

fikation bedarf. Vor Allem muss es als eine Quelle von Irrtümern durchweg vermieden werden, Lücken der Ontogenie durch Befunde an regenerativen Prozessen oder umgekehrt ausfüllen zu wollen: über die Beziehung beider Entwicklungswege zu einander darf in jedem einzelnen Falle allein die positive Erfahrung entscheiden.

Liegt es mir demnach ferne, Uebereinstimmungen in den beiderlei Bildungsweisen überhaupt in Abrede stellen zu wollen, welche, da sie zweifellos vorhanden, anerkannt werden müssen, so musste doch in dem Maße, in welchem der Gang meiner eigenen Untersuchungen mich der überkommenen Annahme von der Koinzidenz der Ontogenie und Regeneration entfremdete, auch die Forderung sich steigern, einer Anschauung entgegenzutreten, deren Richtigkeit wie die so mancher anderen in unserer Wissenschaft weit mehr aprioristisch vorausgesetzt wird, als sie empirisch beglaubigt erscheint. Zu solchem Zwecke musste das Trennende aufgesucht und hervorgehoben, das Gemeinsame in den Hintergrund gestellt werden.

Die Frage, mit welcher sich diese vorläufige Mitteilung beschäftigte, ob die regenerative Entwicklung der embryonalen entspreche, kann also durchaus nicht ohne Weiteres, sondern nur in sehr bedingtem Maße bejaht werden. Diese Bedingungen im weitesten Sinne gilt es nun zunächst zu erforschen und dem Verständnisse zu erschließen. Allerdings tritt damit an die Stelle eines einzigen Problems, dessen Erörterung durch eine ungemein einfache und deshalb auch so sehr einleuchtende Vorstellung erledigt zu sein schien, eine Reihe neuer, deren Lösung heutigen Tags freilich noch in weite Ferne gerückt erscheint¹⁾. Aber die Erkenntnis der richtigen Fragestellung ist nicht der geringste Fortschritt, den unsere Einsicht in den Zusammenhang der Dinge zu gewinnen vermag.

Straßburg, Zoologisches Institut, Februar 1893.

Zur Theorie der tierischen Formbildung.

Von **Hans Driesch** in Zürich.

Bevor ich zu dem eigentlichen Thema dieser Zeilen übergehe, nämlich die allgemeinen Ergebnisse meiner an andrem Ort veröffentlichten Experimentaluntersuchungen gegen einige Angriffe zu verteidigen und ihr Verhältnis zu den Forschungen anderer Forscher zu charakterisieren, ist einer Pflicht der historischen Gerechtigkeit Genüge zu leisten.

1) Ich möchte nicht unterlassen, hier auf die Ausführungen Weismann's hinzuweisen, welche derselbe im II. Buche seines jüngst erschienenen ideenreichen Werkes „das Keimplasma“ Ueber „die Vererbung bei einelterlicher Fortpflanzung“ gegeben hat. Die von Weismann entwickelten Gesichtspunkte werden sich nach meinem Dafürhalten für die Lehre von der ungeschlechtlichen Fortpflanzung fruchtbringend erweisen.

Es ist mir erst vor kurzem durch Zerfall bekannt geworden, und dürfte auch weiteren Kreisen unbekannt sein, dass Haeckel in seiner „Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren“ (1869) Versuche mitteilt, welche mit den von Roux [12], Chabry [2], Wilson [17] und mir [4—7] angestellten dem Gegenstand nach identisch sind.

Haeckel teilte Blastulae von *Crystalloides* mit Hilfe von Nadeln in ungleich große Stücke (in 2, 3 oder 4); in kurzer Zeit schloss sich jedes isolierte Stück durch Zusammenneigen seiner Ränder zu einer vollen kleinen Kugel und entwickelte zum mindesten einen Luftsack, wenn es nämlich sehr klein war; war es jedoch größer, mehrere oder alle Organe resp. Personen der betreffenden Siphonophoren-Species. Es steht dieses Resultat also in vollem Einklang mit den von Chabry, Wilson und mir ausgeführten Versuchen an Eiern von Ascidien, *Amphioxus* und Echiniden und somit wäre, obsehon die Versuche mehr oder minder roh und auch ohne Betonung des Wesentlichen, mehr als Nebensache ausgeführt worden sind, Haeckel als der erste entwicklungsmechanische Experimentator zu nennen, ungeachtet der schlechten Behandlung, welche er der genannten Wissenschaft kürzlich in gänzlichem Missverstehen ihrer Absicht hat zu Teil werden lassen.

Es war mir leider nicht möglich in den letzthin erschienenen Nummern meiner „Entwicklungsmechanischen Studien“ [6] das Referat zu benutzen, welches Roux [13] der Anatomenversammlung in Wien über entwicklungsmechanische Gegenstände erteilte, und umgekehrt hat Roux in seinem letzten Aufsatz „über Mosaikarbeit und neuere Entwicklungshypothesen“ [14] nicht von den allgemeinen Ausführungen meiner erwähnten Studien [6] Notiz nehmen können.

Dieses, namentlich für solche, die der Sache ferner stehen, nicht sehr günstige und vielleicht etwas verwirrende Zusammentreffen ist es vorwiegend, welches diese Mitteilung veranlasst, obsehon sie durch die allgemeinen Darlegungen meines Teils VI 1 sowie durch die seither im Anatomischen Anzeiger [7] publizierten neuen Versuche eigentlich unnötig gemacht ist.

Ich will zunächst einige Punkte der Roux'schen Referate berichtigen, sodann auf den Begriff der Regeneration sowie die Theorie der Entwicklung eingehen; das große neue Werk Weismann's [16] sowie Arbeiten Wilson's [17, 18] werden dabei in den Kreis der Betrachtung zu ziehen sein.

Berichtigungen.

In diesem Abschnitt soll alles was von Autoren bezüglich meiner und anderer Arbeiten in unzutreffender Weise dargestellt ist, zusammen berichtigt werden; bei später erfolgender sachlicher Erörterung und Diskussion werden diese Irrtümer als erledigt angesehen und nicht wieder berücksichtigt werden.

In seinem Wiener Referat [13] bezeichnet Roux das, was ich als „Halbfurchung“ der isolierten Echinidenblastomere bezeichnet hatte, als Bildung einer „typischen Seminorula“. Es erweckt diese Bezeichnung, obschon nicht thatsächlich unrichtig den Anschein, als sei die „Morula“ ein wohl charakterisiertes Stadium in der Entwicklung der Seeigel, während man doch, wenn überhaupt etwas, nur das letzte, der Blastulabildung vorhergehende Furchungsstadium als „Morula“ bezeichnen kann; dieses aber ist durch nichts anderes als die größere Zahl der Zellen gegenüber den früheren Furchungsstadien gekennzeichnet. Ich halte also die Bezeichnung für unzutreffend; was es sachlich mit der „Seminorula“ auf sich hat, werden wir später sehen.

