

(Aus dem Anatomischen Institute zu Breslau.)

## Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Säugethierherzens.

Von

Professor **G. Born.**

---

(Hierzu Tafel XIX—XXII.)

---

Die im Nachfolgenden dargestellten Untersuchungen bezwecken die complicirte Entwicklung des zweigetheilten Säugethierherzens mit seinen Ostien und Scheidewänden aus der Form eines einfachen, gewundenen Schlauches klar zu legen; das viel discutirte Thema der ersten Entstehung des Organs soll hier nicht erörtert werden. Diejenigen Abschnitte der Arbeit, welche mir das Neueste und Wichtigste zu enthalten schienen, habe ich vor dem Anatomencongress zu Würzburg Pfingsten 1888 vorgetragen (Litt. Nr. 11), dieser Versammlung von Fachmännern wurden auch die die fraglichen Vorgänge darstellenden Herzmodelle demonstrirt. Die Fertigstellung der Abhandlung hat sich aber noch lange hingezogen, da ich durch anderweitige Arbeiten und namentlich durch meine Lehrthätigkeit stark in Anspruch genommen war. Meine Untersuchungen knüpfen überall an die von His an, welche dieser Autor in seinem ausgezeichneten Werke über die Anatomie menschlicher Embryonen niedergelegt hat; ich kann mich in meiner Darstellung vielfach auf die von His beziehen, da die von dem Leipziger Anatomen nach seinen Befunden gefertigten Modelle in den Ziegler'schen Nachbildungen die weiteste Verbreitung gefunden haben. — Die Unmöglichkeit die Bildung des Vorhofseptums, wie sie sich mir an einem nach meiner Methode gefertigten Modell darstellte, mit den Angaben von His in Uebereinstimmung zu bringen, gab die erste Veranlassung zur Bearbeitung des Themas; eine Vergleichung der His'schen Anschauung über die Ausgestaltung des Herzens mit der von mir gewonnenen folgt nach der Darstellung meiner thatsächlichen Befunde.

Im November 1888, als der grössere Theil dieser Arbeit nieder-

geschrieben war, wurde mir durch die Güte des Verfassers, des Herrn Dr. C. Roesé (Nr. 12) eine Heidelberger Dissertation zugänglich, welche ungefähr zu derselben Zeit, als ich meinen Vortrag hielt, erschienen ist. Der Autor ist in manchen Punkten zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt, wie ich; in anderen weichen wir mehr oder weniger von einander ab. Eine genaue Besprechung der fraglichen Punkte folgt unten.

Die Arbeit gliedert sich in folgende Theile:

I. Material und Methodik.

II. Darstellung des thatsächlichen Befundes.

III. Zusammenfassung der Resultate und Vergleich derselben mit den Angaben anderer Autoren.

IV. Vergleichendes, Teratologisches und Physiologisches.

Ueber die Darstellung des thatsächlichen Befundes habe ich noch einige Worte voranzuschicken. Es gab dafür zwei Wege. Ich konnte das Herz jedes Stadiums für sich beschreiben; das hätte für den einzelnen Fall immer ein geschlossenes Bild gegeben, aber zu endlosen Wiederholungen geführt. Ich zog daher vor, mehr oder weniger künstlich einige Entwicklungsstadien abzugrenzen, um innerhalb derselben die Ausbildung der einzelnen Herztheile in einem Zuge zu verfolgen. Für die ersten beiden Stadien habe ich das Aeussere und Innere des Herzens getrennt beschrieben; es wurde dieser Gang, wie die ganze Disposition, von mir nicht frei gewählt, sondern mir durch den recht spröden Stoff gewissermaassen aufgedrängt. Man beachte, dass ich einmal das Herzäussere in zwei getrennten Absätzen (0,95—2,5 mm Kopflänge und 2,5—6 mm) geschildert habe, während bei der Darstellung des Herzininneren beide Stadien zusammengenommen sind; es ist dies übrigens durch die vorangestellten Buchstaben und Zahlenzeichen angedeutet.

## I. Material und Methodik.

Als Untersuchungsobjekte dienten in erster Reihe Embryonen von *Lepus cuniculus*, aus dem einfachen Grunde, weil mir es nur bei dieser Art möglich war, eine ununterbrochene Reihe ganz nahe aufeinander folgender Stadien herzustellen; dies erwies sich aber als ein unumgängliches Erforderniss für den Erfolg der Arbeit; ein Unterschied in der Kopflänge von  $\frac{1}{2}$  mm gab oft schon ein

ganz anderes Bild. Embryonen von *Mus decumanus*, *Mus musculus* und *Arvicola arvalis*, die auch leicht erreichbar waren und von denen ich ebenfalls zahlreiche Exemplare untersucht habe, sind wegen ihrer Kleinheit namentlich für das Modelliren weniger günstig. Von menschlichen Embryonen<sup>1)</sup> habe ich ziemlich alle Stadien in continuirlicher Reihenfolge von His Normentafel 7 bis 13 und die darauf folgenden Stadien mit geringen Unterbrechungen untersuchen können; die Abweichungen von dem beim Kaninchen Gefundenen sind aber beim Menschen, ebenso wie bei den von mir vielfach untersuchten Schweinsembryonen, so geringe, dass ich dieselben an den betreffenden Stellen der Darstellung, welche sich wesentlich auf das Herz des Kaninchens bezieht, eingeflochten habe. Am Schluss des II. Abschnittes habe ich in wenigen Worten die jüngeren untersuchten menschlichen Embryonen mit Beziehung auf die gleichen Stadien des Kaninchens und auf die His'sche Normentafel zusammengestellt.

Für die Bestimmung des Alters wurde in erster Linie die Kopflänge (Kopfl. = Kopftiefe von His) benutzt, gemessen von dem am weitesten vorstehenden Punkte am Grosshirn, später von der Nase resp. Schnauze bis zu dem am weitesten nach hinten vorspringenden Punkte am Mittelhirn. Jedenfalls ist dieses Maass zuverlässiger als die Steisscheitellänge, die beim Herausnehmen der Embryonen allzu leicht verändert werden kann. Wo ich es wusste, habe ich ausserdem das Alter des Embryos gerechnet von dem Termin des ersten Belegens des Mutterthieres angegeben und in anderen Fällen diese Bestimmung nach Vergleich mit Embryonen, bei denen mir der Belegtermin bekannt war, zugefügt. Augenfällige Unterschiede von gleichaltrigen Embryonen treten dann ein, wenn das Mutterthier einer grossen Lapinrace angehört; dies war aber bei meinem Material selten der Fall; es ist dann immer besonders vermerkt. Hervorheben will ich, dass in gewissen Stadien der Herzentwicklung (zwischen 2,5—3,5 mm Kopflänge, 11—12 Tage nach dem Belegen) ein Altersunterschied von einem halben Tage merklich in's Gewicht fällt.

Es ist bei Embryonen von 6 mm Kopfl. an mit Opferung des

---

1) Ich bin namentlich meinem Freunde Herrn Professor C. Weigert in Frankfurt a. M. für die Uebersendung vieler, gut conservirter menschlicher Embryonen zu grossem Danke verpflichtet.

Embryos sehr leicht, das Herz unter der Lupe frei herauszupräparieren und sich von seiner äusseren Form eine genügende Vorstellung zu verschaffen; in der ausgezeichneten Arbeit von Lindes (Nr. XI), die sich freilich ausschliesslich mit dem Herzen des Hühnchens beschäftigt, ist sogar die Bildung des Herziinneren allein auf diesem Wege vollkommen richtig klar gelegt worden. Für das Innere des Säugethierherzens reicht aber diese einfache Methode kaum aus. Für dieses ist man auf die moderne Schnittserientechnik angewiesen. Ich habe aus den Serien nach meiner verbesserten und jüngst wieder ausführlich veröffentlichten Methode<sup>1)</sup>, auf die ich daher hier nicht näher einzugehen brauche, alle wichtigeren Stadien modellirt und hoffe eine Auswahl derselben durch Herrn Dr. A. Ziegler noch in diesem Jahre vervielfältigen lassen zu können. Auf einen Punkt muss ich aber noch besonders aufmerksam machen: Ich habe im Anfang viel Zeit und Material verloren, weil ich, wie ich gewohnt war, die Embryonen noch lebend aus den Eihäuten herausschnitt und so in die Erhärtingsflüssigkeit übertrug; dann pulsirt aber das Herz noch eine Zeit lang fort und es fliesst in Folge dessen aus den durchschnittenen Nabel- und Dottergefässen soviel Blut aus, dass man die Wände der Vorhöfe, des Sinus und der Venen eingefallen und eng an einander liegend findet; die Orientirung wird dadurch sehr schwierig, die Reconstruction beinahe unmöglich gemacht. Es ist durchaus nöthig, den Embryo sammt den eröffneten Eihäuten ohne Verletzung der Nabel- und Umbilicalgefässe und der Placenta in die Erhärtingsflüssigkeit zu bringen und ihn erst dann abzuschneiden, wenn das Blut in den Gefässen geronnen ist. Berücksichtigt man diese Vorschrift, so findet man die Vorhöfe und Sinus mehr oder weniger stark gebläht, das Lumen der Ventrikel ist aber oft selbst dann noch ein so enger Spalt, dass die Einsicht in ein Modell derselben Schwierigkeiten macht. Der verschiedene Füllungs- und Contraktionszustand des Herzens im Augenblick des Absterbens beeinflusst natürlich das Aussehen der Bilder und Modelle nicht unbeträchtlich. Ich habe darauf, soweit es mir möglich war, bei der speciellen Beschreibung Rücksicht genommen.

Die Schnitttrichtung lief gewöhnlich der Profillinie des Embryos

---

1) G. Born. Noch einmal die Plattenmodellirmethode. Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie. Bd. V, pag. 433.

zwischen Mittelhirn und Nachhirn parallel. Bei dieser Schnitt-richtung wird das Herz in den am meisten interessirenden Stadien quer getroffen; schneidet man dagegen parallel der Profillinie zwischen Mittel- und Vorderhirn, so erhält man Längsschnitte des Herzens etwa in der Richtung der vorderen Ventrikelfläche; für das Modelliren ist das natürlich ganz gleich, für die Orientirung in den Schnitten selbst schien mir aber die quere Richtung bequemer. Bei Kaninchen- und menschlichen Embryonen von über 6 mm Kopflänge habe ich nicht mehr den ganzen Embryo sondern die herausgenommenen Brusteingeweide (meist nach Entfernung der Lungen) mikrotomirt.

Die jüngeren Embryonen waren fast alle in Kleinenberg-scher Pikrinsäure mit Nachbehandlung in Alkohol gehärtet und wurden mit Alaunkarmin durchgefärbt; die älteren waren sehr verschiedenartig vorbehandelt. Bei letzteren kommt es auch in der That nicht sehr darauf an; denn es gelingt bei ihnen fast immer leicht, das Blut von den Geweben des Herzens zu differenziren; schwieriger ist dies bei den jüngeren, hier färben sich auch in Alaunkarmin die Kerne der Blutkörperchen so stark, dass es stellenweise schwer hält, zu unterscheiden, was Blut und was Trabekel oder Endothel ist — namentlich bei den schwachen Vergrößerungen und den immerhin etwas undeutlichen Bildern, die der Embryograph giebt. Man muss dann die fragliche Stelle mit stärkerer Vergrößerung unter dem Mikroskop nachsehen. Boraxkarmin und Hämatoxylin nach Heidenhain lieferten keine bessere Resultate. Schnittfärbung war durch die Methodik, die für das Modelliren nöthig war, ausgeschlossen; eine bessere Stückfärbung habe ich nicht auffinden können.

Da das Herz seine Stellung zu irgend einer Linie des Embryos, z. B. zur Rückenlinie im Verlaufe der Entwicklung immerfort ändert, schien es mir am besten, der Beschreibung eine conventionelle Stellung des Organs, die sich in allen Stadien in ungefähr gleicher Weise herstellen liess, zu Grunde zu legen. Ich habe dazu diejenige Stellung gewählt, die man dem Modell unwillkürlich zu geben geneigt ist und welche auch His in den Abbildungen seiner Modelle fast immer angenommen hat, nämlich die Stellung, bei der die ventrale Fläche der Ventrikel vertikal steht. Wenn man ausserdem die Medianebene senkrecht einstellt, so lässt sich für die Herzen der verschiedenen Stadien eine annähernd

gleichartige Aufstellung erreichen. Natürlich entspricht diese Aufstellung nicht der Lage des Herzens im aufrechtstehenden Menschen; bringt man das Herz eines Erwachsenen in die der Beschreibung zu Grunde gelegte Stellung, so läuft die Vena cava sup. nicht nach oben, sondern nach oben und vorn u. s. w. Man gewinnt aber, wenn man die eben charakterisirte Einstellung für alle Stadien durchführt, einfache Lagebezeichnungen und vermag die im Laufe der Entwicklung eintretenden Lageverschiebungen der verschiedenen Herztheile gegeneinander annähernd richtig zu beurtheilen. Die Lageverhältnisse zu dem übrigen Körper des Embryos habe ich aus der Betrachtung weggelassen. An den Modellen waren meistens die Anheftungslinien des Pericards und der Pleura, des Zwerchfells, der Leber- und Lungenanlage markirt; doch sind diese Stellen nicht immer in den Figuren wiedergegeben.

Ich lasse hier kurz ein Verzeichniss der Stadien von Kaninchenembryonen folgen, von denen ich das Herz modellirt habe; die Zahl der mikrotomirten Exemplare derselben Art beträgt mindestens das Dreifache.

1) Embryo von 0,95 mm Kopflänge; circa 9—9½ Tage nach der Begattung. — Nur die ersten Kiemenfurchen sind am unversehrten Präparat deutlich sichtbar, doch ergibt sich aus der Schnittserie, dass auch die zweiten Kiementaschen ausgebildet sind. — Der allgemeinen Entwicklungshöhe nach ähnlich den menschlichen Embryonen auf His' Normentafeln 3—5. Modell 60 mal vergrößert.

2) Kopflänge 1,25 mm (Steissseitellänge 3,2 mm); circa 10 Tage nach der Begattung. — Die zweiten Kiemenfurchen deutlich sichtbar, die dritten undeutlich. His' Normentafel 6. 60 mal vergrößert.

3) Kopflänge 1,7 mm (Steissseitellänge 4 mm); 10 Tage nach der Begattung. — Drei Kiemenfurchen deutlich sichtbar. Allgemeine Entwicklungshöhe etwas mehr als His Nr. 6. 60 mal vergrößert.

Bei Embryonen von etwas über 2 mm Kopflänge fängt an die Nackenbeuge deutlich zu werden.

4) Kopflänge 2,5 mm (Steissseitellänge 5,1 mm); ungefähr 11 Tage nach der Begattung. 4 Kiemenspalten deutlich sichtbar. His Nr. 7 und 8. Vergr. 60 mal.

5) Kopflänge 2,66 mm; 11—12 Tage nach der Begattung

Die ersten beiden Kiemenbogen (verglichen mit den Verhältnissen bei Nr. 4) erheblich höher als die beiden letzten; das vordere Ende des dritten Kiemenbogens wird vom zweiten überlagert. His Nr. 8. Vergr. 60 mal.

6) Kopflänge 2,86 mm; 11—12 Tage nach der Begattung. Kiemengegend ähnlich wie bei Nr. 5; die vorderen Enden der beiden letzten Kiemenbogen noch etwas stärker verdeckt, als bei diesem.

Zwei Modelle der Herzen von Embryonen von ebenfalls beinahe 3 mm Kopflänge führe ich hier nicht specieller an.

7) Kopflänge 3,4 mm (Steissseittellänge 6 mm); 12½ Tage nach der Begattung. — Die Ueberwachsung der beiden letzten Kiemenbogen durch den zweiten ist fortgeschritten, doch ist in der dreieckigen Vertiefung, in der dieselben liegen, noch ein Rest der dritten Kiemenspalte sichtbar. His Nr. 10. Vergr. 60 mal.

