(Aus dem I. anatomischen Institut der Universität Berlin.)

Ueber einen sehr jungen Anadidymus des Hühnchens.

Von

Dr. **Erich Hoffmann**, Unterarzt.

Hierzu Tafel VIII.

Einleitung.

Trotz der zahlreichen Untersuchungen, welche besonders in den letzten Jahrzehnten über den Ursprung und das Wesen der Doppelbildungen angestellt worden sind, ist die Frage nach ihrer Entstehung immer noch eine viel umstrittene. Während sich früher nur zwei Theorien, die der Verwachsung und Spaltung, feindlich gegenüberstanden, sind in neuerer Zeit noch drei Theorien hinzugekommen, von denen die älteste, die Rauber'sche Radiationstheorie, die Entstehung der Doppelmonstra von einem einheitlichen Gesichtspunkt beurtheilt, während die beiden neueren, die Gerlach'sche Bifurkationstheorie und die Klaussner'sche Theorie der Fission mit Postgeneration, die Einheit des Principis aufgebend, nur auf eine bestimmte Form der Doppelbildungen sich beziehen. Eine genaue Darstellung der im Lauf der Zeit von den verschiedenen Forschern über die Natur der Doppelbildungen geäußerten Ansichten findet sich in Rauber's Abhandlung über die Theorien der excessiven Monstra (Virchow's Archiv, Bd. 71) und in Leo Gerlach's Monographie über die Entstehungsweise der Doppelbildungen; ich kann mich daher auf eine kurze Skizzirung der verschiedenen Theorien beschränken.

Die älteste Theorie ist die Verwachsungstheorie, welche in ihrer ursprünglichen Fassung die Doppelbildungen aus der Verwachsung zweier auf verschiedenen Eiern entstandener Embryonen herleitet. Alle Beobachtungen an jungen Doppelbildungen, besonders aber die Befunde Panum's an Hühnereiern mit doppeltem Dotter haben gelehrt, dass eine solche Verwachsung unmöglich ist, dass vielmehr alle Doppelbildungen aus einem Ei

resp. auf einem Dotter entstehen. Die Verwachsungstheorie hat daher im Lauf der Zeit eine andere Fassung bekommen, in welcher sie besonders von Lereboullet, B. Schultze, Dareste und Panum vertheidigt worden ist: Nicht zwei auf verschiedenen Eiern entstandene Embryonen, sondern zwei in demselben Ei entstandene, ursprünglich gesonderte Embryonalanlagen sollten sich im Lauf der Entwicklung nähern und ganz oder theilweise mit einander verschmelzen.

Aber auch in dieser Form hat die Verwachsungstheorie in den letzten Jahren keinen Vertheidiger mehr gefunden. Vermag sie doch durchaus nicht zu erklären, warum in allen bisher beobachteten Fällen stets genau identische Theile beider Embryonen mit einander verbunden sind. Theoretisch lässt sich ferner einwenden, dass die Verwachsung doch nur eine sekundäre Erscheinung ist, die wohl einen innigeren Zusammenhang beider Komponenten herbeiführen kann; von einer ursprünglichen Entstehung der Doppelbildungen durch Verwachsung kann aber nicht die Rede sein, da die Komponenten schon von Anfang an dadurch, dass sie in demselben Fruchthof angelegt werden, kontinuierlich mit einander verbunden sind.

Mehr Anhänger hat ihre Gegnerin, die Spaltungstheorie, aufzuweisen, darunter eine grosse Anzahl der bedeutendsten Embryologen, z. B. C. F. Wolff, J. F. Meckel, v. Baer, Joh. Müller, Valentin, Bischoff, Leuckart, Reichert und andere. In seinem grossen Werke über die Missbildungen des Menschen hat Ahlfeldt, der jüngste Vertreter dieser Theorie, dieselbe scharf formulirt. Er stellt sich vor, dass Mehrfachbildungen und eineiige Zwillinge aus einem ganz normalen Ei entstehen, dessen Befruchtung und Furchung in der gewöhnlichen Weise abläuft. Nach der Furchung, jedoch bevor die ersten Spuren des Embryo auftreten, wird die aus indifferenten Furchungskugeln bestehende Zellmasse durch den Druck der zu engen Zona pellucida mehr oder weniger tief gespalten. Durch den fortdauernden Druck der Zona pellucida werden beide Hälften auseinandergetrieben, wodurch eine Drehung der mittlerweile in jeder Hälfte entstandenen Embryonalanlagen stattfindet. Die Spaltung findet immer in der Längsachse statt.

Die Annahme einer Spaltung der Furchungszellmasse durch den Druck der Zona pellucida stützt sich lediglich auf Speku-

lationen und Vermuthungen, und mehrere thatsächliche Beobachtungen sprechen dagegen. Panum beobachtete nämlich mehrere Hühnereier mit strangförmiger Verdickung der Dotterhaut, die quer über den Keim hinweglief und eine tiefe Einschnürung veranlasste, aber trotzdem die Entwicklung eines einfachen normalen Embryo nicht gestört hatte. Ferner kann ich nicht zugeben, dass es bisher gelungen wäre, durch irgend welche mechanische Eingriffe Doppelbildungen zu erzeugen; alle derartigen Behauptungen haben sich als irrtümlich erwiesen und sind von Schrode und anderen widerlegt worden. Wenn Ahlfeldt endlich annimmt, dass die nach der Furchung entstandenen Zellen noch indifferent seien, so ist das ein Irrthum; denn jede Furchungszelle hat nach den Beobachtungen Roux' am Froschei ihre besondere Bedeutung. Daher müsste Ahlfeldt zugleich annehmen, dass jede der durch Spaltung entstandenen Hälften sich mehr oder weniger zu einem vollständigen Embryo regeneriren könne.

Diesen beiden Theorien hat vor 15 Jahren Rauber als eine dritte seine Radiationstheorie gegenübergestellt. Er geht von der Annahme aus, dass bei der normalen Entwicklung der Knochenfische nach geschehener Furchung auf der aus einem dünnen Mittelfeld und dem stärkeren Randwulst bestehenden Keimscheibe die Kopfanlage als ein centripetaler Vorstoss des Randwulstes erscheint, während der übrige Körper durch successive Aneinanderlagerung der beiden Randwulsthälften gebildet wird. Gestützt auf die Beobachtung zahlreicher, zum Theil sehr junger Mehrfachbildungen von Knochenfischen behauptet er nun, dass die Anlage einer Doppelbildung dadurch geschehe, dass statt eines Vorstosses zwei radiär gegen das Centrum der Keimscheibe gerichtete Ausstrahlungen des Randwulstes erscheinen. Nur wenn beide vorderen Embryonalanlagen sich in Oppositionsstellung befinden, d. h. wenn ihre Achsen unter einem Winkel von 180° zu einander eingestellt sind, werden die jeder von beiden zugehörigen Randwulststrecken gleich sein und zwei getrennte Embryonen entstehen können. In allen übrigen Fällen werden die beiden vorderen Embryonalanlagen den Randwulst in zwei ungleiche Theile zerlegen, eine kürzere „innere Zwischenstrecke“ und eine längere „äussere Zwischenstrecke“. Von der inneren Zwischenstrecke werden die medialen einander

