

## SITZUNG VOM 7. JULI 1853.

---

Der Secretär ladet die Herren Mitglieder ein, das im Saale aufgestellte Meridian-Instrument zu besichtigen, welches in der astronomischen Werkstätte des k. k. polytechnischen Institutes für Herrn Baron von Dembowsky in Neapel verfertigt wurde.

---

### Eingesendete Abhandlungen.

#### *Die ersten Entwicklungsvorgänge im Thierei und Fœtus.*

Von Prof. Engel in Prag.

(Mit III Tafeln.)

Ich glaube durch meine bisherige Darstellung der Entwicklung thierischer Theile gezeigt zu haben, dass sich meine Untersuchungsmethode als heuristische Methode vor Allem empfiehlt. Sie erlaubt nicht nur ein gründlicheres Eingehen in die Art der ersten Entwicklung eines Theiles, sondern deckt Verhältnisse auf, welche ohne diese Methode nicht leicht zu eruiern gewesen wären und beantwortet gewisse Detailfragen mit einer Sicherheit, welche ohne diese Methode kaum erreicht werden könnte; Fragen z. B. wie diese, woher die Form des unteren Endes der Wurzelscheide eines Haares, warum diese Scheide nicht auch um den unteren Theil des Haarbulbus herumgeht, warum das Haar über den Bulbus etwas dünner ist, als an dem überliegenden Theile des Schaftes und dergleichen mehr. Auch im weiteren Verlaufe dieser Untersuchungen werden Fragen auftauchen, deren Lösung nur auf diesem Wege möglich wird und häufig wird der Grund für manche Entwicklungsformen und deren Übergänge in andere nur durch diese Methode gefunden werden können.

So darf ich es denn wagen, diese Methode auf die Entwicklung des thierischen Organismus überhaupt anzuwenden und mit ihr eine

Umbildung der ganzen Entwicklungsgeschichte zu versuchen. Und hier ist es, wo ich abermals die Nachsicht des Beurtheilers ansprechen muss. Der Gegenstand, der hier behandelt werden soll, setzt durch seine ungemeine Zartheit schwer zu besiegende technische Schwierigkeiten und würde vergleichende Untersuchungen in einem weiteren Umfange nothwendig machen, als dies von mir geschehen konnte. Fehler und Lücken werden daher in meiner Arbeit nicht ausbleiben; erstere zu verbessern, letztere allmählich auszufüllen, wie das anwachsende Materiale mir erlaubt, wird meine fernere Aufgabe sein.

Durch die ganze Entwicklungsgeschichte für den ganzen Organismus sowohl wie für jeden einzelnen Theil desselben zieht sich ein Gesetz hindurch, das der Theilung der Blasteme (und Zellen) und das der Verschmelzung derselben. Durch die Verschmelzung von Zellen und Blastemen entstehen bläschenartige Keime, in deren Innern wieder eine neue Spaltung des Blastems eintritt und je nach Bedürfniss entweder zu Keimen oder zu Zellen Veranlassung gibt. Die zwischen den anfangs rundlichen Keimen befindlichen Zwischenräume, Mulden von mir genannt, werden entweder durch das Anwachsen der Keime selbst allmählich ausgefüllt, oder sie dienen neuen Keimen zur Bildungsstätte die wieder entweder mit andern Keimen verschmelzen oder sich selbstständig für sich entwickeln. Die Wände der bläschenartig gewordenen Keime unterliegen, wenn sie dicker werden einer fortgehenden Schichtenspaltung und alle diese Erscheinungen gehen nach bestimmten numerischen Verhältnissen vor sich.

Das Dunkel, welches die ersten Vorgänge der thierischen Entwicklung noch bedeckt, kann durch die Betrachtung späterer Entwicklungsformen mit Anwendung der eben auseinandergesetzten Methode so wie durch das Studium analoger Vorgänge erhellt werden. Die letztere bietet selbst der ausgetragene thierische Organismus noch in grosser Menge dar und z. B. an jedem in der Verköcherung begriffenen Knorpel sind die ersten Bildungsvorgänge des ganzen Organismus in grossen deutlichen Zügen entworfen. Wenn ich daher versuche die bisher undeutlich oder unrichtig aufgefassten ersten Bildungsvorgänge durch solche Analogien zu ergänzen oder durch spätere Entwicklungsformen aufzuklären, so findet diese Methode gewiss ihre Berechtigung und die auf den ersten Blick gewagt scheinende Hypothese hört auf eine Hypothese zu sein, und wird zur wohl-

begründeten Thatsache, wenn alle Angaben mit der Erfahrung so zusammenstimmen wie es in der That der Fall sein wird.

Als eine der ersten Wirkungen der Befruchtung wird das Verschwinden des Keimbläschens angenommen. Dieses Verschwinden könnte in doppelter Weise genommen werden, entweder als ein Platzen des Bläschens oder als eine weitere Entwicklung desselben jedoch mit einer solchen Formveränderung, dass die ursprüngliche Form eben nicht mehr erkannt werden kann. Ich hege die letztere Meinung und glaube, dass diese Formveränderung mit der sogenannten Dotterfurchung wenig zusammenhängt und zwar in folgender Art:

Denkt man sich in dem unbefruchteten Ei das Keimbläschen in die Dottermasse eingebettet, so wird es ungefähr die in der 68. Figur angedeutete Lage annehmen. Nach Art eines Keimes ist die gesammte Dottermasse mit einer ganz durchsichtigen hautartigen Blastemschicht umgeben, welche nach den übereinstimmenden Angaben aller Forscher der inneren Seite der *Zona pellucida* als eine helle Schicht anliegt. Im Innern des so bläschenartig umschlossenen Dotter-Blastems beginnt aber ebenso wie in dem Keimbläschen (gleichfalls einem Keime nach meiner Benennungsweise) eine anfangs einfache Spaltung (Fig. 68, 69, A) die sogenannte Dotterfurchung, und hier auf die Umwandlung der beiden Furchungskugeln in bläschenartige Blasteme (Fig. 69, B). Im Innern dieser bläschenartigen Keime setzt sich aber die Dotterfurchung ins Unbestimmte fort und es entstehen daher der Reihe nach die Figuren 70 und 71 wo man in den durch fortgesetzte Theilung entstandenen Dotterelementen das Keimbläschen bei *a* wahrnimmt, welches nun allerdings vermöge seiner grossen Ähnlichkeit mit den übrigen Elementen des Dotters übersehen werden muss.

Ich hatte eben diese Hypothese über die erste Veränderung im Ei niedergeschrieben als ich aus einem Citate bei Bischoff ersah, dass Barry eine derartige Theilung des Inhaltes vom Keimbläschen wirklich beobachtet haben will, was aber Bischoff bezweifelt. Ich möchte an der Richtigkeit der Barry'schen Beobachtung nicht zweifeln, nur glaube ich wird es selten gelingen diesen rasch vorübergehenden Vorgang wirklich zur Beobachtung festzuhalten, dann aber meine ich, ist bei dem Keimbläschen nicht von einer Kerntheilung die Rede. Das Keimbläschen ist nicht Zelle sondern bläschenartiges Blastem. Was man daher in demselben gewöhnlich für einen Kern

ansicht, ist nicht Kern, sondern Inhalt des Keimbläschens, der sich von seiner Peripherie durch optische Eigenschaften unterscheidet und daher einen Kern nachahmt.

Es sind nun nach der Furchung des Dotters am Ei folgende Theile zu unterscheiden:

1. Die *Zona pellucida* als äussere Eihaut, welche sich später zum Chorion entwickelt.

2. Die Dotterhaut, welche wieder in eine äussere und eine innere zerfällt. Beide Lagen sind aber allenthalben mit einander verbunden, dass sie für eine einzige Haut angenommen werden müssen, nur an dem Punkte *m*, Fig. 69, 70, 71, scheint sich von der äusseren, an der *Zona* anliegenden Dotterhaut eine Platte zu lösen, welche entweder dem äusseren Blatte nahe anliegt, so dass zwischen den beiden Blättern nur eine dünne Blastenlage *a*, Fig. 72, übrig bleibt, welche sich später zum Keimhügel gestaltet, oder die innere Platte scheint sich von dem Punkte *m* gegen den Mittelpunkt des Dotters mittelst eines längeren oder kürzeren Ganges einzustülpen und dasselbst eine centrale Höhle *D*, Fig. 71, zu bilden. Die Entstehung dieser Höhle ist aus der Figur 70 deutlich, in welcher man bei *D* die grössere Furchungsstelle findet, in der die übrigen kleineren Furchen ausmünden. Diese Entwicklungsgeschichte erklärt sonach aufs Ungezwungenste die Entstehung und Bedeutung der Centralhöhle.

3. Im Inneren der in dieser Art doppelhäutigen Blase erscheint die Dottermasse, Fig. 71, in mehrere grosse Abtheilungen zusammengehäuft, deren jede wieder aus einer bedeutenden Anzahl kugelliger Dotterelemente besteht.

Durch diesen Vorgang nun ist aus dem Dotter eine mit Blastem gefüllte Blase geworden, welche zwischen einer doppelten Hautlage eine Stelle enthält, in der sich das Blastem des künftigen Embryos entwickelt. Diese Blase ist in der Entwicklungsgeschichte unter dem Namen der *Vesicula blastodermica* bekannt und ich werde diesen Namen auch fernerhin beibehalten.

Die Frage, ob sowohl der Dotter, als auch die einzelnen Furchungskugeln von einer Haut umgeben sind oder nicht, wird immer wieder von Neuem auftauchen und von verschiedenen Schriftstellern immer wieder verschieden beantwortet werden. Es findet sich keine Haut, wenn man sich unter einer Haut eine aus Zellen oder Fasern bestehende Lage denkt; es findet sich keine Haut wenn man sich

unter der Haut eine feste Schicht denkt, welche man ohne weitere Präparation wegziehen kann, es findet sich aber eine Haut, wenn man sich dabei eine Blastemlage denkt, welche nach Art eines Überzuges andere Theile umgibt.

Ebenso wird die Frage immer auftauchen und eine verschiedene Lösung erhalten ob die ersten und so auch die grösseren nachfolgenden Furchungskugeln Zellen sind oder nicht. Sie sind nach Art von Zellea von einer durchsichtigen Blastenschicht umgeben, aber diese ist noch keine feste Zellenhaut; der ursprüngliche Inhalt ähnelt einem Zellkern, indem er sich durch optische Eigenschaften von der peripheren Lage unterscheidet, aber er ist kein Kern im gewöhnlichen Sinne des Wortes, d. h. kein starres, kaum einer weiteren Entwicklung fähiges Gebilde, sondern eine für eine fernere Entwicklung noch sehr geeignete Blastenschicht. Im Laufe der späteren Untersuchungen wird es sich aber als wahrscheinlich herausstellen, dass auch die sogenannten Zellen, so lange sie sich zu Entwicklungen befähigt zeigen noch keinen Kern, sondern nur ein allerdings scharf abgegrenztes Kernplasma enthalten. Zeigen sie aber einmal ein bestimmtes, d. h. deutlich isolirbares Kerngebilde, dann sind sie als Zellen eben keiner weiteren Entwicklung fähig.

Aus meiner nun gegebenen Entwicklungstheorie findet nicht allein die Spaltung der sogenannten Keimbaut (Bedeckung der *Vesicula blastodermica*) in zwei Lagen ein äusseres (seröses) und ein inneres (mucöses) Blatt mit dem dazwischen gelagerten Keimhügel ihren Erklärungsgrund; auch die Form des Keimhügels, Fig. 74, im senkrechten Durchschnitte eine halbmondartige, findet in dem ganzen Vorgange ihre einfachste und natürlichste Erklärung: der Keimhügel nimmt nämlich ganz die Form der Furchungsmulde *d* an, deren Entwicklung man in den Figuren 70, 71, 72 zusammengestellt findet.

Es wird wohl nicht leicht sein, diese Vorgänge ganz in der Art, wie sie hier angenommen wurden, der directen Beobachtung zugänglich zu machen, sie folgen erstens zu rasch auf einander, dann sind die Theile zu zart, theilweise zu wenig, theilweise so vollkommen durchsichtig, dass sie aus Mangel an Schatten nicht gesehen werden können; Härtung durch Weingeist oder andere Mittel, erhält zwar zum Theile die Formen, macht aber den Schichtenbau verschwinden, und so bleibt in der That kaum etwas anderes übrig, als



aus dem Gegebenen nach Analogien auf das Vorausgegangene zu schliessen.

Man hat die beiden Blätter, in welche sich die *Vesicula blastodermica* an einer Stelle spaltet mit dem Namen des serösen und mucösen Blattes belegt. Es ist in der That kein Grund vorhanden, diese Namen ferner beizubehalten, denn diese Blätter haben die Bedeutung nicht, die man ihnen zuschrieb indem weder aus dem animalen noch vegetativen Blatte irgend ein Organ oder auch nur die Anlage eines solchen hervorgeht, der Fötus sich vielmehr zwischen denselben bildet, wie weiter unten gezeigt werden soll. Ich glaube daher, dass es zweckmässiger ist, diese Namen fernerhin nicht zu gebrauchen um nicht Irrthümer zu veranlassen.

Wahrlich nicht aus Neuerungssucht, sondern in der That um Einheit in die Untersuchung zu bringen, und der Sache einen richtigen Ausdruck zu verleihen, sehe ich mich veranlasst, die eben beschriebenen Zellen, Blasen, Bläschen, Membranen mit neuen Namen zu belegen. Ich beginne mit dem unbefruchteten Ei. Dieses zeigt: eine dicke, structurlose Haut (*Zona pellucida*), einen zäheflüssigen Inhalt, an diesem die von einer hautartigen Blastemschicht umgebene Keimmasse (nämlich das Keimbläschen und Dotter). Im befruchteten Ei bleibt die *Zona pellucida*. Die Keimmasse ist zur Keimblase geworden, und diese wird umgeben aus einer structurlosen, durchsichtigen Wandschicht, welche der inneren Seite der *Zona pellucida* dicht anliegt und von den Schriftstellern Keimhaut genannt wird. Sie besteht nun aber allenthalben aus einer doppelten Hautlage, aber nur an einer Stelle treten diese beiden Schichten deutlich hervor. Das oberflächliche Blatt davon, das man bisher animales oder seröses Blatt nannte, soll von nun an äussere Dotterhaut, das zweite, das sogenannte Schleim- oder vegetative Blatt, die innere Dotterhaut oder das Muldenblatt der Dotterhaut heissen. Die übrigen Benennungen bleiben dieselben.

Das Ei enthält sonach in dieser Periode 3 in einander geschachtelte Bläschen, deren innerstes den Dotter mit einer Centralthöhle einschliesst.

Als Einwurf gegen die gemachte Theorie kann nicht gelten, dass der beschriebene Vorgang einzig in seiner Art dastehe; dies ist nämlich nicht der Fall, und namentlich an jedem Knorpel hat man ein treues Abbild des ganzen Herganges; auch bei diesen sind

die frisch gebildeten Wände der verschiedenen blasenartigen Gebilde so hyalin, dass sie oft des Zusatzes von Weingeist bedürfen, um überhaupt gesehen zu werden, und an eine isolirte Darstellung derselben ist wohl erst dann zu denken, wenn sich die Knorpelblasen bereits nahe der Ossificationsgrenze befinden; dagegen könnte die Theorie aus dem Grunde verworfen werden, weil der Vorgang der Blasenbildung wie ich ihn beschrieben ein complicirter, gleichsam ein Umweg sei, indem die Natur durch Verdickung der Wände einer Zelle und Vergrößerung der Höhle derselben leichter Blasen bilden könnte. Aber über das Warum solcher Processe kann keine Frage entstehen; uns obliegt nur das Wie solcher Erscheinungen zu ermitteln, und ich glaube nicht zu irren, wenn ich, was letzteres betrifft, auf die Knorpeln hinweise.

Die Stelle, an der die erste Anlage des Fœtus erscheint, wird bekanntlich als *Cumulus proligerus* beschrieben, an dieser Stelle treten in rascher Aufeinanderfolge der dunkle, dann der helle Fruchthof und der Gefässhof auf, und zu dem sogenannten animalen und vegetativen Blatte der Keimhaut tritt noch das Gefässblatt hinzu. So lautet die gewöhnliche Beschreibung dieser Vorgänge welche durch keine inneren Gründe zusammengehalten zu sein scheinen und fast jeder Berechtigung entbehren. Der durchsichtige Fruchthof ist anfangs rund, später oblong, endlich biseuitförmig, in ihm erscheint, die *Nota primitiva*, dann die Rückenkanäle, die Bauchplatten, die Hirnblasen, die Wirbelblättchen, dieses Alles, so wie die Ansichten über das Erheben des Fœtus über die Ebene der Keimblase, das Abschnüren des Fœtus von der Dotterblase sind allgemein angenommene Thatsachen, bei denen nicht nach Ursache und Zweck, nach dem inneren Zusammenhange gefragt wird, die man eben nur als Thatsachen hinnimmt, für die es keine Erklärung zu geben scheint. Und gerade hier ist es, wo ich das Gebiet der Hypothesen verlassen zu dürfen glaube, und theils auf Beobachtungen, theils Messungen, theils Analogien mich stützend, Grund und Zweck dieser anscheinend unzusammenhängenden Thatsachen angeben zu können, hoffen darf.

Wenn man den Keimhügel an dem zu diesem Behufe festgehärteten Dotter im senkrechten Durchschnitte untersucht, so sieht man zwischen den beiden an einander weichenden Blättern der inneren Keimblase, der äusseren und inneren Dotterhaut (dem serösen und mucösen Blatte) nur eine Schicht formlosen Plasmas (Fig. 72), das

den gegebenen Raum ganz erfüllt und daher als ein halbmondförmiger Streifen erscheint, der sich in die Dottermulde nur leicht einsenkt. Noch ist dieses formlose Plasma nicht der Keim des Embryo, wofür er schon häufig gedeutet worden ist, wohl aber bildet sich dieser Keim in ihm in kurzer Zeit aus. Führt man nun einen Schnitt in der gleichen Richtung senkrecht durch den Keimhügel und zwar senkrecht auf die lange Axe des durchsichtigen Fruchthofes zu einer Zeit, in der die *Stria primitiva* und die Rückenämme zu sehen sind, dann haben sich bereits Theile des formlosen Plasmas geschieden, in der Mitte der Keimschicht — so nenne ich jenes formlose Plasma zwischen den beiden Blättern der inneren Keimblase — ist bereits die erste Anlage des Fötus in der Art zu erkennen, wie ich sie in der Fig. 73 darzustellen versucht habe. Die Formen sind selbst bei ganz gelungenen Durchschnitten äusserst zart, die Farben der einzelnen Theile (weiss und gelblichweiss im reflectirten Lichte) wenig abgestuft, doch die Umrisse immerhin scharf genug um sich zu einer genauen Messung zu eignen. Diese Messung, so wie die genaue Betrachtung der Figur erlaubt Schlüsse auf die Entwicklung dieses ersten Anfanges des Embryoleibes auf die ich alsogleich eingehen werde. Vorerst seien mir noch ein paar Worte über die Art der Präparation gestattet.

Ich benützte zur Darstellung dieser und den folgenden Gegenständen Hühnereier, die künstlich ausgebrütet wurden. Das Eiweiss wurde so sorgfältig als möglich von dem frischen Dotter abgetrennt, und dieser alsogleich (natürlich der Fruchthof nach oben) mit starkem Weingeist übergossen und von demselben bedeckt, eine bis zwei Stunden stehen gelassen. War so ein mässiger Härtegrad erzielt, so wurde der ganze Keimhügel mit einem Stücke der Keimblase herausgeschnitten, der an der unteren Fläche noch anhängende Dotter durch leichtes Schwenken des Präparates in Weingeist so viel wie möglich entfernt, und das ausgeschnittene Stück dann abermals im starken Weingeiste mindestens bis zum andern Tage gehärtet, bevor es zu weiteren Untersuchungen benützt wurde. Denn ich überzeugte mich bald, dass die Zusammenziehung des Präparates erst allmählich erfolge, und selbst am dritten Tage war sie durch genaue mikrometrische Messungen noch nachweisbar. Auch habe ich mir nicht einmal, sondern mehr als 50mal die Gewissheit verschafft, dass die Formen durch Weingeist nicht im geringsten von ihrer Regel-



mässigkeit verlieren, und dass die Zusammenziehungen des Präparates nach allen Richtungen in gleichen Verhältnissen erfolgen, so, dass so hergerichtete Gegenstände zu genauen Messungen sich vollkommen eignen. Behufs der mikroskopischen Untersuchung wurde das Präparat entweder unversehrt auf einer planen Glastafel ausgebreitet und fortwährend mit Weingeist bedeckt, oder aber es wurden Stücke aus demselben geschnitten. Zu diesem Zwecke wurde mittelst einer Staarnadel an dem platt ausgebreiteten Präparate ein schmales, viereckiges Stück senkrecht auf die Fötusaxe herausgeschnitten und dann auf die Kante gestellt. Hierzu wurde das Präparat an der schmalen Fläche eines kleinen schwarzen (etwa ein paar Linien breiten) Täfelchens befestigt und nun die Schnittfläche, versteht sich unter Weingeist und bei reflectirtem Lichte unter Anwendung einer 50- bis 100maligen Vergrößerung, untersucht und wo nöthig gemessen.

Ich kehre nun wieder zu dem früher abgebrochenen Gegenstande zurück.