8) Kopflänge 4,2 mm (Steissseittellänge 7,3 mm); 13 Tage nach der Begattung. Dritter und vierter Kiemenbogen vom zweiten vollständig überlagert. His Nr. 12. Vergr. 50 mal.

9) Kopflänge 5,8 mm (Steissseittellänge 10,1 mm); 13 Tage 7 Stunden nach der Begattung. Der ventrale Theil der ersten Kiemenfurche vollkommen verstrichen, der Rest (äussere Ohröffnung) von Wülsten umgeben. His Nr. 14. Vergr. 60 mal.

Dieser Embryo stammt von einem ausnahmsweise grossen Mutterthier (Lapin); seine Kopflänge erscheint daher im Verhältniss zu der allgemeinen Entwicklungshöhe verglichen mit den vorhergehenden Stadien zu gross.

10) Kopflänge 6 mm (Steissseittellänge 12,1 mm); 14 Tage nach der Begattung. Das plattenförmige Ende der Anlage der vorderen Extremität mit den Zehen entsprechenden Rand-Vorsprüngen. His Nr. 15—16. Vergr. 40 mal.

11) Kopflänge 7,5 mm (Steissseittellänge 14 mm); nur die Ventrikel mit den Arterien und der Umgebung der Atrioventricularöffnungen modellirt. His Nr. 20—21 (?). Vergr. 60 mal.

12) Kopflänge 7,8 mm (Steissseittellänge 14 mm); nur die Ventrikel mit den Arterien und der Umgebung der Atrioventricularöffnung modellirt. His Nr. 20—21 (?) Vergr. 60 mal.

13) Kopflänge 9 mm (Steissseittellänge 13 mm); etwa 17 Tage nach der Begattung. Vergr. 50 mal.

## II. Darstellung des thatsächlichen Befundes.

### 1.a) Aeussere Form des Herzmodells vom jüngsten Kaninchen-Embryo (0,95 Kpfl.).

Das Herzmodell des jüngsten Kaninchenembryo's (Taf. XIX, Fig. 1—5), den ich untersucht habe, lässt die ursprüngliche Schlauchform der Herzanlage noch sehr deutlich erkennen; namentlich der Ventrikeltheil (Fig. 1 u. 2, V. c. und V. d.) giebt durchaus das Bild eines Schlauchstückes, dessen bis zur Berührung zusammengebogene vertikale Schenkel durch einen unteren queren Bogen mit einander verbunden sind. Das obere Ende des linken Schenkels biegt nach hinten und etwas nach links in ein fast horizontal verlaufendes Uebergangsstück zum Vorhofsack um (Fig. 1 u. 4 U e.). Gegen dieses Uebergangsstück ist der Vorhofsack wieder rechtwinklig nach unten abgebogen, so dass er sich direct an die hintere Fläche des Ventrikeltheils anschmiegt. Das Uebergangsstück ist jetzt nur durch die rechtwinkelige Abbiegung vom Ventrikel und vom Vorhoftheil abgegrenzt. Eine scharfe Absetzung, durch welche dasselbe als besonderer Theil, als *canalis auricularis*, gekennzeichnet wird, findet erst später statt. Das obere Ende des rechten Schenkels geht ohne äusserlich sichtbare Grenze in den *Bulbus arteriosus* (Fig. 1 u. 2 B.) über und dieser biegt etwas über dem Niveau des oberen Endes des linken Ventrikelschenkels im rechten Winkel horizontal nach hinten und stark nach links ab, um in der Medianebene angelangt aus dem Perikard herauszutreten und gleichzeitig unter geringer Erweiterung (*ventrale Aortenwurzel*) in die Aortenbögen zu zerfallen.

Die ersten beiden Aortenbögen biegen (Fig. 4. Ao. I. und Ao. II.) (bei der angenommenen Stellung des Herzens) als relativ breite Stämme senkrecht von der horizontalen Richtung des *Bulbus* nach oben auf, um nach langem, wenig divergirenden Verlauf neben der *Hypophysis*-Anlage in kurzem Bogen in die ebenso senkrecht absteigenden Rückenarterien überzugehen. Die 2. Aortenbögen sind zwei noch ganz dünne Stämmchen, welche von der Aortenwurzel etwas stärker divergirend beinahe horizontal nach hinten zu den Rückenarterien ziehen.

Das gemeinsame bogenförmige Querstück der beiden Ventrikelschenkel ist kaum  $\frac{1}{3}$  so hoch als die freien, dicht an einander gelagerten Enden. Der linke Schenkel ist bei weitem stärker und breiter und tritt merklich weiter nach vorne vor, der rechte steht deutlich zurück. Auf dem Querschnitt zeigt sich der linke als ein



Oval, dessen längster Durchmesser von rechts und vorn nach links und hinten gerichtet ist.

Der Vorhoftheil liegt in Form eines dem Ventrikeltheil dicht angefügten rundlichen Sackes durchaus hinter dem letzteren (Fig. 3, As. und Ad.). sein kürzester Durchmesser ist der sagittale. An dem oberen breiten Rande des Vorhofsackes macht das horizontale Endstück des Bulbus arteriosus eine seichte Einbuchtung. Der unterste Theil der Hinterwand ist entsprechend dem Ansatz des Lungengekröses (Fig. 3 L g.) ebenfalls in der Mitte eingebuchtet, so dass man durch diese noch nicht zusammenhängenden medianen Einbuchtungen leicht eine rechte und linke Hälfte unterscheiden kann. Die Lungenanlage besteht übrigens in diesem Stadium nur in einem kielförmigen Vorsprung der ventralen Wand des Vorderdarmes, so dass man ebenso gut von einem Darmgekröse des Vorhofs und des Sinus reden könnte.

Von den beiden Vorhofshälften ist die linke die in allen Dimensionen grössere, sie steigt nach oben, wo sie in das Verbindungsstück zum entsprechenden Ventrikelschenkel übergeht, beinahe eben so hoch, wie dieser empor und ihr linker Rand überragt in der Ansicht gerade von vorn sogar den Ventrikelrand ein wenig. Nach unten dagegen reicht der ganze Vorhofsack nicht so weit wie die Ventrikelspitze. Die rechte Vorhofshälfte erscheint als kleiner rundlicher Blindsack, dessen Ränder überall gegen die des entsprechenden Ventrikeltheils, hinter dem er liegt, zurückstehen.

Der unteren Fläche des Vorhofsackes ist beinahe in ihrer ganzen Breite der Sinus venosus (Fig. 2—4, Si u. Si\*) angefügt. Er stellt einen niedrigen Hohlraum dar, welcher nach oben ohne deutliche Grenze in die Seitenwand des rechten Vorhoftheils übergeht (Fig. 3), während er sonst ringsum, am deutlichsten aber an der linken Seite, durch eine horizontale Furche abgesetzt ist. Seine untere Fläche ist mit der Zwerchfell- und Leberanlage verwachsen und etwas in dieselbe eingesenkt. Die Mitte des Sinus ist von unten und hinten her eingedrückt, so dass er auf dem Querschnitt halbmondförmig erscheint; die Enden des Halbmonds sind allseitig erweitert zu denken. Nach unten überragt der Sinus die Ventrikelspitze (vergl. Fig. 2). In die erweiterten Enden des Sinus münden jederseits von unten her nebeneinander die *venae omphalomes*. (innen und etwas nach vorn) und die *venae umbilicales* (aussen und etwas nach hinten); vergl. dazu Fig. 2—4.

Der Uebergang der Dotter- und Nabelvenen in die Sinusenden ist ein so allmählicher, dass man schwer entscheiden kann, ob dieselben ein kurzes gemeinsames Endstück besitzen oder nicht. Ueber der Einmündung dieser Venen öffnet sich in die hintere Wand des Sinusendes jederseits der noch fast rein sagittal verlaufende, unbedeutende Ductus Cuvieri. Die Einmündungsstelle des linken liegt etwas höher hinauf am Sinus, als die des rechten.

Merkwürdigerweise fand ich die Einmündung des linken Ductus Cuvieri einigemal durch eine Scheidewand in zwei übereinander liegende Röhren zerlegt.

Untersuchen wir nun den Zusammenhang der verschiedenen Herztheile unter einander, so finden wir: Hinterwand der Ventrikel und Vorhöfe liegen bis auf die Verbindung durch das Uebergangsstück frei an einander, ebenso zieht der horizontale Theil des Bulbus frei über den Vorhof hinweg; der ganze rechte Ventrikelschenkel sammt dem kurzen aufsteigenden Anfang des Bulbus ist aber nach links hin an die angrenzende Wand des Verbindungsstückes und des linken Schenkels durch eine dünne, frontal gestellte (übrigens muskulöse) Platte angeheftet; die Anheftung liegt in der Tiefe der Interventrikularspalte nahe an der Vorderwand der Vorhöfe.

#### 1. b) Das Herzinnere des jüngsten Kaninchen-Embryos (0,95 mm Kopflänge).

Der Sinus venosus und der Vorhofstheil sind dünnwandige Säcke, bei denen der Hohlraum die allgemeine Form des ganzen Gebildes wiederholt. Bei dem Ventrikeltheil ist dies schon weniger der Fall, einmal weil derselbe beträchtlich dickere muskulöse Wandungen von wechselnder Stärke besitzt, zweitens weil im Bereich desselben die Endothelauskleidung fast überall, und zwar an verschiedenen Stellen verschieden weit, von der Muskellage absteht. Die Spalte zwischen Endothel und Muscularis erscheint von einer hellen Flüssigkeit, in der sich nur wenige Zellen ausgespannt finden, angefüllt zu sein.

Beim Einblick in den Vorhofstheil (vergl. dazu Fig. 5) sieht man, dass der Sinus sich fast in der ganzen Breite seines Bodens in ihn öffnet, nur vom linken Seitenrande der linken Vorhofshälfte aus schiebt sich eine halbmondförmige Falte etwa bis zur Hälfte der Breite der letzteren trennend zwischen beide Hohlräume ein. An den übrigen Rändern der Oeffnung fehlt jede

Spur eines abgrenzenden Vorsprungs oder einer Klappenbildung. Ich erinnere daran, dass in diesem Stadium der Sinus vom Vorhofe auch äusserlich namentlich an der linken Seite durch eine Furche abgegrenzt erschien. An der hintern Wand des Vorhofes setzt sich entsprechend dem Ansatz des Lungengekröses ein auf seiner Höhe schwach eingefurchter, niedriger Kamm vom Vorhof auf den Sinus fort. Das Lungengekröse entsteht dadurch, dass sich das mehrschichtige hohe Epithel der Serosa (Darmfaserplatte) von der ventralen Wand des Vorderdarmes (kielförmige Lungenanlage) jederseits neben der Mittellinie auf das Herz überschlägt, um direkt in die Muskelschicht und Serosa der Hinterwand des Vorhofes und der Sinus überzugehen. Die Umbiegungsstellen in die Herzwand springen nach vorn etwas vor; zwischen ihnen bleibt eine Vertiefung, wodurch das Bild eines der Länge nach eingefurchten, flachen Kammes entsteht. Zwischen die beiden Serosablätter des hinteren Herzgekröses, wie es auch genannt worden ist, drängen sich jetzt noch kaum einige Bindegewebszellen von der Mucosa des Vorderdarmes aus herein.

Nahm die Sinus-Oeffnung den ganzen Boden der rechten Vorhofshälfte und noch die Hälfte des Bodens der linken ein, so findet man die Einmündung des Uebergangstheils in den Ventrikel (späterer *canalis auricularis*) in der linken oberen Ecke der ausgedehnten vertikalen vorderen Wand, mit der der Vorhofsack der hinteren Fläche des Ventrikeltheils direkt angelagert ist. (F. av. c. Fig. 5). Die Oeffnung hat die Form eines niedrigen Querspaltes; sie gehört ganz der linken Vorhofshälfte an; doch reicht ihr linkes Ende bis nahe an die Mittellinie des Herzens. Sie führt in einen flachen, den Uebergangstheil in der Richtung von hinten nach vorn und etwas nach rechts durchziehenden Gang, an dessen Wänden noch kaum eine Andeutung von den bald darauf auftretenden Endocardkissen zu sehen ist. Der Gang mündet vorn am obersten Ende der Hinterwand des linken Ventrikelschenkels aus.

Der Innenraum des Ventrikeltheiles zeigt zwar auch die Form einer Schleife mit zwei dicht zusammengelegten, aufsteigenden Schenkeln, doch stellt er in Folge des oben erwähnten Abstandes des Endothels von der Muscularis einen stark verkleinerten und nicht ganz ähnlichen Ausguss der äussern Form dar. Das Lumen des rechten Schenkels ist verhältnissmässig noch kleiner im Vergleich zum linken, als man nach der äussern Form vermuthen

würde, weil in ersterem die Abhebung des Endothels eine relativ stärkere ist. Nach oben geht der rechte Schenkel ohne besonders markirte Grenze in den Bulbus über. An der Stelle, wo letztere in die Horizontale umbiegt, findet sich die grösste Enge; eine scharf ausgeprägte Verengung beim Uebergange des Ventrikels in den Bulbus (*fretum Halleri*) konnte ich nicht finden. Da, wo der Bulbus sich beim Austritt aus dem Pericard zur ventralen Aortenwurzel erweitert, verschwindet die Abhebung des Endothels und das Lumen erscheint grösser. Die unteren Enden der Binnenräume beider Ventrikelschenkel sind ziemlich allseitig um ein geringes erweitert und gehen mittelst einer kreisförmigen Oeffnung (*ostium interventriculare*) in einander über. Während dieser Uebergang an der hinteren und unteren Wand fast ohne Grenzen stattfindet, springt an der oberen und vorderen Wand eine Leiste entsprechend der Einbiegung zwischen den beiden Ventrikelschenkeln in die Oeffnung etwas vor.

Das *ostium interventriculare* liegt nach dem Gesagten am unteren Ende beider Ventrikelschenkel, die Einmündung des späteren *canalis auricularis* aber liegt viel höher: am oberen Ende der Hinterwand des linken Schenkels (vergl. dazu Fig. 7, von einem etwas älteren Embryo, der aber in dieser Beziehung noch wesentlich dieselben Verhältnisse aufweist).

## 2. a). Aeussere Veränderungen bis zum Eintritt der Nackenbeuge (bis 2,5 mm Kopflänge).

Der rechte Ventrikelschenkel nimmt verhältnissmässig mehr zu wie der linke, so dass er diesem nunmehr nur noch wenig an Breite nachgiebt, ausserdem rückt er weiter vor und steht kaum mehr hinter dem linken zurück. Diese Veränderung, welche schon bei Embryonen von 1,3–2 mm Kopflänge einsetzt, werde ich erst bei Besprechung der folgenden Stadien genauer behandeln. Das quere untere gemeinsame Bogenstück ist im Verhältniss zu den freien vertikalen Schenkelenden höher geworden (jetzt etwa halbe Höhe des ganzen Ventrikeltheils).

Das Uebergangsstück wird zum scharf charakterisirten *canalis auricularis* (vergl. dazu Fig. 6, 7 u. 9 c. a.), indem es am vorderen und hinteren Ende deutlich abgesetzt erscheint; offenbar hat seine Ausdehnung mit der Ausdehnung der Herztheile, welche er verbindet, nicht gleichen Schritt gehalten, er erscheint deshalb von

oben und von der linken Seite gesehen gegen die ihn überragende Endkuppel des linken Ventrikeltheils und des linken Vorhofs wie eingesunken. In wie weit ausserdem diese Einsenkung des *canalis auricularis* durch die veränderte Lage der Ventrikelschenkel veranlasst wird, soll unten bei dem nächsten Stadium im Zusammenhang besprochen werden. Der vertikale Anfang des *Bulbus arteriosus* erscheint jetzt schon weiter nach links verschoben, so dass der horizontale Endtheil nur wenig von der sagittalen Richtung abzuweichen braucht, um die Mittellinie zu gewinnen. (Fig. 9 B.) Der letztere liegt jetzt merklich höher als die obere Endkuppel des linken Ventrikels.