zugekehrten Körperhälften gebildet, während aus der äusseren Zwischenstrecke die lateralen und schliesslich der gemeinsame Hinterleib hervorgehen. Auch beim Hühnchen entsteht nach Rauber's Auffassung der vordere Theil des Primitivstreifens als ein Vorstoss des Keimwulstes, der hintere wird durch Conjunction allerdings nur der in nächster Nähe liegenden Theile des Keimwulstes geliefert, während der bei weitem grössere Abschnitt des Keimwulstes lediglich der Dotterumwachsung dient. Durch diesen zwischen Hühnchen und Knochenfischen bestehenden Unterschied erklärt es sich nach Rauber's Angabe leicht, warum bei ersteren die Anakatadidymi und Katadidymi, bei letzteren dagegen die Anadidymi bei weitem überwiegen.

Die Rauber'sche Radiationstheorie hat gleichfalls ihre Bedeutung verloren, seitdem man fast allgemein die Ansicht aufgegeben hat, dass der Embryo aus dem Randwulst durch Aneinanderlagerung seiner beiden Hälften entstehe. Der Randwulst dient vielmehr auch bei Fischen zum grössten Theil der Dottersackbildung, nur der der Embryonalanlage nahe gelegene Theil, die Umgebung der Randkerbe, kann zum Aufbau des Embryo beitragen. Beim Hühnchen fasst Rauber den vorderen Theil des Primitivstreifens als Kopfanlage auf, während doch feststeht, dass die Medullarwülste sich vor dem Primitivstreifen anlegen.

Vor 10 Jahren hat Leo Gerlach in seinem umfangreichen Werke über die Entstehungsweise der Doppelmissbildungen bei den höheren Wirbelthieren, in welchem sämtliche bisher beobachtete Mehrfachbildungen des Hühnchens zusammengestellt worden sind, die Rauber'sche Theorie für die Knochenfischdoppelbildungen und die meisten Doppelbildungen der übrigen Wirbelthiere im Grossen und Ganzen anerkannt; nur die seltenen Anadidymi des Hühnchens scheinen ihm nach derselben nicht erklärt werden zu können. Um über die Entstehung der letzteren Klarheit zu gewinnen, versuchte er dieselben künstlich herzustellen, indem er die Eier vor der Bebrütung bis auf eine kleine über der Keimscheibe gelegene Y-förmige Stelle mit Firniss überzog, so dass die vorderen Schenkel des Y dem künftigen Kopfende des Embryo entsprachen. Dadurch, hoffte er, würde der hinten einfach angelegte Primitivstreif bei seinem nach vorn gerichteten Wachsthum sich am vorderen Ende gabeln, weil die zu seiner Entstehung nothwendige lebhaftige Zellwucherung

von der Sauerstoffzufuhr abhängig sei. Unter 60 auf diese Weise behandelten Eiern zeigten allerdings nur zwei eine nach Gerlach's Ansicht unbestreitbare vordere Verdoppelung. Auf diese experimentellen Ergebnisse gestützt hat er seine Bifurkationstheorie aufgestellt, nach welcher die Anadidymi des Hühnchens dadurch entstehen, dass nur eine einzige Embryonalanlage in die Area pellucida einstrahlt, welche in ihrer weiteren nach vorn gerichteten Ausbildung (vielleicht durch Verdickungen der Dotterhaut) bald früher, bald später die Medianlinie verlässt, um gabelig divergierend in zwei Schenkel auszulaufen.

Die experimentellen Ergebnisse, auf welche Gerlach sich stützt, kann ich nicht für beweisend crachten. Die beiden angeblich dabei erzielten vorderen Verdoppelungen sind den Abbildungen und der Beschreibung nach nicht mit Sicherheit als solche zu erkennen. Im ersten Fall handelt es sich um einen verbreiterten, nicht scharf begrenzten Primitivstreifen, der an seinem vorderen Ende 2 kurze divergierende Fortsätze trägt und in einem 3 Tage lang bebrüteten Ei gefunden wurde. Dergleichen Unregelmässigkeiten in der Bildung des Primitivstreifs kommen in Eiern aus der Brütmaschine öfters vor; zum mindesten hätte Gerlach jene beiden Ausläufer auf Schnitten untersuchen müssen, um über ihre Natur sichere Angaben machen zu können, zumal da eine Rinne noch nicht vorhanden war. Der zweite Fall betrifft ein schon ziemlich weit entwickeltes Hühnchen mit sehr breitem Kopf, an welchem von der Dorsalseite her 2 durch einen tiefen Einschnitt getrennte Hirnanlagen zu erkennen waren. Auch dieser Embryo ist auf Schnitten nicht untersucht worden; es bleibt daher zweifelhaft, ob es sich nicht bloss um eine Hemmungsbildung handelt, bei welcher beide Medullarfalten sich nicht vereinigt haben.

Aber auch theoretische Gründe veranlassen mich, die Gerlach'sche Theorie zu verwerfen. Zunächst ist die ganze Vorstellung Gerlach's, dass durch Beschränkung der Sauerstoffzufuhr auf eine Y-förmige Stelle, deren Schenkel $\frac{1}{2}$ —1 cm breit sind, der Primitivstreif sich vorn gabeln müsse, etwas absonderlich, denn der Sauerstoff wird sich im Eiweiss auch in weiterer Umgebung verbreiten können; ferner aber ist die Grösse des Primitivstreifs im Verhältniss zu jener Y-förmigen Figur so gering, dass zu allen seinen Theilen bequemer Sauerstoff hin-

zutreten kann. Die Sauerstoffzufuhr ist nur im ganzen herabgesetzt; daraus erklären sich leicht die vielen einfachen Missbildungen, die Gerlach erhielt. Ausserdem ist die Voraussetzung Gerlach's, dass der Primitivstreif von hinten nach vorn in die Area pellucida einwachse, unrichtig, da nach den genauen Untersuchungen Duval's nicht der hintere, sondern der vordere Theil des Primitivstreifens zuerst entsteht. Mithin kann von einer Bifurkation eines ursprünglich einfachen Primitivstreifens nicht die Rede sein.