In der neuesten Arbeit Roux' [14] heisst es nun aber, ich vernachlässige die von mir selbst festgestellte Thatsache, „dass oft aus dem halben Seeigelei zunächst eine deutliche halbe Morula und halbe Blastula¹⁾ in Form einer halben Hohlkugel entsteht“. Davon habe ich nirgends etwas gesagt und ich muss auf diesen Irrtum etwas näher eingehen, da er den ganzen Thatbestand in falschem Lichte erscheinen lässt.

Auf S. 167 fg. meines Teil I [4] heisst es: „In der Mehrzahl der . . . Fälle bot der Halbkeim am Abend des Befruchtungstages das Bild einer vielzelligen typischen offenen Halbkugel dar, wenn auch oft schon die Mündung etwas verengt erschien“. „Die Furchung isolierter Furchungszellen des Zweizellenstadiums . . . ist also eine Halbbildung“. „Ich fand am nächsten Morgen typische, munter schwimmende Blastulae von halber Größe“.

Ich habe also, wie ich glaube nichts gesagt, was irgendwie zweideutig wäre. Da trotzdem auch Wilson [18] mir „a perfect half-blastula“ zuschreibt und Weismann [16] von meinen Versuchen sagt, „dass die aus der Furchung hervorgehende halbe Blastula sich zu einer ganzen vervollständigte“ — ein Zitat das erstens unrichtig ist, denn von einer „halben Blastula“ habe ich nichts gesehen und nichts gesagt, und zweitens den Anschein erweckt, als läge Regeneration vor — so möchte ich doch den für späteres wichtigen Begriff der Blastula der Seeigel kurz kennzeichnen. Die Blastula entsteht aus dem letzten Furchungsstadium dadurch, dass der vorher lockere Zellverband ein fester, epithelartiger wird, indem die Zellen unter Verringerung ihres Volumens (unter Auspressen von Substanz) eng aneinander schließen und sich zugleich mit je einer Wimper versehen. Die Blastula ist das erste morphologisch charakterisierte Formstadium dieser Tiere.

Auf S. 317 seiner neuesten Arbeit stellt Roux ferner meine Resultate in einer mir durchaus unverständlich gebliebenen Weise dar. „Beim Seeigel sind die zwei ersten [NB. soliden, nicht ausgehöhlten²⁾]

1) Von mir durch Sperrdruck hervorgehoben.

2) Furchungskugeln sind doch immer solid.

Furchungskugeln schon normalerweise stark abgerundet (?) und jede bildet gleichwol unter Umordnung des Materials der Furchungszellen eine halbe Morula, in Form einer halben Hohlkugel¹.

Ich habe doch gesagt: die ganze Blastula entsteht aus der „Semimorula“ durch Umlagerung d. h. Lageveränderung der Zellen. Was soll die „Semimorula“ mit Umlagerung zu thun haben, wo sie doch gerade (s. u.), wenn überhaupt vorkommend, die Folge des Liegenbleibens der Zellen am Ort ihrer Entstehung ist. Dass Roux die „Selbstumlagerung“, das Gleiten der Polycladenblastomeren heranzieht, ist, wie weiter unten gezeigt wird, ganz richtig: aber die Blastula entsteht aus der „Semimorula“ durch Gleiten der Zellen.

Auch die Chabry'schen Versuche sind im Wiener Referate Roux' in nicht zutreffender Weise dargestellt, wozu derselbe dadurch veranlasst sein mag, dass der französische Forscher seltsamerweise seine kleinen Ganzbildungen (Mikroholoblasten Roux') stets als „Demi-individuum“ etc. bezeichnet.

Roux' Referat lautet: „... auf dem Stadium der Vierteilung verschieben sich die 4 Furchungszellen gegeneinander, bis das Ganze die Form einer Kugel bildet. Nach der weiteren Teilung bildete sich gleichwohl daraus eine typische halbe Morula, eine halbe Gastrula, schließlich eine rechte und linke Halblarve also ein halbes Individuum“¹).

Hören wir dagegen Chabry: „Au delà (nämlich über das 8- = halb 16-Stadium hinaus) l'arrangement des cellules est trop variable pour mériter une description, il conduit dans tous les cas à la formation d'une blastula pleine, qui s'aplatit, se creuse en coupe et donne naissance à un ectoderme et à un endoderme“

Man sagt zwar Roux (wie auch O. Hertwig [8] und ich), dass „die abgebildeten Semigastrulae nicht mehr diesen Namen verdienen, sondern schon komplettiert zu sein scheinen“, aber ich lege besonderes Gewicht darauf, dass Chabry nicht einmal eine halbe „Morula“ erhalten hat; es scheint aus seinen zwar etwas kleinen und undeutlichen Figuren mit voller Sicherheit hervorzugehen, dass die Ascidienblastomeren sich ebenso verhalten wie nach Wilson's [17] Untersuchungen die Furchungszellen des *Amphioxus* d. h. dass nicht einmal die Furchung den Anschein einer Halbbildung erweckt.

Wir gehen über zum Begriff der Regeneration.

Ich werde mich im folgenden bezüglich der Ansichten Roux' ausschließlich auf dessen letzte Arbeit [14] beziehen, in welcher alle

1) Auch auf S. 45 der Wiener Rede heißt es fälschlich, der Versuch aus einer abgerundeten Blastomere des Froscheis direkt eine Ganzbildung zu züchten, hätte wenig Aussicht auf Erfolg gehabt, da am Ascidienei „die eine der beiden Zellen sich fast zur Kugel rundete, aber gleichwohl eine Semimorula bildete“. Ich bitte die Figuren 125 u. 126 bei Chabry zu vergleichen.

Möglichkeiten der Standpunkte mit vortrefflicher Klarheit dargelegt und daher eine Auseinandersetzung wesentlich erleichtert ist.

In Erwartung der betreffenden Äußerung hatte ich in der vorläufigen Mitteilung meiner letzten Resultate ausdrücklich betont, von Regeneration sei bei meinen Versuchen keine Rede gewesen. Thatsächlich hatte damals schon Roux (was ich natürlich nicht wissen konnte) in seinem Wiener Referat, meine Resultate unter den Begriff der Regeneration (resp. Postgeneration) gebracht und war sogar so weit gegangen, eine Übereinstimmung seiner und meiner Resultate zu konstatieren. Durch die Freundlichkeit des Autors in den Besitz der Korrekturbogen der Wiener Rede gesetzt, konnte ich wenigstens in einer Anmerkung meiner ausführlichen Arbeit [6] noch das Abweichende meiner Ansicht über diesen Punkt darthun. Dieselbe lautet:

„Das eine Ziel der Bildung eines ganzen Organismus kann also, möchten wir annehmen, von Furchungsbruchteilen prinzipiell stets auf zwei zunächst ganz verschiedenen Wegen erreicht werden: einmal, indem sie direkt durch Umlagerung das ganze aus sich bilden; zum andren, indem sie sich zunächst partiell entwickeln und dann das fehlende re- (post-) generieren“.