Aus der ventralen Aortenwurzel biegen die ersten Aortenbögen beinahe horizontal nach vorn um; sie erreichen die Rückenaothen nicht mehr (dazu Fig. 6). Ihre vorderen Enden divergiren deutlich. Die zweiten Aortenbögen sind jetzt die mächtigsten. Der Verlauf geht unter starker Divergenz schräg nach hinten und oben. Dicht hinter und unter ihnen entspringen die 3. Aortenbögen, welche schräg nach hinten und aussen und nur wenig nach oben verlaufen. Endlich folgen noch als ganz feine, nach hinten und unten absteigende Stämmchen die ventralen Enden der 4., welche mit den Rückenaothen noch nicht zusammenhängen. Die Richtungsveränderung der 1. und 2. Aortenbögen, gegenüber dem erstbeschriebenen Stadium kommt wohl wesentlich auf Rechnung des stärkeren Wachstums der dorsalen Theile des spangenförmig zusammengekrümmten Embryos in Vergleich mit den ventralen. Auch die Entwicklung der Kiemengegend spielte dabei eine Rolle, es sind dies aber Erscheinungen, auf die ich weiterhin als ausserhalb des Bereichs meines Themas liegend nicht eingehen werde.

Der Vorhofsack hat sich viel mächtiger entwickelt als der Ventrikelabschnitt, namentlich seine rechte Hälfte ist in ihrer Ausdehnung der linken nachgeeilt, eine Erscheinung, welche offenbar mit der stärkeren Entwicklung der rechten Vena umb. zusammenhängt. Die Ausdehnung des Vorhofsackes findet namentlich in seinen oberen Theilen statt. Die hintere und die obere Fläche des Vorhofsackes erscheinen jetzt in ihrer ganzen Mitte eingebuchtet; die Scheidung des ganzen Vorhofsackes in zwei Hälften wird dadurch viel deutlicher. (Fig. 9, 11.) In der oberen Hälfte der hinteren Fläche verursacht diese Einbuchtung die Lungenanlage, obgleich sie dort nicht durch ein Gekröse an die Vorhofswand angeheftet ist. (Fig. 11.) Das Lungengekröse am untersten Theile der hinteren Vorhofswand und an der hinteren Sinuswand zieht bei Embryonen von 1,3—2,5 mm Kopflänge nicht mehr gerade nach vorn, sondern sehr ausgeprägt nach rechts und vorn. Die

Insertion desselben an der hinteren Vorhofs- und Sinuswand entspricht bei Embryonen von 1,7 mm Kopflänge nicht dem Grunde der jetzt tieferen Einbuchtung, welche durch die stärker vorspringende Lungenanlage an diesen Wänden hervorgebracht wird, sondern dem rechten Abhange dieser Einbuchtung. Wenn man den Grund der Einbuchtung als die Grenze der beiden Vorhofshälften ansieht, inserirt jetzt das Lungengekröse an der rechten Vorhofshälfte. Noch liegt der Vorhofsack hinter dem Ventrikeltheil versteckt, nur seitlich überragen seine Contouren (bei gutem Füllungszustande) die des letzteren ein wenig (Fig. 10), doch bleiben sie auch nach oben nur um ein Geringes hinter denen der Ventrikelschenkel zurück. Dass der linke Vorhofsack sich jetzt deutlich von dem *canalis auricularis* absetzt, wurde schon erwähnt. (Fig. 6, 10, 11 Si u. Si\*.)

Der Sinus venosus ist noch immer dem unteren Ende des Vorhofsackes angefügt, doch grenzt er sich ringsum durch eine deutliche Horizontalfurche ab. Dieselbe ist links und vorn am tiefsten, rechts und hinten am seichtesten. Zugleich bemerkt man, dass die linke Sinushälfte ganz erheblich gegenüber der rechten an Grösse zurückgeblieben ist. Sie liegt ganz unter dem linken Vorhof versteckt und wird von diesem namentlich nach vorn und seitwärts überragt. An die hintere mittlere Concavität des Sinus setzt sich das vom Vorhof herabsteigende Lungengekröse an. An seiner vorderen Wand haben sich die bekannten zottenförmigen Auswüchse deutlicher ausgebildet. Die stärkere Zunahme der rechten Sinushälfte kommt wohl ganz auf Rechnung der hervorragenden Ausdehnung der rechten *vena umbilicalis*. Die viel stärker gewordenen Ductus Cuvieri treten nicht mehr in rein sagittaler, sondern in schräg von hinten nach vorn absteigender Richtung in die Hinterwand der Sinusenden (Fig. 6); es beginnt der Process der Erhebung der Ductus Cuvieri, der, wie Schmidt und His geschildert haben, später zur Abschnürung der Pleuralräume vom Perikard führt. Jetzt ist jederseits ein gemeinsames Endstück für die *ven. umb.* und *omphalomes.* vorhanden (Fig. 10 und 11), das an der Einmündung in das erweiterte Sinusende durch eine seichte Einschnürung, namentlich seitlich, deutlich abgegrenzt ist. In Folge der Erweiterung der in die Sinusenden sich ergiessenden Venen erscheint das niedrige Mittelstück des Sinus, das von Venenmündungen frei ist, relativ verschmälert. Die Venen erscheinen einander näher gerückt.

Untersucht man für dieses Stadium den Zusammenhang der Herztheile untereinander, so findet man die dünne Platte, welche bei dem jüngsten Embryo den rechten Ventrikelschenkel mit der linken Seite des Uebergangsstückes (*canalis auricularis*) und des linken Ventrikels verband, von diesen getrennt; bei Embryonen von 1,7 mm Kopflänge steht aber aus der Wand des rechten Schenkels noch ein Rest der Verbindungsplatte — jetzt aber mit freiem linkem Rande — heraus; dieser Plattenrest ist ganz charakteristisch für die unten zu besprechende Stellungsveränderung der Ventrikelschenkel nicht mehr frontal, sondern nach links und hinten eingestellt. Nicht zu vergessen ist aber, dass in derselben Zeit der breite Zusammenhang, die Verwachsung der Ventrikelschenkel, nach oben hin zugenommen hat.

### 3. a) Aeussere Veränderungen vom Eintritt der Nackenbeuge bis zur Kopflänge von 6 mm.

Für die Schilderung der folgenden Veränderungen muss ich von dem bisher innegehaltenen Gange im Interesse der Deutlichkeit abweichen.

Es lässt sich an den verschiedenen Modellen, die mir aus diesem Stadium vorliegen, sehr deutlich verfolgen, wie die rechte Ventrikelschleife noch weiterhin gegenüber der linken nach vorn vorrückt (vergl. Fig. 1 und 9, 2 und 16). Der Process beginnt schon bei Embryonen, die wenig grösser sind, als der jüngste beschriebene, er soll aber hier erst im Zusammenhange geschildert werden. Es macht den Eindruck, als wenn sich die ganze Ventrikelschleife um den rechten Umfang des Ansatzes des *canalis auricularis* von rechts nach links drehte. Dadurch kommen folgende Veränderungen heraus. Der rechte Schenkel tritt, wie gesagt, weiter nach vorn vor, der linke namentlich mit seinem seitlichen Umfange zurück. Die breiteste Fläche des letzteren, welche anfänglich mehr nach vorn gerichtet war, wendet sich allmählich rein nach links; links neben dem *canalis auricularis* legt sich der linke Ventrikel immer breiter an die Vorderfläche des linken (entsprechend erweiterten) Vorhoftheiles an; es bildet sich links neben dem *canalis auricularis* ein neues Stück Hinterwand des linken Ventrikels. Die Spalte zwischen beiden Ventrikelschenkeln, welche früher von vorn und rechts nach links und hinten verlief, tritt mehr und mehr in die Medianebene ein. Mit dem rechten Ventrikelschenkel

tritt auch der vertikale Anfang den Bulbus arteriosus mehr nach vorn und links, so dass der von ihm jetzt unter immer stumpferem Winkel nach hinten abbiegende Theil des arteriellen Abflussrohres nur wenig von der medianen Richtung abweicht. Der *canalis auricularis* liegt an der linken Seitenfläche des Herzens nicht mehr wie in Fig. 1 in ganzer Ausdehnung frei, sondern rückt in die Tiefe, vom Seitenrande des linken Ventrikels gegen die Mitte des Herzens hin, bis sein rechter Rand der Interventrikularfurche gegenüber liegt und von dem linken Rande des Bulbus verdeckt wird (Fig. 9 und 16). Schliesslich trifft die Ebene der Interventrikularfurche auf den rechten Umfang des *canalis auricularis* selbst; der Kanal gehört dann nicht mehr allein der linken, sondern mit seinem rechten Ende auch der rechten Herzhälfte (Embryonen von 4—6 mm Kopflänge) an. Ausser der Drehung der Ventrikel ist dabei eine Erweiterung des Kanals nach rechts hin, wie wir bei der Besprechung des Herzzinneren hervorzuheben haben, von Einfluss. Complicirt wird der Vorgang dadurch, dass im Anfang auch eine geringe Drehung des ganzen Herzens in der Richtung von rechts nach links stattfindet.

Für diese wichtige Veränderung, durch die der Zufuhrkanal des Blutes, welcher ursprünglich dem linken Ventrikel allein angehörte, beiden Ventrikeln zugänglich gemacht wird, lassen sich eine ganze Reihe von Ursachen als möglich hinstellen; eine Auswahl unter diesen zu treffen, resp. jeden wirkenden Faktor quantitativ zu bestimmen, erscheint mir bis jetzt kaum möglich. Mir kommt es vorläufig wesentlich auf die Feststellung der Formveränderungen selbst an, doch will ich eine Reihe der möglichen Faktoren hier anführen. Man könnte an eine hydrodynamische Wirkung des Blutstromes denken, die die Drehung der Ventrikelschleife von r. nach l. herbeiführten, vielleicht spielen auch die starke Ausdehnung des rechten Vorhofes und die Entwicklung der Leber dabei eine Rolle; endlich können, und das scheint mir das wesentlichste, Wachstumsverhältnisse in der Ventrikelschleife selbst die geschilderten Erscheinungen herbeiführen. Solcher liessen sich aber noch eine ganze Reihe verschiedener Combinationen mit demselben Endresultat anführen.

Das gemeinsame untere Querstück des Ventrikeltheiles wächst in der Höhenrichtung auch weiterhin stärker als die freien vertikalen Schenkel, ausserdem aber ergiebt sich namentlich aus der Betrachtung des Herzzinneren eine Verwachsung der einander zugewandten Seiten der Ventrikelschenkel. Da nun gleichzeitig jede Ventrikelhälfte sich für sich ausdehnt, geht die Schlingenform des Ventrikeltheils immer mehr verloren und er erscheint als aus



zwei ovoiden bis kugeligen Hälften zusammengesetzt (vergl. Fig. 2 und 16), welche mittelst breiter Innenflächen mit einander verwachsen sind. Die Interventrikularfurche bezeichnet die ursprünglich vollständigere Trennung. Neben derselben ragt jede Ventrikelhälfte kuppelförmig nach unten vor. Eine Abgrenzung des linken Ventrikelschenkels nach oben gegen den Bulbus ist am Herzen des Kaninchenembryos nur selten (in Form einer schwachen Furche an der linken Seite) wahrnehmbar. Die Streckung des Ventrikelabschnittes findet erst in späteren Stadien statt.

Die specielle Form des Kammertheils ist natürlich sehr erheblich vom Füllungs- und Contraktionszustande abhängig, doch erscheint die (inzwischen frei gewordene) hintere Fläche immer flacher als die vordere. Auf die Veränderungen am Bulbus kommen wir weiter unten noch zurück.

Die zweite für die Gesamtgestaltung des Herzens wichtige Veränderung betrifft die Lage des Vorhofes und Sinus im Verhältniss zum Ventrikel. Bisher lag der Vorhofsack hinter dem Ventrikeltheil versteckt, seine vordere Wand stand dabei vertical und in direkter Berührung mit der hinteren Vertikalfäche (vergl. dazu Fig. 2—4, 6, 10—13). Das untere Ventrikelende stieg kaum weiter herab als das untere Vorhofsende.

In der Folgezeit sieht man das Ventrikelende den Vorhof immer weiter und weiter nach unten überragen, so dass die hintere Fläche der Ventrikel freiliegend erscheint, während sich gleichzeitig die Vorhöfe über den unteren Enden der Ventrikel erheben (vergl. Fig. 14, 17, 19 u. a.). Man könnte nun denken, dies beruhe einfach auf einem gleichzeitigen, relativ stärkeren Höhenwachsthum des unteren Ventrikelabschnittes und der oberen Vorhofstheile. Es ist keine Frage, dass ein solcher Wachsthum Unterschied wirklich stattfindet und die geschilderte Verschiebung mit herbeiführen hilft; man bemerkt aber gleichzeitig, dass der Sinus venosus von der unteren auf die hintere Fläche des Vorhofsackes rückt, wobei sich seine Enden vertikal aufrichten, so dass der Halbmond, mit dem ich ihn oben verglich, nicht mehr horizontal, sondern frontal gestellt ist. Da man ausserdem bei der Betrachtung des Herzzinnern, wie ich hier vorausgreifend bemerken muss, die Vorhofsmündung des *canalis auricularis* sich nicht nur von links nach rechts, sondern auch allmählich vom oberen Rande der vordern Vorhofswand gegen den untern Rand derselben Wand ver-

schieben sieht, so bleibt keine andere Erklärung übrig, als dass der Vorhofsack gegen den Ventrikeltheil um eine transversale Axe, die etwa durch die Vorhofsmündung des *canalis auricularis* geht, nach oben und vorn gedreht, oder, wie ich mich in der vorläufigen Mittheilung ausdrückte, umgeklappt wird.

Der Theil der vorderen Vorhofswand unterhalb der Vorhofsmündung des *canalis auricularis*, welcher bisher frontal stand und der hinteren Ventrikelwand anlag, entfernt sich dabei von derselben und stellt sich horizontal (vergl. Fig. 5, 8 u. 28 mit 23—25). Der Winkel, welchen diese Wand mit der nun frei gewordenen hinteren Ventrikelwand bildet, wird allmählich sogar zu einem stumpfen. Dass diese untere Wand des Vorhofsackes sich gleichzeitig in der Richtung von vorn nach hinten ausdehnt, wodurch sich die sagittale Distanz zwischen der Einmündung des *Sinus venosus* und der Vorhofsmündung des *can. aur.* noch mehr vergrößert, braucht wohl ebensowenig hervorgehoben zu werden, wie dass dieselbe Wand nicht plan, sondern nach unten gewölbt ist. Bei der Umklappung des Vorhofes erhebt sich derselbe natürlich nunmehr über dem Ventrikeltheil.

Diese Ueberlagerung des Vorhofsackes über die Ventrikel wird noch dadurch verstärkt, dass, wie erwähnt, der ganze Vorhofsack vorzugsweise nach oben hin auswächst, wie man daraus entnehmen kann, dass sich über dem *can. aur.* eine ausgedehnte vordere Vorhofswand erhebt. Besonders stark ist das Wachsthum der seitlichen Theile des Vorhofs, die sich ebenso nach oben wie nach vorn hin ausdehnen und so die Anlagen der *auriculae cordis* darstellen; doch sind die Ohranhänge jetzt noch stumpf, erst später ziehen sie sich spitz nach vorn aus. Der linke lagert sich breit über das obere kuppelförmige Ende des gleichseitigen Ventrikels; der rechte schiebt sich ähnlich über den oberen Umfang des rechten Ventrikels, wo dieser in den *Bulbus arteriosus* übergeht, hinweg. So kommt für den ganzen Vorhofsack die Form einer Zwinke, welche von hinten um den *Bulbus arter.* herumgelegt ist, heraus. Dieser letztere hat inzwischen seine Form und seine Stellung zu den Ventrikeln verändert. Das horizontal nach hinten abgeknickte Ende richtet sich gleichzeitig mit der Aufklappung des Vorhofs (Fig. 12—14, 17, 19 B.) — inwieweit durch dieselben veranlasst, möge dahingestellt bleiben — mehr und mehr auf, bis schliesslich

seine vordere Fläche in die gradlinige Verlängerung der Vorderflächen des Ventrikels fällt.