Vor 2 Jahren ist wiederum eine umfangreichere Arbeit über Mehrfachbildungen bei Wirbelthieren von F. Klaussner erschienen, in welcher nahezu 50 zum Theil sehr junge Mehrfachbildungen aus sämtlichen Wirbelthierklassen beschrieben und auf 12 Tafeln abgebildet worden sind. Was die Genese derselben betrifft, so unterscheidet Klaussner 2 Gruppen von Mehrfachbildungen, solche, die durch primäre Pluralität der Anlage und solche, die durch Fission mit Postgeneration entstehen. Die erstern kommen dadurch zustande, dass vom Anfang der Entwicklung an 2 oder mehrere selbständige Embryonalanlagen auftreten, welche entsprechend den in der Radiations-theorie entwickelten Grundsätzen verschieden zu einander gelagert sein können, nicht aber sich mit einander vereinen. Die zweite Gruppe entsteht auf dem Wege der Spaltung, jedoch nicht in der Weise, dass jede der beiden Hälften die Fähigkeit hat, sich selbständig zu vollständigen Embryonalanlagen zu entwickeln, sondern so, dass jede Hälfte die ihr fehlende Hälfte durch Postgeneration aus dem Nachbarmaterial erzeugt. Der Begriff Postgeneration stammt von Roux. Dieser Forscher fand nämlich, wenn er am Froschei mit einer glühenden Nadel eine der beiden ersten Furchungskugeln zerstörte, dass die andere sich in gewöhnlicher Weise zu einem im wesentlichen normalen halben Embryo entwickelte. Die durch den Stich ihrer Entwicklungsfähigkeit beraubte Furchungszelle konnte wieder belebt werden durch Reorganisation, Nucleisation und Cellulation, d. h. dadurch, dass vom freien Seitenrand jedes Keimblattes (Unterbrechungsfläche) eine Anzahl Kerne in den Dotter einwanderten und darin eine zur Entstehung der fehlenden Embryonahälfte führende Zellabgliederung veranlassten.

Wir werden bei der Beurtheilung der Klaussner'schen

Theorie wohl dem Umstand Rechnung tragen müssen, dass die Roux'sche Arbeit kurz zuvor erschienen war, und die Abfassung der Untersuchungen von Klaussner in die Zeit der litterarischen Einwirkung der Roux'schen Mittheilungen fiel. Eine thatsächliche Begründung fehlt der Klaussner'schen Annahme gänzlich, da weder für das Zustandekommen einer mechanischen Spaltung, noch einer Postgeneration beweisende Beobachtungen vorliegen. Wenn auch Roux nachgewiesen hat, dass eine für den Moment abgetödtete Furchungskugel des Froscheies durch Einwanderung von Kernen aus der sich weiter entwickelnden andern Furchungszelle wieder belebt werden kann, wodurch der anfangs halbe Embryo zu einem ganzen sich ergänzt, so darf man doch daraus nicht schliessen, dass nach Spaltung einer Furchungszellmasse jede Hälfte durch Postgeneration einen ganzen Embryo erzeugt; denn es fehlt ja der abgetödtete Dotter, welcher in jenem Falle wieder belebt und organisirt wird, und eine Kern-einwanderung in den Dotter ist nicht so unmittelbar möglich, da die subgerminale Höhle Keim und Dotter trennt.

Aus dieser kurzen Zusammenfassung geht zur Genüge hervor, wie sehr die Ansichten der verschiedenen Autoren noch von einander abweichen. Eine Einigung ist nur dadurch zu erreichen, dass durch Beschreibung möglichst junger typischer Doppelmonstra eine mehr gesicherte Grundlage für die Beurtheilung ihrer Entstehung geschaffen wird. Aus diesem Grunde soll im folgenden eine junge Doppelbildung des Hühnchens beschrieben werden, welche ich im Sommer 1891 beobachtet habe, und die besonders deshalb von grossem Werth ist, weil sie ein sehr junges Stadium der so seltenen *Duplicitas anterior* vorstellt.

Beschreibung des Falles.

Bevor ich zur Beschreibung der von mir beobachteten Doppelbildung übergehe, will ich kurz die Methode schildern, welche mir in diesem Falle wie auch sonst zur genauen Untersuchung von Hühnerkeimscheiben diene.

a. Methode.

Nach sorgfältiger Eröffnung des Eies und möglichster Entfernung des Eiweisses wird der Dotter in 10% Salpetersäure

gebracht, in welcher er ungefähr 10 Minuten bleibt. Als dann wird mit einer feinen Scheere die Dotterhaut rings um die Keimscheibe umschnitten, und durch geringe Bewegungen der Flüssigkeit z. B. mittels eines Spatels die letztere sowohl vom Dotter als auch von der ihr aufliegenden Dotterhaut befreit. Vor allen anderen von mir versuchten Fixierungsmitteln hat die 10% Salpetersäure den grossen Vorzug, dass sie die Ablösung der Keimscheibe vom Dotter und von der Dotterhaut sehr erleichtert und zugleich der Keimscheibe eine so vorzügliche Consistenz giebt, dass die während der weiteren Manipulationen unumgänglichen Verbiegungen ohne den geringsten Schaden ertragen werden. Die abgelöste Keimscheibe wird dann mit einem breiten Hornspatel in ein Gefäss mit planem Boden gebracht, welches wiederum etwas 10% Salpetersäure enthält. Hierauf wird mit einer Pipette die Salpetersäure abgesogen, so dass sich die Keimscheibe glatt auf den Boden des Schälchens legt, und nun wird anfangs tropfenweise 2% Alaunlösung zugesetzt. Sofortiges Uebertragen aus der Salpetersäure in die Alaunlösung, sowie aus dieser in Alkohol, der zur weiteren Härtung dient, führt leicht zu störenden Verbiegungen der Keimscheibe. Nach der Härtung in allmählich verstärktem Alkohol können Boraxkarmin, Böhmer'sches Hämatoxylin oder Alauncochenille verwandt werden, in diesem Falle wurde letztere benutzt.

Die so vorbereitete Keimscheibe wird in Nelkenöl aufgehellert und dann mit Hilfe des Hartnack'schen Embryographen bei 20-facher Vergrösserung genau gezeichnet. Die Einbettung geschieht in Paraffin. Die Keimscheibe ist vom Schwanzende her in durchweg 0,02 mm dicke Schnitte zerlegt worden, welche der Reihe nach mit Nelkenölcollodium auf den Objectträger aufgeklebt wurden. Man sieht also auf ihre dem Schwanzende zugekehrte Seite. Die Schnittrichtung zur Medianachse der Doppelbildung, worunter ich eine den Divergenzwinkel der Chorden halbirende Linie verstehe, ist eine fast genau senkrechte.

Auf die Area pellucida kommen 178 Schnitte von 0,02 mm Dicke; daraus lässt sich die Länge derselben = 3,56 mm berechnen. Nun ergibt sich durch Messung an der genau 20 mal vergrösserten Flächenzeichnung, dass der helle Fruchthof vor der Paraffineinbettung (während des Aufenthalts der Keimscheibe in Nelkenöl) eine Länge von 4,4 mm besass. Daraus geht hervor,

dass die zarte Keimhaut infolge der Paraffineinbettung eine sehr beträchtliche Verkleinerung erfahren hat, und zwar um 19% der ursprünglichen Länge. Weitere genaue Messungen an dem Flächenbilde einerseits und Berechnungen aus der Schnitzzahl andererseits lehrten, dass nicht alle Theile des Blastoderms von der Schrumpfung in gleicher Weise betroffen wurden, vielmehr stellte es sich heraus, dass die Verkürzung innerhalb des Embryonalkörpers eine geringere war als die der Area pellucida. Ja selbst die Verkürzung des Embryonalkörpers ist keine ganz gleichmässige, sondern die massigeren Parthieen des Kopfes sind verhältnissmässig weniger (um 12%) verkürzt, als die des Mittelkörpers und Schwanzendes (16,9%).