Die Schicht des anfangs formlosen Plasmas, die sich zwischen den beiden Blättern der inneren Keimblase findet, hatte ich so eben die Keimschicht genannt. Nicht sie, sondern nur ihr mittlerer Theil entwickelt sich zum Embryo, und ich betrachte überhaupt die in der Mitte der Keimschicht zuerst hervortretenden in der Figur 73a blasenartig dargestellten Theile *f* als die erste Anlage des Fötus. Die Keimschicht besteht sonach im Querschnitte gesehen aus zwei symmetrisch gelagerten dreiseitigen Streifen des Plasmas, *bb*, Fig. 73, 85, welche einen kreisrunden Theil von beiden Seiten her umschliessen. Es gelang mir an einem sehr scharf und regelmässig geschnittenen Präparate Messungen vorzunehmen und sonach ergab sich: (Fig. 78) der Durchmesser *ab* im Mittel aus mehreren Messungen = 77·8; der Durchmesser *cd* = 31·56 (*a*). Da mir das Ganze das Ansehen des Durchschnittes einer Blase darzubieten schien, so versuchte ich die einzelnen Theile derselben aus den gefundenen Messungen zu berechnen. Es ergab sich nun nach der bekannten Methode (mit dem Coëfficienten  $n = 3$ ):  $\frac{77·8 - 1}{3} = 25·6$  für das Lumen der Blase; 25·6 für die Innenwand, und 26·6 für die Aussenwand der supponirten Blase. Gibt man zum Lumen den 4. Theil der um die Einheit verminderten Innenwand der Blase so erhält man  $25·6 + \frac{25·6 - 1}{4}$

= 31·75 mithin eine Grösse, welche von jener oben gefundenen (*a*) sich nur um + 0·19 unterscheidet. Ich bin sonach überzeugt, dass jene Figur die Durchschnittsfigur eines Keimes ist, betrachte diesen Keim als erste Anlage des Embryo und werde ihn daher auch von nun an Embryonalblase oder Embryonalkeim heissen. Dieser ist sonach mitten in die Keimschicht eingebettet, allseitig abgeschlossen, und was besonders hervorzuheben ist, mit der Höhle der Keimblase in keiner Verbindung oder Communication indem er zwischen die Blätter der Keimblase eingeschoben ist. Aber nicht dieser ganze Keim wird zum Fötusleibe, sondern nur ein kleiner und zwar der innerste Theil derselben, *cd*, Fig. 78, wie weiter unten besprochen werden soll; der Fötus entwickelt sich in dem Innern oder in dem Markraume des Embryonalkeimes.

Versucht man nun die Entwicklung der Embryonalblase und der beiden Blastemlagen *bb*, Fig. 83, schematisch darzustellen, so glaube ich, ist der Bildungsvorgang in folgender Weise zu denken: Als erste Anlage des Embryos erscheint eine Blastemmasse zwischen den beiden Blättern der Keimblase, welche, von oben gesehen, eine kreisrunde im senkrechten Schnitte, Fig. 74, eine halbmondförmige Form darbietet. Nach ihrer Umwandlung zum Keime was in der Figur durch den Farbenunterschied der äussersten und inneren Schichten angedeutet ist, beginnt in dieser Keimschicht eine Spaltung (Fig. 75), der bald eine zweite folgt (Fig. 76) wodurch in der Mitte der Keimschicht ein anfangs winkeliger später rundlicher Raum entsteht (Fig. 77), in welchem letztern das Embryonalbläschen (Fig. 78) erscheint. Das Embryonalbläschen wird sonach an beiden Seiten von einer Blastemlage bei *bb*, Fig. 83, umgeben, die im senkrechten Durchschnitte die Form eines ungleichschenkeligen Dreieckes besitzt und wie sich weiter zeigen wird den dunklen Fruchthof und den Gefässhof darstellt. Das Embryonalbläschen entsteht, wie jeder Keim oder jede Muttereyste aus einem anfangs rundlichen und homogenen Blasteme in der bereits mehrfach angegebenen Weise, durch schichtenweise Spaltung. Ohne Zusatz einer härtenden Substanz dürfte bei der vollen Durchsichtigkeit dieser Theile eine genaue Beobachtung kaum möglich sein, und auch an gehärteten Präparaten ist die Untersuchung keineswegs leicht, theils wegen der grossen Schwierigkeit, den geeigneten Zeitpunkt der Bebrütung zu treffen, theils weil durch die Härtung selbst alle Theile homogen geworden sein können. Zum genauen

Messen dürften sich vollends nur die wenigsten Fälle eignen und ich kann leider nur für den oben angeführten Einzelfall bürgen.

Betrachtet man in dieser Entwicklungsperiode den unversehrten und frischen oder auch gehärteten Dotter, so wird man an der Stelle wo die Keimschicht sich angesammelt hat, eine flachrundliche Erhöhung gewahr werden; dieser ist der sogenannte Keimhügel, die horizontale Ansicht der ganzen Keimschicht *oo*, Fig. 72, 74, 78; hat sich die Embryonalblase gebildet, so erscheint in der Mitte des Keimhügels ein durchsichtiger runder Fleck, die horizontale Ansicht des Keimes *ab*, Fig. 78 — die durchsichtige Embryonalblase von der minder durchsichtigen Keimschicht umgeben. Dieser durchsichtige Kreis (die horizontale Projection der Embryonalblase) ist unter dem Namen *Area pellucida* hinlänglich bekannt; der umgebende Theil der Keimschicht wird, soweit er die Embryonalblase bedeckt, mithin in der Strecke *mn*, Fig. 78, als dunkler Fruchthof und die übrige Keimschicht, nämlich das Stück *mo* beiderseits (Fig. 78) als sogenannter Gefäßshof, durch die Dotterhaut hindurchschimmern.

Hier wird es gleich am Platze sein, über die Bildung einer Haut zu sprechen, die trotz der übereinstimmenden Angaben der Schriftsteller<sup>1)</sup> eine ganz andere als die gewöhnlich beschriebene Entwicklungsgeschichte hat. Ich meine die Amnioshaut. Man lässt diese Haut, wie bekannt, durch ein allmähliches Einsinken des Fötus gegen die Höhle der Keimblase, durch Einstülpung des serösen Blattes mit allmählichem Überwachsen über die Rückseite des Fötus entstehen. Ich gestehe, dass mir diese Ansicht von jeher zu mechanisch dünkte, und dass überhaupt all die Angaben über das Einstülpen, Ausstülpen, die in der Entwicklungsgeschichte so häufig gebraucht werden, der eigentlichen empirischen Grundlage entbehren, und wenn sie figürlich gebraucht werden, leicht zu falschen Vorstellungen Veranlassung geben. Ich habe vielmehr die Überzeugung gewonnen, dass die Schafhaut wie alle übrigen serösen Häute sich schon bei der ersten Anlage des Fötus und Fötalthelles vorfinden und gleich ursprünglich um die ihnen angewiesenen Theile entwickeln ohne erst eines Einstülpens und Überwachsens zu bedürfen. Die Art der Entstehung der Amnioshaut ist diese: Man denke sich einen Mutterkeim mit den beiden Tochter-

<sup>1)</sup> Bischoff's neue Arbeit über die Amnioshaut bei Meerschweinchen war mir erst zugekommen, als mein Manuscript schon zum Drucke bereit lag.

keimen (Fig. 79). In demselben bildet sich durch weitere Spaltung der Tochterkeime nach der bekannten Art ein Innenraum (Fig. 80, 81). Ist dieser Markraum einmal geschlossen, so erhält das Ganze die in 82 abgebildete Gestalt und der neugebildete Markraum *A* ist zur Aufnahme eines neuen Blastems befähigt. An zwei gegenüberliegenden Seiten der Masse *A* ist aber noch der muldenartige Zwischenraum *m* und *n*, Fig. 83, beider Tochterstellen vorhanden, und zieht sich beiderseits bis auf den geschlossenen Markraum hin. Dieser Markraum *A* nimmt nun die ersten Keime des Fötus. Sieht man nun auf dieses Bläschengebilde gerade von oben, so wird die Grenze *ab* wegen ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit und horizontalen Lage (normal auf die Richtungslinie des Auges) nicht gesehen werden können und es erscheinen sonach nur die schrägen Flächen *ad*, und *be*, d. h. von der Bauchfläche des Fötus (in unserem Falle) scheint eine Haut auszugehen, welche in unmittelbarer Fortsetzung mit der äusseren Haut des Fötus sich beiderseits gleich einer gegen ihre Höhle eingestülpten Blase über den Rücken des Fötus zu wölben scheint. Die beiden Tochterkeime platten sich aber in der bekannten Weise an der Berührungsfläche ab, dies geschieht (Fig. 83) an der Rückenseite des Fötus, nicht aber an der Bauchseite, wo sich mittlerweile neue Keime gebildet haben, endlich verschwindet die Zwischenwand beider Keime ganz, Fig. 84 *A, B*, und zwar wieder auf dem Rücken des Fötus, nicht aber an der Bauchseite desselben wo neue Keime entstanden sind, und die Bildung der Amnioshaut oder der serösen Haut ist fertig. Stellt man sich die Figuren 82, 83, 84 neben einander, so gewinnt es allerdings leicht den Anschein als ob eine Blase allmählich den Fötus überwüchse um denselben endlich ganz einzuschliessen. Auch der scheinbare Zusammenhang mit den Hautdecken des Fötus wird nun begreiflich. Sonach ist die Bildung der Amnioshaut auf den einfachsten Entwicklungsgang eines Keimes zurückgeführt.

Die Amnioshaut liegt daher dem Fötus anfangs als eine einfache breite Schicht weicher, plastischer Masse vollkommen an, welche erst durch Zusatz von Weingeist eine membranartige Consistenz erhält. Ist mit dem Wachsen der Embryonalblase auch diese Schicht breiter geworden und wieder in mehrere Abtheilungen zerfallen, so scheint erst die eigentliche Hautbildung vor sich zu gehen, indem das äusserste und das dem Fötus zunächst anliegende Stratum (Fig. 84), sich verdichten und zur Haut organisiren, während zwischen beiden Haut-



lamellen Amniosflüssigkeit entsteht, die nach und nach durch wässrige Ausscheidung bald sehr verdünnt wird und sich in bedeutender Menge ansammelt.

Genau in der Form, wie Figur 84, *A* erscheint, war ein Durchschnitt eines Hühnerfötus beschaffen, an dem eben erst die Bildung der Wirbelpfättchen begonnen hatte. Ich habe die Masse der verschiedenen Abtheilungen desselben genommen. Ich erhielt (Fig. 84) *A* Durchmesser  $ab = 213$ ; Durchmesser  $cd = 175$ ; Durchmesser  $ef = 103$ . Man erhält hieraus durch Rechnung mit dem Coëfficienten  $n = 2$ . Aussenwand der Blase = 107 (doppelte Dicke) *A*; Innenwand = 53 (*B*), Markraums-Durchmesser = 53 (*C*) und durch successives Theilen findet man  $C + B = 106 = ef$ ;  $C + B + \left(\frac{a-1}{3}\right) 2 = 176.66 = cd$  ganz in Übereinstimmung mit dem allgemein aufgestellten Entwicklungsgesetze thierischer Keime. Hier beträgt die Dicke des ganzen Plasmas aus der sich die Amnioshaut sammt ihrem Inhalte zu entwickeln hat nicht mehr als 0.0020 P. Z. bei kleineren Fruchthöfen selbst nur 0.0005 P. Z. und wie leicht konnte sie daher bei diesen winzigen Dimensionen der Beobachtung entgehen, so dass die Bildung desselben erst in die spätere Brütungszeit verlegt wurde, während sie doch schon bei der ersten Anlage des Fötus vorhanden war.

Ich habe es unterlassen bei grösseren Embryonen Messungen an der Amnioshaut vorzunehmen. Durch die mittlerweile, nämlich in ihrer Höhle angesammelte Flüssigkeit sind die Grössenverhältnisse so verändert worden, dass die Messungen kaum zu irgend einem brauchbaren Resultate führen würden.

Die Embryonalblase hat aber bald nach ihrer Entstehung keine runde, sondern eine von oben nach unten abgeplattete Form, daher auch der Keimhügel nur die Gestalt einer sehr flachen Erhebung darbietet. Sieht man diese, wie ich bereits früher bemerkte, von oben her an, so erscheint sie rund; ihr mittlerer Theil ist von der Keimschicht nicht bedeckt und erscheint als runde *Area pellucida*; gegen die Ränder hin ist sie von einem Theile der Keimschicht bedeckt, wie auch aus dem Verticalsechnitte (Fig. 78) zu erschen ist, und dieser Theil erscheint als runder, dunkler Fruchthof. Bald aber wird das flache Embryonalbläschen in der Richtung der künftigen Längsaxe des Fötus länger als in der Queraxe und erhält dadurch die Form eines abgeplatteten Ellipsoides, Fig. 86. Der dunkle Fruchthof hat die



Gestalt einer Ellipse (horizontaler Durchschnitt dieses Ellipsoides); da nun aber die Keimschicht noch über die horizontale Durchschnittsebene der Embryonalblase sich etwas erhebt (Fig. 90 bei *c*), so wird die Durchschnittsfigur des hellen Fruchthofes zwar auch eine Ellipse, jedoch mit ungleich grösserer Excentricität sein (Fig. 86). Dass heller und durchsichtiger Fruchthof wirklich nur diese und keine andere Bedeutung habe, geht daraus hervor, dass nach Wegnahme der Keimschicht, was unschwer gelingt, der Fruchthof überhaupt nur die Form des sogenannten dunklen behält, und nun allenthalben gleich hell geworden ist, dann aber auch daraus, dass der helle Fruchthof zum dunklen in keinem nur einigermaßen allgemein ausdrückbaren Grössenverhältnisse steht, was doch unzweifelhaft der Fall sein müsste, wenn andere als die besagten Verhältnisse die Ursache dieser Scheidung wären.

Inzwischen hat auch die übrige Keimschicht (Fig. 73, 85, *b b*) eine andere Beschaffenheit gewonnen. Die äussersten Lagen derselben haben sich nämlich hautartig gestaltet und die zwischen denselben befindliche Substanz scheint flüssiger geworden zu sein und endlich ganz zu verschwinden, hierdurch fallen die beiden Blätter (Fig. 78, *m n o q*) auf einander und das Gefässblatt des Keimes (denn zu diesem entwickelt sich die Keimschicht) besteht sonach aus 2 Blättern, welche beide mit der äusseren Wand der Keimblase und zwar an den oberen und unteren Flächen derselben verschmelzen (Fig. 78). Gefässblatt, animales, seröses Blatt des Keimes haben nun eine andere Bedeutung gewonnen als die ist, die man ihnen gewöhnlich zuschreibt. Man wird im Verlaufe dieser Abhandlung finden, dass sie überhaupt nur transitorische Gebilde sind, die mit der Entwicklung der Systeme nichts zu thun haben, deren Anlagen sie nach den gewöhnlichen Beschreibungen enthalten sollen.

Dem Vorhergehenden zufolge entwickelt sich erst in der Embryonalblase, deren äusserer Theil zur Amnioshaut wird, der Fötus; und zwar ist die Bildungsstätte desselben der Markraum der Embryonalblase. Bevor aber in diesen Räumen die ersten Gebilde des Fötus wirklich sichtbar werden, geht so wie früher in der Embryonalblase zur Amnioskörperbildung nun in dem Fötusblasteme (Fig. 85, *a*) der Embryonalblase wieder eine Quertheilung vor sich, und es entstehen 2 neue Tochterblasteme (Fig. 86). Von diesen wird das vordere bald das grössere und mehr runde, das hintere (bezüglich der künftigen Theile des

Fötus) erscheint kleiner und platter, und der dunkle Fruchthof, der seine Form unverändert beibehalten hat, wird von erster Blase weniger, von letzter mehr bedeckt; der helle Fruchthof erhält eine birn- oder biscuitartige Form (Fig. 87. 88. 89). Zwischen dem obern breiteren und dem unteren schmalen Theile des hellen Fruchthofes besteht nach diesem kein constantes Verhältniss; öfters fand ich jedoch, was Breite betrifft, die obere Blase des hellen Fruchthofes nur halb so breit als den dunklen Fruchthof und zwar in dessen Mitte, und nochmal so breit als die untere Blase. Doch gab es auch Fälle, wo die Differenz der beiden Theile des hellen Fruchthofes nur  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{6}$  des Durchmessers der kleinern Blase betrug. Ich habe es übrigens für überflüssig gehalten, der Ursache dieser Verschiedenheit weiter nachzuforschen. Die Stelle an welcher die Quertheilung der Fötusblase erfolgt, liegt anfangs genau in der Mitte des dunklen Fruchthofes, wie mich zahlreiche Messungen überzeugten, und bleibt auch in dieser, wenngleich der Fötus gegen das eine Ende des Fruchthofes hin mehr wächst als gegen das andere.

Ich werde nun das Blastem des Markraumes (Fig. 85 *a*), aus welchem der Fötus selbst sich entwickelt, den Centralkeim nennen. Mit seiner Entwicklung werden die Theile fester, daher der Beobachtung zugänglicher, Präparation und Messung fallen genauer aus, das hypothetische schwindet mehr und mehr. Nach dem bisherigen bildet nun auch der Centralkeim ein allenthalben abgeschlossenes Blastem namentlich besteht eine Communication mit der Höhle der Dotterblase gegenwärtig nicht, und tritt auch später nicht auf. Er stellt übrigens nicht ein kugelförmiges Bläschen dar, sondern ein plattes und sehr in die Länge gezogenes Sphäroid oder Ellipsoid; der senkrechte Querschnitt der ganzen Keimschicht mit der Dotterblase wird nun die Form der 83. Figur haben, wo allerdings die untere (Bauchseite des Fötus) in freier Communication zum mindesten mit dem freien Raum, zwischen den beiden Dotterblättern zu stehen scheint. *a* ist in der Figur der Querschnitt des Centralkeimes, der helle Hof um ihn die werdende Amniosschicht, die bei *c* einen nach unten trichterartig erweiterten Gang bildet, der, da die trennende Keimschicht an dieser Stelle nun verschwunden ist (respective sich in flüssige Masse und nicht in eine Haut umgewandelt hat) frei in die Höhle zwischen den beiden Dotterblättern ausmündet. *b* sind die beiden Blätter der Keim-

schiebt, welche nun zum Gefässblatte des Keimes geworden ist. Die Embryonalblase von oben her gesehen, erscheint wie gesagt als Fruchthof, an welchem gegen das künftige Kopfende des Fötus eine Einkerbung zu erkennen ist (Andeutung der ersten Längentheilung des Embryonalbläschens), während der Centralkeim in demselben kaum mehr als in Form einer nebelartigen Trübung durch denselben hindurchschimmert. Betrachten wir nun die weiteren Veränderungen im Centralkeime.

Das Blastem des Centralkeimes wird sich analog wie bei den bisherigen Bildungsvorgängen nach seiner Entwicklung zum Keime im Innern zuerst der Länge nach in 2 Theile spalten und daher auf einem senkrechten Querschnitte die Form der 91. Figur darbieten. Auf die erste Längen-Spaltung folgt eine quere in eine vordere und hintere Abtheilung an jeder Seite (Fig. 93), es erscheint sonach in der Mitte des hellen Fruchthofes in der Längensaxe desselben eine nach unten sich verschmälernde dreiseitige Rinne, deren Form in der 92. Figur bei *ab* zu sehen ist. Diese Rinne führt bekanntermassen den Namen der Primitivrinne und ich habe keine Ursache, diesen Namen zu ändern. Sie umgibt meridional den Centralkeim, und betrachtet man sie bloss von oben so scheint es als ob sie anfangs nach vorne und hinten noch nicht geschlossen wäre. Später ist sie in der Mitte, wo die 4 Blasteme des Centralkeimes zusammentreffen erweitert (Fig. 93). Über diese Primitivrinne haben sich bekanntlich manche Meinungsverschiedenheiten gebildet, deren bestimmte Beilegung nicht so leicht durch directe Beobachtung sondern mehr auf dem Wege des inductiven Schlusses möglich sein dürfte. Diese Rinne ist die Bildungsstätte des centralen Nervensystems und des ganzen Wirbelgerüsts mit dem diesem letztern eigenthümlichen Muskelsysteme. Aussen ist um den Centralkeim allenthalben eine fast hautartige ganz nach dem bisher beschriebenen Typus geformte Blastenschicht (Fig. 91) und dadurch ist eine scharfe Abgrenzung der Primitivrinne (Fig. 91, *A*), von der Höhle des Centralkeimes gegeben. Daher zerfällt der Centralkeim auf einem Querschnitte in diesem Stadio der Entwicklung in vier von einander getrennte Theile oder Räume, welche nun mit neuen Namen bezeichnet werden müssen. Ich werde folgende Benennungen in Zukunft gebrauchen. Der Raum *A* soll in Zukunft Primitivrinne, Rückenrinne, Rückenmulde heissen. Ihm gegenüber befindet sich der Raum *B*, er heisst Bauch-

rinne, Bauchmulde, vordere oder untere Mulde; die Räume *C* und *D* werden einfach die Seitenräume (rechter oder linker in Bezug auf den Fötus genommen) oder nach Umständen die Körperhälften, seitliche Brust- oder Bauchräume genannt werden. Diese Räume können sich im Verlaufe der Bildung vermehren, einige können wieder mit einander verschmelzen, denn ich wiederhole es, man hat hier noch nicht mit fertigen festen Begrenzungsmembranen, sondern bloss mit einer mehr durch optische Hilfsmittel erkennbaren aber nach bestimmten Gesetzen erfolgenden Sonderung des noch homogenen Plasma's zu thun.

Die Form des Centralkeimes ist nun nicht mehr die kugelige, sondern sie sieht im Längen- sowohl wie im Querschnitte plattrundlich aus (Fig. 91, 96), nur ist sie in ersterer Dimension grösser als im Querschnitte.