Es sind dann nicht die oberen Enden des Bulbus, sondern die aus denselben hervorgehenden letzten Aortenbögen über die obere Wand des Vorhofsackes, dieselbe einbuchtend, hinweggebogen. Die Bildung der Aurikeln als besonderer Aussackungen des Vorhofs nach vorn und oben beginnt schon bei Embryonen von 3 mm Kopflänge, die Aufrichtung des Bulbus arteriosus bei solchen von 2,6—3 mm Kopflänge.

Dass der can. aur. vom linken Herzrande sich gegen die Herzmitte und zugleich gegen den unteren Rand der Vorhöfe verschiebt, sei hier noch einmal besonders hervorgehoben. Wir kommen auf seine Schicksale noch des Näheren zurück. Er verschwindet dabei für die äussere Ansicht fast vollkommen.

Oben wurde schon erwähnt, dass bei der Aufklappung des Vorhofes der Sinus an seine hintere Seite rückt; an Herzmodellen von Embryonen von 2,5—3 mm Kopfl. lassen sich alle Phasen dieses Processes verfolgen (Fig. 13, 14, 17 Si, Si\*, Ss). Die bisher (noch bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. Fig. 13) der hinteren Seite der Ventrikel anliegende vordere Fläche des Sinus-Sackes wird zur unteren, die bisherige untere Fläche, welche mit der Zwerchfell- und Leberanlage verwachsen ist, zur hinteren; wie diese Verbindung mit der Zwerchfell- und Leberanlage sich allmählich abschnürt, so dass der Sinus schliesslich nur noch durch das Ende der vena cava inferior mit den genannten Theilen zusammenhängt (Embryonen von 3,4 mm Kopfl.), soll im Zusammenhange mit den Verhältnissen der Venen beim Herzzinnern besprochen werden. Hervorgehoben sei hier aber noch, dass die Enden des Sinus, welche die Venen aufnehmen, viel stärker nach hinten hinaufgeschoben werden als das Mittelstück. Das Gleiche gilt übrigens auch für die Seitentheile des Vorhofes im Vergleich zum mittleren Theil desselben. Der Sinus nimmt in Folge dessen die Form eines mehr und mehr vertikal gestellten Hufeisens an (Fig. 15, 18 u. 20), dessen freie Schenkel oder Hörner von dem unteren Mittelstück aus an den hinteren Wänden der beiden Vorhofshälften hinaufziehen und das Lungengekröse zwischen sich fassen; wie sich dabei der Zusammenhang des Hohlraumes des Sinus mit dem des Vorhofs ändert, wird unten besprochen werden. Zugleich bleibt der Sinus immer mehr im Wachsthum hinter dem Vorhofsack zurück, namentlich in

der queren Dimension ist dies augenfällig; er liegt jetzt ganz hinter dem Vorhofsack versteckt (vergl. Fig. 11 mit 20). Bei einem Embryo von 6 mm Kopfl. erschien der Sinus kaum mehr die Hälfte so breit wie der Vorhof, doch hängt dies im speciellen Falle natürlich sehr vom Füllungszustande der verschiedenen Herztheile ab. Das rechte Horn des Sinus ist auch beim Kaninchen das stärkere. Beim Menschen tritt, wie unten zu besprechen, eine frühzeitige Reduktion des linken Hornes und des Querstücks des Sinus ein.

Mit der Aufrichtung der Sinushörner werden auch die Einmündungsstellen der Ductus Cuvieri nach hinten und oben verschoben; während die Einmündungsstellen bei einem Embryo von 2,5 mm Kopfl. (Fig. 13. Ve. C. d.) noch ganz unterhalb des unteren Vorhofendes liegen, erscheinen dieselben bei einem nur wenig älteren Embryo von 2,66 mm Kopfl. (Fig. 14. Ve. C. d.), bei dem aber die Aufklappung der Vorhöfe und des Sinus begonnen hat, weit über das untere Vorhofende an der hinteren Wand des Vorhofes hinaufgeschoben. Dabei macht sich zeitweilig zwischen rechts und links ein Unterschied geltend. Der linke Ductus Cuvieri (Fig. 15. Ve. C. s.) tritt von vornherein in das obere Ende des Sinushornes; rechts überragt bei Embryonen von 2,66 mm Kopfl. das obere Ende des Sinushornes blindsackförmig die Einmündungsstelle des Duct. Cuv. (Sd. Fig. 15). Bei Embryonen von 2,86 mm Kopfl. hat sich dieser Unterschied ausgeglichen (Fig. 18. Ve. C. D u. S. d.). Es rührt dies daher, dass beide Ductus Cuvieri aus ihrer ursprünglich horizontalen Richtung (bei gleichzeitiger Verlängerung) mehr und mehr in eine vertikale übergehen und sich damit in die Verlängerung des Sinushornes der entsprechenden Seite einstellen. Bei dieser Aufrichtung der Ductus Cuvieri wird rechts die obere Kuppel des Sinushornes in die Einmündungsstelle einbezogen. Man kann an den Modellen diesen Vorgang in allen seinen einzelnen Phasen verfolgen. Bei Embryonen von 6 mm Kopfl. steigen die Duct. Cuv. in direkter Verlängerung der Sinushörner auf. Ihre weiteren Schicksale werden wir unten zu verfolgen haben. Dass mit der Aufrichtung der Duct. Cuv. die Scheidung der Pleurahöhlen von der Pericardialhöhle zusammenhängt, ist bekannt; es greifen dabei übrigens noch andere (Verlöthungs-) Processe ein — die genauere Darstellung des Vorgangs liegt ausser dem Bereiche meines Themas.

Statt der beiden Stämme, welche an jeder Seite das Blut der v. umb. und v. omph. mes. in die untere Seite des erweiterten Sinusendes führten, bildet sich bei Embryonen von ungefähr 3 mm Kopfl. ein Stamm heraus, durch welchen sich das Blut der Venen beider Seiten in die hintere Wand des unteren Endes des rechten Sinushornes ergiesst, die Vena cava inferior (vgl. Fig. 15 mit 20). Wie diese Umbildung vor sich geht, kann erst bei der Darstellung des Herzzinnern besprochen werden. Es sei aber hier sogleich betont, dass die Einmündungsstelle der v. c. inf. in das untere Ende des rechten Sinushornes sich von vornherein über der Verbindung dieses rechten Sinushornes mit dem unteren Sinusquerstück befindet.

## 2 u. 3.b) Das Herzzinnere bis zur Kopflänge von 6 mm.

Die erste wichtige Veränderung im Vorhofsabschnitt besteht in der Verkleinerung und Verschiebung der Sinus-Einmündung. Schon bei Embryonen von 1,25 mm Kopflänge hat sich die von der linken Seite her vorspringende Trennungsfalte so weit nach rechts vorgeschoben, dass die ganze linke Vorhofshälfte einen Boden und demgemäss die linke Hälfte des Sinus eine vollständige Decke besitzt. Bei Embryonen von 1,7 mm Kopflänge (vgl. Fig. 8) verlängert sich die Trennungsfalte auf den linken Umfang und die vordere Seite des rechten Vorhofsackes, sodass die Sinus-Mündung jetzt ein kreisrundes Loch am Boden der rechten Vorhofshälfte darstellt, welches nur an der hinteren Wand ohne leistenförmige Begrenzung in die darunterliegende rechte Sinushälfte überführt. Es sei daran erinnert, dass entsprechend der inneren Abgrenzung die äussere Abfurchung des Sinus vom Vorhofe ringsum fortschreitet.

Bei Embryonen von 2,5 mm Kopflänge setzt endlich die Veränderung ein, die ich bei der äusseren Betrachtung des Herzens als Umklappung des Vorhofsackes nach hinten und oben beschrieben habe. Die Sinus-Mündung wird dabei von der unteren Wand des rechten Vorhofsackes allmählich auf die hintere verschoben. Gleichzeitig wird die Oeffnung immer mehr seitlich eingeengt, indem sich auch an ihrem rechten Umfang entsprechend einer äusseren Furche ein leistenartiger Vorsprung ausbildet (vgl. Fig. 28).

Ist mit der Umklappung des Vorhofes der Sinus an dessen hintere Seite gerückt (wie oben beschrieben), so präsentirt sich die Sinus-Mündung je nach der Füllung des Herzens als eine schmalere

oder breitere Spalte, welche an dem unteren Theile der hinteren Wand der rechten Vorhofshälfte etwas schräg von rechts oben nach links unten herabzieht (Fig. 23A—SM). Dieselbe führt nach hinten in das nun beinahe vertikal gestellte rechte Sinus-Horn.

Die Ränder der Spalte springen entsprechend den Furchen, durch die sich das rechte Sinus-Horn äusserlich von der hintern Vorhofswand abgrenzt, leistenartig in's Vorhofslumen vor. Es wiederholt sich dann (bei Embryonen von 2,5—3 mm Kopflänge) der am Herzen überall zu beobachtende Vorgang: diese Randleisten der Sinus-Mündung, welche anfänglich als Einfaltungen der ganzen Herzwand erschienen, gewinnen ein selbständiges Wachsthum und treten als klappenartige Gebilde viel stärker, als man es nach den äusseren Furchen vermuthen würde, in die Vorhofsrichtung vor. So findet man dann (bei Embryonen von nahezu 3 mm Kopflänge) die Sinusmündung von 2 ihrem schrägen Verlauf an der hinteren Wand der rechten Vorhofshälfte folgenden Klappen begrenzt, der *valvula venosa dextra et sinistra*. (Fig. 23A, 24, 26, V. v. d. und V. v. s.)

Ich möchte in Betreff dieser Bezeichnungen hervorheben, dass dieselben wohl für die späteren Stadien, nicht aber für die vorliegenden passend erscheinen. Später werden es wirkliche Venenklappen, jetzt sind es Sinusklappen.

Die *valvula v. dext.* tritt zeitiger auf und bleibt auch in der Folgezeit die höhere. Bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. ist dieselbe schon recht deutlich, während die linke nur neben dem oberen Theile der Sinusmündung ein wenig heraustritt. Das Bild, welches beide Klappen geben, hängt bei ihrem ersten Auftreten sehr erheblich vom Füllungszustande des Herzens ab. Sind die Vorhöfe und der Sinus leer, so erscheint die Sinusmündung als ganz schmaler Spalt und die dieselbe begrenzenden Klappen treten beinahe senkrecht aus der Sinuswand in das Lumen des Vorhofes vor. Sind die Hohlräume mehr gefüllt, so kann die Sinusmündung immer noch spaltförmig sein, die Klappen liegen aber in der Flucht der Vorhofswände und berühren sich nur mit ihren Rändern. Ist endlich die Füllung eine besonders starke, so stehen die, wie bei mittlerer Füllung eingestellten, Klappen nach unten zu weit auseinander, während sie nach oben unter ganz stumpfem Winkel zusammenlaufen (so in dem Modell, nach dem Fig. 28 gezeichnet ist). — Gemäss der schrägen Richtung der Sinusmündung reichen die unteren Enden der Klappen weiter nach links, als die oberen, die ersteren laufen an dem inzwischen gebildeten SI aus

(vergl. Fig. 23 u. 24). So lange die *valv. ven. sin.* nur neben dem oberen Ende der Sinusmündung ausgebildet (etwa 2,5 mm Kopfl.) ist, grenzt die untere Hälfte der Sinusmündung direkt an das hintere Ende des S I.

Noch ehe der Sinus an die hintere Seite des Vorhofsackes zu rücken beginnt, zieht sich von der Stelle, wo die seine rechte Hälfte seitlich begrenzenden Furchen oben zusammenstossen, eine bisher nicht erwähnte Furche an der Hinterwand des rechten Vorhofes hinauf (Fig. 13 zwischen Ad und Sp. i.). Wenn dann der Sinus bei der Umklappung der Vorhöfe an deren hintere Seite tritt, während seine Enden sich zu vertikalen Hörnern ausziehen, tritt diese Furche, welche von der oberen Begrenzungsfurche des rechten Hornes ausgeht, noch viel schärfer hervor; natürlich rückt ihr Anfang, wie der Vergleich von Fig. 17 und 19 lehrt, entsprechend der Verschiebung des Sinus an der hinteren Seite des rechten Vorhofes immer weiter hinauf. Wenn die Furche vollständig ausgebildet ist, so zieht sie über die obere Hälfte der Hinterwand und über die obere Wand des rechten Vorhofes etwas schräg nach links hinweg, so dass sie vorn schliesslich in der Grenzfurche zwischen den beiden Vorhofshälften ausläuft. Genau entsprechend dieser äusseren Furche springt nach innen eine Leiste vor, in die sich am oberen Ende der Sinusmündung die beiden *valv. ven.* zusammen fortsetzen. Die Leiste gewinnt bald ein rasches selbständiges Höhenwachsthum; ich werde sie mit His als *septum spurium* bezeichnen (Fig. 23A—25, 25 Ps.). Das *sept. spur.* ist also eine obere unpaare Fortsetzung der *valvulae venosae*, welche an der vorderen Vorhofswand neben dem inzwischen gebildeten *septum primum* endigt. Der Raum, welcher zwischen den *valv. ven.* und dem *sept. spur.* einerseits und dem S I andererseits (resp. den diesen Vorsprüngen an der äusseren Oberfläche entsprechenden Furchen) gelegen ist, tritt bei Embryonen von 2,5 mm Kopflänge erst sehr schwach nach aussen hervor, er liegt hier an der hinteren Wand des rechten Vorhofsackes, ohne denselben zu überragen, und ist nach hinten ausgedehnt. Bei Embryonen von 2,66—2,8—3,4 bis etwa 5 mm Kopflänge stellt er eine immer stärker nach hinten und oben heraustretende Aussackung dar, welche von dem übrigen Theil des rechten Vorhofes scharf abgesetzt, denselben kuppelförmig überragt. Man sieht vielleicht an keinem Theil des Herzens die durch die Aufrichtung der Vor-

hüfe gesetzte Lageverschiebung so gut wie an diesem. Ich werde denselben als *pars interseptalis sive intervalvaris* des rechten Vorhofs bezeichnen und den dieser Aussackung entsprechenden inneren Abschnitt als *spatium interseptale sive intervalvulare* (Sp. i. in Fig. 13—15, 17—19 u. a.).

Ehe wir die weiteren Schicksale dieser Bildungen betrachten, wird es angebracht sein, erst die Verschiebung der Mündung des *canalis auricularis* und die Bildung des *septum primum* bei denselben Stadien zu verfolgen.

Durch die Umklappung des Vorhofes nach oben wird die Vorhofsmündung des *canalis auricularis*, oder wie wir sie von jetzt an kurzweg vorausgreifend nennen wollen, das *ostium atrioventriculare* nach unten verschoben, während oberhalb desselben eine neue vordere Wand theils aufgerichtet wird, theils auswächst (vergl. F. av. c. in Fig. 28 und Fig. 23A—25). Diese Verschiebung des Ostiums gegen den unteren Rand der vorderen Wand bietet demnach für das Verständniss keine besonderen Schwierigkeiten. Schwieriger ist die gleichzeitige Verschiebung des Ostiums nach rechts hinüber bis zur Mittellinie des Herzens hin zu erklären. Während die Oeffnung im Anfangsstadium in der linken oberen Ecke der vorderen Wand lag und vollständig in den Bereich der linken Vorhofshälfte fiel (vergl. Fig. 8), ist sie bei Embryonen von etwa 4 mm Kopfl. schon so weit nach rechts verschoben, dass die Ebene des inzwischen gebildeten S I, welches an der Grenze zwischen beiden Vorhofshälften entsteht, auf die Mitte des Ostiums trifft (vergl. Fig. 26 u. a.).