Will man also im Flächenbilde den Ort feststellen, der einem bestimmten Schnitt entspricht, so muss man diese Verschiedenheiten in der Schrumpfung kennen und berücksichtigen, da sie doch so beträchtlich sind, dass sie zu fehlerhaften Bestimmungen und falschen Schlüssen führen können.

b. Flächenbild.

Das Ei, welches weder in Bezug auf seine Grösse noch auf seine Form etwas Abnormes darbot, wurde 36 Stunden lang im Brütöfen bei ungefähr 39°C. bebrütet, entsprach jedoch seiner Entwicklung nach nur einem 24 Stunden bebrüteten. Der Rand der Keimhaut hatte den Aequator der Dotterkugel noch nicht erreicht. Der Dotterhof war von gewöhnlicher Beschaffenheit. Der Gefässhof war nach aussen noch nicht überall scharf begrenzt. Seine Form entsprach einem Ovoid mit vorn gelegenem spitzen Pol; in der Länge mass er 5,3 mm, in der Breite 4,7 mm. Die Anlage des Sinus terminalis war noch nicht recht deutlich. Blutinseln waren im Gefässhof schon vorhanden.

In Figur 1, welche die Keimscheibe bei durchfallendem Licht in der Rückenansicht 20 mal vergrössert darstellt, fällt zunächst die eigenthümliche Form der Area pellucida auf. Sie ist zwar wie in der Norm exquisit birnförmig, indessen entspricht ihr breiterer Theil nicht wie gewöhnlich dem Kopfende, sondern dem Schwanzende des Embryo. In dieser Area pellucida liegt dem linken Rand beträchtlich näher als dem rechten eine kurze, aber sehr breite Embryonalanlage, die an dem Verhalten der Chordae leicht als eine Duplicitas anterior erkannt werden kann.

In ihrem mittleren Theil treten nämlich deutlich 2 als Chordae aufzufassende Stränge hervor, die unter einem sehr kleinen Winkel divergiren, hinten aber zu einem gemeinsamen Strang zusammentreten, der nach kurzem Verlauf in eine rundliche Anschwellung zu endigen scheint. Von dieser letzteren, über welcher eine Rinne nicht zu erkennen ist, geht schräg nach rechts hinten ein nicht scharf begrenzter, mit einer deutlichen Rinne versehener Streifen aus, über dessen Deutung als Primitivstreif wohl kein Zweifel bestehen kann. Von ihm strahlen nach beiden Seiten 2 bandartige Schattirungen, anscheinend Verdickungen des Mesoderms aus, die rechte schmal, im weiteren Verlauf breiter werdend und weiter nach dem Kopfe reichend als die breite kürzere linke. Diesen Bändern entsprechende Rinnen konnten nirgends mit Sicherheit erkannt werden. Den Enden dieser beiden Streifen entsprechen die eigenthümlichen ausgedehnten Verbreiterungen des hellen Fruchthofs.

Ungefähr in der Mitte der Embryonalanlage finden sich 3 oder besser gesagt 4 Reihen dunkel gefärbter Körper, welche ihrer Gestalt und Anordnung nach als Urwirbel aufzufassen sind. Lateral von der linken Chorda liegen 3 deutlich begrenzte Urwirbel von gewöhnlicher Form, lateral von der rechten Chorda sind ebenfalls 3, aber unregelmässig gestaltete Urwirbel vorhanden, der vordere gross, der mittlere sehr schmal, der hintere anscheinend aus 2 Stücken bestehend. Die in der Mitte gelegene Reihe zeichnet sich durch grössere Breite der Urwirbel aus; indessen lassen sich bei stärkerer Vergrösserung 2 neben einander gelegene Reihen von Urwirbeln erkennen, in Grösse und Form beiderseits nicht ganz gleich.

An diese 3 Urwirbelreihen schliessen sich hinten 3 Urwirbelplatten an; die beiden lateralen verlaufen in gewöhnlicher Weise neben den Chorden, die mittlere von der Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen Spitze bis zur Theilungsstelle der Chorda reicht, lässt von einer Trennung in 2 symmetrische Hälften nichts erkennen.

c. Beschreibung der Schnitte.

Um über den Zusammenhang der beiden Componenten des Doppelmonstrums und die Veränderungen in der Anlage der Primitivorgane Aufschluss zu geben, sind 10 vom Kopf zum

Schwanzende hin auf einander folgende Schnitte bei 50-facher Vergrößerung in den Figuren 2—11 abgebildet worden. Die jedem dieser Schnitte in Figur 1 entsprechende Stelle ist durch einen Strich möglichst genau angegeben worden.

Aus der Betrachtung der Schnitte ergibt sich nun Folgendes:

Die Abschnürung des Kopfes von der Keimhaut ist noch nicht weit vorgeschritten, erst bis zu einer Entfernung von 0,14 mm vom Kopfende, d. h. von der Kuppe des den Kopf vorn begrenzenden Ectoderms.

Die rechte Medullarrinne erscheint als ganz flache Furche 0,08 mm vom Kopfende entfernt; auf den folgenden Schnitten nimmt sie noch an Tiefe zu, ist aber so schmal, dass ihr Lumen durchweg fast strichförmig erscheint. Sie steht von Anfang an nicht ganz senkrecht zum Ectoderm, sondern ist mit ihrem Grund lateralwärts gerichtet, und zwar um so mehr, je weiter sie sich vom Kopfende entfernt.

Links beginnt 0,2 mm vom Kopfende entfernt im Ectoderm eine Rinne deutlich zu werden, welche als solche in einer Länge von 0,1 mm bestehen bleibt, um dann allmählich in eine solide unregelmässig kegelförmige Ectodermmasse überzugehen, welche anfangs (vgl. Fig. 3) kein deutliches Lumen erkennen lässt, später aber der rechten Medullarrinne an Gestalt gleich wird. Die ganze Bildung halte ich für die linke Medullarrinne, deren Lumen auf einigen Schnitten wegen ihrer bedeutenden Krümmung nach links hin nicht deutlich ist.