Zunächst beginnt nun die Bildung einer neuen Blastem-Schicht in der Rückenmulde oder Primitivrinne und zwar erscheint diese Schicht fast von der Form dieses Raumes, mithin im Querschnitte von einer gedehnten elliptischen Gestalt (Fig. 98, *A*). Dieses Blastem geht bald über die ihm anfangs angewiesenen Grenzen hinaus, durch seine bedeutende Anhäufung dehnt es den Centralkeim in der Richtung von unten nach oben etwas aus, was Veranlassung zu der in der 99. Figur dargestellten Form eines Fötus-Querschnittes gibt. Da die Bauchmulde (Fig. 91, *B*) wegen der Durchsichtigkeit ihres Inhaltes fast immer übersehen wird, so hat es den Anschein, als neige sich der Embryonalkeim mit seinen Seitentheilen nach unten und vorne, und dies gab zu einer eigenthümlichen Meinung über die Bildung der Körperhöhlen Veranlassung, welche von allen Schriftstellern über Entwicklung getheilt wird. Dieser Meinung zufolge liegt der Fötus anfangs platt auf der Keimblase mit seiner Bauchfläche und schnürt sich allmählich, indem er sich über die Ebene der Keimblase erhebt und seine Seitenflächen gegen die Bauchseite sich zusammenneigen, von der Dotterblase theilweise ab. Dies hat wieder zur Bildung einer Theorie über die Entwicklung des sogenannten Nabelbläschens Veranlassung gegeben welche ich hier als bekannt voraussetzen darf. Es wird aber aus den späteren Untersuchungen hervorgehen, dass diese ganze Auffassungsweise über das Abschnüren des Fötus und die Bildung des Nabel- oder Dotterbläschens eine irrige ist und auf einer unrichtig gemachten Beobachtung beruhe.



Das scheinbare Abschnüren und Überwachsen des Fötus wird noch dadurch täuschender, dass von den verschiedenen Fötustheilen in der That die Leibeswände des Fötus an der Rückenseite zuerst eine weisse Farbe und Undurchsichtigkeit erhalten, somit beobachtet werden können, während die inneren Theile durch ihre Durchsichtigkeit sich der Beobachtung gänzlich entziehen, und nur durch künstliche Härtungsmittel dargestellt werden können; ja selbst nach Anwendung von Weingeist trennt sich bei Querdurchschnitten des Fötus der mittlere Theil (Fig. 98, *mn*) von dem peripheren Theile und fällt aus diesem leicht heraus, so dass der Fötus dadurch eine halbmondförmige Form wirklich darbietet und die Aussenränder desselben gegen einander sich zu neigen scheinen. Dies mag zur Vorstellung von der Abschnürung des Fötus Veranlassung gegeben haben, und man sieht aus diesem leicht, dass der Irrthum in Betreff der Abschnürung der Nabelblase mindestens sehr nahe lag und sehr verzeihlich war.

Der in der Rückenmulde (Primitivrinne) abgelagerte Keim, (Fig. 98, *A*) wird als Keimschicht der Rumpfsäule bezeichnet werden können, da er bestimmt ist, zur Bildung des Rückenmarkes mit seinen Häuten und knöchernen Bedeckungen und den dazugehörigen Muskeln verwendet zu werden. Seine weitere Entwicklung beginnt zuerst in der Mitte der Embryonalblase oder des Centralkeimes, mithin an der Stelle, wo die vier Blasen, in die der Inhalt dieses Keimes sich gespalten hatte, zusammentreffen (Fig. 94, 95 *a, b*). Betrachtet man wieder die Formen, welche zuerst aus ihm hervorgehen, so kann über den ganzen Hergang seiner weiteren Entwicklung kein Zweifel mehr bestehen. Dieser Hergang ist nun folgender:

Das ursprüngliche Blastem der Rumpfsäule gestaltet sich auf einem Querschnitte zu einem länglichen Keime, in dessen Merkraume die weitere Entwicklung vor sich geht (Fig. 100). In diesem äusserst zartwandigen Keime erfolgt die Bildung zweier weiterer Keime, eines oberen (*a*) und unteren (*c*) Keimes von länglich-rundlicher Form, dann zweier seitlicher Keime (*b* und *b'*) von ähnlicher Gestalt. Von diesen Keimen entwickelt sich am schnellsten der obere Keim (Fig. 100 *a*). Ich werde diesen Keim von nun an Rückenmarkskeim benennen, denn das Rückenmark mit seinen Hüllen geht aus ihm hervor. Einer raschen Entwicklung gehen auch die beiden Seitenkeime (*b* und *b'*) entgegen, sie werden zu einem Theile der Wirbelbögen und



sind längst unter dem Namen der Rückenplättchen oder Wirbelblättchen bekannt; diesen Namen werde ich auch ferner für sie beibehalten. Am wenigsten rückt der unterste Keim (*c*) in seiner Entwicklung vor, er bleibt lange so durchsichtig, dass er übersehen werden konnte, er ist der Keim für den Wirbelkörper. Durch das rasche Wachsen der Wirbelblättchen, Fig. 101, ist die Primitivrinne oder Rückenmulde des Fötus ganz ausgefüllt und die Rumpfsäule erscheint fast von derselben Breite aber viel geringerer Dicke wie die ganze Embryonalblase. Die Rückenplättchen liegen platt an dem Rückenmarkskeime an; letzterer ist noch in seinem organischen Entwicklungsprocesse begriffen, während die Wirbelblättchen schon als Keime ihre Vollendung erreicht haben, daher ist an ihm noch eine senkrechte Spaltung erkennbar, wodurch er im Querschnitte gesehen die Form der 102. (*a*) Figur darbietet. Das an dem Rückenmarkskeime zu beiden Seiten befindliche Blastem Fig. 102 *mm* ist unter dem Namen der Kämme der Rückenplatten (*laminae dorsales*), welche zu oberst gegen einander neigen, bekannt, es wird erst später sichtbar und bildet die eigentlichen Wirbelbögen. Die Bauchplatten dagegen sind die Seitenwände des Fötusleibes selbst (Fig. 99 *a, b*).

Betrachtet man den Fötus an dessen Rückseite (Fig. 103), so erscheint in der Längsaxe desselben bekanntlich ein von zwei breiteren dunklen Contouren eingeschlossener heller Streif (*ab*), letzterer ist die mittlere Spalte im Rückenmarkskeime (Fig. 102, *a*), die beiden dunklen Contouren (*ef*) sind als die Kämme der *Laminae dorsales* beschrieben, und entsprechen den Keimen (Fig. 102, *mm*), der Wirbelbögen. Zu beiden Seiten der *Nota primitiva* (Fig. 103 *a, b*) ist ein minder durchsichtiges Plasma angehäuft, welches den beiden Hälften (Fig. 102 *nn*) des Rückenmarkskeimes entspricht. Hieran stoßen die Seitentheile der Rumpfsäule (Fig. 100 *b, b'*), in diesem entwickeln sich die *Laminae vertebrales*, Wirbelplättchen (Fig. 103 *g, h*); ihnen zunächst nach aussen liegt eine vierte Schicht undurchsichtigen Blastems (Fig. 103 *l, m*) das nach aussen hin weniger begrenzt erscheint, es ist die Seitenwand des Fötusleibes (Fig. 99, *a, b*) und bekannt unter dem Namen der Bauchplatten.

Ich werde nun die einzelnen Theile der Rumpfsäule in ihrer weiteren Entwicklung verfolgen so weit sie in diese Periode des Fötuslebens gehört und beginne mit der Entwicklung des Rückenmarkskeimes.

Das Rückenmarksblastem ist anfangs rundlich nimmt aber bald eine länglichrunde Form an (Fig. 104, 105). Es beginnt an dem selben die Entwicklung einer dünnen Bedeckung als minder durchsichtigen Schicht, während das Innere des bläschenförmig gestalteten Keimes durchsichtig bleibt aber bald neuen Bildungen entgegengeht.

Es entstehen hier wieder durch Spaltung dieses Blastems zwei neue Blasteme (Fig. 104), und von diesen durch neue Spaltung vier Keime mit einem Markraume (Fig. 105). Die das Rückenmarksblastem umgebenden Theile (Fig. 102, *mm*) sind vermöge ihrer geringeren Durchsichtigkeit auf senkrechten Querschnitten am leichtesten zu sehen; sie erscheinen in Form von Fortsätzen, welche von den Wirbelblättchen auszugehen scheinen, senkrecht aufsteigend und dann zangenartig gegen einander umbiegen, indem sie eine Höhle umschliessen. In dieser Weise hat man sie auch unter dem Namen der Rückenrücken beschreiben und angenommen, dass durch ihr allmähliches Empor- und Überwachsen der Rückenmarkscanal nach und nach geschlossen werde. Dem ist nicht so. Diese Fortsätze gehen erstens nach ihrer obigen Entstehung gar nicht von den Wirbelplättchen aus, sondern entstehen mit dem Rückenmarksblastem wie das Gefässblatt mit dem Embryonalkeime, zweitens wachsen sie nicht allmählich aufwärts und über das Rückenmark, sondern sie sind mit diesem schon in ihrem ganzen Umfange gebildet, nur beginnt ihre organische Ausbildung und daher ihre Undurchsichtigkeit zuerst an den unteren Theilen, wo sie mithin zuerst gesehen werden; endlich ist der Rückenmarkscanal selbst nie offen, sondern immer geschlossen, wohl aber ist eine grössere Durchsichtigkeit seiner in der Mitte liegenden Stellen die Ursache, dass eine solche Spaltbildung angenommen werden konnte.

Der vergrösserte Markraum (Fig. 105, *a*) des so metamorphosirten Rückenmarkskeimes erscheint als Rückenmarkscanal und ist zur Bildung der grauen Substanz des Rückenmarkes bestimmt, welche aber erst bedeutend später sichtbar wird als die weisse Masse. Die Bögen der Wirbel entwickeln sich nach diesem zum grössten Theile aus einem eigenen Blasteme, das mit jenem der Rückenplättchen anfangs ganz ausser Zusammenhang steht und erst später mit demselben verschmilzt. — Die weitere Entwicklung des Rückenmarkes wird erst später untersucht werden.

An die Entwicklung dieser Theile schliesst sich zunächst jene der Wirbelblättchen oder Rückenplättchen (*lamine dorsales seu*

*vertebrales*) an. Wie oben angegeben wurde, erscheint die erste Anlage derselben als formloses Blastem zu beiden Seiten und zwischen den Keimen für das Rückenmark und die Wirbelkörper von oben her gesehen in Form zweier, den Wirbelcanal an beiden Seiten umgebender undurchsichtiger Streifen (Fig. 103 *g, h*). In jedem dieser Streifen ist aber eine Trennung in einzelne Keime bald zu bemerken. Die Form dieser Keime von oben her gesehen ist anfangs eine vollkommen kreisrunde (Fig. 108), welche erst später in eine viereckige (wie sie, da man die erste Form übersieht, gewöhnlich angegeben wird) übergeht (Fig. 109). Unter günstigen Verhältnissen bemerkt man in jedem dieser Wirbelplättchen einen dunkleren Kreis, in diesem zuweilen einen zweiten; ich werde bald Gelegenheit haben, hierauf näher zurückzukommen. Die Entwicklung der Wirbelplättchen beginnt zuerst in der Mitte des Fötusleibes, oben und unten übergehen dieselben anfangs noch in formloses Blastem. Sie sind beim Beginn ihrer Bildung noch nicht zu isoliren; später gelang es mir an Querschnitten in gehärteten Embryonen leicht, sie ganz isolirt darzustellen. Diese Wirbelplättchen bilden sich zur Wurzel des Wirbelbogens und dem an derselben anhängenden Querfortsatz des Wirbels aus, ihre vollständige Verwachsung mit den eigentlichen Wirbelbögen (Fig. 102 *mm*), (den sogenannten Kämme der Rückenplättchen nach Bär), findet erst nach der Geburt Statt.

Die Entwicklung des Wirbelkörpers ist wegen der lange bleibenden Durchsichtigkeit der Theile bisher am wenigsten genau beobachtet und gedeutet worden. Sein Blastem liegt (Fig. 100 *c*) gerade jenem des Rückenmarkes an; und hat wie dieses eine oblonge Form mit querer Lagerung. Durch rasch eintretende senkrechte Spaltung bildet sich ein Markraum, Kern und Aussenwall; ersterer, der Markraum nämlich, ist am deutlichsten durch seine mindere Durchsichtigkeit erkennbar und erscheint sowohl an Transversalschnitten als auch bei der Betrachtung des Fötus von oben. Die Fig. 102 *c* stellt ihn im Querschnitte dar; die Figur 110 zeigt dagegen seinen mittlersten Theil in der Längenrichtung von oben her gesehen. Die Bildung dieser letzteren Figur wird aus Fig. 111, 112 deutlich, welche eine Übersicht der ursprünglichen Spaltungen der Blasteme der Wirbelkörper geben. Bekanntlich entwickelt sich in dem Markraume des Wirbelblastems bei einigen Thieren die *Chorda dorsalis*; bei Menschen

zweifle ich an der Anwesenheit einer solchen Chorda zu irgend einer Zeit der Föetalperiode. Mir ist vielmehr der Unterschied zwischen Markraum und Wandschicht eines Wirbelkörperblastem kein anderer als der zwischen schwammiger und Rindensubstanz des Wirbelkörpers; es wird mir später noch Gelegenheit geboten werden, auf diese Frage einzugehen.

Die Keime der Wirbelkörper haben anfangs von ihrer vorderen (Bauch-) oder hinteren (Rücken-) Seite aus gesehen eine rundliche Form (Fig. 111), jene nämlich eines organischen Keimes überhaupt; bald aber nehmen auch sie die viereckige Form an und erscheinen von der Bauchseite her gesehen (jedoch bedeutend später als die Wirbelplättchen) als viereckige paarige Plättchen; zwischen jedem Paare derselben sieht man den Markraum (*Chorda dorsalis*) als hellen Streifen durchschimmern. Die beiden Blasteme, in welche der Keim eines Wirbels gespalten ist, sind im reflectirten Lichte minder durchsichtig, während das Zwischenstück zweier benachbarter Wirbel ganz seine ursprüngliche Durchsichtigkeit bewahrt hat. So weit geht in dieser Bebrütungsperiode die Entwicklung dieser Theile.

Zu den bereits vorhandenen Keimen in dem Rumpfsäulensysteme kommen aber bald zwei neue Keime, jene nämlich für die eigentliche kleine Musculatur der Wirbelsäule, welche die Rinne zwischen den *Processus transversi* und *Processus spinosi* auszufüllen bestimmt sind; sie werden, wie dies auch die Fig. 113 darstellt, die unregelmässig dreiseitige Form annehmen müssen, welche der Raum *a a'* überhaupt zulässt. Ich habe zwar die Entwicklung dieses Keimes nicht weiter verfolgt, doch sieht man anfangs bei Betrachtung des Fötus von der Rückseite deutlich über den Wirbelplättchen ein formloses Blastem, dessen Lagerung genau den angegebenen Verhältnissen entspricht.

Mit diesen Veränderungen hat der Keim für die Rumpfwirbelsäule seine erste innere Ausbildung erreicht. So wie dieser Keim ein für sich abgeschlossener war, der mit den Keimen der anderen Theile des Fötusleibes in keine unmittelbare Verbindung trat, so wird auch jetzt die neugebildeten Theile dieser Rumpfsäule eine feine umhüllende ringsum abschliessende Schicht umgeben, welche später zur Haut sich gestaltet, und auch im Erwachsenen die Rumpfsäule von den aus anderen Keimen entwickelten Theile vollständig trennt. Diese Haut wird zur tiefen Rücken-Aponeurose oder Fascia, welche dem



Anseheine nach an den *Processus spinosi* der Wirbel befestigt, von diesen zu den *Processus transversi* über die kleinen Muskeln der Wirbelsäure (*Musculus multifidus, semispinalis*) sich hinüberspannt, die *Musculi rhomboidei, cucullares, splenii, biventres, serrati, quadrati lumborum*, die sämmtlich anders gelagerten Keimen angehören, scharf von der eigentlichen Rumpfsäule abtrennt, ihnen nur wenig Anhaltspunkte über den vorragenden Knochenstücken gewährend und dann zwischen die Querfortsätze der Wirbel hindurchlaufend an der vorderen Fläche der Körper der Wirbel als *Apparatus ligamentosus* an denselben sich ausbreitet. Je mehr die Ausbildung der Rumpfsäule vorschreitet, desto verhältnissmässig dünner wird diese ursprüngliche äussere Haut des Keimes, bis sie endlich nach völliger Ausbildung die zarte (nur in der Lendengegend mächtiger hervortretende) tiefe Rücken-Aponeurose darstellt.

Vorläufig bemerkt, geht die Entwicklung der Fascien aller Orten in ganz gleicher Weise vor sich, d. h. allenthalben entspricht der Lauf und die Vertheilung derselben der ursprünglichen Lagerung der Keime und überall wird es möglich sein, die Verhältnisse der Fascien in den Uranfängen des Organismus zu erkennen. Die eigentliche Bedeutung und verwickelte Anordnung der Fascien wird daher erst aus der Entwicklungsgeschichte vollkommen klar.

Es wird nun an der Zeit sein, die weitere Entwicklung der Primitivrinne zu verfolgen, und zu diesem Zwecke ist es nothwendig, dieselbe in der Bauchlage des Fötus zu betrachten (d. h. so dass der Fötus dem Beobachter die Rückenfläche zuwendet). Hierbei muss ich wieder von der ersten Form des Centralkeimes ausgehen.

Der Centralkeim bot von der Rückenseite des künftigen Fötus aus gesehen die Form von vier an einander stossenden, von einer gemeinsamen Hülle umschlossenen, Blasen dar, von denen das vordere Paar bald grösser wird als das hintere. Wo diese Blasen zusammentreffen, bilden sie Rinnen, von denen die grössere und wichtigste in der Längensaxe des Fötus verläuft und (unter dem Namen der Primitivrinne) zur Aufnahme der Keime für die Rückensäule bestimmt ist (Fig. 94, 95). Zwischen den vier Blasen an der Vereinigungsstelle derselben nämlich ist diese Primitivrinne leicht erweitert (Fig. 94 a, b), und gerade diese Stelle dient zur Aufnahme der ersten Keime der Rückensäule hier entwickeln sich die ersten Wirbelplättchen und die breitesten derselben liegen daher in der Mitte. Aber die ganze Länge der



Primitivrinne dient zur Aufnahme ähnlicher Blasteme, welche sich natürlich, was Form betrifft, eben der Form der Primitivrinne anpassen müssen und daher an dem oberen und unteren Ende derselben gerade so wie diese Rinne leicht erweitert, mit einer kolbigen Anschwellung an diesen beiden Endpunkten aufhören. Dieses Blastem an diesen kolbigen Anschwellungen ist anfangs homogen, doch sondert es sich bald in der bekannten Weise in Wand und Inhalt; aber während die Keime in der Mitte des Fötus bereits die Wirbelblättchen entwickeln, läuft das obere und untere Ende der Primitivrinne noch in einfache blasige Keime aus (Fig. 95.) Die obere kolbige Anschwellung entwickelt sich bald zum Gehirne in der unten zu beschreibenden Weise; die untere Anschwellung (Fig. 95 *b, c*), deren Wände übrigens selten eine ganz deutliche Abgrenzung zeigen, ist unter dem Namen des *Sinus rhomboideus* hinlänglich bekannt.

So entwickeln sich in der Primitivrinne, wie ich glaube annehmen zu können, drei verschiedene Keime der Rumpfsäule, welche ich als vorderen, mittleren und hinteren (oder oberen, mittleren und unteren) Keim bezeichnen werde. Von diesen Keimen entwickelt sich der vordere zum Kopfe und Halse; der mittlere zum Brust-, Lenden- und Sacraltheile der Wirbelsäule; der unterste zum Systeme der Steiss- und Schwanzwirbel und der ihnen angehörigen Musculatur. Es wird sich zeigen, dass aus der Entwicklung dieser Theile in der zwischen rundlichen Blastemen verlaufenden Primitivrinne gerade jene Curvaturen hervorgerufen werden, welche man theils als Nackenbeuge beim Fötus beschreibt, theils als normale Krümmungen des Rückgrates schon an Neugeborenen beobachtet.

Durch die Ausbildung der verschiedenen Theile des Rumpfsäulenkeimes, hat nun auch die ganze Keimmasse eine andere Form erhalten. Früher ähnelte sie einem von oben nach unten flachgedrückten Bläschen, das kaum eine merkliche Hebung an der Bedeckung des Centralkeimes hervorrief, nun aber ist ihr Querschnitt mehr rundlich geworden (Fig. 99) und sie bildet eine deutliche Hervorragung an der Rückenseite des Embryo.

Nun wird es auch nothwendig sein, den Centralkeim in dieser Entwicklungsperiode von der Seite zu betrachten, wie er durch die bereits fertige Amnionhaut sich darstellt. Von der Seite können anfangs nur eine, dann zwei Blasteme (Fig. 96 und 97) gesehen werden, welche an der Berührungsstelle von einer feinen, hautartigen

Schicht überbrückt werden. Die Primitivrinne ist hier nicht zu sehen; der minder durchsichtige Keim der Rumpfsäule schimmert aber durch die durchsichtigen Leibeskeime als ein schmaler halbmondförmiger Streif durch. Mit der Entwicklung der Keime der Rumpfsäule erscheint das vordere Ende (Kopf-Ende dieses halbmondförmigen Streifens) kolbig angeschwollen und aus den Leibesblasen des Fötus etwas hervorgetreten (Fig. 97), was man als ein Zeichen der Abschnürung des Fötus über die Ebene der Keimblase bisher angesehen hat.

Ich habe diese ganze Entwicklung nicht durch eingestreute Messungen unterbrechen wollen und trage nun das Versäumte nach.