Also ein Ziel, zwei Wege.

Neuerdings nun erklärt Roux, an die kurze Äußerung meiner vorläufigen Notiz anknüpfend diese „nicht für richtig“, unterscheidet aber eben selbst jene zwei verschiedenen Arten der „Regeneration“, so dass sich also unsere Differenz zu meiner Freude als ein Wortstreit herausstellt.

Ich möchte nun zwar nicht diese beiden Arten des Geschehens „Regeneration“ nennen, bei welchem Ausdruck man doch zunächst an die „Wiedergeburt“ (durch allerdings einer gewissen Umlagerung folgende Sprossung) im Gegensatz zur „Andersbildung“ denkt; auf alle Fälle wäre also der neue Regenerationsbegriff etwas anderes, nämlich viel weiter als der alte. Mit den Worten: „it is clear however, that the use of the word „regeneration“ in such a case is only permissible, if at all, if its ordinary meaning be considerably extended“ gibt das auch Wilson [17] zu.

Noch wesentlicher scheint mir aber gegen eine begriffliche Vereinigung beider Geschehensarten zu sprechen, das ihr Gemeinsames, abgesehen davon, dass Zellen eine „prospektive Bedeutung“ gewinnen, die sie sonst nicht hätten¹⁾, ein Ziel ist, d. h. unter dem teleologischen Gesichtspunkt steht, anstatt das Geschehen selbst zu bezeichnen.

1) Ueber die Definition des Begriffs siehe Teil VI S. 35 fg. Die prospektive Bedeutung wird insofern anders, als im einen Fall (z. B. *Amphioxus*) die Zelle thatsächlich zu anderem wird als sonst, im andren (Frosch) aber mehr liefert als sonst.

Wünscht man also Namen, so möchte ich das auf Herstellung des Ganzen gerichtete Geschehen beim Frosch und der Ctenophore (?) [3] Re- oder Postgeneration, dasjenige bei Siphonophore, Seeigel, Ascidie und *Amphioxus* dagegen als Altro- oder Totogeneration bezeichnen. Mir selbst liegt an diesen Namen nichts, sondern nur an dem begrifflichen Unterschied.

Wären unsere bisherigen Erörterungen mehr äußerlicher Natur, so treten wir im folgenden an die schwierigen in Frage stehenden Probleme selbst heran.

Das Wesen der Furchung und der ersten Entwicklung.

Die Ueberschrift sagt, von welchem Abschnitt tierischer Entwicklung ich handeln will. Ich werde jedoch im folgenden, wie schon in andren Arbeiten, das Wort Entwicklung ohne Zusatz für diese erste Entwicklungsperiode anwenden. Ich bemerke das ausdrücklich, da Roux aus diesem Wortgebrauch mir, und ich glaube das auch bezüglich O. Hertwig's sagen zu können, mit Unrecht die Nichtberücksichtigung von Arbeiten vorgeworfen hat, welche auf Organentwicklung, um die es sich bei diesen ganzen Erörterungen doch gar nicht handelt, Bezug haben.

Ich bemerke ferner, dass ich unter „Teilstücken der Eizelle“ die Furchungszellen verstehe, nicht alle Zellen des Organismus. Aus S. 41 meiner Arbeit [6] geht das hervor.

Die „direkte Entwicklung“ ist nach Roux [14] „entwicklungsmechanisch bis jetzt charakterisiert in den ersten Stadien nur durch die . . . Selbstdifferenzierung der ersten Furchungszellen zu betreffenden Teilstücken der Morula, Gastrula und des Embryo“. Das heisst dadurch, dass sie in den ersten Stadien „Mosaikarbeit“ ist. —

Dieser Satz ist falsch; mit Sicherheit für den Seeigel; wahrscheinlich in weiterem Umfang. Er ist widerlegt durch die Verlagerung der Furchungszellen mit nachfolgender normaler Entwicklung.

Roux hat bei Abfassung seiner letzten Schrift nur meine vorläufige Mitteilung [5] vorgelegen, und ihm scheint diese nicht überzeugt zu haben, da er im weiteren Verlauf seiner Darstellung durchaus keine Notiz von ihr nimmt. Da ich jedoch nicht den mindesten Anlass zu Zweifeln an der Richtigkeit des dort und darauf in meinem Teil IV gesagten habe, vielmehr diese Ergebnisse noch zu stützen in der Lage war [7], so muss ich mein Urteil über Roux' Satz aufrecht erhalten, und kann somit in seiner neuen Arbeit [14] nichts andres erblicken als die klare Darlegung eines widerlegten Standpunktes; dasselbe gilt von einem Teil des neuen Weismann'schen Werkes.

Da ich hoffe durch meine mit besseren Figuren ausgestattete Nachtragsarbeit auch weitere Kreise zu überzeugen, so gehe ich auf eine

nähere Diskussion der Prinzipien beider Standpunkte gar nicht ein: *facta loquuntur*.

Ich will nur mit ein paar Worten die von Roux vielleicht jetzt auch nicht mehr geteilte Annahme zurückweisen, dass meine Furchungsmodifikationen auf „Anachronismen, also auf leichten Varietäten der normalen Entwicklung beruhen“. Diese Annahme wird einmal dadurch widerlegt, dass, wie dem Leser ein Blick auf die Figuren in Anatomischen Anzeiger zeigen kann, die abnormen 32-zelligen Stadien bezüglich ihrer rein formal betrachteten Zellenlage nicht identisch sind mit dem normalen 32-zelligen Stadium (z. B. sind in letzterem 8 grosse Zellen, in ersteren nur je 4 vorhanden etc.), was im Fall des Anachronismus der Fall sein müsste. Ferner zeigt ein Blick auf Fig. 1, welche alle denkbaren und auch thatsächlich beobachteten

Fig. 1.

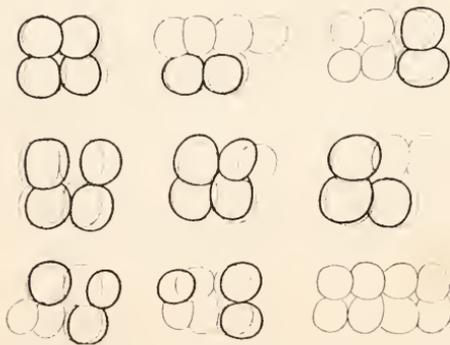


Fig. 3.