Zwischen beiden Hirnanlagen ist weiter vorn eine ziemlich breite sie verbindende Ectodermbrücke vorhanden, die nach dem Schwanzende hin immer schmaler wird. Schliesslich (Fig. 4) stossen die medialen Lamellen beider Medullarrinnen hart aneinander und erscheinen dann wie ein Keil mit abgerundeter Spitze, der weiter hinten immer kleiner und niedriger wird, um 0,56 mm vom Kopfende entfernt ganz zu verschwinden. Damit ist es zur Bildung jener schon im Flächenbilde so auffallenden, weit offenen gemeinsamen Medullarrinne gekommen, welche 3 anfangs etwas nach innen übergeneigte, später senkrecht zu einander stehende Wände besitzt, eine untere beiden Komponenten gemeinsame (0,24 mm breit) und 2 seitliche von beträchtlicher Höhe (0,2 mm). Während das Ectoderm weiter vorn mit scharfer

Biegung unter einem rechten Winkel in die Medullarwände sich fortsetzt, wird dieser Winkel nach hinten allmählich stumpfer, die Knickung geringer, so dass die Seitenwände der Medullarrinne dadurch schräg von aussen nach innen abfallen. So bekommt die Medullarrinne ein immer weiter klaffendes, aber auch flacheres Lumen. Allmählich erhebt sich weiter hinten in der Medianlinie das Ectoderm in Form eines kleinen Buckels, der wohl durch das darunter sich entwickelnde, zwischen beiden Chorden eingeengte Mesoderm verursacht ist. Daher sieht man ungefähr an der Stelle der Chordenspaltung 2 näher an einander gelegene etwas tiefere Rinnen, welche sich im weiteren Verlauf schnell abflachen und endlich, 1,7 mm vom Kopfende entfernt, verschwinden.

Der Vorderdarm ist eben angelegt und noch sehr kurz, aber von beträchtlicher Breite. Auch er ist beiden Embryonen gemeinsam, nur 2 ganz geringe Vorwölbungen seiner Wand nach links und rechts vorn, von welchen die rechte weiter vorwärts reicht als die linke, können als Andeutung einer doppelten Anlage angesehen werden. Dementsprechend erscheint, wenn man die Schnittreihe vom Kopf nach dem Schwanz hin durchmustert, das Lumen zunächst im rechten Abschnitt des Kopfes, um sich dann allmählich nach links weiter auszudehnen. Ist das geschehen, so erscheint der Vorderdarm als ein querer den Kopf durchsetzender breiter Spalt, dessen laterale Partien zwischen der Medullaranlage und dem Ectoderm der Seitenwand des Kopfes nach oben emporstreben; seine obere Wand ist dünner als die untere und in der Medianlinie nach oben vorgebuchtet. In einer Entfernung von 0,22 mm vom Kopfende verschwindet seine untere Wand. Die lateral von den Medullaranlagen gelegenen Vorbuchtungen des Entoderms bleiben noch eine Zeit lang bestehen; die mediale Vorwölbung des Entoderms nach oben wird zunächst deutlicher, um dann allmählich zu verschwinden und schliesslich kurz vor der Urwirbelgegend in eine gegen den Dotter gerichtete Vorbuchtung des Entoderms überzugehen, welche durch die stark wuchernde, zwischen beiden Chorden eingeengte Mesodermmasse veranlasst ist. Hinter den Urwirbeln erscheint das Entoderm immer mehr als eine plane, unter dem Embryo einherziehende Lamelle.

Die Chorden reichen sehr weit nach vorn und kommen

daher, wenn man die Serie von vorn nach hinten durchsieht, schon sehr früh zu Gesicht, erst die rechte, wenige Schnitte weiter nach hinten auch die linke. Die rechte Chorda erscheint in ihrem vordersten Abschnitt als eine dichtere Anhäufung von Mesodermzellen, die aber vom Entoderm absolut nicht zu trennen sind und auch gegen das umliegende Mesoderm nicht scharf abgegrenzt sind. Die linke Chorda erscheint in ihrem vordersten Theil als Verdickung des Entoderms, wenige Schnitte weiter hinten verhält sie sich wie die rechte. Beide Chorden liegen immer unter dem Fundus der zugehörigen Medullarrinne und grenzen sich weiter hinten schärfer gegen das übrige Mesoderm ab, auch das Entoderm zieht dann als ein Strang spindelförmiger Zellen unter ihnen fort. Nach der Vereinigung beider Medullarrinnen liegen sie an den unteren Kanten der breiten tiefen Rinne, wie Fig. 6 deutlich zeigt. Vorn breiter und niedriger wird ihr Durchschnitt hinten allmählich höher und schmaler, von der Form eines sehr langen Ovals. Wenn dann die Medullarrinne sich abgeflacht hat, werden sie bedeutend voluminöser, und zwar ist die rechte Chorda stärker als die linke. Endlich erscheinen sie mit dem Ectoderm verschmolzen, um dann, nachdem das zwischenliegende Mesoderm immer geringer geworden ist, zu einer Chordenmasse sich zu vereinigen, die weder vom Ectoderm noch vom Entoderm zu trennen ist.

Was die Urwirbel betrifft, so lassen sich auf den Schnitten leicht 4 Reihen unterscheiden, 2 mediale und 2 laterale. Die letzteren besitzen die gewöhnliche Form und Beschaffenheit, nur der dritte rechte Urwirbel zeigt auf dem Durchschnitt eine Verdünnung seiner Substanz in der Mitte, weshalb er auf dem Flächenbilde zerklüftet erscheint. Die medialen Urwirbel beginnen etwas weiter vorn als die lateralen und sind ebenfalls zu je 3 vorhanden; die vorderen sind gleich gross, von den mittleren ist der linke breiter als der rechte, die hinteren sind wieder ziemlich gleich.

Nach vorn von den Urwirbeln ist das Mesoderm zwischen beiden Chorden stark gewuchert und hat das Entoderm wie einen breiten Kiel gegen den Dotter vorgetrieben. Die lateralen Mesodermplatten sind sehr stark ausgebildet und von bedeutender Dicke, besonders die linke, welche auch noch in der Urwirbelgegend weit stärker bleibt als die rechte.

Hinten schliessen sich an die Urwirbel 3 Urwirbelplatten an, 1 mediale und 2 laterale. Die erstere hat auf dem Durchschnitt zuerst die Form einer Ellipse, um weiter hinten allmählich mehr kreisförmig zu werden. Endlich wird sie immer kleiner und verschwindet schliesslich vor der Vereinigungsstelle beider Chorden; von der Umgebung ist sie immer scharf abgegrenzt. Die lateralen Urwirbelplatten zeigen nichts Besonderes.

Im vorderen Bereich des Embryo ist die Leibeshöhle beiderseits schon angelegt. Auf der rechten Seite reicht sie etwas weiter nach vorn als der Kopf des Embryo; dort beginnt sie als kleiner Spalt, der nach hinten schnell an Grösse zunimmt und zu einer grossen Höhle wird, deren obere Wand das Ectoderm nach oben kuppelförmig vortreibt. Links beginnt eine Höhle erst 0,3 mm hinter dem Kopfende und erreicht nirgends die Ausdehnung der rechts gelegenen. In der Urwirbelgegend werden beide Leibeshöhlen allmählich kleiner; statt einer einheitlichen Höhle erscheinen dann nur noch mehrere kleine Mesodermspalten, welche sich hinter den Urwirbeln allmählich verlieren.

d. R e k o n s t r u k t i o n .