Eine relative Verschiebung der Oeffnung vom linken Seitenrande der Vorderwand gegen deren Mitte ergibt sich einfach daraus, dass der Vorhof sich am linken Rande des *canalis auricularis* verbreitert und mit dem so gebildeten neuen vorderen Wandstück an die ebenfalls neue Hinterwand des Ventrikels an der linken Seite der Kammermündung des *can. aur.* anlegt. Währendem bleibt der rechte Rand der Vorhofsmündung des Kanals in seiner ursprünglichen Stellung, d. h. er reicht bis an die Ebene, welche entsprechend der äusseren Einbuchtung den Vorhof in seine beiden Hälften zerlegt. Schon bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. überschreitet aber der Rand der Oeffnung diese Ebene nach rechts hin, so dass das Ende der Oeffnung in die rechte Vorhofshälfte hineinragt (Fig. 28). Der Process schreitet allmählich fort, so dass bei Embryonen von etwa 4 mm Kopflänge die volle Hälfte der



Oeffnung dem rechten Vorhofe angehört. Bei dieser Verschiebung der Mitte der Oeffnung bis zur Theilungsebene zwischen den beiden Vorhöfen spielt sicherlich die leicht nachweisbare Verbreiterung derselben in der Quere die erste Rolle. Bei Embryonen von 4 mm Kopfl. ist die Lichtung des Kanals mehr als doppelt so breit, als bei solchen von 2,5 mm Kopflänge. Diese Verbreiterung geschieht offenbar lediglich an der rechten Seite, während das linke Ende des Kanals vielleicht sogar eingeengt wird. Bildet sich nun, wie gleich näher zu beschreiben, bei Embryonen von 2,5 mm Kopflänge zwischen beiden Vorhofshälften das S I, so ist die Ebene desselben zuerst auf das rechte Ende der Mündung des Kanals gerichtet; während dieses Septum aber allmählich von der hinteren und oberen Vorhofswand herabwächst, trifft die Ebene desselben immer näher an die Mitte der Oeffnung, bis schliesslich bei Embryonen von 4 mm Kopfl. sein freier, der Kanalöffnung stark genäherter Rand der Mitte derselben grade gegenüber steht. Dass auch der Ansatz des S I durch die starke Ausdehnung des rechten Vorhofes, namentlich aber des diesem S I anliegenden spatium interseptale, im Verhältniss zur Vorhofsmündung des canalis auricularis nach links verschoben wird, ist mir sehr wahrscheinlich; es spricht dafür, dass das Lungengekröse, welches bei Embryonen bis 2,5 mm Kopfl. deutlich nach rechts gewendet verlief, sich allmählich gerade stellt. Auch geht der Ansatz des S I bei älteren Embryonen oberhalb des Lungengekröses nicht mehr von der Mitte der Einbuchtung, welche die Trachealanlage an der hinteren Herzwand macht, aus, sondern etwas links von dieser Mitte.

Die Vorhofsmündung des ost. atr. v. wächst übrigens mit der Ausdehnung der Vorhöfe ohne die Form eines Querspaltcs zu verlieren. Die Entwicklung der Endocardkissen in derselben und ihre weiteren Veränderungen werden unten besprochen werden.

Es ist nun die Bildung des S I, welches wir vorausgreifend schon öfters erwähnen mussten, nachzuholen. Bei Embryonen von 1—1,7 mm Kopfl. bildete sich, wie beschrieben, an der Grenze beider Vorhofshälften an der oberen und hinteren Wand entsprechend dem horizontalen Theile des Bulbus und der vordringenden Tracheal- und Lungenanlage eine zusammenhängende flache Einbuchtung. Am unteren Ende der hinteren Wand, entsprechend dem Ansätze des Lungengekröses, wo die Einbuchtung auch schon bei dem jüngsten der untersuchten Embryonen zu sehen war, ist

dieselbe am tiefsten. Hier entspricht das äussere Relief genau dem Innern; ein abgerundeter Vorsprung deutet am unteren Ende der hinteren Vorhofswand die Trennung der beiden Vorhofshälften an, derselbe zieht sich, wie Fig. 8 zeigt, neben der Sinusmündung auch noch auf die untere Vorhofswand herab. Dass das Lungengekröse nicht im Grunde der äusseren Einbuchtung, sondern an deren rechtem Abhang inserirt, wurde oben schon erwähnt. Wenn man nun an der hinteren Wand über den Ansatz des Lungengekröses hinaufgeht, nimmt die Tiefe der äusseren Einbuchtung gemäss der geringeren Entwicklung der Trachealanlage ab. Die der äusseren Einbuchtung entsprechende Hervorragung an der inneren Wand aber zeigt eine stärkere, selbständige Entwicklung. Auf dem Kamme derselben ist das Endocard stärker, die Muscularis schwächer verdickt; am seitlichen Abfall der Hervorragung verschwindet die Verdickung allmählich. Eine ebensolche schwache Hervorragung zieht sich über die obere Wand, entsprechend der durch den horizontalen Theil des Bulbus verursachten äusseren Einbuchtung hin bis zum rechten Umfang der Vorhofsmündung des Canalis auricularis und geht hier in den etwas in den Vorhof vorgeschobenen Seitenrand dieser Oeffnung über (vgl. Fig. 8, wo die Hervorragung aber etwas zu weit nach abwärts verlängert ist). Diese Hervorragung ist die erste Anlage der Vorhofsscheidewand, die ich als SI bezeichnet habe.

Bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. zeigt sich dasselbe schon viel deutlicher entwickelt (vgl. Fig. 28 SI); namentlich an der hinteren Vorhofswand oberhalb des Ansatzes des Lungengekröses springt ein ziemlich hoher, aber immer noch breiter Fortsatz der Muscularis, der am freien Rande eine wulstartige Endocardverdickung trägt, an der Grenze beider Vorhofshälften nach vorn in das Lumen vor; derselbe setzt sich schwächer und breiter auch über die obere, durch den horizontalen Bulbustheil eingebuchtete Vorhofswand fort und endigt über der Vorhofsmündung des canalis auricularis, welche in diesem Stadium zwar schon stark gegen die Mitte der Vorderwand des Vorhofes verschoben ist, aber noch hoch oben an dieser sitzt. Unten verliert sich der Kamm (entsprechend dem Ansätze des Lungengekröses) neben dem linken Rande der Sinusmündung am Uebergang zur unteren Vorhofswand. Bei Embryonen von 2,5–2,7 mm Kopfl. erreicht das SI seine volle Ausbildung. Die äussere, durch die Tracheal- und Lungen-

anlage und den horizontalen Theil des Bulbus an der hinteren und oberen Vorhofswand veranlassten Einbuchtung ist flach geblieben, das SI aber, welches von der Mitte des durch die äussere Einbuchtung veranlassten inneren Vorsprungs ausgeht, ist zu einem dünneren, aber hohen halbmondförmigen Kamme ausgewachsen (Fig. 30 SI), dessen Ansatzlinie sich von dem oberen Theile der vorderen Wand über die obere hinweg bis zum unteren Ende der hinteren Wand hinwegzieht. Der freie Rand des Kammes ist nach wie vor von einer kolbigen Endocardverdickung eingenommen, in welche die dünne Muskelplatte mit dem freien Ende eingesenkt erscheint.

Die ovale Oeffnung, welche zwischen dem freien Rande des SI und dem ost. atr. v. beide Vorhofshälften verbindet, habe ich als OI bezeichnet.

Beim weiteren Vorwachsen des SI greifen die Ansatzlinien desselben allmählich auf die untere und vordere Wand des Vorhofsackes über (Fig. 23A—SI). Die niedrigen Enden, in welche der Halbmond dann an der vorderen und unteren Wand ausläuft, werden fast ausschliesslich von der Endocardverdickung gebildet. Die unteren Verdickungen sind stärker. Schon bei Embryonen von noch nicht 3 mm Kopfl. erreichen die Enden des SI die Endocardverdickungen, welche sich, wie weiterhin zu besprechen, von den Endocardkissen des canalis auricularis aus in die untere und vordere Vorhofswand hineinerstrecken und verschmelzen mit diesen, so dass dann das OI mit Ausnahme des Schlitzes zwischen den beiden Endocardkissen ringsum von verdickten Endocardrändern begrenzt ist (Fig. 28).

Die nach links gerichteten unteren Enden der valvulae venosae laufen an dem unteren Theile des SI aus. Aehnlich verhält sich oben das septum spurium.

Gehen wir nun zu Embryonen von fast 3—3½ mm Kopfl. über, so sieht man, dass das SI nicht nur seine Ansatzenden weiter gegen die Atrioventrikularöffnung hin vorgeschoben, sondern auch in seiner Mitte erheblich an Höhe zugenommen hat. Das OI erscheint in Folge dessen nicht blos relativ, sondern auch absolut kleiner, als bei Embryonen von 3 mm Kopfl. Die Oeffnung nimmt kaum mehr ⅓ der Fläche eines mittleren Sagittalschnittes zwischen beiden Vorhofshälften ein (Fig. 23 A und 24 OI). Grade aber in diesem Stadium bemerkt man die Bildung einer neuen Oeffnung zwischen

beiden Vorhöfen und zwar in der Mitte des Ansatzes des S I an der Vorhofswand, da wo die hintere Vorhofswand in die obere umbiegt. Anfänglich ist dieses ostium secundum (O II), wie ich es benannt habe, noch klein, vgl. Fig. 23 A, 24 und 31. Je weiter aber in der Folgezeit das S I gegen die Atrioventrikularöffnung vorrückt, je mehr demgemäss die Weite von O I abnimmt, um so grösser wird diese neue Oeffnung O II (Fig. 25 und 31). So lange diese beiden Oeffnungen zugleich vorhanden sind, bei Embryonen von 3—5,5 mm Kopfl., besitzt die Vorhofsscheidewand die merkwürdige Form eines Bandes mit 2 freien Rändern, einem oberen hinteren und einem vorderen unteren. Das Band ist demnach vom hinteren unteren zum vorderen oberen Umfange des Vorhofes in der Mittellinie ausgespannt (S I in Fig. 23 A—25 und 27). Bei Embryonen von 4,2 mm Kopfl. sind beide Oeffnungen ungefähr gleich gross, beide von abgerundet dreieckigem Umriss.

Während nun durch die Bildung von O II das S I seinen Ansatz am hinteren oberen Umfang der Vorhofswand immer mehr verliert, greifen seine Ansatzlinien, natürlich unter Verkürzung seines unteren freien Randes, immer ausgiebiger auf die vordere und untere Wand über; es ist, als senkte sich das Band von hinten und oben nach unten und vorn herab, oder mit andern Worten, das Band folgt der Ausdehnung des Vorhofes am hinteren oberen Umfang nicht, sondern wächst nach unten und vorn aus.

Bei Embryonen von 4,5—5,5 mm Kopfl. wird O I kleiner wie O II. Der verkürzte untere freie Rand des S I rückt der Atrioventrikularöffnung immer näher (Fig. 25), seine mit Endocardverbindungen versehenen Enden verschmelzen mit den der Vorhofslichtung zugewandten Flächen der Endocardkissen und schliesslich (bei Embryonen von 5,5—6 mm Kopfl.) ist O I verschwunden und der untere Rand von S I steht nur noch in der Spalte zwischen den Endocardkissen frei an. Das entsprechend vergrösserte O II bildet dann die einzige Communication zwischen beiden Vorhofshälften (vgl. die Schemata A, B, C). S I, welches im Anfang am hinteren oberen Umfang des Vorhofsackes angewachsen, seinen freien Rand nach vorn und unten wandte, ist jetzt am vorderen unteren Umfang des Vorhofsackes befestigt und wendet seinen freien Rand nach hinten und oben.

Die Mitte der Ansatzlinie von S I theilt jetzt das ost. atr. v. in zwei Oeffnungen, von denen jede nur mit der entsprechenden

Vorhofshälfte communicirt. Die Scheidung der rechten und linken Atrioventricularöffnung wird fast gleichzeitig, wie noch unten zu besprechen, dadurch vervollständigt, dass, während der untere Rand des S I sich zwischen die Endocardkissen einsenkt, dieselben an den einander zugewandten Flächen breit verschmelzen. O II ist nichts anders als das spätere foramen ovale. S I liefert die valvula foraminis ovalis. Die folgenden Stellungsveränderungen des letzteren werden wir bei der definitiven Ausbildung des Herzens zu besprechen haben.

Die zweite Klappe, welche das foramen ovale umrahmt, tritt relativ sehr spät auf, erst bei Embryonen von etwa 5 mm Kopflänge bildet sich von der oberen und dem oberen Theile der hinteren Wand aus eine neue halbmondförmige Leiste, die ich in der vorläufigen Mittheilung als S II bezeichnet habe (Fig. 25). Die Ansatzlinie derselben liegt etwas rechts von der Ebene des S I, greift also ein wenig in das spatium intervalvulare hinein. Diese Leiste, welche von Anfang an dicker als das S I erscheint, aber ein viel geringeres Höhenwachsthum zeigt, liefert den Haupttheil des Limbus Vieussenii; da beide Leisten, das S I und S II, nicht in derselben Ebene liegen, laufen ihre niedrigen Enden aneinander vorbei resp. greifen übereinander über. Die Stellungsveränderung des Limbus, durch welche er vom oberen auf den vorderen Umfang des foramen ovale verschoben wird, kann auch erst später besprochen werden.

Wenn man bei Embryonen von 3,5 mm Kopfl. vom rechten Sinushorn zwischen den schräg gestellten valv. ven. hindurch in den Vorhof dringt, führt die gerade Verlängerung dieses Weges auf den hinteren Umfang des O I; später, wenn sich das S I weiter herabgesenkt hat (Embryonen von 4,2 mm Kopfl.) auf den hinteren Rand dieses Septums selbst. Ist aber das S I ganz herabgewachsen, und hat sich das O II entsprechend vergrößert, so führt der Weg zwischen den beiden valv. ven. hindurch direkt auf den unteren Umfang dieser Oeffnung. Die dazu nöthige Wendung nach oben wird dadurch herbeigeführt, dass bei dem schon früher erwähnten vorwiegenden Wachsthum der oberen Vorhofstheile die Sinusmündung an der hinteren Wand relativ immer weiter herabrückt.

Dieses vorwiegende Wachsthum der oberen Vorhofstheile prägt sich ausserdem in der unverhältnissmässigen Ausbildung der oberen unpaaren Verlängerung der valv. ven., d. i. des septum spurium

bei Embryonen von 3,5—6 mm Kopflänge aus. Es gewinnt nicht nur an Höhe, sondern seine Ansatzlinie greift auch bis auf die vordere Wand über (vgl. Fig. 25). Es ist so hoch, dass, wenn man rein von rechts durch eine entsprechende Oeffnung in den rechten Vorhof bineinsieht, es mit den valv. ven. zusammen das S I beinahe ganz zudeckt. Vom O II ist dann natürlich gar nichts zu sehen.