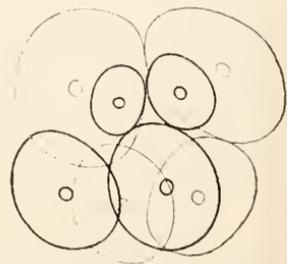
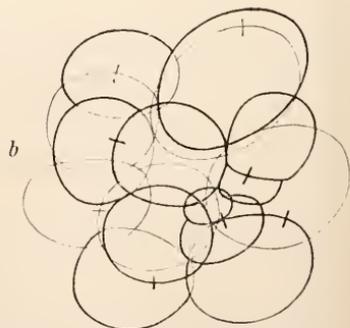
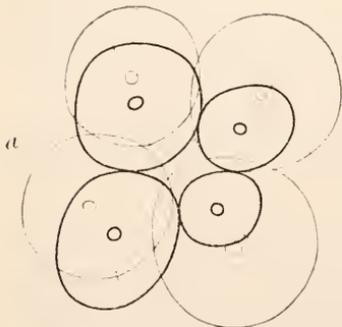


Fig. 2 a und b.



Möglichkeiten der durch Druck modifizierten Achteilung membranloser Eier veranschaulicht, dass die Annahme anachronistischer, qualitativ ungleicher Kernteilung, eine geradezu abenteuerliche Wirkung der verschiedenen Drucknünancen auf letztere zur Voraussetzung hat, denn jede Zelle kann in der That jeden Platz haben. Es wäre somit die genannte Ansicht eine Hypothese, welche, abgesehen davon, dass sie wie oben erörtert, die späteren Verschiedenheiten vom normalen doch nicht beseitigte, selbst im Interesse einer, in diesem

Fall nicht einmal irgendwie sonst gestützten Theorie schwerlich jemand zu ersinnen sich versucht fühlen dürfte. Ja eine solche Ansicht käme schließlich sogar darauf hinaus, dass der Charakter der Zelle durch ihre Lage bestimmt werde; hiermit wäre sie, aber auf großen Umwegen, bei ihrem Gegenstück, nämlich meiner Ansicht von der Entwicklung angelangt; abgesehen davon allerdings, dass ich, wie später zu erörtern, die Richtungsbestimmung durch das wirklich Vorhandene geschehen lasse, während die fragliche Ansicht hier mit einer sehr seltsamen, nicht wohl näher zu kennzeichnenden räumlichen Wirkung rechnen müsste; sie müsste nämlich annehmen, dass jede Zelle in ihrem idioplasmatischen Charakter von vornherein durch dasjenige Organ bestimmt würde, welches sich später an ihrem relativen Orte befinden wird.

Ist aber die „direkte“ Entwicklung in ihrem Beginn keine Selbstdifferenzierung, sondern korrelative Differenzierung, dann fällt auch jeder Unterschied zwischen ihr und der Altro- s. Totogeneration bei Seeigel, *Amphioxus*, Ascidie und Siphonophore hinweg.

Anders steht es nun zunächst mit Frosch und Ctenophore und anscheinend mit der „Halbfurchung“ des Seeigeleies.

Beginnen wir mit letzterer.

Ich habe schon oben hervorgehoben, dass das erste morphologisch-charakterisierte Gebilde der Echinidenentwicklung die Blastula sei. Die Furchung ist mit alleiniger Ausnahme des Auftretens von 4 Mikromeren lediglich durch eine Folge gleicher Zellteilungen gekennzeichnet. Hierdurch gewinnen wir einen Einblick in die Bedeutung unserer „Halbfurchung“. Sie ist zunächst deswegen „halb“, weil ihre Stadien naturgemäß aus je der halben Zellenanzahl bestehen, wie diejenigen der Ganzfurchung — und das ist auch der Fall bei der Furchung der *Amphioxus*-Blastomere. Das einzige was ihr im Gegensatz zu dieser die Signatur einer irgendwie sonst charakteristischen „Halbbildung“ aufzudrücken scheint, ist das Auftreten zweier Mikromeren, in dem Stadium, wo die Ganzfurchung deren 4 besitzt.

Dass die Halbfurchung oft zur Bildung einer Halbkugel führt, worauf Roux („Semimorula“) besonderes Gewicht zu legen scheint, ist deshalb belanglos, da hierin sich nur eine Wirkung physikalischer (kapillarer) Kräfte zeigt, die bald mehr bald minder in Aktion treten: ist das „Gleiten“ der Zellen schwach ausgeprägt, so bleiben die Zellen eben an dem Ort ihrer Entstehung liegen, und bilden eine offene halbkugelige Form, ist es stärker, so rücken sie enger zusammen; die individuellen Unterschiede sind in dieser Hinsicht sehr stark auch bei der Ganzfurchung; ich habe gezeigt [6 IV], dass sie durch Wärme zu beeinflussen sind. Figur 2 zeigt Bilder der Halbfurchung eines *Echinus*-Eies, bei welcher von einer „Semimorula“ d. h. einer Halbkugel gar keine Rede sein kam, und bei *Sphaerechinus* ist das immer so.

Die „Semimorula“ ist also ein als Form in toto gar nicht gekennzeichnetes Gebilde.

Es bleibt übrig, was wir von den 2 Mikromeren zu halten haben: sind diese etwa „morphologisch“ typische Halbgebilde in dem Sinne wie es eine Semichorda u. s. w. ist. Ich denke auch nicht: die Mikromerenbildung dürfte wenigstens bei Echiniden ein Prozess sein, der sich nicht, wenn ich so sagen soll, auf idioplasmatischer sondern auf protoplasmatischer Grundlage abspielt, oder mit andren Worten die Mikromerenbildung ist nicht in einer eigenartigen Kernteilung sondern in physikalischen Verhältnissen des Protoplasmas begründet; diese können natürlich auch etwas anderes sein als „Nahrungsdotter“. Bekanntlich gelang es mir Mikromerenbildung durch Wärme- und Druckwirkung beim Seeigeleri ganz oder teilweise zu unterdrücken, und neuerdings gelang es auch dieselbe (2 Mikromeren) im achtzelligen Stadium hervorzurufen (Fig. 3), wo sie sich normal nicht finden (hierüber wird eine spezielle Arbeit berichten). Ein Vergleich der Figuren 2a u. 3 zeigt dem Leser abgesehen von der Größe völlig gleiche Bilder: das eine ist ein halbes 16-, das andre ein modifiziertes ganzes 8-Stadium.

Somit bleibt von der Halburchung nichts als die halbe Zahl der Zellen übrig; die Halbkugel ist ein in gewissem Sinne zufälliges Resultat; kurz: prinzipiell liegen die Verhältnisse beim Seeigel nicht anders als bei *Amphioxus* und der Aseidie.

Ich freue mich in dieser Ansicht über den „mechanischen“ Charakter der Furchungsbilder (ungeachtet gewisser, idioplasmatischer Verschiedenheiten, wovon später) eine Stütze in der neuen *Nereis*-Arbeit von Wilson [18] zu finden, einer Arbeit, die wohl das Beste ist, was wir auf dem Gebiet deskriptiver Embryologie besitzen und auch wesentliche analysierende Aufhellungen birgt. In die Worte: „The fundamental forms of cleavage are primarily due to mechanical conditions“ fasst Wilson das Resultat seiner Erörterungen zusammen.