Sehr schwierig ist es, sich aus der blossen Betrachtung der Serie ein klares Bild über den Hinterkörper des Embryo zu machen. Um über den Verlauf der Primitivrinne und die Natur jener oben beschriebenen sichelförmigen Ausstrahlungen des Primitivstreifens Klarheit zu gewinnen, habe ich eine Flächenrekonstruktion der hinteren Embryonalgegend gemacht, welche in Fig. 12 wiedergegeben worden ist. Es wurde dazu das käufliche Millimeterpapier benutzt, welches mit einer recht genauen mm-Quadrirung versehen ist. Die Rekonstruktion wurde bei 50facher Vergrösserung ausgeführt, bei welcher die Dicke eines jeden Schnittes 1 mm entspricht. Nunmehr war es also nur nöthig, auf jeder folgenden Horizontallinie die gewünschten Punkte jedes folgenden Schnittes aufzuzeichnen. So wurden die Grenzen der Area pellucida, die im Ectoderm vorhandenen Rinnen, die Grenzen der Chorden (letztere als rothe Linien) eingetragen. Die Horizontalstriche bedeuten weiter vorn die Medullarplatte, weiter hinten die Stellen des Ectoderms, an welchen eine Verbindung desselben mit dem verdickten Mesoderm stattfindet. Die beige-

fügten Ziffern sagen von jedem Schnitt aus, der wie viele er vom Kopfende aus ist.

Die Form der Area pellucida, welche so gewonnen wurde, stimmt, wie man sieht, gut mit der des Flächenbildes überein. Die Medullarrinnen liegen immer ziemlich genau über den Chorden und convergiren ein wenig nach hinten. Kurz hinter der Vereinigungsstelle beider Chorden erreichen sie ihr Ende, nachdem sie vorher allmählich flacher geworden sind.

Die Chorden, von welchen die rechte hier deutlich stärker erscheint als die linke, gehen hinten in einen einzigen breiten Strang über, welcher aus dicht an einander liegenden Mesodermzellen besteht, die weder vom Ectoderm noch vom Entoderm sich abgrenzen lassen. Dadurch, dass dieser gemeinsame Chordenstrang weiter hinten breiter wird, entsteht jene im Flächenbild so deutlich hervortretende knotenförmige Anschwellung. Zwischen dem Mesoderm dieses Stranges und dem seitlich gelegenen Mesoderm besteht nur der Unterschied, dass im ersteren die Zellen viel dichter liegen, woraus eine dunklere Färbung resultirt, und dass sie mit den beiden anderen Keimblättern continuirlich verbunden sind, was in dem seitlichen Mesoderm nicht der Fall ist. Weiter hinten wird dieser Unterschied immer undeutlicher, so dass endlich eine bestimmte Grenze sich nicht mehr feststellen lässt.

Nachdem beide Medullarrinnen kurz hinter der Stelle der Chordenvereinigung, nämlich auf Schnitt 86 (1,72 mm vom Kopfende aus gerechnet) ihr Ende gefunden haben, treten im Schnitt 88 (also 0,04 mm weiter hinten) zwei sehr flache Rinnen auf, von denen die linke etwas tiefer ist als die rechte. Auf den folgenden Schnitten nähern sie sich allmählich, um endlich auf Schnitt 94 (entsprechend einer Entfernung von 1,88 mm) zu einer Primitivrinne sich zu vereinigen. Diese verläuft anfangs gerade nach hinten, später aber (von Schnitt 102 an) schräg rechts und endet auf Schnitt 113 (2,26 mm vom Kopfende entfernt). Auf einigen Schnitten (106 und 107) erscheint die Primitivrinne wieder doppelt, indessen ist es möglich, dass es sich hier nur um eine künstliche Faltung des Ectoderms handelt.

Die seitlichen Anhänge des Primitivstreifens treten in Fig. 12 in ihrer Form sehr deutlich hervor. Der rechte

ist lang und schmal und reicht viel weiter nach vorn als der linke, welcher kurz und breit erscheint. Am vorderen Ende des rechten Streifens findet sich eine 0,05 mm lange Rinne, welche in Fig. 11 wiedergegeben ist. Auch im linken Streif ist das Ectoderm nicht glatt, sondern zeigt allerlei Biegungen und Vertiefungen, jedoch liess sich eine fortlaufende Rinne nicht auffinden. Auf den Schnitten zeigt es sich, dass der rechte Streif gebildet wird durch eine Verlöthung des Ectoderms mit dem Mesoderm, welche beide verdickt sind; letzteres ist aber nur am vorderen Ende des Streifens deutlich verdickt, sonst nur dichter als in der Umgebung. Der linke Streif besteht aus verdicktem Mesoderm, das mit dem Ectoderm in dem in der Rekonstruktion gezeichneten Umfang zusammenhängt und ein dichteres Gefüge hat als das übrige Mesoderm. Ungefähr auf dem 100sten Schnitt (2,0 mm vom Kopfe entfernt) confluiren erst der linke, kurz darauf auch der rechte Streif mit dem eigentlichen Primitivstreifen, welcher nun in der geschilderten Weise ungefähr in der Richtung des linken Streifens nach hinten rechts verläuft.

Ergebniss der Untersuchung.

Aus der Betrachtung des Flächenbildes, der Serie und der Rekonstruktion ergibt sich 1) eine Verdoppelung im Bereich der Embryonalanlage, welche in der Deutung des Thatsächlichen keine Schwierigkeiten bietet, 2) aber eine eigenthümliche dem Primitivstreifen angehörige, zum Theil mit einer Rinne versehene Bildung, deren Verständniss nicht so leicht ist.

Die Verdoppelung reicht ziemlich weit nach hinten und betrifft auch den vorderen Theil der Primitivrinne. Der Primitivstreif trägt ja nur in seinem hinteren Abschnitt eine einfache typische Primitivrinne, welche am vorderen Ende sich gabelnd in 2 Schenkel ausläuft, von denen jeder einem Embryo zukommt. Es handelt sich hier also in der That um eine hinten einfache, vorn doppelte Primitivrinne, deren Existenz zwar von Gerlach vermuthet, welche aber noch von keinem Forscher mit Sicherheit beobachtet worden ist. Mithin ist die Doppelbildung als ein Anadidymus mit ziemlich weit nach hinten reichender Spaltung aufzu-

fassen, dessen Componenten aber sehr wenig divergiren. Während die lateralen Hälften beider Embryonen sich in der gewöhnlichen Weise ausbilden konnten, war die reguläre Entwicklung der medialen Hälften wegen der grossen Nähe beider Componenten unmöglich. Daher ist es zur Bildung eines gemeinsamen Kopfes, eines gemeinsamen breiten Vorderdarmes, einer gemeinsamen weit klaffenden Medullarrinne gekommen. Die Chorda als der Achsenfaden, um welchen sich alle übrigen Organe des Embryo anordnen, ist am vollständigsten verdoppelt.