Ich habe an einer nicht unbedeutenden Zahl von Hühner-Embryonen Messungen sowohl an den einzelnen Wirbelplättchen, als an dem Keime der Wirbelkörper und endlich an dem ganzen Rumpfsäulenkeime angestellt. Diese sind in der Absicht unternommen worden, zu zeigen, dass deren Entwicklung überhaupt aus dem von mir mit dem Namen „Keim“ belegten Gebilden hervorgegangen ist, dass mithin diese doch schon sehr zusammengesetzten Theile des thierischen Organismus keine andere Ur- oder Anfangsform haben als jene des Blastems, des Keimes und der Zelle.

Meine Messungen beginnen an dem Keime der Rumpfsäule. Verhält er sich wirklich wie ein aus der Spaltung und nachherigen Verschmelzung homologer Theile eines Blastems hervorgegangener Keim, so muss auf ihm und alle in ihm enthaltenen Gebilde die Formel  $S = m M + 1$  anwendbar sein, wobei  $m$  den höchsten Werth, die Zahl 4, ferner aber auch die ganzen Zahlen 3 oder 2 bedeuten kann, oder selbst eine zwischen diesen Zahlen liegende gemischte Zahl von bestimmten Werthen vorstellt. Ich habe daher an Hühner-Embryonen folgende Bestimmungen vorgenommen und auf diese die Berechnungen basirt:

1. Ich mass die grösste Entfernung zweier Wirbelplättchen von einander (Fig. 109 *a, b*), 2. ihre kleinste Entfernung (*c, d*) und 3. in einigen Fällen auch die Breite des Rückenmarkes. Die Linie *ab* wurde als die grösste Breite des Rumpfsäulenkeimes angenommen, um die Einheit vermindert, dann in 2, 3 oder 4 Theile zerlegt. Die so berechneten Grössen waren nun den gefundenenen vollkommen gleich, oder um die Hälfte, um  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$  des nächstanliegenden Theiles zu vergrössern, um dem Resultate der Messung gleichzu-

kommen, oder um einen solchen Bruchtheil ihrer eigenen Grösse zu vermindern; es wird sonach derselbe Gang eingehalten, wie er früher bereits von den Haarfollikeln und den verschiedenen Blasen verfolgt

14. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet		
		doppelte		Markraum C
		Aussenwand A	Innenwand B	
252	<i>a b</i> 37·0	12·0	13·0	12·0
	<i>c d</i> 16·0	.....	.....	.....
253	<i>a b</i> 44·0	10·75	22·5	10·75
	<i>c d</i> 11·0	.....	.....	.....
254	<i>a b</i> 85·0	43·0	21·0	21·0
	<i>c d</i> 32·0	.....	.....	.....
255	<i>a b</i> 85·0	28·0	28·0	29·0
	<i>c d</i> 29·5	.....	.....	.....
256	<i>a b</i> 85·24	48·12	23·56	23·56
	<i>c d</i> 46·0	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 23·0	.....	.....	.....
257	<i>a b</i> 85·4	43·2	21·1	21·1
	<i>c d</i> 26·0	.....	.....	.....
258	<i>a b</i> 87·0	44·0	21·5	21·5
	<i>c d</i> 30·5	.....	.....	.....
259	<i>a b</i> 87·0	28·66	29·66	28·66
	<i>c d</i> 37·0	.....	.....	.....
260	<i>a b</i> 87·5	44·25	21·625	21·625
	<i>c d</i> 28·75	.....	.....	.....
261	<i>a b</i> 88·0	30·0	29·0	29·0
	<i>c d</i> 46·0	.....	.....	.....
262	<i>a b</i> 90·0	45·5	22·25	22·25
	<i>c d</i> 32·5	.....	.....	.....
263	<i>a b</i> 99·0	50·0	24·5	24·5
	<i>c d</i> 37·0	.....	.....	.....
264	<i>a b</i> 99·0	32·66	33·66	32·66
	<i>c d</i> 23·6	.....	.....	.....
265	<i>a b</i> 100·0	33·0	34·0	33·0
	<i>c d</i> 23·75	.....	.....	.....

wurde. Dies wird zur Verdeutlichung der nachfolgenden Tabellen beitragen; ich lasse nun die Zahlen selbst sprechen.

Die Bezeichnungen in dieser Tabelle sind auf die F. 109 bezogen.

belle.

Berechneter Werth von <i>b c</i>	Berechneter Werth von <i>ef</i>	Werth von <i>n</i>
$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) = 16\cdot0$		3
		2
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) + 1 = 32\cdot0$		2
$C = 29\cdot0$		3
$C + B = 47\cdot12$		2
	$C = 23$	
$C + \left(\frac{B-1}{4}\right) = 26\cdot15$		2
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 31\cdot75$		2
$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) = 38\cdot21$		3
$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) = 28\cdot466$		2
$C + 2\left(\frac{B-1}{3}\right) = 47\cdot66$		3
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 32\cdot875$		2
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) + 1 = 37\cdot25$		3
$3\left(\frac{C-1}{4}\right) = 23\cdot7$		3
$3\left(\frac{C-1}{4}\right) = 24\cdot0$		3

Zahl der Beobach- tung	Gefunden	Berechnet		
		doppelte		Markraum C
		Aussenwand A	Innenwand B	
266	<i>a b</i> 100·0	24·75	50·5	24·75
	<i>c d</i> 25·0	.....	.....	.....
267	<i>a b</i> 101·5	51·25	25·125	25·125
	<i>c d</i> 33·0	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 19·0	.....	.....	.....
268	<i>a b</i> 102·0	51·5	25·25	25·25
	<i>c d</i> 37·0	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 18·8	.....	.....	.....
269	<i>a b</i> 102·0	51·5	25·25	25·25
	<i>c d</i> 33·33	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 19·25	.....	.....	.....
270	<i>a b</i> 102·0	33·66	34·66	33·66
	<i>c d</i> 35·5	.....	.....	.....
271	<i>a b</i> 104·0	34·33	35·33	34·33
	<i>c d</i> 53·0	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 26·0	.....	.....	.....
272	<i>a b</i> 105·0	34·6..	35·6..	34·6..
	<i>c d</i> 51·75	.....	.....	.....
273	<i>a b</i> 109·5	36·166	37·166	36·166
	<i>c d</i> 36·0	.....	.....	.....
274	<i>a b</i> 114·5	37·83	38·83	37·83
	<i>c d</i> 77·0	.....	.....	.....
275	<i>a b</i> 115·0	38·0	38·0	39·0
	<i>c d</i> 40·75	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 19·0	.....	.....	.....
276	<i>a b</i> 120·0	39·66	40·66	39·66
	<i>e f</i> 20·8	.....	.....	.....
277	<i>a b</i> 121·0	61·0	30·0	30·0
	<i>c d</i> 45·5	.....	.....	.....
278	<i>a b</i> 122·0	40·33	41·33	40·33
	<i>c d</i> 40·0	.....	.....	.....
279	<i>a b</i> 124·0	62·5	30·75	30·75
	<i>c d</i> 37·66	.....	.....	.....



Berechneter Werth von <i>b c</i>	Berechneter Werth von <i>e f</i>	Werth von <i>n</i>
<i>C</i> = 24·75		2
$\left(\frac{B-1}{3}\right) = 33·04$		2
	$3\left(\frac{C-1}{4}\right)+1 = 19·0$	
$\left(\frac{B-1}{2}\right) = 37·37$		2
	$\left(\frac{C-1}{4}\right)3 = 18·2$	
$\left(\frac{B-1}{3}\right) = 33·33$		2
	$3\left(\frac{C-1}{4}\right)+1 = 19·2$	
<i>C</i> = 32·5		2
		3
$\left(\frac{B-1}{2}\right)+1 = 52·49$		
	$3\left(\frac{C-1}{4}\right)+1 = 25·99$	
$\left(\frac{B-1}{2}\right) = 51·9$		3
		3
<i>C</i> = 36·166		
		3
<i>C + B</i> = 76·66		
		3
<i>C</i> = 39·0		
	$\left(\frac{C-1}{2}\right) = 19·0$	
		3
	$\left(\frac{C-1}{2}\right)+1 = 20·33$	
		2
<i>C</i> + $\left(\frac{B-1}{2}\right)+1 = 45·5$		
		3
<i>C</i> = 40·33		
		2
$\left(\frac{B-1}{4}\right)+C = 38·19$		

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet		
		doppelte		Markraum C
		Aussenwand A	Innenwand B	
280	<i>a b</i> 133·5	67·2	33·1	33·1
	<i>c d</i> 66·2	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 33·4	.....	.....	.....
281	<i>a b</i> 135·0	44·66	45·66	44·66
	<i>c d</i> 66·0	.....	.....	.....
282	<i>a b</i> 141·5	46·533	47·53	36·533
	<i>c d</i> 58·5	.....	.....	.....
283	<i>a b</i> 148·0	74·5	36·75	36·75
	<i>c d</i> 45·0	.....	.....	.....
284	<i>a b</i> 154·0	51·0	52·0	51·0
	<i>c d</i> 77·5	.....	.....	.....
285	<i>a b</i> 198·5	65·833	66·83	65·833
	<i>e f</i> 22·75	.....	.....	.....
286	<i>a b</i> 205·0	51·0	103·0	51·0
	<i>c d</i> 52·5	.....	.....	.....
287	<i>a b</i> 126·0	25·0	51·0	50·0
	<i>c d</i> 50	.....	.....	.....

Ich habe auch nicht unterlassen, an Querschnitten von Hühnerembryonen ähnliche Messungen vorzunehmen; solche Querschnitte eignen sich besonders hierzu. Die Schnitte wurden durch die verschiedenen Gegenden des Körpers geführt und zwar bis in die Höhe des Nackenhöckers. Da sich hier der Rückenmarkscanal bedeutend erweitert, so könnte die Meinung vielleicht Eingang finden; dass die Grössenverhältnisse der Keime der Rumpfsäule einen minderen Grad von Regelmässigkeit darböten; ich werde daher Gelegenheit nehmen, einige an dem Nackenhöcker gemachte Messungen und Berechnungen anzuführen.

An einigen dieser Querschnitte habe ich auch die bereits erkennbaren eigentlichen Wirbelhogen (wohl zu unterscheiden von den *Laminac dorsales*) gemessen und berechnet; man möge mir erlauben auch diese Fälle anzureihen.

Berechneter Werth von <i>b c</i>	Berechneter Werth von <i>e f</i>	Werth von <i>n</i>
..... <i>B + C</i> = 66·2 .....	..... <i>C</i> = 33·1 .....	2
..... $\left(\frac{B-1}{2}\right) + C = 66·99$ .....	.....	3
..... $\left(\frac{B-1}{4}\right) + C = 58·16$ .....	.....	3
..... $\left(\frac{B-1}{4}\right) + C = 45·69$ .....	.....	2
..... $\left(\frac{B-1}{2}\right) + 1 + C = 77·5$ .....	.....	3
.....	..... $\left(\frac{C-1}{3}\right) + 1 = 22·6$ .....	3
.....	.....	2
<i>C</i> = 51·0	.....	.....
Werth von <i>m</i> = 2	.....	2
.....	.....	.....

Endlich ist die Breite des Keimes der Wirbelkörper (von rechts nach links) gemessen und mit der Breite des Rumpfsäulenkeimes verglichen worden, auch bei dieser ist eine grosse Gesetzmässigkeit in der Entwicklung unverkennbar, und hiermit der Beweis für die Richtigkeit meiner oben auseinandergesetzten Schilderung des Entwicklungsganges gegeben.

Ich habe nun alle diese Fälle in eine Tabelle zusammengefasst; um in dieser sich zu orientiren, beliebe man die Fig. 102 nachzusehen. Es bedeutet hier *a' b'* die grösste Breite des Rumpfsäulenkeimes, *c' d'* die Entfernung der beiden äussersten Ränder der Wirbelbogen, *e' f'* die Breite des Rückenmarkes *g' h'* die Breite des Wirbelkörpers. Die Berechnung ist nach denselben Grundsätzen ausgeführt, die bereits mehrmals in Anwendung gebracht worden sind.

Zahl der Beobach- tung	G e f u n d e n	B e r e c h n e t		
		Aussenwand <i>A</i>	Innenwand <i>B</i>	Markraum <i>C</i>
288	<i>a' b'</i> 171·0	56·66	56·66	57·66
	<i>e' f'</i> 58·5	.....	.....	.....
	<i>d' h'</i> 36·0	.....	.....	.....
289	<i>a' b'</i> 276·00	91·66	91·66	92·66
	<i>e' f'</i> 92·66	.....	.....	.....
	<i>g' h'</i> 92·66	.....	.....	.....
290	<i>a' b'</i> 242·0	60·25	60·25	121·5
	<i>e' f'</i> 170·0	.....	.....	.....
	<i>g' h'</i> 214·0	.....	.....	.....
291	<i>a' b'</i> 290·0	96·33	97·33	96·33
	<i>e' f'</i> 95·0	.....	.....	.....
292	<i>a' b'</i> 89·0	29·33	30·33	29·33
	<i>e' f'</i> 45·0	.....	.....	.....
293	<i>a' b'</i> 205·0	68·0	68·0	69·0
	<i>e' f'</i> 69·0	.....	.....	.....
294	<i>a' b'</i> 199·0	100·0	49·5	49·5
	<i>e' f'</i> 80·0	.....	.....	.....
295	<i>a' b'</i> 220·0	73·0	73·0	74·0
	<i>e' f'</i> 96·0	.....	.....	.....
	<i>g' h'</i> 74·0	.....	.....	.....
296	<i>a' b'</i> 358·0	179·5	89·25	89·25
	<i>e' d'</i> 270·0	.....	.....	.....
	<i>e' f'</i> 133·0	.....	.....	.....
297	<i>a' b'</i> 209·0	105·0	52·0	52·0
	<i>e' d'</i> 154·0	.....	.....	.....
298	<i>a' b'</i> 248·0	61·75	61·75	62·75
	<i>g' h'</i> 62·25	.....	.....	.....
Schnitte am Nacken-				
299	<i>a b</i> 237·25	85·416	85·416	86·416
	<i>e d</i> 107·5	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 86·5	.....	.....	.....



belle.

Die äusserste Distanz <i>ed</i> der Wirbelbogen ist gleich:	Die Breite <i>ef</i> des Rückenmarkes ist gleich:	Die Breite <i>gh</i> des Wirbelkörpers ist gleich:
.....	$C = 57.66$	$2\left(\frac{C-1}{3}\right)=37.76$
.....	.....	
.....	$C = 92.66$	$C = 92.66$
.....	.....	
.....	$C + 3\left(\frac{B-1}{4}\right) + 1=167.48$	$C + B + \left(\frac{A-1}{2}\right) + 1=212.37$
.....	.....	
.....	$C = 96.33$	
.....	.....	
.....	$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) + 1= 44.99$	
.....	.....	
.....	$C = 69.0$	
.....	.....	
.....	$C + 2\left(\frac{B-1}{3}\right) = 81.8$	
.....	.....	
.....	$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) = 97.0$	$C = 74.0$
.....	.....	
$C + B + \left(\frac{A-1}{2}\right) + 1=268.75$	$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) =133.375$	
.....		
$C + B + \left(\frac{A-1}{2}\right) = 156.0$	.....	$C = 62.75$
.....	.....	

h ö c k e r (siehe Fig. 145).

$C + \left(\frac{B-1}{4}\right) = 107.52$	.....	
.....	$C = 86.416$	

Zahl der Beobachtung	Gefunden	B e r e c h n e t		
		Aussenwand A	Innenwand B	Markraum C
300	<i>ab</i> 480·0	159·66	166·66	159·66
	<i>ef</i> 200·0	.....	.....	.....
301	<i>ab</i> 224·0	74·33	75·33	74·33
	<i>ef</i> 93·5	.....	.....	.....
302	<i>ab</i> 630·0	209·66	210·66	209·66
	<i>cd</i> 420·0	.....	.....	.....
	<i>ef</i> 210·0	.....	.....	.....

Man sieht hier in mehreren Fällen, dass die Breite des eigentlichen Rückenmarkes so wie jene der Wirbelkörper wirklich wie es aus meiner obigen Schilderung des Entwicklungsganges folgt, nur den 3. Theil der Breite des Rumpfsäulenkeimes einnehme, dass jedoch, jemebr der Fötus wächst und je näher dem oberen oder Kopf-Ende desselben, dieses Verhältniss um so mehr sich ändert, jedoch immer so, dass das ursprüngliche Bildungsgesetz demzufolge die fortgesetzte Theilung der Keime eine numerisch genau bestimmbare ist, noch immer durchleuchtet.

Aber nicht bloss diese allgemeinen Verhältnisse sind an dem Rumpfsäulenkeim aus obigem Gesetze abzuleiten; jeder neue Keim in diesem grösseren Keime wird in seiner Entwicklung derselben Norm

16. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet		
		Aussenwand A	Innenwand B	Markraum C
a) W i r b e l -				
303	<i>a b</i> 33·0	18·0	8·5	8·5
304	<i>c d</i> 12·0	.....	.....	.....
	<i>a b</i> 36·0	18·5	8·75	8·75
	<i>c d</i> 12·5	.....	.....	.....
305	<i>a b</i> 41·5	21·25	10·125	10·25
	<i>c d</i> 16·5	.....	.....	.....
	306	<i>a b</i> 42·5	13·833	13·833
	<i>c d</i> 21·0	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 7·8	.....	.....	.....

Die äusserste Distanz $cd$ der Wirbelbögen ist gleich:	Die Breite $ef$ des Rückenmarkes ist gleich:	Die Breite $gh$ des Wirbelkörpers ist gleich:
.....	$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 199.56$	
.....	$C + \left(\frac{B-1}{4}\right) = 92.91$	
$C + B = 420.33$		
.....	$C = 209.66$	

unterworfen sein. Jeder neue Keim wird demnach aus dem homogenen Blasteme durch Spaltung hervorgehen, und wenn die erste Ausbildung vollendet ist, bei einer rundlicher Form 2 — 3 concentrisch liegende Räume erkennen lassen, die sich wie Markraum, Kernwand und Aussenwand einer Muttereyste verhalten. Und so beobachtet man die Sache wirklich an den sogenannten Wirbelplättchen und den eben gebildeten Wirbelkörpern. Erstere besitzen bekanntlich die in der Figur 108, letztere die Figur 102  $c$  angegebenen Formen und Verhältnisse. In beiden ist das Verhältniss der Durchmesser  $ab$  und  $cd$  der beiden concentrischen Ringe aus der allgemeinen Entwicklungsformel abzuleiten, wie aus der nachstehenden Tafel hervorgeht.

belle.

Durchmesser $cd$ ist gleich:	Durchmesser $ef$ ist gleich:
p l ä t t c h e n.	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right)$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 12.25$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 12.625$	
$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) 2 = 16.20$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 24.1$	$C + \left(\frac{C-1}{2}\right) + 1 = 7.916$

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet		
		Aussenwand A	Innenwand B	Lumen C
307	<i>ab</i> 29·0 <i>cd</i> 16·5	9·33	10·33	9·33
308	<i>ab</i> 45·0 <i>cd</i> 23·0	14·66	15·66	14·66
309	<i>ef</i> 10·5 <i>ab</i> 38·0	9·25	9·25	19·5
310	<i>cd</i> 20·25 <i>ab</i> 47·0	15·33	16·33	15·33
311	<i>cd</i> 22·99 <i>ef</i> 15·5			
	<i>ab</i> 39·75 <i>cd</i> 19·75	12·91	12·91	13·91
312	<i>ef</i> 8·73 <i>ab</i> 52·1	17·03	18·03	17·03
313	<i>cd</i> 17·5 <i>ab</i> 47·5	15·5	16·5	15·5
	<i>cd</i> 36·25 <i>ef</i> 20·6			
314	<i>ab</i> 35·0 <i>cd</i> 23·0	11·33	11·33	12·33
	<i>ef</i> 12·2			
b) Wirbel-				
315	<i>ab</i> 6·225 <i>cd</i> 33·	21·41	20·41	20·41
316	<i>ab</i> 78·5 <i>cd</i> 44·75	26·833	25·833	25·833
317	<i>ab</i> 84·0 <i>cd</i> 49·0	27·66	28·66	27·66
318	<i>ab</i> 86·0 <i>cd</i> 52·0	28·33	28·33	29·33
319	<i>ab</i> 92·33 <i>cd</i> 48·5	30·44	30·44	31·44
320	<i>ab</i> 94·0 <i>cd</i> 48·0	31·0	31·0	32·0
321	<i>ab</i> 100·0 <i>cd</i> 51·0	24·75	24·75	50·5
322	<i>ab</i> 134·0 <i>cd</i> 67·0	44·33	44·33	45·33
323	<i>ab</i> 148·0 <i>cd</i> 77·0	49·1	49·1	50·1
324	<i>ab</i> 151·0 <i>cd</i> 49·5	51·0	50 0	50·0
325	<i>ab</i> 190·0 <i>cd</i> 96·0	63·0	63·0	64·0
326	<i>ab</i> 214·0 <i>cd</i> 72·6	71·0	71·0	72·0



Durchmesser <i>cd</i> ist gleich:	Durchmesser <i>cf</i> ist gleich:
$C + 2\left(\frac{B-1}{3}\right) + 1 = 16.55$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) + 1 = 22.99$	
.....	$\left(\frac{C-1}{4}\right)3 = 10.25$
$C = 19.5$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 22.99$	
.....	$= 15.33$
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 19.86$	
.....	$\left(\frac{C-1}{3}\right)2 = 8.6$
$C + = 17.03$	
$C + B + \left(\frac{A-1}{3}\right) = 36.8$	
.....	$\left(\frac{B-1}{3}\right) = 20.633$
$C + B = 23.66$	
.....	$= 12.33$

k ö r p e r.