Von der so typisch „halben“ Ctenophoren-Furchung [3] gilt natürlich auch das hier gesagte: der Nahrungsdotter dürfte ihr den scheinbar morphologisch gekennzeichneten Halbstempel aufdrücken, und die Halbform der „Morula“ ist dadurch bedingt, dass die Furchungszellen der Ctenophoren die Erscheinung des Gleitens in äußerst geringem Maße zeigen, deshalb bleiben sie liegen, wo sie entstanden sind.

Um nun dem Kernpunkt unserer Frage näher zu kommen, weshalb nämlich bei Frosch und Rippenqualle halbe Embryonen aus einer Blastomere hervorgehen, soweit Regeneration außer Spiel bleibt, bei den andren untersuchten Eiern ganze, muss eine kurze Betrachtung anderer Art eingeschaltet werden.

Da nach meinen Untersuchungen die Furchungszellen der Echiniden ein gleichartiges omnipotentes Material darstellen, legte ich mir die Frage vor, was denn nun Richtung in das bis jetzt richtungslose Ganze

brächte, und damit den Grund legte zur morphologischen Spezifikation. Ich habe in dieser Hinsicht die Hypothese aufgestellt [7], es möchten die Mikromeren ihrer (bekanntlich beliebig modifizierbaren) Lage nach die Bestimmer der ersten Richtung sein, derart, dass immer ihnen gegenüber die Mesenchym- und dann die Darmbildung Platz greife. Ich bemerke zunächst, dass ich mir, wie aus allem hervorgeht, diese Beeinflussung nicht etwa derart denke als seien die Mikromeren von idioplasmatisch anderer Natur, ich habe mir vielmehr unter diesem Einfluss etwas physikalisches, etwa besondere in der Dicke der Blastula oder ähnlichem bedingte Spannungsverhältnisse vorgestellt, die zur spezifischen Auslösung der im Ganzen schlummernden Fähigkeiten führten. Ich gebe das hypothetische der Anschauung, dass diese besondere, etwa als Minimum oder Maximum gekennzeichnete Spannung gerade dort, wo die Mikromeren in der Blastulawand liegen, ihren Sitz habe, gern zu, immerhin wird an eine derartige physikalisch vermittelte Auslösung zu denken sein.

Ist die erste und dann die zweite Richtung bestimmt, dann gilt mein Satz: „die prospektive Bedeutung der Blastomeren ist Funktion des Ortes“¹⁾ d. h. ihr Schicksal wird durch ihre Lage bestimmt. Ich glaube, dass der Vorzug dieses Ausdrucks gerade in seiner Indifferenz liegt, indem das Wort „Funktion“ nur eine Abhängigkeit allgemeiner Art bezeichnet.

Vom Beginn der Richtungsbestimmung an tritt der Spezifikationscharakter der ersten Entwicklung hervor; von nun an decken sich meine Anschauungen in gewisser Hinsicht mit denen Roux'.

Im Anschluss an die „Anentoblastia“ dieses Forschers will ich hier vorläufig bemerken, dass auch bei Echiniden, hat man den Darm der Gastrula entfernt, sich ihre Wand, also das Ektoderm, vollständig zur Pluteusform entwickelt, und sogar die kleine Einsenkung des Mundes bildet, welche nie funktionieren kann. Diese völlig darmlosen *Plutei* leben eine Woche.

Ich glaube, wir sind jetzt in die Lage gesetzt, unser Hauptthema wieder aufzunehmen, warum sich ein halber Frosch, eine halbe Ctenophore, aber ein ganzer Seeigel, *Amphioxus*, Ascidie aus einer der ersten Furchungszellen entwickelt.

Der eigentliche Grund dieser Verhältnisse ist ein physikalischer, nämlich der Mangel des „Gleitens“ der Zellen bei Frosch und Ctenophore. Beim Seeigel gelangen im Moment der Blastulabildung die

1) Es dürfte fast überflüssig sein zu betonen, dass der Satz nur immer für die gerade in Frage kommende Form (Species) gilt; Wilson [8] hat gezeigt, dass gleich liegendes bei differenten Formen (Polycladen, Gastropoden, Anneliden) ganz verschiedene prospektive Bedeutung haben kann. Die idioplasmatische, die Species bedingende Grundlage, ist natürlich stets das Wesentliche. —

kapillaren Kräfte der Furchungszellen zu stärkerer Aktion: im Falle der Ganzbildung schließen sich letztere enger zum Epithel zusammen, hat Furchung nur einer Blastomere stattgefunden, so geschieht das Gleiten in größerem Umfange: die „Semimorula“ wird zu einer ganzen kleinen Kugel, wenn sie nicht vorher schon eine war: die epithelialgewordene Kugel ist die Blastula. Der Unterschied, den *Amphioxus* und Ascidie hiergegen darbieten, dürfte, wie schon oben gesagt, nur darin ausgeprägt sein, dass von vornherein das Gleiten der Zellen stärker ausgeprägt ist.

Beim Froschei ist nun das Zusammengleiten des Furchungsmaterials zur Bildung einer kleinen Ganzblastula durch die Anwesenheit der toten Hälfte rein mechanisch verhindert; bei den Ctenophoren dagegen kommt es ja auch in der normalen Entwicklung nicht zur Bildung einer kugligen, blasigen „Blastula“, sondern diese letztere ist ein mehr oder weniger solides Gebilde. (Bitte Chun's Abbildungen in der Fauna und Flora des Golfes von Neapel (Band I) zu vergleichen.) Es ist also physikalisch, das eine Mal durch äußere (die tote Eihälfte), das andre Mal durch innere (Nahrungsdotter etc.) Kräfte verhindert, dass eine ganze kleine Blastula entsteht. Chun selbst, der den Nahrungsdotter für den Unterschied zwischen Ctenophoren- und Echinidenei verantwortlich macht, scheint damit ebenfalls an eine nebensächliche d. h. nicht idioplasmatisch begründete Differenz zu denken. Die „Semiblastula“ bei Ctenophore und Frosch wird nun im Gegensatz zur „Holo-blastula“ der andren Objekte der Ausgang für das folgende und hierfür gilt mein Satz:

Nach Bestimmung erster Richtungen ist die prospektive Bedeutung der Blastulazellen eine Funktion des Ortes; und zwar in folgender Weise:

Bei Seeigel, *Amphioxus*, Ascidie ist die Blastula eine kleine Kugel, die in Frage kommenden Richtungen, die Ordinaten, sind 2 zu einander senkrechte Durchmesser; bei Frosch und Ctenophore ist die Blastula eine Halbkugel, die eine Ordinate ist ein Durchmesser, der die Öffnung kreuzt, die andere ist der auf ihr senkrechte Radius: daher bildet sich hier ein Halbembryo, denn in der andren Hälfte des Ordinatenfeldes liegt gar kein Material, auf das dieses bestimmend wirken könnte.