Neben dieser typischen Doppelbildung sind gleichsam als eine Komplikation jene strangförmigen Ausstrahlungen des Primitivstreifens vorhanden, über deren Bedeutung wir uns jetzt zu äussern haben. Da diese Anhangsgebilde in ihrer Form sowohl wie in ihrer histologischen Zusammensetzung einige Aehnlichkeit mit Primitivstreifen haben, — zumal die am vorderen Ende des rechten Streifens vorhandene Rinne darauf hinweist — so könnte man dieselben als 2 rudimentäre Embryonalanlagen auffassen und somit das ganze Monstrum als eine Vierfachbildung ansprechen. Indessen spricht gegen diese Auffassung die Ungleichheit der 4 Componenten hinsichtlich ihrer Entwicklungsstufe, während doch sonst bei Mehrfachbildungen die grosse Aehnlichkeit der Componenten immer auffällt und von den Autoren auch stets betont worden ist. Ferner ist es nicht gut denkbar, wie am hinteren Ende einer Vierfachbildung eine einfache Primitivrinne folgen kann; endlich ist besonders der linke Streifen mit einem Primitivstreifen nicht entfernt zu vergleichen, und auch der rechte ist nur an seinem vorderen Ende einem solchen sehr ähnlich.

Man wird daher dies Gebilde zur Gruppe der bei Reptilien stets, aber auch bei Vögeln nicht ganz selten beobachteten sichelartigen Bildungen rechnen müssen. Sicheln sind bei Vögeln nur in sehr frühen Entwicklungsstadien (zur Zeit der ersten Anlage des Primitivstreifens) und nur in sehr geringer Ausdehnung beobachtet worden. Aber man findet doch ab und zu grössere Sicheln auch in späteren Stadien; so besitze ich eine Keimscheibe mit vollkommen ausgebildetem Primitivstreifen, an dessen hinterem Ende sich eine grosse quergestellte Sichel mit deutlicher Rinne findet. Die ausserordentliche Grösse der Sichel lässt sich in diesem Falle vielleicht daraus erklären, dass

auch hinten das Material zur Anlage zweier Embryonen vorhanden war, welches, da es sich medianwärts nicht ausbreiten konnte, um so stärker lateralwärts wucherte. Ueber den Ursprung und die Bedeutung jener kurzen Rinne am vorderen Ende des rechten Stranges vermag ich Bestimmteres nicht zu sagen.

Man kann nun noch die Frage aufwerfen, ob es sich nur um eine zufällige Komplikation der typischen Doppelbildung mit der extremen Sichelform handelt, oder ob beide in ursächlichem Zusammenhang stehen. Wie aus den zuletzt gemachten Bemerkungen hervorgeht, neige ich der letzteren Auffassung zu, und nehme an, dass nur, weil das Material für eine Doppelbildung vorhanden ist, eine so starke Wucherung des Mesoderms stattfinden konnte.

Zum Schluss will ich kurz die Frage der Entstehungsweise dieses Doppelmonstrums berühren. An Theorien fehlt es gerade für die Anadidymi des Hühnchens nicht, aber keine dieser Theorien ist genügend durch Beobachtungen und Argumente gestützt, wie ich in der Einleitung darzuthun mich bemüht habe. Es handelt sich hier um die Beantwortung dreier Fragen: 1) zu welcher Zeit, 2) aus welchen Gründen, 3) in welcher Form ist diese Doppelbildung angelegt worden.

Keine dieser Fragen lässt sich zur Zeit mit Sicherheit beantworten. Was den Zeitpunkt betrifft, so hat man (besonders Roux) angenommen, dass Doppelbildungen mit Duplicität der Achsenorgane schon vor oder bei der Entstehung der ersten Furche angelegt sein müssen. Dass eine so frühe Anlage von Doppelbildungen möglich, vielleicht sogar wahrscheinlich ist, will ich nicht bestreiten, aber ich kenne keinen zwingenden Grund für die Annahme, dass alle Doppelbildungen so früh angelegt werden. Will man a priori als gewiss ansehen, dass alle Doppelbildungen vor der ersten Furche entstanden sind, dann hört die Untersuchung der späteren Formen auf, Object der Forschung zu sein. Die aprioristische Annahme ist jedoch nicht zwingend, vielmehr müssen wir einstweilen noch im Auge behalten, ob nicht Doppelbildungen auch später noch angelegt werden können. Demgemäss muss an dem spätest möglichen Termin so lange festgehalten werden, als nicht thatsächliche Beobachtungen zur Annahme eines früheren Zeitpunktes zwingen. Das Material für die Embryonalanlage

ist nun bei Wirbelthieren kurz vor dem Sichtbarwerden der ersten Spuren des Embryo auf einen sehr kleinen Bezirk entsprechend der vorderen Urmundlippe beschränkt, während die Hauptmasse der Furchungskugeln zur Bildung des Dottersacks und der Hüllen des Embryo dient. Es ist also sehr wohl denkbar, dass kurz vor oder während der Gastrulation geringe Störungen in der Gegend der vorderen Urmundlippe noch zu einer weitgehenden Verdoppelung führen können.

Als Ursachen der Entstehung von Doppelbildungen kann man sowohl ausserhalb des Keims als auch in diesem selbst liegende Kräfte annehmen. Aeussere Momente kann ich solange nicht anerkennen, als ihre Wirksamkeit nicht experimentell nachgewiesen ist. Bisher sind aber alle Bemühungen, Doppelmonstra experimentell herzustellen, missglückt. Sowohl mechanische Spaltungen und Respirationsbeschränkungen als auch chemische Einflüsse (Chloroform etc. — Hertwig) haben zu keinen sicheren Resultaten geführt. Es bleibt daher nur übrig, im Keim gelegene Ursachen anzunehmen, wofür ja auch die Beobachtungen über Vererbung von Doppelbildungen sprechen. In welchem Zeitpunkte jene im Keim gelegenen besonderen Kräfte auf den gewöhnlichen Gang der Entwicklung störend einwirken, ist damit nicht gesagt; denn auch die Vererbung doppelter Finger hat man durch Generationen hindurch beobachtet (Panum), und doch wird deshalb niemand annehmen, dass Fingerverdoppelungen schon bei der Entstehung der ersten Furchen angelegt werden.