In den Figuren 23A—25, welche das letztere zeigen sollen, ist daher die Decke der Vorhöfe abgehoben und die Einsicht von rechts hinten und etwas von oben genommen. Schon bei einigen jüngeren Embryonen fand ich den Wandansatz des Sept. spur. etwa in der Mitte seiner Ausdehnung durchbrochen, z. B. in Fig. 25. Je stärker rechts die valv. ven. mit dem s. spur., links das S I nach vorn und unten heraustreten, um so tiefer wird der zwischen ihnen gelegene Theil des rechten Vorhofs, den ich als Spatium interseptale bezeichnet habe, nur dass derselbe nach links durch das inzwischen erweiterte O II immer breiter mit dem linken Vorhof communicirt. Ueber die functionelle Bedeutung des Sept. spur. wird später gesprochen werden.

Das Lungengekröse (mesent. cordis post.), welches bei Embryonen zwischen 1—2 mm Kopfl. schräg nach rechts und vorn zog, stellt sich bei älteren von 2—3 mm wieder gerade nach vorn ein. Der Zwischenraum zwischen den beiden Umschlagsblättern, mit denen die Serosa von der Lungenanlage auf's Herz übergeht, füllt sich im Zusammenhang mit der reichlichen Mesodermentwicklung der Lungenanlage mit Bindegewebe. Der längsfurchte Vorsprung, den im jüngsten Stadium die Umschlagsblätter der Serosa an der hinteren Vorhofswand verursachen, wird in das untere Ende des S I einbezogen, indem die Umschlagskanten miteinander verwachsen und in Muskelsubstanz übergehen, während das Endocard über denselben eine Verdickung bildet. Nur an einem Punkte erhält sich ein Rest der Rinne zwischen den ursprünglichen Umschlagskanten in Form eines schmalen Spaltes am linken Rande der Basis des S I, grade da, wo die hintere in die untere Wand des linken Vorhofs umbiegt. Bei Embryonen von 2,85 mm Kopfl. sieht man nun von dieser Stelle aus ein kapillares Gefäß in das Lungengekröse und von da in die Lunge eindringen; dieses Gefäß ist weiter nichts als die vena pulmonalis. Dieselbe mündet also von Anfang an der linken Seite des S I, also in den linken

Vorhof. Das Gefässchen bleibt noch lange sehr fein, die Einmündungsstelle behält auch noch lange die Form eines schmalen, die Wand schräg durchsetzenden Schlitzes und die typische Lagerung dicht an der Basis des SI, wo untere und hintere Wand des linken Vorhofes in einander übergehen (Ve. p. Fig. 26). Auf die späteren Umbildungen werden wir unten einzugehen haben.

Die Veränderungen des Sinus venosus sind zum grossen Theil schon bei der Betrachtung des Aeusseren des Herzens abgehandelt worden. Hier sei Folgendes zugefügt.

Es ist schon beschrieben, wie der Sinus mit der Umklappung der Vorhöfe an deren hintere Wand zu liegen kommt, wie derselbe ausgeprägte Hufeisenform annimmt und sich hinter den viel rascher wachsenden Vorhöfen verbirgt. In die vertikalen aufsteigenden Schenkel des Hufeneisens münden an den oberen Enden in immer stumpferem Winkel die Ductus Cuvieri, bis dieselben bei Embryonen von 6 mm Kopfl. in der direkten Verlängerung der Sinusenden stehen. Das rechte Sinushorn öffnet sich nach vorne zwischen der *valvulae venosae* hindurch in den rechten Vorhof.

Bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. mündeten die *venae umbilic.* und *omphal. mes.* jeder Seite für sich in die untere Fläche des entsprechenden Sinushornes; bei Embryonen, deren Kopf nur 1 mm länger ist, findet man dagegen nur einen unteren Körper-Venenstamm, welcher in die hintere Wand des unteren Endes des rechten Sinushornes da einmündet, wo dieses in den Querschinkel des hufeisenförmigen Sinus umbiegt. In der Zwischenzeit ist die Umklappung der Vorhöfe eingetreten und der Sinus vertikal aufgerichtet. Die Veränderung an den Venen hängt auf's Innigste mit der Ausbildung der Leberanlage zusammen, welche auch zu der Umklappung der Vorhöfe und des Sinus in offener Beziehung steht. Dieses bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. sich massig entwickelnde Organ schiebt sich nach oben zwischen die Ventrikel einerseits und die Vorhöfe und den Sinus andererseits ein und drängt die erstere nach vorn, die letztere nach hinten und oben auseinander; das ergibt die relative Verschiebung der genannten Herztheile zu einander, die ich unter ausschliesslicher Berücksichtigung der Lageveränderung der Vorhöfe und des Sinus als Aufklappung des letzteren beschrieben habe; es ist dies geschehen, weil ich von einer conventionellen, für alle Stadien gleichen Stellung des Herzens ausging.

Bei Embryonen von 1,7 mm Kopfl. liegen die gemeinschaftlichen Endstämme der *venae omphalomes.* und *umbilic.* jederseits wesentlich über und hinter der Zwerchfell- und Leberanlage. Die *v. umb.* biegen über der Leberanlage nach aussen in die parietale Körperwand ab, um in dieser zum Nabel zu verlaufen. Die *v. omphalomes.* laufen hinter der Leberanlage, von besonderen Ausbuchtungen der Serosa des Coeloms eingeschlossen, grade herab, um sich unter der Leberanlage dem zum Nabel gehenden Mitteldarm anzuschliessen.

Bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. ist der gemeinschaftliche Endstamm der *v. umb.* und *omphalomes.* an der ventralen Seite und den Seitenflächen von Lebergewebe umringt (theilweise auch ringsum), ebenso die Enden der denselben jederseits zusammensetzenden Stämme der *v. omphalomes.* und *umb.* (Fig. 25). Ueberall, wo die Gefässe an das Lebergewebe angrenzen, beginnen die Bälkchen der Lebersubstanz sich unregelmässig in die Gefässe einzuschieben, während zahllose Lebergefässe aus dem Lumen der Stämme in die Leber eindringen. Dadurch verlieren namentlich die Stämme der *v. omphalomes.* ihre regelmässige Contour und lösen sich mehr oder minder in das Netz der Lebercapillaren auf. Bei den *v. umb.* ist dies weniger der Fall, dieselben lassen sich noch deutlich über die Hauptmasse der Leberanlage hinweg nach aussen in die parietalen Körperwände verfolgen. Die linke ist aber zu einem sehr unbedeutenden Stämmchen geworden, während die rechte jetzt als das stärkste Gefäss imponirt.

Bei Embryonen von 2,66 mm Kopfl. ist die Auflösung der linken *v. omphalomes.* im oberen Theil der Leber so stark, dass das Gefäss in der Leber nur durch unregelmässig verlaufende Lebercapillaren hindurch zu verfolgen ist; dem entsprechend ist auch der neben dem Darm verlaufende Theil der linken *v. omphalomes.* sehr schwach geworden.

Bei einem Embryo von 2,86 mm Kopflänge fand ich nicht nur die linke *v. omphalomes.* im oberen Theil der Leber vollständig durch Lebergewebe durchbrochen und ersetzt, sondern auch die rechte, ausserdem waren beide *v. umb.* da, wo sie früher die obere Seite der Leber verliessen, um in die parietalen Körperwände überzutreten, ebenso in Lebergewebe aufgelöst; die Stämme der *v. umb.* in den Körperwänden selbst erschienen, soweit die Leber reichte, verschwunden, nur hier und da waren Reste



der früheren Gefäße zu sehen. Wie gelangt aber jetzt das Blut der peripheren Theile der v. umb. und omphalomes. zum Sinus? Schon in vorhergehenden Stadien bemerkt man zwei Gefäße, die von der Stelle, wo die v. omphalomes. in die untere Seite der Leber treten, im hinteren Theile der Leber in die Höhe ziehen, um sich im oberen Theile des Organs zu einem Stamme zu vereinigen. Dieser Stamm liegt zwischen den Herzenden der Omphalomesenterial-Venen, er stand bei Embryonen von 2,6 mm Kopflänge nur capillar mit dem kurzen gemeinsamen Endstücke der rechten Dotter- und Umbilicalvene in Verbindung. In unserem Stadium hat sich diese Verbindung colossal erweitert, und dieser unten doppelte, oben einfache Stamm (vena Aranzii von His) leitet das Blut der peripheren (unterhalb der Leber gelegenen) Theile der Omphalomesenterial-Venen und Umbilical-Venen zum gemeinschaftlichen Endstamme der umbilicalis und omphalomesenterica dextra (Ve. A. Fig. 18). Die Einmündung geschieht in unserem Stadium in der Weise, dass die neugebildete Vene sich schräg von links nach rechts wendet, um dicht an der hinteren Fläche des Sinus mit den Enden der Omphalomesenterial- und Umbilical-Venen, die nun zu *venae revehentes sive hepaticae* geworden sind, zusammenzuziessen. Die Einmündungsstelle in den Sinus selbst ist in Folge der beschriebenen Lageverschiebung an die hintere Seite des letzteren gerückt; sie entspricht dem unteren Ende des rechten Horns und findet sich über dem Zusammenfluss des letzteren mit dem unteren Querstück des Sinus. Ich habe hier die Umbildungen der Venen innerhalb und unterhalb der Leber nicht weiter zu verfolgen; ich muss nur hervorheben, dass der anfänglich ganz kurze aber weite Stamm, welcher jetzt (bei Embryonen von etwa 3 mm Kopflänge) das Blut der rechten unteren Körperhälfte in die hintere Wand des unteren Endes des rechten Sinushorns führt, sich in der Folgezeit bedeutend verlängert; derselbe nimmt aber auch bald die Enden der linksseitigen vena omphalomes. und umbilicalis, die durch ihre Auflösung in der Leber ebenfalls zu *venae revehentes* oder *hepaticae* geworden sind, auf. Wie gelangen diese Gefäße, welche noch bei Embryonen von 2,5 mm Kopflänge direkt in das untere Ende des linken Sinushorns führten, dazu, bei solchen von 3,4 mm Kopflänge in das rechtsseitige Gefäß einzumünden? Die fragliche Verschiebung der Einmündungsstellen der linksseitigen

Gefäße hängt, wie ich mich durch eine etwas mühsame Untersuchung überzeugt habe, mit der Abschnürung des Sinus von der Zwerchfell- und Leberanlage zusammen, die derselbe gleichzeitig mit der Lageverschiebung auf die hintere Seite des Vorhofes erleidet. Die Abschnürungsfurche schneidet am raschesten von links her ein und schiebt die Einmündungsstelle der linksseitigen unteren Venen allmählich nach rechts hinüber und nähert dieselben dem rechtsseitigen Stamme. Bei Embryonen von 2,6—2,8—3,1 mm Kopflänge lassen sich alle Stadien des Vorgangs im Einzelnen verfolgen (vergl. Fig. 15 mit 18). Ist bei Embryonen von etwas über 3 mm Kopflänge die Einmündung des linksseitigen unteren Venenstammes bis zum Zusammenfluss mit der Einmündungsstelle des rechtsseitigen gebracht und damit zugleich die ganze untere Seite des unteren Querstückes des Sinus von der Zwerchfell- und Leberanlage frei geworden, so schreitet die Abschnürung nach hinten und oben weiter fort, bis die Sinusanlage ganz vom Zwerchfell getrennt ist und nur noch hinten durch das Lungengekröse mit der Lungenanlage zusammenhängt; dabei wird von der sich ausdehnenden Pericardialhöhle die jetzt gemeinsame Einmündungsstelle der unteren Venen in den Sinus umgriffen und bis auf ein hinteres Mesenterium abgelöst. Die Einmündungsstelle selbst verlängert sich zum Herzende der vena cava inferior und das linksseitige Gefäß (die linke vena hepatica = früheres Endstück der linken v. omphalomes. und umb.) entfernt sich damit vom Sinus mehr und mehr.

Nachdem sich die Ductus Cuvieri mit den aufsteigenden Hörnern des Sinus in dieselbe Richtung gestellt haben, erscheint das linke Sinushorn sammt dem Querstück des Sinus als direkte Verlängerung des linken Ductus Cuvieri (Fig. 20) und wir wollen diese Theile fortan als Herzende des linken Ductus Cuvieri bezeichnen. Das Herzende des linken Duct. Cuv. steigt demnach erst senkrecht hinter den linken Vorhof neben dem Lungengekröse abwärts und bildet beim Kaninchen eine Vorbuchtung in das Atrium. Dann biegt es quer nach rechts unter dem Lungengekröse hinweg ab, um in das untere Ende des rechten Sinushornes einzumünden (Kaninchen-Embryonen von 5—6 mm Kopflänge). Das rechte Sinushorn nimmt nun alle drei Körpervenen auf: am oberen Ende den absteigenden Ductus Cuv. dext. (ven. c. sup. dext.); am unteren Ende das quer von links kommende

Herzende des Duct. Cuv. sin. (ven. c. sup. sin.) und dicht über dessen Einmündungsstelle an der hinteren Wand die ven. cav. inf. Die hintere Wand der letzteren geht glatt in die hintere Wand des rechten Sinushorn über. An der vorderen Wand dagegen springt zwischen der Einmündungsstelle der v. cav. inf. und der Einmündung des Herzendes des Duct. Cuv. sin. eine quergestellte First, die der äusseren Furche, welche beide Gefässenden trennt, entspricht, in die Sinuslichtung vor. Diese First gewinnt sehr rasch ein eignes Höhenwachsthum und trennt dabei das untere Ende des rechten Sinushornes, in das sich das Herzende des Duct. Cuv. sin. ergiesst, von dem darüber liegenden Theile, der oben und unten die andern beiden Körpervenen aufnimmt, als eine Art horizontaler Scheidewand mit freiem vorderen Rande ab. Ihre weiteren Schicksale, wie die des ganzen rechten Sinushornes, werden wir später verfolgen.

#### Inneres der Ventrikelschleife.

Entsprechend der oben beschriebenen äusseren Umgestaltung wächst auch der Hohlraum des rechten Schenkels der Ventrikelschleife rascher als der des linken und rückt entsprechend der Drehung des ganzen Ventrikeltheils von rechts nach links mehr nach vorn und links hinüber. Das schräggestellte Längsoval (Querschnitt) des linken Ventrikelschenkels stellt sich dabei zuerst reiner sagittal ein, bis es durch die Ausdehnung der linken Ventrikelhälfte in ein Queroval verwandelt wird. Oben ist beschrieben, wie bei diesem Process der canalis auricularis vom linken Seitenrande des Herzens allmählich in die Tiefe gegen die Mittellinie desselben hinrückt, dementsprechend verschiebt sich die Einmündung des Canalis auricularis, welche ursprünglich in der linken oberen Ecke der Hinterwand des linken Ventrikelschenkels lag, nach rechts hinüber. Sie nähert sich in Folge dessen der Ebene der Interventricularöffnung. Schon bei Embryonen von 3,4 mm Kopflänge grenzt der rechte Rand der Einmündung des can. aur. direkt an diese Ebene (vergl. Fig. 7 mit 21). Bei Embryonen von 4,2—5,5 mm Kopflänge ist der Process durch die oben besprochene Erweiterung des canalis auric. nach rechts hin so weit vorgeschritten, dass die Ebene der Interventricularöffnung auf den rechten Umfang des ost. atr. v. selbst einschneidet (vergl. Fig. 26, 32 und die Schemata D und E). In diesem Ostium


(dem früheren *canalis auricularis*) haben sich inzwischen die später zu beschreibenden Endocardkissen gebildet. Die Ebene des ost. interventric. trifft dann auf die rechten Höcker derselben.