Wer sich an dieser mathematischen Fassung stoßen sollte, möge bedenken, dass sie die allerallgemeinste, die am wenigsten hypothetische ist; denn wie gesagt, das Wort „Funktion“ bezeichnet ganz allgemein ein Abhängigkeitsverhältnis ohne über seine Natur irgend etwas zu sagen.

Es folgt aus meiner Aufstellung, wie schon a. a. O. angedeutet, dass erstens aus einer Froschblastomere sich auch ein ganzer Embryo (ohne Regeneration) müsste ziehen lassen, falls es gelänge eine kuglige

Blastula zu erzielen, sowie, dass eine erste Furchungszelle eines Seeigels müsste einen halben Pluteus ins Dasein treten lassen, gelänge es den Schluss der Furchungszellen zur Blastula zu verhindern; letzterer Versuch ist unausführbar, hoffentlich gelingt noch einmal der erstere von Roux bis jetzt vergeblich versuchte.

Dass Roux „nach Defekten am gefurchten Froschei zirkumskripte Defekte am Embryo“ erhielt, ist nach Gesagtem einzusehen, denn die Defekte störten die relative (auf die Koordinaten bezogene) Lage der übrigen Blastomeren nicht; ebenso könnte wohl aus einer Echinidenblastula ein defekter Pluteus gezogen werden, würde durch den ihr zugeführten Eingriff die Lage der andren Blastomeren nicht gestört.

Dieser Feststellung meiner Ansicht sind nun einige Einschränkungen beizufügen.

Wenn der Charakter der Furchungszellen von mir omnipotent genannt ist, so gilt das ausdrücklich nur für diejenigen Fälle, in denen sichere oder wahrscheinliche Anhaltspunkte dafür vorliegen. Wie ich auch früher schon betont habe, halte ich mir die Möglichkeit vollständig offen, dass diese Ansicht im Falle früh spezialisierter Genitalanlagen, oder auch von Anlagen anderer spezifizierter Organe (Mesoderm, die Somatoblasten der Anneliden) nicht zutreffend sein kann. — Dabei wäre freilich noch zu erwägen, inwieweit letzteres scheinbar ist oder nicht.

Bei *Asearis* scheint nach Boveri's wichtiger Entdeckung [1] in der That ein wesentlicher, nämlich in den Kernverhältnissen begründeter Unterschied zwischen somatischen und generativen Zellen vorzuliegen; wie weit aber Unterschiede zwischen somatischen Zellen unter sich wesentlicher Natur, oder ob sie nur protoplasmatischer Natur sind, wie O. Hertwig [10] annimmt, das müssen erst darauf bezügliche Untersuchungen entscheiden, wobei zu bedenken ist, dass auch eine Omnipotenz des Kernes durch plasmatische Differenzen in ihrer Bestätigung gehemmt werden könnte, ohne dass darin ein prinzipieller Unterschied gegen das Verhalten etwa beim Seeigelei vorläge.

Von letzterer Natur ist meiner oben geäußerten Meinung nach die scheinbare (auf Nahrungsdotter beruhende) Zellenprädisposition, welche uns das Ctenophorenei darbietet, und derartige Fälle sind ohne Zweifel zahlreicher.

Sie kommen in letzter Hinsicht darauf hinaus, dass hier das Protoplasma von vornherein nicht „isotrop“ ist, und daher auf die idio-plasmatischen Potenzen (die Kerne) richtungsbestimmend wirkt. Das Protoplasma wird hier also in gewisser Hinsicht ein wesentlicher formbestimmender Faktor; sein Wirken ist geeignet, uns spezifische Kerndifferenzen vorzutäuschen, wo sie vielleicht gar nicht vorhanden sind. Für das Seeigelei haben wir entsprechendes oben näher ausgeführt.

Hierher gehört auch das von Roux herangezogene Insektenei, welches schon vor der Befruchtung die Richtungen des Embryo erkennen lässt. Es ist eine vielleicht experimentell prüfbare Folge meiner Ansichten, dass ohne Störung der folgenden Entwicklung die Furchungskerne (Kerninseln) des Insekteneies in ihm der Lage nach vertauschbar sein müssten.

Die „festen Beziehungen“ der Richtungen wären danach allerdings „nicht zufällige sondern kausale“, aber letzteres nicht in idioplasmatischer Hinsicht wie Roux meint, sondern bezüglich richtungsbestimmender Auslösung. Doch dieses nur um die Sache zu verdeutlichen.

Dass ich bezüglich der angeblichen „Anachronismen“ in der Amphibien- und sonstiger Entwicklung O. Hertwig's [9] Ansicht teile, erhellt aus vorigem wohl zur Genüge: idioplasmatische Differenzen liegen in ihnen eben gar nicht vor, sondern nur Differenzen hinsichtlich der Beziehung der Lage der ersten Kerne zu früh (nämlich im physikalischen Bau des Protoplasmas) bestimmten Richtungen.

Im Uebrigen dürfte hinsichtlich der Möglichkeit embryonale Bildungen auf Furchungszellen (resp. Kerne) zu beziehen und umgekehrt das Schicksal letzterer zu prophezeien, das von mir a. a. O. gesagte gelten, dass nämlich der Furchungstypus unter gleichen Umständen gleichartig verläuft und dass „in Folge der Kontinuität der Entwicklung sich ja natürlicherweise jede ältere Zellengruppe auf eine vorausgegangene jüngere Gruppe, und so schließlich bestimmte Körperteile auf bestimmte Furchungszellen zurückführen lassen müssen“ (O. Hertwig [8]).

Ich kann nicht umhin am Schlusse dieser Auseinandersetzung zu Weismann's großem Werke „das Keimplasma“ Stellung zu nehmen¹⁾; doch sollen nur diejenigen Punkte berücksichtigt werden, in denen die so fein ausgebaute Theorie jenes Forschers von meinen Untersuchungen affiziert wird.

Wie aus allem Vorstehenden hervorgeht, kann ich seine Annahme, dass die Embryogenese durchweg Spezifikation, Evolution im formalen Sinne sei, nicht annehmen.

Weismann hat sich aus der Schwierigkeit, die ihm schon die Regenerationserscheinungen, namentlich an Pflanzen darboten, durch eine große Anzahl von Hilfhypothesen (Nebenidioplasma, Nebendeterminanten etc.) zu retten gesucht; auch meine ersten Versuche denkt er fälschlich als „Regeneration“ in dieser Weise auffassen zu können²⁾.

1) Ein ausführlicher Bericht über dieses Werk wird in der nächsten Nummer veröffentlicht werden.

Anm. d. Red.