$C + \left(\frac{B-1}{3}\right)2 = 33.35$	
$C + 3\left(\frac{B-1}{4}\right) = 44.457$	
$C + 3\left(\frac{B-1}{4}\right) + 1 = 49.39$	
$C + 3\left(\frac{B-1}{4}\right) + 1 = 50.82$	
$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) + 1 = 47.16$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 48.0$	
$C = 50.5$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 66.99$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) + 1 = 75.0$	
$C = 50.0$	
$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) + 1 = 96.0$	
$C = 72.0$	

Die angeführte Methode bewährt sich sonach für jeden Keim, mag er für einen Knochen, Muskel, oder fürs Nervenmark bestimmt sein; es wird sich ferner im Verlaufe zeigen, dass gerade nur diese und keine andere Entwicklungsart ausreicht, um uns über manche Thatsachen der organischen Bildung aufzuklären, welche bis auf den heutigen Tag ein unauflösliches Räthsel zu sein schienen; doch hier- von genug, die Methode soll selbst für sich sprechen.

Die aus runden oder rundlichen Keimen hervorgehenden Theile nehmen bald andere Formen an. Sie werden oblong, wenn der Wachsthumscoefficient für die eine Dimension grösser wird, wie für die andere, sie werden viereckig wie die (ursprünglich gleichfalls rundlichen) Wirbelpfättchen, und zwar nicht dadurch, dass sie sich an den Berührungsstellen nach der gewöhnlichen Ansicht abplatteten, sondern dadurch, dass die zwischen den rundlichen Keimen befindlichen Räume sich nach und nach ausfüllen, sie nehmen überhaupt alle Formen an, an denen die organischen Theile so reich sind, ihre Geschwindigkeit erlaubt die verwickeltesten Gestalten und Gliederungen.

Ich habe im Vorhergehenden die Entwicklung des Keimes der Rumpfsäule vorausgeschickt, weil gerade dieser Keim es ist, der zuerst deutlich beobachtet werden kann. Daraus folgt aber nicht im Geringsten, dass andere Keime nicht schon vorhanden, theilweise sogar nicht schon weiter ausgebildet wären; ihre vollkommene Durchsichtigkeit entzieht sie aber der Beobachtung und erheischt Mittel, welche diese Durchsichtigkeit ihnen benehmen. Wir werden uns nun zunächst mit diesen beschäftigen.

Es hatte der ganze Centralkeim, wie man sich noch erinnern wird, die in den Fig. 98 und 99 im Querschnitte dargestellten Formen. Innerhalb der Amnioshaut, die gegen die Bauchseite des Fötus eine canalartige Einstülpung bildete, ist sonach der Centralkeim aus drei Hauptblastengruppen zusammengesetzt, welche abermals als Keime sich entwickeln; davon habe ich den einen (*A*, Fig. 98) den Keim der Rumpfsäule geheissen; er liegt in der Ebene der langen Axe des künftigen Fötus; die beiden andern (*C* und *D*, Fig. 91, 99) werde ich nun die Leibeskeime, oder schlechtweg die Leibesblasen des Fötus nennen. Während sich nun der erste zum Rückenmarke und den dazu gehörigen Häuten, Knochen und Muskeln entwickelt, beginnen letztere ihre Umwandlung und werden zum Brustkorbe, zum Unterleibe des Fötus, und den darin enthaltenen, so wie den sie ein-

schliessenden Theilen. An Querschnitten ist wieder an jedem Leibeskeime (*C, D*, Fig. 99) zwischen peripherer und centraler Masse ein deutlicher Unterschied und die Annahme eines bläschenartigen Keimes ist daher keine Fiction. Der periphere Theil gerinnt durch Weingeist und nimmt eine weisse Farbe an, wird überhaupt hautartig fest; der centrale Theil dagegen erscheint mehr krümmlich, fällt aus dem umgebenden Ringe leicht heraus und hat fast die gelbe Farbe des Dotters. Mit einer ähnlichen gelben Masse ist auch noch der freie Theil der Bauchfurche des Fötus gefüllt (*B*, Fig 91) und da der Keim noch an seiner sich gleichsam gegen den Dotter hin öffnenden Gefässhaut hängt (Fig. 90 bei *a*), so gewinnt es durch diese Umstände allerdings das Aussehen, als liege der Keim unmittelbar der Dotterblase an und schnüre sich von derselben allmählich ab.

Ich habe auch — und vielleicht ist dies im Stande, jeden Zweifel über die Richtigkeit meiner Zeichnung sowohl als auch meiner Ansicht zu tilgen — Gelegenheit ergriffen, die Leibesblasen des Fötus zu messen. Diese gemessenen Fälle habe ich in einer kleinen Tabelle zusammengestellt, zu deren Verdeutlichung man die Figur 98 nachsehen möge, wo *a b* den ganzen Durchmesser einer solchen Leibesblase, *cd* aber das Lumen derselben bedeutet. Auf diesen Messungen beruht die beigegegebene Berechnung, die in der bekannten Methode ausgeführt ist.

17. Tabelle.

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet			Werth von <i>m</i>	Werth von <i>n</i>	<i>cd</i> berechnet =
	Durchmesser <i>a b</i>	Lumen <i>c d</i>	Aussenwand (dopp.) <i>B</i>	Innenwand <i>B</i>	Markraum <i>C</i>			
327	71·0	37·5	17·5	71·5	36·0	1	2	<i>C</i>
328	78·0	31·75	15·0833	16·083	30·166	2	3	<i>C</i>
329	120·0	41·0	39·66	39·66	40·68	1	3	<i>C</i>
330	221·0	73·5	73·33	74·33	73·33	1	3	<i>C</i>
331	260·0	175·0	86·33	87·33	86·33	....	3	<i>B + C</i> = 173·33
332	274·5	136·5	136·7	.....	137·0	1	2	<i>C</i>

Die Schnitte, an welchen die Messungen gemacht wurden, sind aus der Mitte oder dem unteren Theile des Hühnerfötus; an dem

oberen Theile des Fötus gibt es im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse; doch aber auch im Einzelnen kleine Verschiedenheiten, welche füglich später abgehandelt werden.

Sichtbar — ohne Zusatz eines trübenden Mediums — ist an den Leibwänden zuerst das Stück *kl*, Fig. 98, von dem Rumpfsäulenkeime bis zum Leibeskeime; dieser Theil führt bei Baer und den Schriftstellern die ihm gefolgt sind, den Namen der Bauch- oder Visceralplatten, und hat eine allmählich kantig zulaufende, leicht eingebogene Durchschnittsform; später trübt sich das Stück *ml* und der Fötus scheint sich nun mit den Visceralplatten einwärts zu krümmen und von der Keimblase abzuschneiden; am längsten durchsichtig und daher nicht zu erkennen (ohne Zusatz trübender Flüssigkeiten) ist das Stück *mn* der Figur 98 und der Leib des Fötus erscheint daher nach vorne offen.

Würde man den Fötus nicht im Querschnitte, sondern in der seitlichen Längensicht betrachten, so würde das Bild ungefähr dieses sein müssen: der Leib des Fötus würde aus einer dünnhäutigen Gallertblase bestehen (Fig. 97). Im Innern dieser Blase fänden sich zwei einander berührende etwas minder durchscheinende Blastem-Kugeln *A B*; an der Rückseite des Fötus müsste man die ersten Anfänge der Rumpfsäule mit der Kopfblase, theils zur Hälfte zwischen die beiden seitlichen Leibesblasen hineingesenkt, theils aus denselben zur Hälfte herausragend erblicken, die dem Kopf und Schwanz-Ende anhängenden an jeder Seite aus zwei unter einem spitzen Winkel sich vereinigende Blättern bestehenden Blastemlagen *b c d* (Fig. 90) wären die Durchschnittsfiguren des sogenannten Gefäßblattes. Doch gestehe ich offen, dass die Figur 97 nur eine ideale ist, die ich mir aus den bisherigen Vorgängen zusammengestellt habe. Ich habe leider die Gelegenheit versäumt, passende Präparate anzufertigen, die als Belege des Gesagten dienen könnten. Nur an mehr entwickelten Embryonen unterliess ich es nicht zahlreiche Längenschnitte zu machen. und man wird sich, glaube ich, später überzeugen, dass meine Deduction keine irrige ist.

Während nun der grösste Theil der Leibeswandungen, die an die Rumpfsäule zunächst anstossenden Theile ausgenommen, noch völlig durchsichtig ist, beginnt bereits die Entwicklung der Gefässe und des Herzens, und in rascher Aufeinanderfolge bilden sich die verschiedenen Formen des Kreislaufs-Apparates. Für das Herz ist



ein eigener Abschnitt der Leibesblasen bestimmt, für die Gefässe aber gilt allenthalben, für die grössten sowohl wie für die kleinsten die allgemeine Regel: dass ihre Blasteme, wie dies für die Capillaren oben bereits auseinandergesetzt worden, zwischen den Keimen, da wo sich mehrere derselben berühren, entstehen. So ist es daher möglich, aus einer aufmerksamen Betrachtung der Keime und ihrer weiteren Veränderung und Theilung einerseits den Lauf der künftigen Gefässe genau anzugeben, und zu zeigen wie sich diese Röhren entwickeln müssen; andererseits wird aber auch aus der Lage der Gefässe auch die Lage und Verbindung der ursprünglichen Keime geschlossen werden können, — eine nicht minder interessante als für die Entwicklungsgeschichte höchst fruchtbare Arbeit.

Indem ich vorläufig von der Entwicklung des Herzens ganz absehe, will ich nur den Blutgefässlauf beschreiben, der dieser Periode eigen ist, und aus der ersten Form des Keimes und seiner nächsten Metamorphosen hervorgeht. Wie diese Formen des Keimes ist auch er nur ein vorübergehender, wie einzelne Theile des Keimes verkümmern, gehen auch die dazu gehörigen Gefässbahnen zu Grunde, und der Zweck der in der ersten Embryonalzeit so häufigen Veränderungen, dieses Gefäss-Apparates ist ohne Annahme meiner eben vorgetragenen Entwicklungslehre — so wage ich hier auszusprechen — geradezu unverständlich.

Wie es herkömmlich ist, werde ich den Gefäss-Apparat der ganzen Keimschicht von jenem des Fötus selbst oder des Centralkeimes unterscheiden: es geschieht dies der leichten Übersicht halber, wenngleich beide Gefäss-Systeme in einander übergehen.

Betrachtet man in der ersten Entwicklungsperiode die Keimschicht mit der Embryonalblase (Gefässhof, dunklen und hellen Fruchthof) von oben, so erkennt man in den erst erschienenen Gefässen deutlich die ersten Furehungen der Keimschicht und in den Gefässbahnen die Zwischenräume der sich berührenden Keime. Es entspricht das Randgefäss (Fig. 86, 87) (bekannt unter dem Namen *Vena* oder *Sinus terminalis*) dem Umfange der ganzen Keimschicht, und liegt sonach am Ende der grossen, horizontalen Spalte, in welche das Plasma der Keimschicht (Fig. 90 bei *b*) zerfallen war, bevor noch die Bildung der Embryonalblase statthatte. Dieser *Sinus terminalis* biegt an dem Kopf-Ende des Fötus gegen diesen letzteren und von hieraus gegen die Bauchseite des Fötus bogenartig

um (Fig. 87), der Längennulde der Keimschicht folgend, um in die untere Mulde dieser Keimschicht nach der Richtung der punktirten Linie (Fig. 88) und von hieraus an die Bauchseite des Embryo zu gelangen. Wieder kommen, nachdem die zweite Theilung der Keimschicht vollendet ist von der Bauchseite des Embryo in dem Zwischenraume zwischen dem vorderen und hinteren Blastempaare der Keimschicht und der Embryonalblase an beiden Seiten Gefässe, die sich unter rechten Winkeln von den Seiten des Embryo ablösen (Fig. 87, 88), und, immer diesem Zwischenraume folgend, sich in der Ebene der Keimschicht verbreiten. Mittlerweile hat sich in der Keimschicht selbst der capillare Gefässapparat in der bereits in meiner früheren Abhandlung angegebenen Weise in den Zwischenräumen, der daselbst gebildeten zahllosen Keime entwickelt (Fig. 88), und der erste Kreislauf hat begonnen. Untersucht man den Centralkeim mit seinen Hüllen und in der Keimschicht in der Längensansicht von der Seite, so tritt (Fig. 90 bei *a*) aus der Mitte der Keimschicht an der daselbst befindlichen Mulde ein Gefäss *ab* heraus, das vor dem Kopftheile des Embryonalkeimes gegen die Enden (das obere und das untere) der Keimblase verläuft, es ist die seitliche Ansicht des Gefässes *B* der Fig. 87; es läuft durch die scheinbare Einstülpung, welche die Amnioshaut bildet, in den Centralkeim, (jene trichterartige Einstülpung der Amnioshaut ist unter dem Namen des *Ductus omphalo-vitellinus* bekannt) und hängt dort mit den Leibesgefässen des Fötus zusammen. Dieses Gefäss wird zur *Arteria omphalo-meseraica*. In dem Centralkeime selbst ist inzwischen die Bildung zweier neuer Keime, und in diesen wieder eine neue Theilung vor sich gegangen, diese betrifft die vorderen Leibesblasen (Fig. 97), und alle hierdurch entstandenen Zwischenräume der Keime sind zur Aufnahme der Bluteanäle bestimmt. Es zeigen sich sonach zu beiden Seiten der Rumpfsäule Blutgefässe, welche derselben anliegen und bis zum Kopf- und Schwanz-Ende sich erstrecken. An einem Querschnitte sind ihnen die Stellen *m, n* (Fig. 99) angewiesen, d. h. sie bilden sich in dem Zwischenraume zwischen dem Keime der Rumpfsäule und den beiden Leibesblasen aus. Von der Seite aus bemerkt man in der Längensansicht, dass sich von der Rumpfsäule ein Gefässchen *ab* hinzieht (Fig. 114), das bald darauf den Spaltungen der Keime folgend (Fig. 115, 116, 117) in den Zwischenraum der indessen neuent-

standenen Keime *A* und *B* hintritt. So entstehen 2 Gefässchen *a c* und *b c* (Fig. 117), welche an dem Herzkeime *B* in einen Stamm zusammenfliessen, wie es auch der Lauf, der mittlerweile entstandenen Zwischenräume fordert, und ausserdem durch eine Anastomose *fg* (Fig. 117) verbunden sind. Der an der Rumpfsäule verlaufende Gefässstamm, ist die Cardinalvene *ab* (Fig. 114, 115), die Äste, welche sich von demselben lösen *bc* und *fc* (Fig. 117), um zum Herzen convergirend zu gelangen und dann in einen einfachen Gang zu verschmelzen, metamorphosiren sich zu den Jugularvenen und zu den unpaaren Venen und alle diese Metamorphosen gehen mit jenen der Keime, d. h. mit den mittlerweile erfolgten neuen Spaltenbildungen Hand in Hand. Ich werde den Ausdruck Cardinalvenen für die grossen, den Rumpfsäulenkeim in der ganzen Länge begleitenden fast zuerst gebildeten Gefässe beibehalten; von den beiden, sich aus den Cardinalvenen ablösenden Ästen soll der vordere aus dem Kopfe stammende *bc* (Fig. 117) wie bisher vordere oder obere Jugularvene heissen, (sie ist eigentlich Jugularvene und *Vena cava descendens*); die hintere oder untere *ag* (Fig. 117), die ihre Metamorphosen noch nicht beendet hat, wird später zur unpaaren Vene und heisse nun die hintere Jugularvene und ihr Stück *fc* wird von nun an mit dem Namen der Herzverbindung der Cardinalvene bezeichnet werden. Von den beiden Ästchen, in welche sich das obere Stück der Cardinalvene spaltet *fc* und *fg* (Fig. 117), geht das untere (*fc*) frühzeitig wieder zu Grund, nur zuweilen bleibt es bis zum Punkte *c* (Fig. 117) offen, wo es dann in die *Vena cava ascendens* einbiegt: dann ist die *Vena azygos* ein Inselgefäss, das im obersten Theile des Thorax ein accessorisches Lungenläppchen oben und unten umgibt, und bis an das obere kegelförmige Ende des rechten Pleurasackes den einen Ast in die Höhe sendet. Derartige Fälle von animaler Spaltung der *Vena azygos* bei Erwachsenen sind schon von Anderen mehrmals beschrieben.

Ein anderes Gefäss, das bald darauf in dieser Entwicklungsperiode von hoher Bedeutung ist, verläuft in dem Zwischenraume der sogenannten obern und untern Bauchblase, mithin zwischen den Blasen *C* und *D* (Fig. 117) des Fötus. Von dem Bauchnabel der Embryonalblase biegt es unter einem Bogen nach vorne oder oben gegen das Herz *B*. Es ist dieses Gefäss als *Vena omphalo-mesenterica* hinlänglich bekannt und beschrieben. Da es bei dem Punkte

*mb* (Fig. 117) der Cardinalvene fast ganz anliegt, so scheint es mit dieser zusammenzufließen oder in den Stamm *fc* derselben sich fortzusetzen, und daher bei *c* mithin in dem Winkel zwischen der Jugularvene und der Cardinalvene einzumünden; dem ist nicht so. Die *Vena meseraica* geht, wie es auch die Fig. 117 zeigt, nur bis zum Herzblasteme *B*, wo sie in der *Vena cava* die eigentlich schon vor ihr entstanden ist, ihr Ende erreicht, die näheren Verhältnisse werden später besprochen werden.

Endlich ist noch eines Gefässes zu erwähnen, dessen erste Erscheinung gleichfalls schon in diese Periode fällt, dessen weitere Ausbildung aber einer späteren Periode angehört; ich meine die Vertebralvenen. Ihr Keim fällt in den Raum zwischen den beiden ursprünglichen Theilen des Rumpfsäulenkeimes *n* (Fig. 99). In der Seitenansicht des Fötusleibes verläuft dieses anfangs sehr zarte aus lauter Anastomosen entstehende Gefäss hinter den Cardinalvenen bei *mn* (Fig. 116) zwischen dem Wirbelblättchen, es erreicht erst in der nächsten Entwicklungsperiode eine namhafte Grösse.

Die übrigen Gefässmetamorphosen wären ohne genaue Kenntniss der weiteren Entwicklung des Fötus kaum verständlich, und, wie bereits bemerkt, ihre Zweckmässigkeit und Nothwendigkeit plattterdings ebenso wenig wie ihre Aufeinanderfolge zu begreifen, daher ich es für nothwendig erachte, einstweilen hier abzubrechen und die weitere Entwicklung des Fötus aufzunehmen.

Ich betrachte auch hier wieder vorerst die Entwicklung der Keime in der Primitivrinne oder in der Rückenrinne des Centralkeimes, weil auch diese wieder die raschesten Fortschritte macht, und wegen der früher eintretenden geringeren Durchsichtigkeit leichter bemerkt werden können. Untersucht man einen in der Entwicklung etwas weiter vorgerückten Fötus, so bemerkt man zu beiden Seiten des Rückenmarkes zwei schmale, bandartige, der Richtung der Rumpfsäule folgende Wülste. An einem Querschnitte (Fig. 99) wäre ihnen die Stelle bei *c* anzuweisen. Dieses Blastem stösst einerseits an den Rumpfsäulenkeim, andererseits an den gleichseitigen Leibeskeim, und ist bestimmt jene Musculatur darzustellen, welche von den *Processus transversi* der Wirbel beginnt, und zur Gegend der grössten Biegung der Rippen hinzieht. Es ist daher von einer wenn auch dünnhäutigen doch selbstständigen Scheide umschlossen, die, wie man nun erkennt, mit jener, welche die tiefen Rückgratsmuskeln umgibt



in keiner andern Communication als in einer blossen Berührung steht. An den verschiedenen Gegenden der Wirbelsäule wird dieses Muskelband eine verschiedene Gestalt haben, deren Ableitung jedoch aus den ersten Veränderungen des Keimes jetzt noch nicht gegeben werden kann.

Vor diesem Muskelbände und einwärts von demselben liegt die Cardinalvene, welche durch das nun bald undurchsichtig werdende Muskelstratum der Beobachtung entzogen wird. Hinter dem Muskel, und einwärts von ihm, jedoch innerhalb des Keimes der Rumpfsäule finden sich die Vertebralvenen, die nun bald zu einer Bedeutung gelangen.

In dem Keime der Rumpfsäule sieht man jetzt die künftigen Knochenpartien deutlicher und mit schärferen Umrissen hervortreten; namentlich an gehärteten Präparaten sind die den Wirbelcanal umgebenden Bogenstücke (Fig. 109) in Form und Umrissen deutlich zu erkennen. Das Rückenmark ist bereits an Querschnitten und selbst an nichtgehärteten Präparaten zu sehen. Von rückwärts betrachtet, hat es die Form zweier paralleler, durch eine lichte Furche von einander getrennten Fäden oder Stränge (Fig. 103 *abccdd*), im Querschnitte jedoch ist ihm die Form Fig. 113 *b* eigen. Diesem zu Folge ist die Entstehung des Rückenmarkes in folgender Art zu denken: Das Blastem für das Rückenmark, sondert sich indem es seine vollkommene Durchsichtigkeit verliert, bald in Hülle und Inhalt, d. h. es entwickelt sich zum Keime. Die Hülle des Keimes wird zu den häutigen Bedeckungen des Rückenmarkes der Inhalt zum Rückenmarke selbst, und zwar scheint hier wieder (natürlich kann von einer directen Beobachtung nicht die Rede sein) die Entwicklung folgende Vorgänge zu durchlaufen:

Das Rückenmarks plasma, anfangs homogen wie immer, spaltet sich bald in zwei rundliche Keime (Fig. 104), deren weitere Formveränderungen durch die Figuren 105 und 106 dargestellt werden. Bald trennt sich in der bekannten Weise wieder die Hülle in mehrere Strata; während die äusserste Hülle ununterbrochen über das ganze Rückenmark hinüberzieht, geht die zweite Hülle zwischen die durch Furchung neu entstandenen eigentlichen Rückenmarkskeime. Hierdurch wird die hintere Rückenmarksspalte bleibend, was in der Fig. 107 angedeutet ist. Betrachtet man nun die Rückenmarkskeime von hinten, so erscheint die Stelle *ab* (Fig. 104) wegen ihrer Durch-



sichtigkeit als Lücke wie bereits oben angedeutet wurde. Jeder der beiden Rückenmarkskeime unterliegt aber einer neuen Spaltbildung (Fig. 105) und hierdurch wird in der Mitte des Keimes ein Raum *a* geschaffen, der unter dem Namen des Rückenmarksecanales hinlänglich bekannt ist. Dass dieser Raum nur ein vorübergehendes Hohlgebilde ist, dass die in ihm enthaltene Flüssigkeit eigentlich ein flüssiges Blastem darstellt, braucht nicht erst erörtert zu werden.