Die Form, in welcher Doppelbildungen auftreten, lässt sich erst vom Erscheinen des Primitivstreifens an verfolgen, da vorher noch keine Spur des künftigen Embryo sichtbar ist. Gewöhnlich erscheinen beim Hühnchen 2 gesonderte Primitivstreifen, welche mit ihren Kopfenden convergiren und sich späterhin, soweit es der Raum erlaubt, zu 2 getrennten Embryonen ausbilden. In diesem Falle aber ist eine vorn doppelte, hinten einfache Primitivrinne vorhanden. Da nun nach den Untersuchungen Duval's der Kopftheil des Primitivstreifens zuerst entsteht, später erst der hintere Theil, so müssen anfangs 2 getrennte, aber sehr nahe bei einander gelegene Primitivstreifen vorhanden gewesen sein, welche bei ihrem Wachsthum nach hinten zu einem verschmolzen. Auch vorn ist wegen der starken Wucherung des

Mesoderms jetzt nur ein Primitivstreif vorhanden, dessen doppelte Rinne aber mit Sicherheit auf die Entstehung aus zweien hindeutet. Von jedem Primitivstreifen aus ist dann je eine Chorda und je eine Medullarrinne entstanden; wegen der geringen Divergenz beider Chorden wurde die Medullarrinne bei der weiteren Ausbildung einfach, nur am Kopf blieb sie doppelt; auch der Vorderdarm hat sich aus dem gleichen Grunde einfach angelegt. Aus dem Gesagten geht hervor, dass ich mich für eine Spaltung entscheide, welche aber nicht durch äussere Einflüsse bewirkt wird, sondern aus inneren Gründen erfolgt.

Nachschrift.

Diese Arbeit ist am 22. März 1892 fertig gestellt, Herrn Prof. H. Virchow vorgelegt und von ihm der Fakultät zur Annahme als Dissertation empfohlen worden. Die Veröffentlichung verzögerte sich aus äusseren Gründen Monate lang. So erklärt es sich, dass ich bei der Besprechung der über die Entstehung der Mehrfachbildungen aufgestellten Theorien die inzwischen erschienene Studie O. Hertwig's über „Urmund und Spina bifida“ nicht erwähnt habe.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, genauer auf die Ergebnisse der Hertwig'schen Arbeit einzugehen, nur 2 Punkte, die hauptsächlich für meinen Fall in Betracht kommen, will ich hervorheben; der erste betrifft die Entstehung der Embryonalanlage, der zweite die Genese der Mehrfachbildungen.

Ich habe im Vorhergehenden in Uebereinstimmung mit Hertwig angenommen, dass in dotterreichen Eiern die Embryonalanlage aus der nächsten Umgebung des Urmundes hervorgeht, weiche aber darin von ihm ab, dass ich die Embryonalanlage hauptsächlich aus der vorderen Urmundlippe entstehen lasse, während Hertwig vor allem die seitlichen Begrenzungen des Urmunds dafür verantwortlich macht. Der Urmund, sagt Hertwig, ändert im Lauf der Entwicklung beständig seine Form, Lage und Ausdehnung. Im Kopfbereich der Embryonalanlage entstanden, schliesst er sich bald nach seiner ersten Anlage durch Verwachsung seiner seitlichen Ränder vom vorderen Ende an, während er sich nach hinten vergrössert und

eine Zeit lang offen erhält. Längs der so entstandenen Verschlussnaht der seitlichen Urmundränder differenzieren sich die Primitivorgane des Embryo.

Diese Auffassung erscheint in hohem Maasse gewinnend und überzeugend; es liegt jedoch in dem von mir untersuchten Fall kein Anhaltspunkt vor, der mich berechtigte, in dieser Frage eine Entscheidung zu treffen.

Ueber die Ursachen der Entstehung der Mehrfachbildungen kann auch Hertwig keine bestimmten Angaben machen; er weist wohl auf die Bedeutung der Ueberfruchtung geschädigter Eier hin, vermag aber einen einfachen Zusammenhang zwischen Ueberfruchtung und Mehrfachbildung nicht zu finden.

Was nun den Zeitpunkt der Entstehung der Mehrfachbildungen betrifft, so muss man es als einen glücklichen Gedanken Hertwig's bezeichnen, dass er gerade den Beginn der Gastrulation als den Zeitpunkt des Sichtbarwerdens der Mehrfachbildungen annimmt. Eine mehrfache Gastrulation muss auch in dem von mir beobachteten Fall stattgefunden haben, da zwei Chordae vorhanden sind; auch die vorn bestehende Verdoppelung der Primitivrinne weist noch mit Sicherheit darauf hin. Man muss, wie ich oben ausgeführt habe, an diesem Termin als dem spätest möglichen so lange festhalten, bis thatsächliche Beobachtungen zur Annahme eines früheren zwingen.

Ueber die Art und Weise, in welcher der von mir beschriebene Anadidymus entstanden sein mag, glaube ich auf Grund der Ergebnisse der Hertwig'schen Arbeit nun folgende Angaben machen zu können:

Nach vollendeter Furchung hat aus nicht bekannter Ursache am Keimscheibenrand statt einer einfachen eine doppelte Gastrulaeinstülpung stattgefunden, welche zur Entstehung zweier Primitivrinne führte. Beide Gastrulaeinstülpungen lagen sehr nahe bei einander; daher ist es weiter hinten in Folge des „conjunctiven Wachstums“ (nach Verbrauch der sehr kurzen inneren Zwischenstrecke) zur Entstehung einer einfachen Primitivrinne gekommen. Die doppelte Gastrulaeinstülpung hat zur Entwicklung einer sehr weit verdoppelten Chorda geführt, um welche sich die übrigen Primitivorgane in der oben geschilderten Weise angelegt haben.

Am Schluss dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. H. Virchow für die überaus liebenswürdige Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit hiermit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Figuren auf Tafel VIII.

- Fig. 1. Oberflächenansicht der Doppelbildung vom Rücken her bei 20facher Vergrößerung im durchfallenden Licht. Die nebengezeichneten Striche zeigen die Stelle der abgebildeten Schnitte (Fig. 2—11) an.
- Fig. 2. Schnitt durch den Kopf der Doppelbildung in 0,18 mm Entfernung vom Kopfende, trifft den Kopfdarm.
- Fig. 3. Schnitt durch den Kopf in 0,28 mm Entfernung vom Kopfende.
- Fig. 4. Schnitt durch den Kopftheil in 0,38 mm Entfernung vom Kopfende.
- Fig. 5. Schnitt durch den Kopftheil in 0,5 mm Entfernung vom Kopfende, da wo die Vereinigung beider Medullarrinnen in eine breite Rinne beginnt.
- Fig. 6. Schnitt in 0,6 mm Entfernung vom Kopfende in der Gegend der breiten gemeinsamen Medullarrinne.
- Fig. 7. Schnitt in 0,72 mm Entfernung vom Kopfende.
- Fig. 8. Schnitt in 0,9 mm Entfernung vom Kopfende vor den Urwirbeln.
- Fig. 9. Schnitt in 1,2 mm Entfernung vom Kopfende in der Urwirbelgegend.
- Fig. 10. Schnitt in 1,58 mm Entfernung vom Kopfende dicht vor der Spaltung der Chorda.
- Fig. 11. Schnitt in 1,68 mm Entfernung vom Kopfende trifft die Rinne in dem nach links vom Primitivstreifen gelegenen Strang.
- Fig. 12. Reconstruction des hinteren Theils der Doppelbildung; die rothen Linien bezeichnen die Grenzen der Chorden.