2) Es ist dabei ein kleines Versehen untergelaufen. W. spricht von der allgemein bekannten Regenerationsfähigkeit der Seeigel. Davon ist aber gar nichts bekannt; es soll wohl Seesterne heißen, aber damit wird die ganze Erörterung hinfällig.

Ich glaube nicht, dass es Weismann möglich sein wird, angesichts meiner Versuche über Verlagerung von Furchungszellen diesen Teil seiner Theorie aufrecht zu erhalten. Prinzipiell geht es ja natürlich auch, aber man bedenke, welche eine Menge „Hilfsannahmen“, welche verschiedenen Kombinationen von „Nebendeterminanten“ nötig werden, wenn man angesichts der Thatsache, dass jede Zelle (jeder Kern) jeden Platz im ganzen einnehmen kann, den Spezifikationscharakter der ersten Entwicklung aufrecht erhalten will. Wir haben oben bereits eine entsprechende Annahme ad absurdum geführt. Es werden der Hilfsannahmen ganz abgesehen von ihrem abenteuerlichen Charakter so viele, dass sie eben die Theorie in ihr Gegenteil überführen.

Dieses Gegenteil der Theorie (in der uns interessierenden Beziehung) ist die Hypothese von de Vries [15]. Weismann hat von diesem Forscher die Zusammensetzung des Idioplasmas aus Einheiten übernommen, vorwiegend deshalb, da die verschiedenen „Eigenschaften“ der Formen selbständig variieren können. Letzterer Gesichtspunkt ist überhaupt der Kernpunkt des Ganzen, namentlich auch der über Amphimixis handelnden Teile, und ich bemerke ausdrücklich, dass diese Seiten des Weismann'schen Theoriegebäudes mit meinen Erwägungen nichts zu thun haben. de Vries lässt nun aber im Gegensatz zu Weismann die ganze idioplasmatische Masse von Zelle zu Zelle weitergegeben werden und jede Zelle in ihrem spezifischen Charakter vom Kern aus (in materieller Weise, was übrigens ziemlich nebensächlich ist) beeinflussen.

Wenn ich mich einmal zu einer Theorie, welche ich mit Roux durchaus nur „für eine dem gegenwärtigen Stand unserer Auffassung angepasste Darstellungsweise“ halte, bekennen soll, so thäte ich es am ersten noch zu dem Grundgedanken — aber auch nur zu dem — der Theorie von de Vries. Welcher Art die Beeinflussung der Zelle vom Kern aus ist, und wie und wodurch diese Beeinflussung in bestimmter, der spezifischen Organisation korrespondierender Weise ausgelöst wird, das wissen wir freilich gar nicht. Aber diese vollständige Unwissenheit ist kein Grund dafür etwas derartiges überhaupt abzweisen, wie Roux es thut, ohne dass er doch irgendwie darthun könnte, warum und wie denn seine qualitativ ungleichen Kernteilungen in der richtigen, typischen Reihenfolge vor sich gehen.

Vergessen wir überhaupt nicht, welcher Art alle diese Theorien naturgemäß sind. Gerade die Hauptsache, den Grund der spezifischen Formbildung setzen sie voraus. Weismann hat ganz recht, wenn er sagt, jede morphogene Theorie müsse evolutionistisch sein. Sie muss es wirklich, aus logischen Gründen, denn spezifische Formbildung ist etwas elementares, letztes. Auch nach de Vries ist die erste Entwicklung nur formal epigenetisch. Doch über diese Fragen, sowie über den damit zusammenhängenden Begriff des „Metaphysischen“

werde ich demnächst an andrem Orte eine Untersuchung anstellen, so dass hier diese Hinweisung genügt.

Ein möglichst strenger Ausdruck der Thatsachen und Alternativen scheint mir zunächst vor allen Theorien, die doch nur zu einer bloßen, d. h. nicht mit Vereinfachung verbundenen Umschreibung derselben kommen, den Vorzug zu verdienen. Als klassisches Beispiel einer solchen Diskussion bitte ich zum Schluss den Leser, die Einleitung zum ersten Teil der Beiträge zur Entwicklungsmechanik von Wilhelm Roux [11] einsehen zu wollen.

Mögen diese Zeilen, welche sich gegen einzelne Ausführungen des genannten Begründers der bewussten entwicklungsmechanischen Forschung richten mussten, ohne mit seinem allgemeinen wissenschaftlichen Standpunkt zu disharmonieren, zur Klärung der Frage beitragen.

Neapel, Zoologische Station, 3. März 1893.

Litteratur.

- [1] Boveri Th., Ueber die Entstehung des Gegensatzes zwischen den Geschlechtszellen und den somatischen Zellen bei *Ascaris megaloccephala*. Sitzungsber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol., VIII, München 1892.
- [2] Chabry L., Contribution à l'embryologie normale et tératologique des ascidies simples. Journ. de l'anat. et de la phys., 1887.
- [3] Chun C., Die Dissogonie der Rippenquallen. Festschr. f. Leukart, 1892.
- [4] Driesch H., Entwicklungsmechanische Studien. I. Der Wert der beiden Furchungszellen der Echinodermenentwicklung. Zeitschr. f. wiss. Zool., 53.
- [5] Derselbe, Entwicklungsmechanisches. Anat. Anz., 1892.
- [6] Derselbe, Entwicklungsmechanische Studien:
 - III. Die Verminderung des Furchungsmaterials und ihre Folgen,
 - IV. Experimentelle Veränderung des Typus der Furchung und ihre Folgen,
 - VI. Ueber einige allgemeine Fragen der theoretischen Morphologie 1. Zeitschr. f. wiss. Zool., 55.
- [7] Derselbe, Zur Verlagerung der Blastomeren. Anat. Anz., 1893.
- [8] Hertwig O., Urmund und Spina bifida. Arch. f. mikr. Anat., 39.
- [9] Derselbe, Aeltere und neuere Entwicklungstheorien. Berlin 1892.
- [10] Derselbe, Die Zelle und die Gewebe. I. Kap. 9. Jena 1892.
- [11] Roux W., Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo: Einleitung und Beitrag I. Zeitschr. f. Biologie, XXI.
- [12] Derselbe, Ebenda Beitrag V. Ueber die künstliche Hervorbringung halber Embryonen durch Zerstörung einer der beiden ersten Furchungskugeln, sowie über die Nachentwicklung (Postgeneration) der fehlenden Körperhälfte. Archiv f. path. Anatomie, 114.
- [13] Derselbe, Ueber das entwicklungsmechanische Vermögen jeder der beiden ersten Furchungszellen des Eies. Verh. d. anat. Ges., 1892.
- [14] Derselbe, Titel wie 11; Beitrag VII. Ueber Mosaikarbeit und neuere Entwicklungshypothesen. Anat. Hefte, 1893.
- [15] de Vries H., Intracelluläre Pangenesis. Jena 1889.
- [16] Weismann A., Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung. Jena 1892.
- [17] Wilson E. B., On Multiple and Partial development in *Amphioxus*. Anat. Anzeiger, 1892.
- [18] Derselbe, The Cell-Lineage of Nereis. Journ. of Morph., VI.