Durch die bisherige Metamorphose hat aber das ganze Rückenmark eine andere Form angenommen; es ist besonders in der Richtung von vorn nach hinten mehr verlängert (Fig. 105), fast von parallelogrammartiger Gestalt mit abgerundeten Ecken; der Rückenmarksecanal ist am Querschnitte eine lang gezogene, in ihrer Mitte leicht erweiterte Spalte, die nach hinten offen, nach vorne durch eine dünne Marklamelle überbrückt ist.

Vielleicht ist es hier nicht am unreechten Platze alle die weiteren Veränderungen zu erwähnen, welche das Rückenmark bei der ferneren Ausbildung eingeht. Ich habe diese natürlich nicht alle direct beobachtet, aber, gestützt auf die bisherigen Vorgänge, dünkt es mir nicht so schwer zu sein, den Entwicklungsgang aller später hinzutretenden Theile in befriedigender Weise zu erklären. Der Vorgang wäre hiernach folgender:

Jeder der 4 Rückenmarkskeime (Fig. 105) unterliegt einer neuerlichen Spaltung, wodurch acht Keime entstehen. Jedes der beiden hinteren Paare bildet durch eine kreuzweise Furchung in der mehrmal schon erwähnten Weise einen Markraum (Fig. 106, *m*), die zwei vorderen Paare dagegen bleiben bis auf ihre sich berührende Mitte getrennt, und es entsteht sonach die in Fig. 106 angedeutete Form, die hierdurch gebildete im Innern des Rückenmarkes hervortretende Form wird nach und nach in graue Masse umgebildet und so entsteht (Fig. 107) die graue Masse des Rückenmarkes mit den beiden hinteren kolbigen Enden (hinteren grauen Hörnern), den beiden nach vorne gekrümmt zulaufenden spitzen Enden (vorderen grauen Hörnern), den seitlich gegen das Mark auslaufenden Zacken, und der mittleren breiten die seitlichen Hörner verbindenden Masse (Kernstrang). An der peripherischen Schicht des Rückenmarkes, die sich zur weissen Substanz umstaltet, bemerkt man die aus der früheren Spaltung entstandenen Kerbungen, wodurch die Stränge des Markes gebildet werden, und man hat sonach (Fig. 107) zwei vordere,

innere Stränge (*aa*), zwei vordere äussere Stränge (*bb*), zwei hintere, äussere Stränge (*cc*), zwei hintere innere Stränge (*dd*). Zu diesen tritt noch der Keim *ee*, mithin ein neuer Strang (Fig. 107, *ee*) der den künftigen Seitenstrang darstellt. In den seitlichen Mulden treten Nerven ein und aus; und da jede dieser Seitenmulden eine Einstülpung der *Pia mater* erhält, sind auch die Nervenwurzel von dieser scheidenartig umgeben und isolirt.

Nach dem Gesagten wird es leicht sein, die verschiedenen Formen, welche die graue Masse an verschiedenen Stellen des Rückenmarkes darbietet auf die ursprünglichen Entwicklungsgesetze zurückzuführen.

Während das Rückenmark frühzeitig schon seine Ausbildung erreicht, ist der Kopf des Embryo noch ein häutig blasiges Gebilde, dessen Metamorphosen vergleichsweise langsam von Statten gehen. Ich werde dieselben soweit sie in diesem zweiten Zeitraume der Entwicklung nach und nach ablaufen der Reihe nach verfolgen, ohne die Darstellung durch Zahlenbeweise zu unterbrechen.

An dem vorderen Ende der Primitivrinne zwischen den beiden Leibesblasen befindet sich ein kugelförmiges Blastem, welches durch Spaltung in ein Kopf- und in ein Halsblastem übergeht (Fig. 121). Zur genauen Orientirung werde ich die Blase *A* die Kopfblase, die Keimblase *B* die Halsnackenblase nennen. Sie sind natürlich einerseits von dem allgemeinen Überzuge des Centralkeimes, andererseits ganz nach Art der bisher beschriebenen Keime im ersten Momente der Bildung von einer zarten membranartigen Schicht umgeben. Das Blastem des Raumes *ab* (Fig. 121) der rings um beide Keime äquatorial herumgeht, ist, wie bisher immer so auch hier, wegen seiner völligen Durchsichtigkeit nicht zu sehen, jedoch für die spätere Entwicklung äusserst wichtig; diesen Raum werde ich und zwar seinen hinteren Theil (*a* Fig. 121) Hirnnackenrinne, seinen vorderen Theil (*b*) Hirnkieferrinne nennen. Die anfangs ganz homogenen Blasteme *A* und *B* zeigen sehr bald die bekannte Spaltung und jedes übergeht in der gewöhnlichen Weise in einen zart- und dünnwandigen Keim. Diesen so eben beschriebenen Vorgang habe ich übrigens nicht bloss aus analogen Fällen erschlossen, sondern in der That beobachtet. So haben sich das Hirn- und Nackenblastem als Hirn- und Nackenkeim gestaltet. Beide ragen anfangs aus der Ebene der Leibesblasen noch nicht heraus, da sie keine so beträcht-

liche Dicke haben als diese und der Embryo scheint daher auch jetzt noch flach auf der Keimblase zu liegen (im Sinne älterer Schriftsteller) nur sein vorderes Ende erscheint etwas angewulstet und zugerundet.

Von nun an werde ich die Rückenansicht des Fötus verlassen, und immer zur Seitenansicht übergehen (Fig. 121); um jedoch durch die Entwicklung der Leibesblasen nicht weiter gestört zu werden, werde ich bloss die Rumpfsäule mit der Hirnblase betrachten und darstellen, und erst zum Schlusse wieder das ganze im Zusammenhange untersuchen, Leibblase mit der Rumpfsäule verbindend.

Die erste Metamorphose der Hirnblase ist eine neue Quertheilung des Blastems, wodurch sich der Inhalt der Hirnblase in zwei runde Blastemmassen *C* und *D* theilt (Fig. 122), aus denen die Keime für das Vorderhirn und die Vierhügel hervorgehen. Mit jeder Theilung oder Spaltbildung findet aber auch eine Vergrößerung der ganzen Mutterblase Statt, und zwar immer in einer auf der Furchungsfläche senkrechten Richtung und wie ich glaube in einem bestimmten numerischen Verhältnisse, das später zur Sprache gebracht werden soll. Durch diese Vergrößerung überragt die Hirnblase nun nicht allein die Nackenblase gegen die Bauchseite des Fötus, sondern auch die beiden Leibesblasen des Fötus (Fig. 123); hierdurch gewinnt es wieder das Aussehen, als habe der Kopf des Fötus in der Gegend des Nackens eine Biegung nach vorne erhalten, was bekanntlich unter dem Ausdrucke Kopf-Nackenbeuge bekannt ist. Alle diese Lageveränderungen, welche der Fötus oder einzelne Theile desselben annehmen scheinen, sind in der That keine solchen, sondern gehen immer aus einer ungleichen, in einer Richtung besonders ausgesprochenen Entwicklung hervor.

Auf die Scheidung des Vorder- und Mittelhirnblastems folgt bald eine neue Blastem- und Keimentwicklung. Sie wird zuerst sichtbar in der Furche zwischen den genannten Blastemen (oder spätere Blasen *C* und *D*, Fig. 122), und erscheint als länglich rundes Blastem (das sich nachher zur Blase entwickelt). Es ist das Sehhügel-Blastem (*E*, Fig. 124) oder die Sehhügelblase, das unter dem Namen Zwischenhirn bekannte blasenartige Gebilde. Im Beginne ist übrigens nur der obere Theil dieses Keimes oder der Blase vermög seiner Undurchsichtigkeit zu erkennen, nach unten, ist wegen der vollkommenen Durchsichtigkeit aller Theile erst Weingeist-Zusatz nothwendig um diese verschiedenen Blasteme und Keime hervortreten zu

machen; später ist dieser Zusatz nicht mehr nothwendig, die Scheidung tritt auch für das unbewaffnete Auge schon deutlich hervor.

Sieht man nun die Hirnblase von der Scheitelfläche an, so bietet sie eine längliche Form dar, deren beide Pole gewöhnlich scharfe Krümmungen zeigen. Bei *A* und *B* (Fig. 125) sieht man die mittlerweile wieder gespaltenen Vorder- und Mittelhirne, in der Mulde zwischen beiden Vorderhirnen *AA* erscheint das Zwischenhirn *C*, die beiden Räume zur Seite des Zwischenhirns *m* (Fig. 125) dienen erst später zur Aufnahme neuer Keime; in ihnen entstehen, wie weiter unten gezeigt werden soll, die Augenblasen und die Keime für die Muskel des Kau-Apparates.

Durch die Entwicklung des Zwischenhirnes, wird die Hirnblase noch mehr in der Richtung von vorn nach hinten verlängert, die Nackenbeuge tritt dadurch um so deutlicher hervor.

Während die Bildung dieser grossen Hirnabtheilungen erfolgt ist, hat eine nicht minder wichtige und interessante Bildung in dem Nackenblasenblasteme stattgefunden. Auch dieses Blastem hat sich durch Quertheilung in zwei Kugelmassen gestaltet (Fig. 126 *BA*), ein Process, der seines raschen Vorübergehens wegen und zufolge der grossen Schwierigkeit vom Fötus eine seitliche Ansicht zu erhalten, nur äusserst schwer direct beobachtet werden kann, aber durch seine Folgen so klar am Tage liegt, dass eine andere Deutung nicht möglich ist. Von diesen beiden aus der sogenannten Nackenblase hervorgegangenen Blasteme soll das vordere *A* mit dem Namen Kiefer-Halsblastem (später Keim) bezeichnet werden, für das hinter diesem liegende Blastem *B* werde ich den bisher gebräuchlichen Namen Nackenhöcker beibehalten.

Das Kieferhalsblastem ist tief in die Primitivrinne zwischen die beiden Leibesblasen eingesenkt und liegt unmittelbar unter und über dem Herzen mit dem es, wie weiter unten erörtert werden soll, durch mehrere kurze Gefässe zusammenhängt. Es ist bestimmt alle vom Oberkiefer abwärts bis zur Brust liegenden Theile zu bilden, was wieder nur auf dem Wege einer fortgesetzten Theilung geschieht.

Zu den eben betrachteten Blastemen treten bald wieder neue hinzu, die in den zwischen den kugeliichen Massen gebildeten Räumen ihren Platz erhalten. Zuerst entwickelt sich nämlich in der oberen Mulde *a* (Fig. 127) zwischen Nackenhöcker und Kiefer-Halsblastem



ein neues rundliches Blastem *a* (Fig. 130) dem bald darauf ein anderes zwischen der Hirnblase und dem oberen Rande des Halsblastemes folgt *b* (Fig. 131); hiervon nimmt das hintere, zuerst sichtbare (*a*) die Gestalt des Muldenraumes an, und erscheint daher (es haben sich natürlich alle diese Blasteme paarig und symmetrisch entwickelt) im Horizontalschnitte oder von oben her gesehen, in der Form der 132. Figur, wo *ef* das Kieferhalsblastem, den Horizontalschnitt des Nackenhückers, *m* aber den zwischen diesen beiden Blastemen neu eingetragenen Theil bedeutet, dessen Form im Aufrisse in der Fig. 130 *a* dargestellt ist. Dieses Blastem, oder der aus ihm hervorgehende Keim ist in der Entwicklungsgeschichte unter dem Namen des Fortsatzes vom ersten Kiemenbogen bekannt, dessen Stellung zum ersten Kiemenbogen sogleich erörtert werden soll. Ich werde ihn ebenso wie die zweite kugelartige Blastemmasse (Fig. 131, *b*), welche zwischen der Hirn- und Kiefer-Halsblastemmasse erscheint, und längere Zeit in seiner rundlichen Form besteht, Oberkiefergaumen-Blastem nennen, da seine Entwicklung besonders für diese Theile des Gesichtsskeletes bestimmt ist. Der untere Theil der Mulde *a* (Fig. 129) zwischen den beiden Hauptkeimen des Halses, ist noch lange, selbst bei Embryonen von 4—6 Linien Länge zu sehen, dient jedoch keinem bemerkenswerthen Keime zur Aufnahme; es ist nur zu erwähnen, dass die kleineren seitlichen Muskeln, welche an der Seite der Rumpfsäule sich ansetzen wie die *Musculi semispinales* gerade zwischen den beiden Halskeimen mit einem zugespitzten Ende aufhören.

In dem Kieferhalsblasteme, das sich nun mittlerweile zum bläsigen Keime gebildet hat, folgen nun rasch mehrere horizontale Quertheilungen und zwar: Zuerst folgt eine Theilung in zwei über einander liegende rundliche Blasteme (Fig. 128, 1 und 2), das untere davon (nämlich dass in der Zeichnung mit 2 bezeichnete) spaltet sich abermals in derselben Richtung (Fig. 129, 1, 2, 3) und es entstehen sonach 3 über einander liegende Blasteme, nachherige Keime, von denen der oberste der längste, der unterste der kürzeste ist. Man hat diese Keime mit dem Namen Kiemenbogen belegt und sie von oben nach unten als 1., 2., 3. Kiemenbögen unterschieden. Über die Frage, ob noch mehr als drei Kiemenbögen vorhanden sind, weiter unten. So sind die Kiemenbögen nichts weiter als die seitlichen rundlichen Flächen der aus fortgesetzter Theilung hervorgegangenen



Blastemmassen, und der Ausdruck Kiemenbogen ist eben so wenig geeignet, ihre Bestimmung auszudrücken, wie jener Visceralbogen. Auf einem Quer-Durchschnitte nach der Linie *ab* (Fig. 128) haben sie die in 136 und 137 dargestellte Form die keine ideale, sondern eine von mir wirklich präparierte ist, wie es überhaupt keine besondere Schwierigkeit hat, alle diese angegebenen Formen selbst bei 4—5 Linien langen, frischen Schaf-Embryonen noch zu erkennen. Die zwischen den Kiemenbogen verlaufenden Vertiefungen (fälschlich Kiemenspalten genannt) von denen zwei grössere und eine unbestimmte Zahl kleinere bestehen, haben nun keine andere Bedeutung als die der gewöhnlichen Keimmulden; auch sind sie nicht leer, sondern mit Blastemmasse fortwährend gefüllt.

Nun erst wird das Verhältniss zwischen dem ersten Visceralbogen und seinem sogenannten Fortsatze klar. So lange letzterer noch klein ist, scheint er vom 1. Bogen rechtwinkelig nach oben zu laufen (Fig. 139); dagegen grösser geworden, und mit dem eigentlichen Oberkieferblasteme *b* verbunden (Fig. 131) scheint er sich allmählich umzulegen, indem nun seine lange Axe parallel der langen Axe des Kiemenbogens verläuft (Fig. 140).

Indem nun bald eine, bald die andere der Begrenzungslinien des einen oder des andern Keimes deutlicher hervortritt, nehmen die sogenannten Kiemenspalten verschiedene Formen an. So zeigt der erste Kiemenbogen häufig der Fig. 141 *a* gegebene Gehalt, deren Bildung aus der beigegebenen schematischen Form ersichtlich ist, in der die, wegen ihrer Zartheit verschwindenden Grenzlinien der einzelnen Keime als punktirte Linien verzeichnet sind.

In den muldenartigen Räumen nun, welche zwischen den der Reihe nach sich entwickelnden Keimen vorhanden sind, bilden sich nach einem bekannten Gesetze Bluteanäle, die unter dem Namen der Aortenbögen von jeher die Aufmerksamkeit auf sich zogen. So wie die Entwicklung der Halskeime von oben nach unten erfolgt, dass zuerst zwei, dann 3 Kiemenbogen (davon die unteren zwei durch Spaltung der ursprünglichen zweiten Visceralmasse) dann 4 u. s. w. (immer wieder durch Spaltung der unteren Visceralmassen) sich bilden, in derselben Weise erfolgt die Bildung und Vermehrung der Aortenbögen von oben nach unten, und es lässt sich ebensowohl aus der Zahl der sogenannten Aortenbögen auf die Zahl der zwischen ihnen laufenden Keime, als auch umgekehrt schliessen. Was nun die

Frage über die Zahl der sog. Kiemenspalten und Aortenbogen betrifft, so liegt die Schwierigkeit der Beantwortung in dem Umstande, dass die Vermehrung derselben, durch Spaltung der unteren erfolgt, und daher eben die unteren Kiemenbogen immer kleiner und kleiner werden, wie es in der 142. Figur dargestellt ist, und endlich wegen ihrer Kleinheit der Beobachtung sich gänzlich entziehen. Die ganze Frage über die Zahl der Kiemenbogen hat übrigens keine besondere Bedeutung, denn nur der erste und allenfalls der zweite Visceralbogen dienen zur Darstellung wichtiger Theile des Gesichtes und Halses; alle übrigen Kiemenbogen dagegen, und wäre auch deren Zahl nahe an zwanzig, dienen ohnedies nur zu Herstellung der oberflächlichen Gebilde des Halses und finden in den Blastem-Entwickelungen anderer Organe ihre vielfachen Analogien.

Ich würde, so wie ich den Ausdruck „Fortsatz des ersten Kiemenbogens“ in Oberkiefergaumen-Keim verwandelt habe, für den ersten Visceralbogen den Namen Unterkieferkeim vorschlagen, da er, wenn auch nicht völlig, doch zum grössten Theile die künftige Umgestaltung dieses Keimes ausdrückt: dagegen lässt sich eine ähnliche der Bedeutung der Theile entsprechende Nomenclatur bei den übrigen Kiemenbogen aus dem Grunde nicht angeben, weil diese Kiemenbogen keine permanenten Gebilde sind, sondern einer fortwährenden Theilung und Vermehrung unterliegen.

Was nun die Bedeutung der sogenannten Aortenbogen betrifft, so muss ich leider von der hergebrachten Meinung abweichen der zufolge die drei ersten der sogenannten Aortenbogen sich zur bleibenden Aorta und Pulmonalarterie umgestalten sollten; dazu sind sie durch ihre Lage durchaus nicht geeignet, dann auch fällt die Entwicklung der Keime für die Gefässe, aus welchen die Aorta und Pulmonalarterie entstehen, mit der Entwicklung anderer Keime zusammen, von denen in der gegenwärtigen Entwicklungsperiode des Fötus eben noch keine Rede ist. Die sogenannten Aortenbogen entwickeln sich vielmehr zu jenen arteriellen Gefässen, welche im Gesichte oder am Halse zu beiden Seiten in der Richtung von hinten nach vorne verlaufen und namentlich zwischen den genannten Theilen die aus den Kiemenbogen entstehen, ihre bleibende Lage erhalten. Diese Gefässe sind: der Hauptast der *Arteria maxillaris interna*, die *Arteria transversa faciei*, die *Arteria maxill. externa* und deren Äste. Es sei mir erlaubt, bei einer späteren Gelegenheit, bei der ich

diese Arterien und deren Entwicklung mehr übersichtlich zusammenstellen will, wieder und ausführlicher darauf zurückzukommen.