In dem jüngsten Stadium lag die Einmündung des *can. aur.* hoch über dem oberen Rande der Interventricularöffnung (Fig 7). In der folgenden Zeit verwachsen die benachbarten Flächen der beiden Ventrikelschenkel immer höher hinauf miteinander. Der Verwachsung entsprechend dehnt sich gleichzeitig die Interventricularöffnung nach oben aus. Ihr oberer Rand erreicht dann bald das Niveau der Einmündung des *can. aur.*, ja bei Embryonen von 4,2—5,5 mm Kopflänge überschreitet er dasselbe. Da inzwischen das ost. atr. v., wie besprochen, eine erhebliche Verschiebung und Erweiterung nach rechts erfahren hat, so findet man jetzt das rechte Ende desselben in den hinteren Umfang der Interventricularöffnung eingeschaltet (vergl. Fig. 26 und das Schema D mit E). Das ost. atr. v. führt also jetzt nicht mehr allein in den linken Ventrikel, sondern auch, freilich zum kleineren Theile (nur an seinem rechten Ende), in den rechten Ventrikel.

Trotz dieser Ausdehnung nach oben nimmt die Grösse der Interventricularöffnung kaum zu, weil nämlich zu gleicher Zeit an ihrem vorderen und unteren Umfang eine dieselbe einengende halbmondförmige Leiste entsteht, die Anlage des Interventricularseptums, S. iv. (Fig. 26). Anfänglich mag dasselbe gewissermaassen passiv gebildet werden, indem sich jede Ventrikelhälfte für sich nach unten kuppelförmig ausdehnt, während dies in der Mitte zwischen beiden Ventrikelhälften entsprechend der äusseren Interventricularfurche nicht geschieht. Sehr bald gewinnt aber das Interventricularseptum ein selbständiges Höhenwachsthum; sein vorderes Ende läuft flacher aus, als sein hinteres, das weiter auf die hintere Wand bis an das untere Endocardkissen des *can. aur.* hinaufreicht. Denkt man sich das Interventricularseptum bis zum Abschluss des ost. interventric. weiterwachsend, so würde es sich schliesslich mit den rechten Höckern der beiden Endocardkissen vereinigen. Damit wäre zwar für jede Ventrikelhälfte ein gesondertes ost. atr. v. geschaffen, die linke Ventrikelhälfte besässe aber kein Abflussrohr, denn der Bulbus gehört ursprünglich nur dem rechten Ventrikel an. Daraus geht schon hervor dass das Auswachsen des Interventricularseptums nicht bis zum

Verschluss des ost. interventr. fortschreiten kann. In welcher Weise die linke hintere Hälfte des Bulbus-Rohres durch den Rest des ost. interventric. in den linken Ventrikel übergeführt und gleichzeitig von der rechten Hälfte des Bulbus-Rohres und dem rechten Ventrikel abgeschieden wird, werden wir bei der definitiven Ausgestaltung des Herzens zu besprechen haben.

Ehe wir die Bildung der trabeculae carneaе besprechen, wird es zweckmässig sein, die Umgestaltungen im canalis auricularis hier einzuschalten.

Bei Embryonen von 1,7 mm Kopfl. erscheinen im can. auricul. die ersten Andeutungen der Endocardkissen. An der oberen und unteren Wand des platten Ganges erheben sich zwei wulstförmige Verdickungen, welche durch Wucherung des Endocards hervorgebracht werden. Wenn diese Erhebungen ihre volle Ausbildung erlangt haben (bei Embryonen von etwa  $3\frac{1}{2}$  mm Kopfl.), so stellen sie stumpfe und breite Kämme dar, welche jederseits neben sich an der oberen und unteren Wand eine Rinne übrig lassen, so dass die Lichtung des can. aur. etwa folgende Form annimmt  (Fig. 21, 23—26 Eo u. Eu). Jederseits ist das Ende des Endocardkissens zu einem Höcker erhoben, wie es auch die voranstehende schematische Figur andeutet. Die Endocardkissen wenden den Vorhöfen wie den Ventrikeln je eine schräg abfallende Fläche zu. Diese Flächen enden aber nicht, gemäss der Grenze des can. aur., plötzlich quer abgesetzt, sondern von ihnen erstrecken sich mehr oder minder erhobene Fortsetzungen der Endocardkissen in die Vorhöfe sowohl, wie in die Ventrikel hinein. Die Verlängerungen der Endocardkissen in die Ventrikel werden wir bei Gelegenheit der Ausbildung der trabeculae carneaе besprechen. Vom unteren Endocardkissen zieht sich eine allmählich an Höhe und Breite abnehmende wulstartige Verlängerung in die untere Wand des Vorhofes hinein (Fig. 28, 23A—26), vom oberen Endocardkissen zieht eine ähnliche, schwächere wulstartige Verlängerung in der vorderen Wand des Vorhofes bis zur oberen hin. Es ist oben beschrieben, wie die mit Endocardverdickungen versehenen Enden des sich herabsenkenden SI sehr bald mit diesen wulstartigen Verlängerungen der Endocardkissen verschmelzen, so dass dann das OI ringsum bis auf die Querspalte des can. aur. von Endocardverdickungen umgeben ist (bei Embryonen von 3 mm Kopfl.). Unzweifelhaft hat die vom unteren Endocardkissen in die untere Vorhofswand ausstrahlende wulstartige Verlängerung mit dem in

sie übergehenden unteren Ende des SI, an das sich die unteren Enden der valv. ven. ansetzen, His zur Aufstellung seiner spina intermedia veranlasst.

Oben ist auseinandergesetzt, wie die Ansatzenden des herabsteigenden SI (bei Embryonen von 5,5—5,8 mm Kopfl.) auf die Vorhofsflächen der Endocardkissen selbst übergreifen, wie endlich weiterhin unter vollkommener Verschlussung des OI das SI nur noch in der Mitte der schmalen Spalte zwischen den beiden Endocardkissen frei ansteht. Bald senkt sich dieser freie Rand noch tiefer zwischen die Endocardkissen, mit denselben verschmelzend, ein und unmittelbar darauf verkleben auch die gegen die Vorhöfe abfallenden Flächen der Endocardkissen in ihrer vollen Breite, so dass von der ganzen Lichtung des can. aur. nur die beiden seitlich neben den Endocardkissen vorhandenen schmalen aber hohen Kommunikationsöffnungen zwischen den Vorhöfen und den Ventrikeln übrig bleiben. Die gegen die Ventrikel abfallenden Flächen der Endocardkissen bleiben frei; wir werden ihr Schicksale weiter unten zu besprechen haben. Damit ist die Zerlegung des einfachen can. aur. in zwei getrennte Canäle, in das rechte und linke ost. atr. v. vollzogen. Es sei hier nochmals hervorgehoben, dass die Ebene des inzwischen gebildeten s. interventriculare nicht auf die Mitte der verschmolzenen Endocardkissen, sondern auf die rechten Hücker derselben trifft (vergl. Fig. 24 und die Schemata B u. C). Die Anlagen der Vorhofs- und der Ventrikelscheidewand liegen also nicht in einer und derselben Ebene, sondern die letztere ist gegen die erstere etwas nach rechts verschoben.

Das Breiten- und Höhenwachsthum des can. aur. geht mit der Ausdehnung der angrenzenden Herzabschnitte ziemlich parallel, nicht so das Längenwachsthum desselben (in der Richtung von vorn nach hinten). In dieser Richtung bleibt der can. aur. sichtlich im Wachsthum zurück und in Folge dessen wird seine äussere Wand von den sich mächtig ausdehnenden Ventrikelwänden umgriffen; damit verschwindet der can. aur. als besonderer Herztheil (bei Embryonen von 3,5 mm Kopfl. schon vollständig). Er tritt mit seiner grössten Länge gewissermaassen in die Ventrikelwand ein; eine directe Einstülpung des can. aur. in den Ventrikelraum, wie es His beschreibt, kann ich aber nicht finden. Es ist aber nicht unerwähnt zu lassen, dass das Vorhofsende des can. aur. sich etwas in die Vorhofslichtung eindringt. Man findet in Folge dessen bis

in die spätesten Embryonenstadien hinein die Umgebung der Atrioventrikuläröffnung als ein etwas erhabenes Feld ziemlich scharf gegen die benachbarten Vorhofswände abgesetzt. An den niedrigen Seitenflächen des can. aur. finden sich keine Endocardverdickungen von irgendwie nennenswerther Ausdehnung.

Kehren wir nun zur Beschreibung des Ventrikellinnern, zur Entstehungsgeschichte der trabeculae carnae zurück. Noch bei Embryonen von 1,7 mm Kopfl. ist fast das ganze Endothel des Ventrikellinnenraumes von der Muskelschicht durch einen breiten Zwischenraum getrennt. Bei Embryonen von 2,5 mm Kopfl. hat sich das Endothel an einem grossen Theil der vorderen, der unteren und der seitlichen Wände beider Ventrikelhälften dicht an die Muskelschicht angelegt. Dagegen haben sich aus der Muskelschicht netzförmig miteinander verbundene Leisten und Bälkchen erhoben, so dass der vollständig freie Binnenraum der Ventrikel nicht viel grösser erscheint als im vorbergehenden Stadium. Es macht den Eindruck, als hätte gleichzeitig mit dem excentrischen Wachsthum der ganzen Ventrikelwände an gewissen Stellen ein nach Innen gerichtetes Dickenwachsthum stattgefunden; überall, wo die trab. carn. entwickelt sind, legt sich das Endothel allen Erhebungen und Vertiefungen der Muskelschicht dicht an.

Ich habe nicht versucht, in der Ausbreitung der Trabekeln ein gesetzmässiges Verhalten herauszufinden; es hätte das eine besonders darauf gerichtete, sehr mühsame Modellirarbeit erfordert. Auch müsste eine genauere Behandlung des Gegenstandes von einer Erwägung der mechanischen Bedeutung der Trabekelbildung ausgehen.

Bei Embryonen von 2,5—3 mm Kopfl. greift dann die Trabekelbildung an den inneren Wänden der Ventrikelhohlräume weiter und es bleiben von derselben nur bestimmte Stellen verschont, an denen das Endothel von der Serosa abgehoben erscheint, während sich der Zwischenraum zwischen denselben mit embryonalem Bindegewebe füllt. Diese Stellen erscheinen jetzt als Endocardverdickungen, wobei aber zu bemerken ist, dass sie an einem guten Modell aus diesem Stadium nur wenig oder garnicht in den freien Binnenraum der Ventrikel vortreten, sondern die Wand nur in der Dicke bekleiden, die an andern Stellen durch die Trabekel mit den Hohlräumen zwischen denselben eingenommen wird. Diese Stellen stehen mit gleichartigen Endocardverdickungen im Bulbus (vergl. Fig. 30) und mit den ebenfalls gleichartig gebauten Endocardkissen

des *canalis auricularis* in Beziehung und Verbindung. Bleiben wir zuerst beim *Bulbus* stehen. Im *Bulbus* tritt gar keine Entwicklung von Trabekeln auf. Das Endothel steht weit von der Muskelschicht ab, der Zwischenraum aber füllt sich allmählich mit embryonalem Bindegewebe (vergl. Fig. 21, 30 u. 31). Die ganze Innenfläche des *Bulbus* bis zur ventralen Aortenwurzel hinauf erscheint also von einem breiten Ringe embryonalen Bindegewebes ausgekleidet.

Besonders verengte Stellen (*fretum Halleri*) finde ich auch jetzt nur da, wo der Canal rasch seine Richtung ändert, wo er geknickt ist; z. B. bei dem Modell des Herzens von einem Embryo von 2,6 mm Kopf. biegt der *Bulbus* erst beinahe horizontal nach links und hinten ab, um mit seinem Endtheil gemäss der schon merklichen Erhebung der Vorhöfe ziemlich plötzlich aufzusteigen. An dieser letzten Biegungsstelle findet man das Lumen zu einer schmalen Querspalte eingengt.

Gegen den Ventrikel herab theilt sich die ringförmige Endocardbekleidung des *Bulbus* dadurch, dass an ihrer rechten Seite sich die in Trabekel aufgelöste Ventrikelseitenwand, an ihrer linken Seite das *ostium interventriculare* einschiebt, in zwei Endocardplatten, eine vordere und eine hintere. Die vordere Platte läuft an der vorderen Wand des rechten Ventrikels herab und bedeckt den rechten Abhang des in der Bildung begriffenen Ventrikelseptums (*sept. inf. von H.*), greift aber unten über dessen Kamm hinweg ein wenig in den linken Ventrikel hinüber. Die hintere Platte läuft ebenso an der hinteren Wand neben dem *ostium interventriculare* herab, beide erreichen verschmälert beinahe den Boden des rechten Ventrikels. Nach links hängen diese *Bulbus*-Wülste, wie wir sie vorausgreifend benennen wollen, über den oberen und hinteren Umfang des *foramen interventriculare* hinweg mit zwei Endocardverdickungen von ganz gleicher Beschaffenheit zusammen, die sich von den Endocardkissen des *can. aur.* aus in die Wände des linken Ventrikels erstrecken. Namentlich vom unteren Endocardkissen aus erstreckt sich eine massige Endocardverdickung über beinahe die ganze Breite der hinteren Wand des linken Ventrikels herab und diese hängt über den hinteren Umfang des *ost. interventr.* hinweg breit mit dem hinteren *Bulbus*wulste zusammen (vgl. Fig. 21). Das obere Endocardkissen erstreckt sich nur wenig auf die Decke des linken Ventrikels, welche vielmehr in Trabekel aufgelöst erscheint; doch hängt das obere Endocardkissen über den oberen



Umfang des ost. intervent. hinweg breiter mit dem hinteren, schmaler mit dem vorderen Bulbus-Wulste zusammen.

Bei etwas älteren Embryonen (3,4 mm Kopfl.) bleibt das Bild noch ziemlich dasselbe, nur treten die vom Bulbus in den rechten Ventrikel herabsteigenden Endocardplatten gegen den Ventrikelraum wulstartig vor; dabei bemerkt man, dass der vordere Bulbuswulst gegenüber dem hinteren zugleich etwas nach links verschoben ist.

Bei Embryonen von 4 mm Kopfl., bei denen das rechte Ende des ost. atrioventriculare schon in den hinteren Umfang des ost. interventr. (siehe oben pg. 317) eingetreten ist, ist das Bulbuslumen zu einem an den Enden erweiterten Längsspalt geworden; der dasselbe umgebende endocardiale Ring ist an den Enden des Längspaltes schmaler, während er an den Seiten desselben sich kissenartig erhoben hat; diese Bulbuswülste differenzieren sich zunächst unten in den Verlängerungen, die in den Ventrikel hinabsteigen, dann erst weiter oben im Bulbus selbst. Im Bulbus selbst stehen dieselben aber rein seitlich, bei dem Herabsteigen in den Ventrikel rückt der linke an die vordere Seite, der rechte an die hintere Seite, doch so, dass der vordere immer etwas mehr links bleibt als der hintere (Fig. 32 u. 26 Bw<sub>1</sub> und Bw<sub>2</sub>).

Mit der Ausbildung der Bulbuswülste bei Embryonen von etwa 4 mm Kopfl. ist die erste Andeutung der Trennung des Bulbus in arteria pulmonalis und arteria aorta gegeben. Die erweiterten Enden des Bulbuslumens, das zwischen den Kissen spaltförmig geworden ist, stellen die Gefäßröhren dar. Im Bulbus selbst liegen die durch die schmale Spalte noch verbundenen Röhren hintereinander, die art. pulm. nach vorn, die art. aorta nach hinten; beim Herabsteigen gegen den rechten Ventrikel verschieben sich die Röhren voneinander trennenden Wülste, wie gesagt, so, dass der linke nach vorn, der rechte nach hinten tritt; die vordere Röhre rückt in Folge dessen unter gleichzeitiger Erweiterung nach rechts und vorn, die hintere, sich weniger erweiternd, nach links und hinten; die letztere, die Aortenröhre, mündet demnach am hinteren linken Umfang der oberen Seite des rechten Ventrikels aus über dem rechten Ende des ostium atrioventriculare, die Mündung reicht bis an das ostium interventriculare heran. Diese Vorgänge werden unten weiter zu verfolgen sein. Kehren wir nun zu den Endocardverdickungen, die sich von den Endo-

cardkissen des can. aur. aus in die Ventrikel hinein erstrecken, zurück, so sehen wir bei Embryonen von etwa 4 mm Kopfl. den Umfang derselben schon erheblich beschränkt. Zwar hängen die Endocardkissen noch über den hinteren und oberen Umfang des ost. interventr. hinweg mit den Bulbuswülsten zusammen, der Rand des Theils des sept. interventr. aber, der sich jetzt von der unteren Ventrikelwand her erhebt, ist frei von Endocardverdickungen und die Ausbreitung des unteren Endocardkissens an der hinteren Wand des linken Ventrikels herab ist erheblich verkleinert. An den Rändern erscheinen die Endocardverdickungen, soweit sie noch vorhanden sind, fast überall von den Spalten zwischen den angrenzenden Trabekeln wie unterminirt.