A n h a n g.

Nachdem das Manuskript zu vorstehender Arbeit bereits abgesandt war, erschien Braem's Artikel: „Das Prinzip der organbildenden Keimbezirke und die entwicklungsmechanischen Studien von H. Driesch“. (Diese Zeitschrift, XIII, Nr. 4 u. 5.)

Braem meint, kurz gesagt, die 8 Zellen meines Druckstadiums seien den 8 normalen Zellen deshalb nicht vergleichbar, weil sie nebeneinander und nicht in 2 Kränzen übereinander lägen; die zum 8-Stadium führende Furchung hätte bei meinen Objekten einen andren Wert, da sie nicht animale und vegetative Hälfte sondere.

Ich hatte bei unbefangener Lektüre des B.'schen Artikels den Eindruck, es läge ein Circulus vitiosus vor. Ich hatte auf S. 35 meiner Arbeit ausdrücklich betont, dass sich meine Versuche nur auf Bedeutung und Verlagerung der Kerne bezögen. Weil die aufeinanderfolgenden Kerngenerationen jeden relativen Platz einnehmen können, so argumentierte ich, so ist es durchaus unwahrscheinlich, erfordert vielmehr (s. Text dieser Arbeit) die abenteuerlichsten Hilfsannahmen, dass dieselben ein spezifisch verschiedenes und nicht vielmehr ein gleichwertiges Material sind. Würde nun B. auch die Kerne im Sinn haben, woran doch, da er mich bekämpft, zu denken ist, und in Bezug auf sie sagen, dass die äquatoriale Furchung ihren vegetativen und animalen Bestandteil, also die idioplasmatischen Bestandteile der Zelle qualitativ sondere, so würde er in der That das voraussetzen, wovon das Problem handelt.

Auf hierauf bezügliche briefliche Anfrage war Herr Dr. Braem so freundlich mir nähere Auskunft über seine Ansicht zu erteilen und mir zu gestatten von derselben Gebrauch zu machen; ich thue dies im Interesse der Klarstellung unserer Sache.

B. schreibt nun „es handelt sich in meinem Aufsatz nur um die Qualität der Zellen als solcher, und ich habe es absichtlich vermieden, die spezifische Bedeutung des Kerns in die Diskussion zu ziehen“.

Meine Annahme eines Circulus vitiosus war also irrig; aber nunmehr muss ich erklären, dass B.'s Artikel mich gar nicht trifft, denn (vide S. 35 meiner Arbeit) ich handle nur von den Kernen und trete, wie diese Arbeit lehrt, selbst für eine protoplasmatische Differenz der Furchungszellen ein, ja gründe auf sie weitere Annahmen; das Protoplasma des Echinideneies ist eben nicht isotrop, sondern besitzt eine Symmetrieaxe.

An Stelle einer Differenz wäre also Uebereinstimmung getreten.

Ich gebe gern zu, dass meine Bezugnahme auf das „Prinzip der organbildenden Keimbezirke“ (S. 22) nicht ganz korrekt war, denn dieses hat nicht ausdrücklich die Kerne im Sinn, wird also wohl durch meine „Teilbildungen“ widerlegt, aber nicht ohne weiteres durch die „Druckversuche“. Ja, denken wir uns beispielsweise, es seien im

Insektenei, welches sich erst nach Entstehen aller Blastonuklei zerklüftet, letztere durchgreifend verlagert, so könnte wohl gar das Prinzip der (protoplasmatischen) „Keimbezirke“ äußerlich völlig zu Recht bestehen, obschon die Lehre von der Spezifikation der (idioplasmatischen) Furchungskerne, wie auch durch meine Versuche, widerlegt wäre. — 10. IV. 93.

Zur Entwicklungsgeschichte von *Pseudalius inflexus* Duj.

Von **Theodor List**, stud. rer. nat.

(Aus dem zoologischen Institute der Universität Jena.)

Die Entwicklungsgeschichte der Nematoden ist bis jetzt an drei verschiedenen Typen genauer untersucht worden. Götte bearbeitete *Rhabditis nigrovirens*, Hallez *Ascaris megaloccephala* und Bütschli *Cucullanus elegans*. Die Untersuchungen Bütschli's sind insofern nicht vollständig, als seine Untersuchungen erst mit dem Blastula-Stadium beginnen. — Meine eigenen Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte von *Pseudalius inflexus* sind deshalb vielleicht nicht ohne Interesse, als sie über jenen *Cucullanus*-Typus weiteren Aufschluss geben. —

Dieser Typus zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass die erste Furchungsebene nicht genau in die Medianebene fällt, sondern etwas darüber, so dass durch die erste Teilung zwei ungleiche Blastomeren zu Stande kommen. Das erste Ektoderm-Blastomer ist erheblich kleiner als das erste Entoderm-Blastomer. Bei *Cucullanus elegans* ist dies noch nicht beschrieben worden, geht jedoch aus den Abbildungen Kölliker's deutlich hervor. Die Trennung der Ektoderm- und Entoderm-Blastomeren ist schon im Acht-Zellenstadium ersichtlich. Im Stadium von zwölf Zellen — 8 Ektoderm- und 4 Entodermzellen — ist bereits die zweischichtige Zellenplatte zu erkennen, deren dorsale Hälfte dem Ektoderm und deren ventrale Hälfte dem Entoderm angehört. —

Im weiteren Verlaufe der Furchung kommt es zur Bildung einer Amphiblastula, bei der eine deutliche, wenn auch nicht voluminöse Blastula-Höhle nachgewiesen wurde. Es ließ sich dies unzweifelhaft auf Schnittserien durch diese Stadien konstatieren. Die Höhle wird bald durch die Entodermzellen verdrängt. —

Dadurch, dass die Ektodermzellen sich sehr rasch vermehren, entsteht schließlich am Ende des Blastula-Stadiums eine flache zweischichtige Zellenplatte, die der von Bütschli bei *Cucullanus* beschriebenen und abgebildeten im wesentlichen gleicht. Indem die Ränder der zellenreichen Platte sich umbiegen und auch vom Schwanzende her eine Unwachsung stattfindet, kommt es zur Bildung einer Gastrula durch Epibolie (*Gastrula circumcreta*), die nach ihrer kompakten Beschaffenheit als Sterrogastrula aufzufassen ist. —

Das Prostoma, das einen vom Schwanzende nach dem Kopfe verlaufenden Spalt vorstellt, schließt sich immer weiter nach dem

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Driesch Hans

Artikel/Article: [Zur Theorie der tierischen Formbildung. 296-312](#)