Verfertigt man sich nun in dieser Entwicklungsperiode in der Gegend der Kiemenbogen Querschnitte durch den ganzen Fötus so ist die Form derselben noch eine sehr einfache. Ich habe sie in der 136., 137., 143., 144. Figur wiederzugeben versucht. Man sieht in derselben (die Figur ist fast in der Höhe des Herzens geschnitten) bei A den Querschnitt des Rückenmarkes, dass sich daselbst zu einem dünnhäutigen, von beiden Seiten etwas plattgedrückten Rohre erweitert. Es ist dieser Theil des Rückenmarkes der Nackenhöcker oder die künftige *Medulla oblongata*. Der ganze Durchschnitt hat eine länglich-runde Form mit einer ungefähr der Mitte entsprechenden queren Einschnürung; der Kiemenbogen *abm* schliesst sich an das Rückenmark in Gestalt eines gegen dasselbe leicht geöffneten Ringes an, der eine der Dottersubstanz an Farbe ähnliche gelbe Masse enthält. Die Entwicklungsweise ist folgende:

Die ganze Bildungsmasse, aus der alle Theile des Halses und des Gesichtes sich entwickeln, liegt als ein auf dem Querschnitte rundlich gestalteter Keim an dem oberen Ende der Primitivrinne. Aus dem Inhalte dieses grösseren gemeinschaftlichen Keimes entwickeln sich wieder durch Quertheilung zwei neue, anfangs gleich grosse, bald jedoch ungleiche Keime (Fig. 157) von denen der vordere *b* der Keim für die sogenannten Kiemenbogen, der hintere *a* der Keim für das Rückenmark und die *Medulla oblongata* ist. Der Keim *b* zeichnet sich durch rascheres Wachsthum aus, und das ganze Halsblastem erhält nun die Form (Fig. 158). In jedem dieser Keime erfolgt nun in der bekannten Weise die Trennung von Peripherie und Inhalt, welche Trennung theils durch die grössere Festigkeit, theils durch die weissere Farbe der peripheren Lagen besonders und zuerst hervortritt. Der Keim *b* (Fig. 157) nimmt dann zuerst die Form (158) *bb* an, indem er durch eine Längsfurchung in zwei Theile zerfällt; es entsteht im Durchschnitte die Form 137, so dass die Kiefer-Halsmasse von einer senkrechtstehenden Scheidewand in der Richtung von vorn nach hinten durchzogen wird. Im Rückenmarksblasteme ist eine ähnliche Bildung erfolgt, und diese erscheint als ein nach hinten dünnwandiger, zu beiden Seiten und nach vorne etwas dickwandigerer mit halbflüssiger Masse gefüllter Schlauch. Zwischen den beiden Blastemen *a* und *b* befindet sich aber an jeder

Seite ein kleiner, dreieckiger Raum (Fig. 158 *m*) der bei der Vergrößerung der ganzen Halsmasse zur Aufnahme neuer Keime befähigt ist; die neu entstandenen Keime erscheinen gleichfalls als Bläschen (Fig. 159 *c*) und sind die Keime des Gehörorganes, Ohrbläschen gewöhnlich genannt. Die Bildung dieser Ohrbläschen erfolgt übrigens in der Höhe der ersten Kiemenspalte, mithin zwischen dem ersten und zweiten Kiemenbogen, am hinteren Ende der von diesen beiden Blastenmassen gebildeten Furche (Fig. 128 *m*). Ist nun das gesammte Halsblastem gleichsam im ersten Entwurfe fertig, so zeigt es sich in der Form der Figur 137, welche aus den schematischen Formen 137—160 leicht verständlich ist. Die Wand, welche das gesammte Halsblastem umgab, ist mit der Wand des Kiefer-Halsblastems in eins zusammengeschmolzen; letzteres scheint sich daher gegen das Rückenmark hin gabelig zu theilen und beiderseits das Ohrbläschen zu umfassen. Hiermit ist der erste Ausbau des Halsblastems beendet.

Der besseren Übersicht wegen will ich die weiteren Entwicklungen der Kiemenbogen, ungeachtet sie einer späteren Föetalperiode angehören, verfolgen, dabei jedoch von der Entwicklung des Innenraumes dieser Bogen vorläufig ganz absehen.

Jede Hälfte des in der 160. Figur dargestellten Kiemenbogens wird bei weiterer Grössenzunahme eine neue Theilung eingehen, welche in der 161. Figur dargestellt ist. Hierdurch erhält der Innenraum der Kiemenbogen eine ungleich fünfseitige Figur; die an Breite sehr vergrößerten beiden Hälften der Kiemenbogen scheinen nun gegen das Rückenmark hin nur durch ein dünnes Querstück (Fig 143) zusammenzuhängen, das von nun an eine ganz andere Entwicklung als die Kiemenbogen durchmacht und namentlich zum Basilartheile des Hinterhauptbeines und zum hinteren Keilbeinkörper sich heranbildet. Davon später.

Diese nachfolgende Theilung der Kiemenbogen und zwar des 1. und 2. ist auch in seitlichen Aufrissen deutlich sichtbar. Die Kiemenbogen gehen nämlich aus der in der 140. Figur verzeichneten Form allmählich in jene der Figur 154 und 153 über. Hierbei erscheint die hintere Hälfte jedes Kiemenbogens anfangs höher als die vordere, wie es auch in der Figur angedeutet ist; bei der weiteren Entwicklung stellt sich diese Ungleichheit wieder ab, oder es tritt eine im entgegengesetzten Sinne ein.

In jeder der durch diese verschiedenen Theilungen entstandenen Mulden bilden sich nun Blutgefässe aus, und zwar erscheint ein



Gefäß zwischen der Nackenblase und der Kiefer-Halsblase in senkrecht zur Hirnblase aufsteigender Richtung das um die Ohrblase einen Kranz bildet (Fig. 135), dann zwischen dem Vorder- und Mittelhirn verläuft, und gegen den Scheitel hin, in viele Äste gespalten endet; es ist die *Arteria temporalis* im oberen, die *Carotis externa* im unteren Theile. Die fälschlich sogenannten Aortenbogen treten später mit diesem Gefäße in Verbindung, und erscheinen dann nicht mehr als Äste der Aorta, sondern als Äste dieses neuen Gefäßes (der *Art. Carotis*). Es erscheint ein Ast zwischen Hirnblase und Kiefergaumenkeim (Fig. 135) die spätere *Art. maxillaris interna*; dann ein Ast 2 (Fig. 135) am oberen und ein Ast 3 am unteren Rande des ersten Kiemenbogens; sie bilden später Äste der *Arteria maxill. externa* und zwar 2 als Mundschlagadern, 3 dagegen als *Arteria submentalis*, und sind in der Entwicklungsgeschichte als 1. und 2. Aortenbogen bekannt.

Der dritte sogenannte Aortenbogen, der zwischen dem zweiten und dem 3. Kiemenbogen sich entwickelt, geht mit dem neugebildeten Stämmchen der *Art. carotis* eine ähnliche Verbindung ein, während seine Ursprungsstelle aus der *Arteria aorta* obliterirt. Es entstehen sonach aus diesem 2. Aortenbogen wie es scheint, die *Arteriallingualis*, deren Stamm in der Rinne zwischen dem 2. und 3. Kiemenbogen verläuft (Fig. 135, 4), bei der später eintretenden senkrechten Theilung des 2. Kiemenbogens entsteht aus dem horizontalen Stamme der Zungenarterie ein senkrecht aufsteigendes Zweigchen (135 c), welches bald als Fortsetzung der Zungenarterie erscheint und zuletzt die stärkere Blutwelle empfängt, so dass die horizontale Fortsetzung der Zungenarterie zu einem kleinen horizontalen Ästchen, der *Arteria hyoidea* zusammenschrumpft.

Der vierte sogenannte Aortenbogen (Fig. 135 c) verliert gleichfalls seine Verbindung mit der eigentlichen Aorta, und erscheint als ein Ast, der senkrecht an der Halsblasenmasse ansteigenden Carotis. Er verläuft zwischen dem dritten und vierten Kiemenbogen, und bildet ein bogenartig nach unten sich umbiegendes Gefäß (das Überbleibsel des ehemaligen dritten Aortenbogens), das in die spätere *Arteria thyroidea superior* sich umzubilden scheint. Die horizontale Fortsetzung des dritten Aortenbogens (Fig. 135, 5), die zwischen dem dritten und vierten Kiemenbogen bis gegen den vorderen Umfang desselben verläuft, wird aller Wahrscheinlichkeit nach



zur späteren *Arteria laryngea superior*. Einen aufwärtssteigenden Ast entwickelt dieser Aortenbogen nicht, da in dem über ihm liegenden Kiemenbogen eine senkrechte Furchung nicht eintritt.

Dies ist die wahrscheinliche Entwicklung der dritten Aortenbogen; Schritt für Schritt, wie die Bildung und weitere Entwicklung der Kiemenbogen und ihrer Abtheilungen erfolgt, geht auch die Entwicklung der Gefäße, der Stämme und Zweige vor sich, und jede Anomalie in der Bildung der erstgenannten Theile setzt auch eine solche in dem Laufe und der Vertheilung der Gefäße. Dagegen sind der bleibende Bogen der Aorta, ferner die Pulmonalarterie, deren Entstehung man aus den bisher sogenannten Aortenbogen abzuleiten versuchte, offenbar Bildungen einer späteren Periode, da weder die Organe schon vorhanden sind, denen sie Blut zuführen sollen, noch für dieselben Raum vorhanden ist, indem sich ihre Rinnsale erst durch weitere Spaltung entwickeln müssen.

Gleichzeitig mit diesen Metamorphosen und noch früher bevor das Ohrbläschen sichtbar wird, hat sich zu beiden Seiten der Vorderhirnblase die Augenblase entwickelt. Bei normaler Bildung ist für jedes Auge ein gesonderter Keim vorhanden, und wenn sich in einem Falle nur ein Augenkeim zeigt, so ist dies eben eine Anomalie, deren Erklärung leicht gegeben werden kann. Die Augenblase oder der Augenkeim entsteht aus dem anfangs homogenen Blasteme zwischen Vorder- und Mittelhirne in der für solche Bildungen bereits oft erörterten Weise. Der ganze Vorgang scheint aber sehr rasch zu erfolgen, denn fast immer sieht man den Augenkeim von bläschenartiger Form, und nur ein einziges Mal glaube ich ihn in Gestalt einer homogenen Blastenmasse beobachtet zu haben. Die Stelle an der der Augenkeim sich bildet, ist für die Form desselben vom Einflusse. Die Augenblase hat nämlich anfangs keine vollkommene Kugelform, sondern ist von aussen nach innen plattgedrückt und gegen den hinteren Umfang breiter als gegen den vorderen. Der Grund dieser eigenthümlichen Form ist folgender: Der Augenkeim als ein erst nach der Bildung der Hirnblasen entstandenes Gebilde erhält zuerst die Form des Raumes, welchen diese Hirnblasen zwischen sich gelassen haben. Legt man nun in der 124. Fig. einen Querschnitt nach der Linie *ab* so hat dieser ungefähr die in 125 dargestellte Gestalt. Die zwischen dem Vorderhirn und dem Mittelhirn befindlichen Räume *m* nehmen in ihrer vorderen Hälfte den Augenkeim auf, der demnach

die in 123 *C* dargestellte Figur annehmen muss. Der hintere Theil der Mulde *m* (Fig. 125) gestaltet sich zu der *Fossa temporalis*. Erst bei der weiteren Ausbildung ändert sich die ursprüngliche Form der Augenblase und macht einer mehr rundlichen oder auch einer lang gestreckten elliptischen Platz, auch greift diese Blase, welche sich namentlich bei Vogel-Embryonen bald sehr stark vergrößert, rasch nach hinten über, und ein in einem etwas späteren Entwicklungsstadio geführter Querschnitt der Augenblase zeigt eine elliptische Form.

Im seitlichen Aufrisse ist der Augenblase, die in Fig. 127 angegebene Stelle anzuweisen. Sie liegt eingeschlossen in der gemeinschaftlichen Hirnblase in der vorderen Hälfte derselben und deckt einen Theil der Seitenfläche des Vorderhirns. Nach Art der Keime überhaupt ist sie mit einer anfangs dicken Wand versehen, und von einem Ringgefäße umgeben, das später in das Innere der Augenblase Ästchen absendet. Über die weitere Entwicklung wird später gesprochen werden.

Endlich ist noch eines andern in dieser Periode erst hinzugekommenen Keimes Erwähnung zu thun. Es ist der Keim für das Kleinhirn. Seine Stelle findet er in dem dreieckigen Raume zwischen dem Mittelhirne und dem Nackenhöcker, seine Form ist diesem Raume zum Theile angepasst. Von der Seite gesehen, erscheint er als solider rundlicher Keim zwischen den bezeichneten Stellen in der Fig. 131 *K* dargestellten Form; von rückwärts betrachtet, hat er eine länglich-runde Gestalt, wie er in der Fig. 168 *k* dargestellt ist. Noch in dieser Entwicklungsperiode beginnt seine Vergrößerung und weitere Metamorphose. Die beiden entgegenstehenden Keime wachsen allmählich, genau der Form des Muldenraumes sich anpassend gegen die Mittellinie des Foetus hin, an der sie zuletzt, wie die Fig. 169 *K* zeigt, zusammenfließen. Auch in seitlicher Richtung vergrößert sich jeder Kleinhirnkeim und der Form und Richtung der Hirnnackenmulde folgend, erhält er allmählich die in Fig. 140 *K* angegebene Gestalt.

So sind die ersten Umriss der Kopf- und Halstheile vollendet. Einige Zeit hindurch tritt ausser einer Vergrößerung keine merkliche Veränderung ein; es sind gleichsam die Umfassungsmauern aufgeführt, und die Natur ist von nun an geschäftig, in den von denselben umschlossenen Räumen neue Schöpfungen hervorzurufen und die Keime der inneren Organe anzulegen.

Überblicken wir noch einmal das Bisherige, so sehen wir folgende Keime angelegt und deutlich von einander abgegrenzt: 1. In der Hirn- oder Kopfblase: das Vorderhirn, den Schlügel- den Vierhügelkeim; den Augenkeim. 2. In der Halsblase: den Unterkieferkeim (den ersten Kiemenbogen), den Halskeim (2. und 3. und die folgenden Kiemenbogen), dann den Nackenkeim (den Nackenhöcker); ferner 3. als Schaltgebilde, *a*) der Oberkiefergaumenkeim (Fortsatz des ersten Kiemenbogens), *b*) den Ohrkeim (das Ohrbläschen), *c*) als Schaltgebilde zwischen Hirnblase und Nackenblase nach vorne den Stirn-Nasenkeim, nach hinten den Kleinhirnkeim (Hinterhirn). Die verschiedenen Ansichten, welche der Kopf und Hals des Embryo in dieser Periode darbieten, habe ich bereits gegeben, nur der Frontaufriss ist noch beizubringen. Die Figuren 170—174 stellten auch diesen dar. Hierbei sind *aa* die beiden Blasen des Vorderhirns, *b* und *c* sind Schaltgebilde; das erstere unpaarig zwischen den beiden Vorderhirnblasen gelagert wird später zum Nasenfortsatze des Stirnbeines, die Blasteme *c* sind spätere Schaltgebilde zwischen den Vorderhirnblasen und metamorphosiren sich später zum Augenbrauenbogen des Stirnbeines. Etwas weiter nach aussen und nicht in der Ebene des Papiers, in der die meisten anderen Theile liegen, sondern hinter derselben bemerkt man das vordere Ende (*m*, 171) der Oberkieferkeime (der Fortsätze des ersten Kiemenbogens), nach unten den in der Mitte geschlossenen ersten Kiemenbogen (Unterkiefer) unter diesem den zweiten und dritten Kiemenbogen (Fig. 173). Zwischen den Stirn-Nasenkeimen, den Ober- und Unterkieferkeimen ist dem Anscheine nach eine weite mehrwinkelige Öffnung (Fig. 172, 173), deren unterer Theil sich zur Mundspalte umbildet. Diese Öffnung ist aber nur scheinbar, denn die vollkommene Durchsichtigkeit aller Theile der Hirn- und der Halsblase, mit Ausnahme der als besondere Keime bezeichneten Stellen hindert das Erkennen des ringsum in sich geschlossenen Keimes. Erscheint daher später eine Mundöffnung, so ist diese nicht das Überbleibsel einer im Embryo vorhandenen Gesichtsspalte, sondern eine Neubildung, die aus der Resorption der zwischen den einzelnen Keimen befindlichen gallertartig weichen Theile hervorgegangen ist. Nach dem verschiedenen Entwicklungsgrade der umgebenden Theile ist übrigens auch die Form der scheinbaren Gesichtsspalte eine sehr verschiedene, wie unschwer aus der Zusammenstellung des bisher Gesagten hervorgeht.

Durch die fortwährende Grössenzunahme der Hirn- und Halsblase ist aber eine eigenthümliche Stellung dieser Theile mit Nothwendigkeit entstanden. Man wird sich aus dem Früheren erinnern, dass die Primitivrinne bestimmt ist, die Keime für die Rumpfsäule, den Hals und den Kopf aufzunehmen. Diese Primitivrinne, ist aber keine oben und unten abgeschlossene Rinne, sondern sie läuft eben meridianartig um die ganze Fötusblase herum. Die Vergrösserung der Hirn- und Halskeime ist daher nur nach der Richtung dieser Furche möglich und daher sieht man, wie sich Hals und Kopf des Fötus immer mehr nach vorne und besonders beim Huhne nach unten krümmen, so dass sie endlich in die Stellung kommen, welche ich in der 175. Figur abgebildet habe. Je nach der Entwicklung der sogenannten Kiemenbogen, mithin nach der längeren oder kürzeren Bildung des Halses wird diese Krümmung eine mehr oder minder bedeutende sein, und es gibt sich daher schon frühzeitig ein Unterschied in dieser Krümmung nach den verschiedenen Thierelassen kund. Bei Vögeln ist wohl diese Krümmung am stärksten und der Scheitel des Embryo erreicht, wie es auch in der 175. Figur dargestellt ist, die Mitte der Bauchfläche des Embryo. — Alle diese am Fötus erscheinenden Beugungen haben daher mit eigentlichen Ortsveränderungen nichts gemein, sondern sind die natürliche Folge des allmählichen Anwachsens der Keime in einem verhältnissmässig beschränkten Raume.

Während diese Veränderungen am oberen Ende der Primitivrinne vor sich gegangen sind, ist der mittlere und untere Theil derselben der Schauplatz nur geringer Umstellungen geworden. Die Anzahl der Wirbelplättchen hat sich vermehrt, und sie erstrecken sich bis in das Schwanz-Ende des Fötus; letzteres wächst im unteren Theile der Primitivrinne gegen die Bauchseite des Fötus vor (Fig. 114—120) und endet an dem vorderen Theile des Fötus ganz nahe dem Nabelstrange mit einem zapfen- oder kolbenförmigen Ende. Der Theil der Bauchrinne, der zwischen dem Kopf- und Schwanztheile des Fötus übrig bleibt, wird zu anderen Bildungen verwendet, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Ich glaube nun, die bisherige Darstellung unterbrechen zu müssen, um zu den Beweisen übergehen zu können, dass die Bildung aller der genannten Theile keine andere sei, als eine solche, die durch Spaltbildung aus dem ursprünglich homogenen Blasteme her-



vorgegangen. Auch hier wird sich in allen den Keimen eine Aussenwand nach einem bestimmten numerischen Gesetze aus der homogenen Substanz ausscheiden, dieser werden allmählich die inneren Schichten sich anlagern aber nicht in einer ganz beliebigen Dicke, sondern immer in einem durch das Entwicklungsgesetz der Keime gebotenen Verhältnisse.

Ich habe eine Reihe Messungen sowohl an unversehrten und durchsichtigen Präparaten, als auch an gelungenen Querschnitten angestellt, deren Zweck war, das allgemeine Bildungsgesetz auch an den verschiedenen Hirn- und Halsblasen bei deren Entwicklung nachzuweisen. Ich benützte hierzu Hühnerembryonen aus verschiedenen Entwicklungsstadien. Die Berechnung geschah nach den bereits zur Genüge auseinander gesetzten Grundsätzen; die Resultate der Berechnung sind in den Tabellen so geordnet, dass der Unterschied zwischen Messung und Rechnung leicht in die Augen fällt.

Hirnblasen, an denen noch keine Andeutung weder vom Vorderhirn noch vom Mittelhirn zu erkennen waren, habe ich nur wenige gemessen. Ihre Form ist entweder eine elliptische oder eine biscuitartige; *ab* ist der Durchmesser der ganzen Hirnblase, *cd* jener, der mit halbflüssigem Blasteme gefüllten Höhle. Die Messung und Berechnung findet sich in der nachfolgenden Tabelle übersichtlich geordnet.

18. Tabelle.

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet			Berechnet <i>cd</i>	Werth von <i>n</i>
			Aussenwand <i>A</i>	Innenwand <i>B</i>	Markraum <i>C</i>		
333	<i>a b</i>	280	94·0	93·0	93·0	$C+B+\left(\frac{A-1}{3}\right)=217\cdot0$	3
	<i>c d</i>	215	.....	.....	.....		
334	<i>a b</i>	290	97·33	96·33	96·33	$C+B+\left(\frac{A-1}{4}\right)=216\cdot74$	3
	<i>c d</i>	216	.....	.....	.....		
335	<i>a b</i>	349	117·0	116·0	116·0	$C+B+\left(\frac{A-1}{4}\right)=261\cdot00$	3
	<i>c d</i>	261	.....	.....	.....		

Zahlreichere Messungen stehen mir für die einzelnen Abtheilungen der Hirnblase, das Vorderhirn, das Zwischenhirn, das Mittelhirn zu Gebote.



Am einfachsten gestalten sich die Verhältnisse bei dem Zwischen-, Mittel- und Nachhirn, da diese lange Zeit hindurch unpaarige und ungetheilte Blasen darstellen, complicirter dagegen bei dem Vorderhirn, wo die ursprünglich einfache Blase bald in zwei zerfällt. — Die Einrichtung der nachfolgenden Tabelle ist die bekannte.

