fig. 45.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Blochmann Friedrich Johann Wilhelm

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gastropoden.
392-410](#)