19. Tabelle.

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet			Berechnet $c d$	Werth von $n$
		Aussenwand $A$	Innenwand $B$	Markraum $C$		
a) Hinterhirn.						
336	$ab$	103·0	25·5	25·5	52·0	2
	$cd$	60·0	.....	.....	$C + \left(\frac{B-1}{3}\right) = 60·16$	
337	$ab$	120·0	39·66	39·66	40·66	3
	$cd$	41·0	.....	.....	$C = 40·66$	
338	$ab$	242·0	60·25	121·50	60·25	2
	$cd$	60·0	.....	.....	$C = 60·25$	
339	$ab$	297·33	98·77	99·77	98·77	3
	$cd$	199·0	.....	.....	$B + C = 198·54$	
b) Mittelhirn; Durchmesser = $ab$ ; Lumen = $cd$ .						
340	$ab$	141·0	47·66	46·66	46·66	3
	$cd$	103·0	.....	.....	$C + B = 104·83$	
341	$ab$	181·66	61·22	60·22	60·22	3
	$cd$	120·33	.....	.....	$B + C = 120·44$	
342	$ab$	181·0	61·0	60·0	60·0	3
	$cd$	120·0	.....	.....	$B + C = 120·0$	
343	$ab$	279·0	69·5	69·5	140·0	2
	$cd$	194·0	.....	.....	$3 \left(\frac{B-1}{4}\right) + 1 + C = 192·3$	
344	$ab$	320·0	107·3	106·3	106·3	3
	$cd$	240·0	.....	.....	$C + B + \left(\frac{A-1}{2}\right) = 293·2$	
345	$ab$	458·0	152·33	153·33	152·33	3
	$cd$	308·0	.....	.....	$B + C = 305·66$	

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet			Berechnet <i>cd</i>	Werth von <i>n</i>
		Aussenwand A	Innenwand B	Markraum C		
346	<i>ab</i> 474·0	118·25	118·25	237·5	.....	2
	<i>cd</i> 327·0	.....	.....	.....	$C + 3\left(\frac{B-1}{4}\right) + 1 = 325·4$	
347	<i>ab</i> 500·0	166·33	167·33	166·3	.....	3
	<i>cd</i> 445·0	.....	.....	.....	$3C + B + 2\left(\frac{A-1}{3}\right) + 1 = 444·8$	
348	<i>ab</i> 572·5	191·5	190·5	190·5	.....	3
	<i>cd</i> 472·5	.....	.....	.....	$C + B + \left(\frac{A-1}{2}\right) = 476·25$	
349	<i>ab</i> 636·0	158·75	318·5	158·75	.....	2
	<i>cd</i> 573·0	.....	.....	.....	$C + B + 2\left(\frac{A-1}{3}\right) = 582·41$	
	<i>ef</i> 474·0	.....	.....	.....	$C + B = 477·25$	
350	<i>ab</i> 828·0	275·66	276·66	275·66	.....	3
	<i>cd</i> 730·0	.....	.....	.....	$C + B + 2\left(\frac{A-1}{3}\right) = 735·42$	
351	<i>ab</i> 1618·0	404·25	809·5	404·25	.....	2
	<i>cd</i> 1478·0	.....	.....	.....	$C + B + 2\left(\frac{A-1}{3}\right) = 1482·5$	
e) Zwischenhirn; Durchmesser = <i>ef</i> ; Lumen = <i>gh</i> .						
352	<i>ef</i> 311·0	103·33	104·33	103·33	.....	3
	<i>gh</i> 207·0	.....	.....	.....	$C + B = 207·66$	
353	<i>ef</i> 400·0	133·0	134·0	133·0	.....	3
	<i>gh</i> 268·0	.....	.....	.....	$C + B = 267·0$	
354	<i>ef</i> 151·0	37·5	37·5	76·0	.....	2
	<i>gh</i> 92·0	.....	.....	.....	$C + \left(\frac{B-1}{2}\right) = 94·25$	
355	<i>ef</i> 362·0	90·25	181·5	90·25	.....	2
	<i>gh</i> 293·0	.....	.....	.....	$C + B + \left(\frac{A-1}{4}\right) = 294·05$	
d) Vorderhirn, eine Hemisphäre; Durchmesser = <i>ik</i> ; Lumen = <i>lm</i> .						
356	<i>ik</i> 176·0	58·33	59·33	58·33	.....	3
	<i>lm</i> 163·0	.....	.....	.....	$C + B + 3\left(\frac{A-1}{4}\right) + 1 = 161·65$	
357	<i>ik</i> 216·5	71·833	72·83	71·83	.....	3
	<i>lm</i> 108·0	.....	.....	.....	$O + \left(\frac{B-2}{2}\right) = 107·75$	
358	<i>ik</i> 236·0	63·75	128·5	63·75	.....	2
	<i>lm</i> 206·0	.....	.....	.....	$C + B + \left(\frac{A-1}{4}\right) = 207·94$	

Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet			Berechnet <i>cd</i>	Werth von <i>n</i>
		Innenwand <i>A</i>	Aussenwand <i>B</i>	Markraum <i>C</i>		
359	<i>ik</i> 265·0	66·0	66·0	133·0	.....	2
	<i>lm</i> 184·0	.....	.....	.....	$C + 3 \left( \frac{B-1}{4} \right) = 182·75$	
360	<i>ik</i> 275·0	91·33	92·33	91·33	.....	3
	<i>lm</i> 215·0	.....	.....	.....	$C + B + \left( \frac{A-1}{3} \right) + 1 = 214·75$	
361	<i>ik</i> 305·0	153·0	76·0	76·0	.....	2
	<i>lm</i> 228·0	.....	.....	.....	$C + B + \left( \frac{A-1}{2} \right) = 228$	
K i e m e n b o g e n.						
362	<i>ab</i> 235·0	85·66	84·66	84·66	.....	3
	<i>cd</i> 125·0	.....	.....	.....	$C + \left( \frac{B-1}{2} \right) = 126·49$	
363	<i>ab</i> 303·0	100·66	190·66	101·66	.....	3
	<i>cd</i> 103·0	.....	.....	.....	$C = 101·66$	
364	<i>ab</i> 322·3	107·1	108·1	107·1	.....	3
	<i>cd</i> 170·0	.....	.....	.....	$C = 107·1$	
365	<i>cd</i> 343·0	172·0	88·5	85·5	.....	2
	<i>ab</i> 170·0	.....	.....	.....	$C + B = 171$	
366	<i>ab</i> 416·0	138·33	139·33	138·33	.....	3
	<i>cd</i> 207·5	.....	.....	.....	$C + \left( \frac{B-1}{2} \right) = 207·49$	
367	<i>ab</i> 429·0	107·0	107·0	215·0	.....	2
	<i>cd</i> 350·0	.....	.....	.....	$C + B + \left( \frac{A-1}{4} \right) + 1 = 349·5$	
368	<i>ab</i> 500·0	124·75	124·75	250·5	.....	2
	<i>cd</i> 253·0	.....	.....	.....	$C = 250·5$	
369	<i>ab</i> 612·0	152·78	152·75	306·5	.....	2
	<i>cd</i> 310·0	.....	.....	.....	$C = 206·5$	

Die beigegebenen Figuren werden dazu dienen, die ganze Messung zu verdeutlichen. Die Bezeichnungen in den Abbildungen sind mit den in dieser Tafel gebrauchten ganz übereinstimmend.

In Betreff der Vorderhirnblasen stehen mir noch andere Messungen zu Gebote. Ich habe nämlich in ein Paar Fällen die ganze Breite

<sup>1)</sup> Die mit Sternchen bezeichneten Fälle sind Durchschnitte durch den dritten Kiemenbogen.

*ab* des Vorderkopfes genommen, ferner die grösste Breite beider Vorderhirnblasen (*cd*) und endlich die Dicke beide einander berüh-

20. Ta-

Zahl der Beobachtung	Gefunden	B e r e c h n e t		
		Aussenwand A.	Innenwand B.	Markraum C.
370	<i>a b</i> 370·0	142·25	285·5	145·25
	<i>c d</i> 472·0	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 35·3	.....	.....	.....
371	<i>a b</i> 580·0	193·0	193·0	194
	<i>c d</i> 512·0	.....	.....	.....
	<i>e f</i> 100·0	.....	.....	.....

Weitere Beweise als diese werden noch später vorgebracht werden, wenn Durchschnitte in derselben Gegend, aber bei bereits mehr entwickelten Embryonen zur Betrachtung kommen.

So lange eine der verschiedenen Blasen ungetheilt ist, behält sie in der Regel ihre ursprüngliche runde Form; theilt sie sich, so sind die beiden Blasen, in die sich ihr Inhalt spaltet, selten von runder, hingegen fast immer von elliptischer Gestalt, wie dies namentlich in den gegebenen Abbildungen der Vorderhirnblasen deutlich ist. Gewöhnlich ist das Verhältniss zwischen der Länge und Breite einer solchen Blase ein sehr einfaches, z. B.  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$  und dergleichen; auch hierüber habe ich nicht wenig Messungen gemacht, halte aber das Ergebniss für nicht wichtig genug, um es hier im Einzelnen mitzutheilen.

Nicht immer haben, wie bereits früher angegeben wurde, die Theile, in welche sich ein Keim spaltet, eine gleiche Grösse; dies gilt namentlich für die Kiemenbogen, deren vordere Theile nach der Spaltung gewöhnlich in jeder Richtung kleiner erscheinen als die mehr hintenliegenden (Fig. 153). Auch hier scheint übrigens ein Gesetz zu bestehen und die aus einem Keime hervorgegangenen Theile stehen nicht in einem beliebigen, sondern meist in einem sehr einfachen Verhältnisse wie 2 : 3; 3 : 4 u. s. f. Durch die weitere

renden Wände der Vorderhirnblasen *ef*. Auf diesen Messungen fusst dann die Berechnung in der bekannten Weise.

belle.

Berechnete Dicke <i>ef</i>	Berechnete Grösse <i>ed</i>	Werth von <i>n</i>
$\left(\frac{C-1}{4}\right) = 35.3$	$C + C + \left(\frac{A-1}{3}\right) = 474.83$	2
$2\left(\frac{C-1}{4}\right) + 1 = 97.5$	$C + B + 2\left(\frac{A-1}{3}\right) = 515.0$	3

Ausbildung der einzelnen Theile treten aber auch hier wieder Änderungen ein, so dass, während ein Theil zu einer bedeutenden Grösse sich entfaltet, ein anderer unverändert bleibt oder selbst verkümmert. Ein auffallendes Beispiel hierzu liefern die Vorderhirnblasen; Messungen in dieser Richtung angestellt, werden noch manches schätzbare Materiale zu Tage fördern. Ich habe solche vorgenommen, werde aber in der gegenwärtigen Arbeit davon Umgang nehmen.

Endlich habe ich noch die Aufgabe das erwähnte Bildungsgesetz auch an den Augenblasen und den Gehörblasen nachzuweisen. Wie oben bemerkt wurde, entstehen die Blasteme immer paarig, was eigentlich schon aus ihrer Bildungsstätte hervorgeht. Die ersten Stadien ihrer Bildung sind der directen Beobachtung kaum zugänglich; erkennbar sind sie erst dann, wenn sie die Keimnatur bereits angenommen haben; die Berechnung allein wirft Licht auf ihre Entstehungsart, die, wie die nachfolgenden Tabellen ausweisen, in keiner Weise von der allgemeinen Entwicklungsform der Keime abweicht. Die beobachteten Fälle finden sich in der beigegegebenen Tabelle, zu deren Verständniss man die Zeichnung 138 zu Hülfe nehmen wolle; die dortige Bezeichnung ist mit der in der Tabelle gebrauchten congruent. Die Berechnung ist die bekannte.

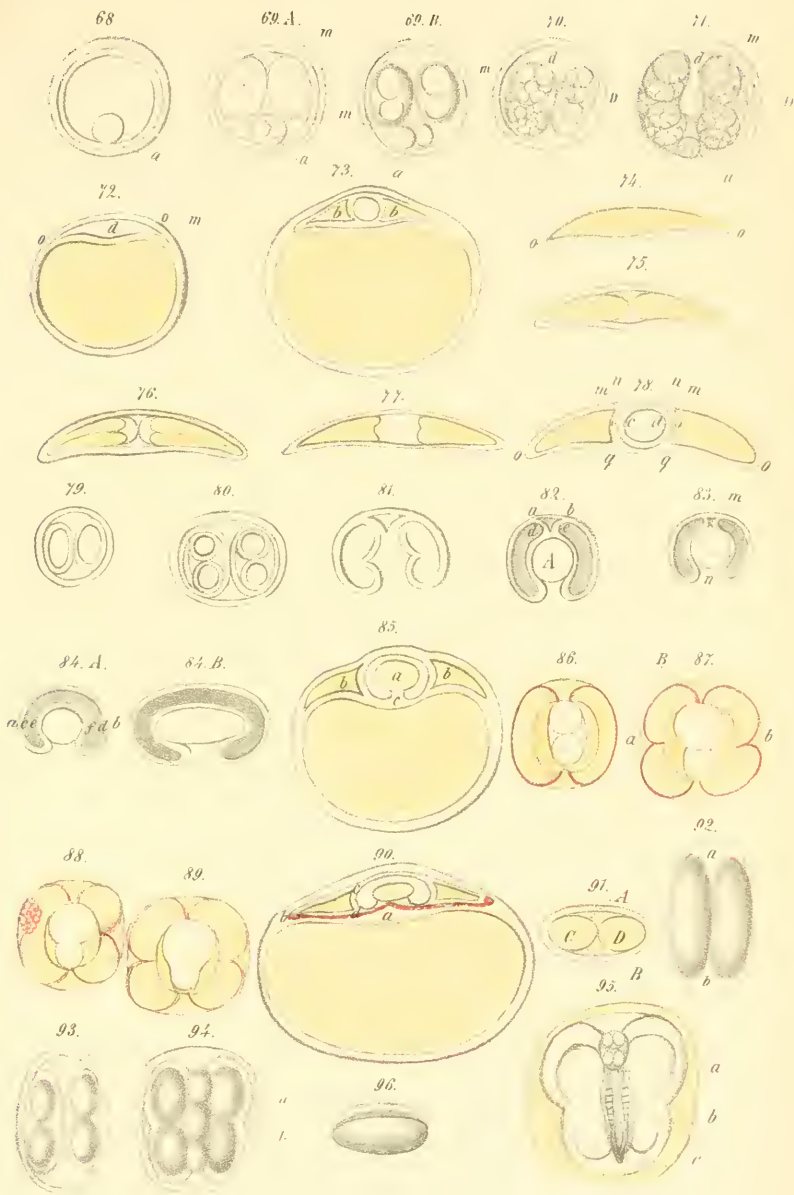


21. Tabelle.

Zahl der Beobachtung	Gefunden		Berechnet.			<i>m n</i> berechnet	<i>n</i> berechnet
			Aussenwand <i>A</i>	Innenwand <i>B</i>	Markraum <i>C</i>		
a. Augenblase. Durchmesser <i>k l</i> . Lumen = <i>m n</i> .							
372	<i>k l</i>	11·2	38·0	37·0	37·0	.....	3
	<i>m n</i>	73·5	.....	.....	<i>C + B</i>	= 74·0	
373	<i>k l</i>	124·33	42·11	41·11	41·11	.....	3
	<i>m n</i>	80·66	.....	.....	<i>C + B</i>	= 83·22	
374	<i>k l</i>	125·0	41·33	42·33	41·33	.....	3
	<i>m n</i>	83·5	.....	.....	<i>C + B</i>	= 83·66	
375	<i>k l</i>	810·0	60·66	59·66	59·66	.....	3
	<i>m n</i>	89·0	.....	.....	$C + \left(\frac{B-1}{2}\right)$	= 88·99	
376	<i>k l</i>	273·0	90·66	91·66	90·66	.....	3
	<i>m n</i>	210·0	.....	.....	$C + B + \left(\frac{A-1}{3}\right)$	= 211·21	
*377	<i>k l</i>	474·0	33·75	34·75	405·0	.....	
	<i>m n</i>	405·0	.....	.....	<i>C</i> für <i>m</i>	= 12	
*378	<i>k l</i>	475·0	118·5	118·5	238·0	.....	2
	<i>m n</i>	355·5	.....	.....	<i>C + B</i>	= 356·5	
*379	<i>k l</i>	738·0	184·25	369·5	184·25	.....	2
	<i>m n</i>	685·0	.....	.....	$C + B + 3\left(\frac{A-1}{4}\right)$	= 691·18	
*380	<i>k l</i>	763·0	54·5	55·5	654·0	.....	
	<i>m n</i>	653·0	.....	.....	<i>C</i> für <i>m</i>	= 12	
b. Ohrblase. Durchmesser <i>k l</i> , Lumen <i>m n</i> .							
381	<i>k l</i>	62·0	15·25	15·25	31·5	.....	2
	<i>m n</i>	31·5	.....	.....	<i>C</i>	= 31·5	
382	<i>k l</i>	82·25	20·31	20·31	41·62	.....	2
	<i>m n</i>	41·0	.....	.....	<i>C</i>	= 41·62	
383	<i>k l</i>	94·0	31·0	32·0	31·0	.....	3
	<i>m n</i>	77·5	.....	.....	$C + B + \left(\frac{A-1}{2}\right)$	= 78·0	
384	<i>k l</i>	103·0	34·22	35·0	34·0	.....	3
	<i>m n</i>	85·0	.....	.....	$C + B + \left(\frac{A-1}{2}\right)$	= 85·5	
385	<i>k l</i>	103·66	41·33	42·33	34·22	.....	3
	<i>m n</i>	58·166	.....	.....	$C + 2\left(\frac{A-1}{3}\right) + 1$	= 58·02	

Engel. Die ersten Entwicklungsvorgänge etc.etc

Taf. I.

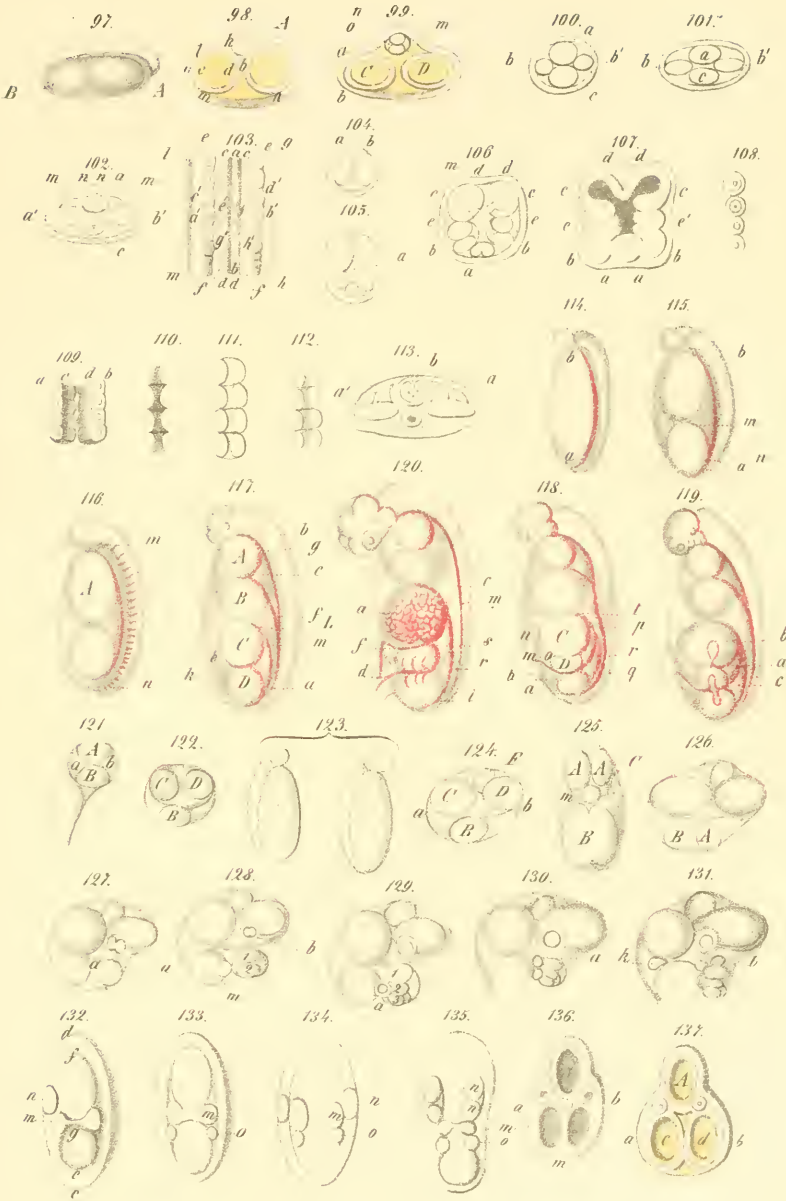


Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Engel. Die ersten Entwicklungsvorgänge etc.etc.

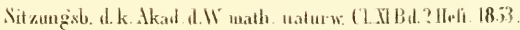
Taf. II.



Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei









Zahl der Beobachtung	Gefunden	Berechnet			<i>m n</i> berechnet	Werth von <i>m n</i>
		Aussenwand <i>A</i>	Innenwand <i>B</i>	Markraum <i>C</i>		
386	<i>kl</i> 125·0	41·33	42·33	41·33	.....	3
	<i>mn</i> 83·5	.....	.....	.....	<i>C</i> = 83·66	
387	<i>kl</i> 133·0	33·0	33·0	67·0	.....	2
	<i>mn</i> 94·0	.....	.....	.....	$C + 3 \left( \frac{B-1}{4} \right) + 1 = 92·0$	
388	<i>kl</i> 133·2	33·05	33·05	67·1	.....	2
	<i>mn</i> 98·66	.....	.....	.....	<i>C + B</i> = 100·15	
389	<i>kl</i> 144·0	47·66	48·66	47·66	.....	3
	<i>mn</i> 109·0	.....	.....	.....	$C + B + \left( \frac{A-1}{2} \right) + 1$ = 108·99	
390	<i>kl</i> 187·0	62·0	63·0	62·0	.....	3
	<i>mn</i> 125·0	.....	.....	.....	<i>C + B</i> = 125	
391	<i>kl</i> 232·0	77·0	78·0	77·0	.....	3
	<i>mn</i> 184·0	.....	.....	.....	$C + B = \left( \frac{A-1}{3} \right) + 1$ = 181·33	

Ich habe in diese Tabelle auch Fälle aufgenommen, welche eigentlich einem weiter vorgerückten Stadio angehören; um nicht später Wiederholungen herbeizuführen, habe ich sie gleich hier abgehandelt. Diese Fälle — das Auge betreffend — sind mit Sternchen(\*) bezeichnet, und bei ihnen bezeichnet *mn* den grössten Durchmesser des Glaskörpers. Jene Fälle, welche mit zwei Sternchen bezeichnet sind, wurden nach der anderen Methode nämlich mit dem Vergrösserungs-Exponenten *m* berechnet, dessen Werth sich auch in der sechsten Spalte angegeben findet. Es kann angenommen werden, dass bei einer Grösse von 300 weder die Augen- noch die Ohrblase einfache bläschenartige Gebilde sind.