Bei Embryonen etwa von 5,5 mm Kopfl. sind die Endocardverdickungen noch mehr eingeschränkt; nur das obere Endocardkissen hängt noch über dem oberen Umfang des rechten Endes der Atrioventricularöffnung hinweg mit dem hinteren Bulbuswulst zusammen. Die Ausbreitung der Endocardverdickung vom unteren Endocardkissen aus an der hinteren Wand des linken Ventrikels herab ist fast ganz verschwunden (vergl. Fig. 26). Die Verhältnisse der Bulbuswülste im rechten Ventrikel sind noch ziemlich dieselben geblieben; der hintere läuft neben dem rechten Ende der Atrioventricularöffnung herab, der vordere (zugleich etwas links gelegene) zieht auf dem rechten Abhang des septum interventriculare, soweit dasselbe von der vorderen Ventrikelwand entspringt, herab und greift dabei bis auf den Kamm desselben über. — Wie durch das weitere Emporsteigen des sept. intervent. und die Verschmelzung der Bulbuswülste miteinander und mit dem freien Rande des ersteren die Trennung der Ventrikel und Arterien vervollständigt und die Aorta allein in den linken Ventrikel übergeführt wird, soll im nächsten Abschnitt behandelt werden.

#### 4 a und b.) Definitive Ausbildung des Herzens.

In dem Stadium, in welchem wir die Vorhöfe verlassen haben, mündeten die drei grossen Körperven, wie beschrieben, in das rechte Horn des Sinus aus und dieses öffnete sich mit einer von 2 seitlichen Klappen begrenzten Spalte in den rechten Vorhof. Wir haben nun auseinander zu setzen, welche Veränderungen dazu führen, dass die 3 grossen Körperven späterhin in den rechten Vorhof direkt einzumünden scheinen.

Die betr. Vorgänge sind im Allgemeinen bekannt. Der rechte Vorhof weitete sich nach hinten und zugleich nach unten stark aus, er umfasst dabei das rechte Sinushorn mit seinen diesem angrenzenden Wänden in dessen ganzer Länge, so dass das rechte Sinushorn schliesslich (von hinten oder seitwärts gesehen) gar nicht mehr aus der hinteren Vorhofswand heraustritt, sondern in den rechten Vorhof einbezogen erscheint. Damit tritt natürlich auch der Binnenraum des rechten Sinushornes in den Vorhofsack ein. Die hintere Wand des Sinus wird zu einem Bestandtheil des hinteren Wand des rechten Vorhofes. Die 3 Körpervenien münden in Folge dessen an dieser hinteren Wand in den Vorhof direkt ein. Die Reihenfolge der Mündungsstellen an der früheren hinteren Sinuswand, welche jetzt zu einem Bestandtheil der hinteren Vorhofswand geworden ist, ist dieselbe geblieben, wie in jüngeren Stadien. Am oberen Ende des Wandstückes tritt in direkt absteigender Richtung die v. cav. sup. dext. (Duct. Cuv. dext.), am untersten Ende in gerade aufsteigender Richtung die v. cav. inf., und dicht über der letzteren in quer von links kommender Richtung die v. cav. sup. sin. (Duct. Cuv. sin.) ein (Fig 20). Die valvulae venosae scheinen jetzt nicht mehr von der einspringenden Grenze zwischen Vorhof und rechtem Sinushorn, sondern von der hinteren Wand des rechten Vorhofes selbst zu entspringen. Natürlich fassen sie immer noch die Venenmündungen zwischen sich, zeigen ihre alte schräge Stellung und laufen nach oben in das septum spurium aus.

Die Aufnahme des rechten Sinushorns in den rechten Vorhof geht sehr allmählich vor sich; dieselbe ist bei Kaninchenembryonen von etwa 12mm Kopflänge ziemlich vollendet; — noch bei solchen von 22mm Kopflänge aber markirt sich die frühere hintere Sinuswand durch schwache, rechts etwas schärfere Seitenfurchen im Schnittbilde.

Die Körpervenien münden nun direkt in den rechten Vorhof ein, aber zunächst nicht frei, sondern in den spaltförmigen Raum zwischen den valvulae venosae. Die weiteren Schicksale der letzteren werden wir demnächst zu besprechen haben. Dieselben hängen auf's Innigste mit weiteren Stellungsveränderungen und Wachstumsverschiebungen der Vorhöfe zusammen; diese sind im Princip beim Kaninchen und beim Menschen die gleichen, weichen aber im Einzelnen voneinander ab, so dass wir nach Erledigung des Gemeinsamen die speciellen Vorgänge gesondert zu beschreiben

haben. Bei beiden Arten richten sich die Vorhöfe steiler über den Ventrikeln auf und im Zusammenhang damit gewinnt auch der untere Theil des Bulbus, resp. die aus ihm hervorgehenden Anfänge der beiden grossen Arterien eine steilere Richtung. Die jederseits neben der mittleren Einbuchtung, in welche der Bulbus von vorn und obenher eingelagert ist, gelegenen Vorhofsabschnitte zeigen aber ein viel stärkeres, nach vorn und oben gerichtetes Wachsthum, als die durch den Bulbus gewissermaassen eingedrückte und festgehaltene Mitte. Es prägt sich dies äusserlich dadurch aus, dass sich die seitlichen Vorhofstheile immer höher neben dem Bulbus hinauf und an den Seiten desselben nach vorn schieben. Die seitlichen Abschnitte der Vorhöfe zeigen sich in Folge dessen im Verhältniss zu dem unter und hinter dem Bulbus gelegenen centralen Theile nach vorn und oben verlagert. Ein Schnitt der in jüngeren Stadien (Kaninchen von 7 mm Kopflänge) den oberen Rand des Mittelstückes streifte, ging im rechten Vorhof durch das septum spurium; ein ebensolcher Schnitt trifft bei Kaninchen von 22 mm Kopflänge beide Venenklappen weit unter dem Beginn des septum spurium. — Soweit sind die Vorgänge bei beiden Arten die gleichen; nun sind die Abweichungen zu schildern.

Beim Kaninchen war das septum spurium schon häufig in jüngeren Stadien durchbrochen; während der Aufnahme des rechten Sinushornes in den rechten Vorhof ist das regelmässig der Fall. Zugleich damit schwindet die dem Ansatz des sept. sp. entsprechende äussere Furche, und die nach oben ragende, mit der eben erwähnten Wachstumsverschiebung nach vorn verlagerte Kuppel des spatium interseptale geht in den vordern oberen Umfang des rechten Vorhofes unmerklich über, während sie offenbar durch den Druck des neben ihr gelagerten Arterienrohres flacher wird. Unter der Durchbruchsstelle im sept. sp. ist noch bei Kaninchen von 22 mm Kopflänge eine dünne, frei zur vorderen Vorhofswand gespannte Spange übrig, die ich sogar im Herzen des erwachsenen Kaninchens als dünneren oder dickeren, frei vom vorderen Umfang der Einmündung der vena cava sup. nach rechts zur vorderen Vorhofswand ausgespannten Muskelstrang erhalten fand. Als Rest der Kuppel des spatium intersept. ist der von zahlreichen Muskelleisten durchsetzte Raum aufzufassen, der sich beim Kaninchen vor der Einmündung der vena cava sup. dextr. an der medialen Vorhofs-

wand in die Höhe erstreckt; der Zugang zu demselben findet über und unter der erwähnten Muskelleiste statt.

Die Einmündungsstelle der vena cava sup. dext. rückt in Folge der in Allgemeinen geschilderten Verschiebung vom oberen Rande der hinteren Fläche des rechten Vorhofes auf dessen obere Seite, sie entfernt sich also von der Einmündung der unteren Hohlvene. Mit der Einmündungsstelle der v. c. sup. dext. verschieben sich auch die dieselbe begrenzenden Klappen nach oben und vorn. Da zugleich der obere Theil des spatium interseptale verstreicht, findet man die linke Venenklappe am Rande der Einmündung der v. c. sup. dext. neben dem S II und der Wurzel desselben dicht angefügt (Kopflänge 22 mm); dann zieht die linke Venenklappe an der hinteren Vorhofswand (frühere Sinuswand) herab bis zur Einmündung der cava inferior; hier bleibt sie aber noch lange von dem inzwischen, wie unten zu beschreiben, an der hinteren Vorhofswand emporgewachsenen S I durch einen breiten Zwischenraum, einen Rest des spatium interseptale, getrennt (noch bei Kopflänge von 22 mm); erst in der letzten Zeit des Embryonal-lebens stellt sich die vorher quere Wand zwischen Ansatz des S I und valvula venosa sinistra mehr sagittal in die Verlängerung des ersteren, so dass dann der schmale Saum, den man bei neugeborenen Thieren mitunter als Rest der linken Venenklappe nachweisen kann, am Vorhofsseptum selbst anzusetzen scheint.

Noch ehe der Sinus in den rechten Vorhof aufgenommen wurde, sprang an seiner hinteren Wand zwischen der Einmündung der cava inferior und der darunter gelegenen cava superior sinistra eine Leiste mit etwas nach vorn und rechts gewendetem freiem Rande vor. Während der Aufnahme des rechten Sinushornes in den Vorhof wächst diese Leiste rasch nach vorn aus; sie wächst dabei unter dem unteren Ende der valvula venosa sinistra hinweg und verbindet sich rechts mit der valvula venosa dextra, links mit dem Vorhofsseptum (S I). Dadurch wird die Einmündung der cava sup. sinistra nach vorn verlegt bis zum freien Rande der valvula venosa dextra. Diese letztere bildet sich beim Kaninchen allmählich in ihrer ganze Länge zurück, — sowohl oberhalb der horizontalen Leiste als unterhalb derselben am rechten Umfang der Einmündung der cava sup. sinistra. Bei der Geburt ist von der valvula venosa dextra nur noch ein feiner niedriger Saum nachweisbar, der, wo er am vorderen Umfang der Einmündung

der cava sup. dext. mit dem Rest der linken Venenklappe zusammenfließt, am höchsten erscheint.

Auch beim erwachsenen Kaninchen ist dieser feine Grenzsäum am rechten Rande der früheren Sinuswand und am rechten Umfang der Einmündung der vena cava inferior und vena cava sup. sinistra noch mitunter am mit Alkohol geblähten Herzen nachweisbar. Am deutlichsten ist derselbe am rechten Umfang der Einmündung der vena cava inferior, er geht unten in die dünne aber wohl entwickelte Querfalte über, die die Mündung der vena cava inferior und der vena cava sup. sinistra scheidet und stellt so ein Rudiment einer Eustachischen Klappe dar. Am rechten Umfang der Einmündung der vena cava sup. sin. findet sich ein ähnlicher halbmondförmiger Saum, als Rest des untersten Endes der valvula venosa dextra, der an einzelnen Herzen in der Mitte etwas höher erscheint und dann einen wirklichen, freilich nicht schlussfähigen Rest einer valvula Thebesii darstellt. Wenn Krause in der „Anatomie des Kaninchens“, 2. Auflage p. 244 sagt: „Das Ostium der Sinistra“ (nämlich der vena cava sup. sin.) „besitzt eine grosse halbmondförmige, häutige valvula Thebesii“, so ist damit jedenfalls die häutige Querfalte gemeint, welche die Mündung der cava sup. sin. nach oben von der der cava inf. scheidet, dieselbe ist aber kein Homologon der valvula Thebesii des Menschen.

An dem Modell des Herzens einer neugeborenen Ratte erscheinen die Venenklappen relativ noch höher und deutlicher, als am Herzen des neugeborenen Kaninchens.

Beim Menschen ist das spatium interseptale von Anfang an schmaler und kleiner als beim Kaninchen; die Venenklappen stehen also den Septalanlagen relativ näher. Bei der Verschiebung der seitlichen Theile der Vorhöfe nach vorn und oben wird der obere kuppelförmige Theil des spatium interseptale vollkommen abgeflacht und auf eine schmale Spalte reducirt; das septum spurium erscheint nicht durchbrochen, tritt aber in Folge der Verkleinerung des oberen Theiles des spatium interseptale der medialen oberen Wand des rechten Vorhofes (wo dieselbe der Aorta anliegt) immer näher. Bei Embryonen von 14–16mm Kopfl. (Steissseittellänge 34, Anfang des dritten Monats) würde man des sept. sp. ohne Kenntniss der vorausgehenden Stadien kaum als etwas Besonderes erkennen; es ist ein kurzer Muskelstrang, der von dem oberen Zusammenfluss der beiden Venenklappen nach vorn zur vorderen Vorhofswand

läuft; an seiner Innenseite aber erstreckt sich, wie man am Modell sieht, ein schmaler Hohlraum zwischen ihm und der medialen Vorhofswand (über der Verbindung beider Vorhöfe) weit in die Höhe; die Wände des Hohlraums sind mit Muskelleisten (*musculi pectinati*) besetzt; dieser Hohlraum ist der Rest des *spatium interseptale*. Bei einem menschlichen Embryo von 30mm Kopfl. (Steisslänge 75mm, Ende des 3. oder Anfang des 4. Monats) war der Eingang in diesen Hohlraum bis auf eine capillare Spalte verengt, durch die man nach oben in einige mit Blut gefüllte Lücken in der medialen Wand des rechten Vorhofes oberhalb der Verbindung beider Vorhöfe untereinander gelangt. Beim Menschen verschwindet das s. sp. und mit ihm zugleich das *spatium interseptale* durch Verlöthung mit der medialen Vorhofswand. Doch noch bei einem Foetus vom Ende des 7. Monats (Länge des gestreckten Körpers 36cm, Kopfl.  $8\frac{1}{2}$ cm) ist unter dem vorderen Umfang der Einmündung der vena cava sup. am Uebergang der medialen auf die vordere Wand des rechten Vorhofes eine halbmondförmige Leiste mit unterer Concavität zu sehen, die ihrer Lage und (sagittaler, etwas nach vorn geneigter) Richtung nach als Rest des freien Randes des s. sp. aufzufassen ist. Es gelingt aber nicht mehr, in die an der medialen Seite der Leiste aufsteigende Tasche eine Borste hinaufzuschieben. Bei Neugeborenen ist die Leiste, wenn man sie von jüngeren Stadien her kennt, noch häufig zu finden, selbst beim Erwachsenen finden sich mitunter Spuren derselben (vgl. z. B. die von Merkel in die 3. Auflage des Henle'schen Atlas p. 276 neu eingefügte Figur A).

Die Verschiebung der Einmündungsstelle der v. cava sup. dext. nach vorn findet ebenso statt wie beim Kaninchen, die Venenklappen folgen derselben; die *valvula venosa sinistra* tritt bei dem Embryo von 16mm Kopfl. (vergl. Fig. 29) am linken Rande der Einmündung der cava sup. dext. an die Wurzel des septum II heran und läuft von da noch recht deutlich ausgebildet an der hinteren Vorhofswand herab; dort ist sie von dem Ansatz des SI an der hinteren Vorhofswand bei diesem menschlichen Embryo durch einen schmalen Blindsack, einen Rest des unteren Theiles des *spatium interseptale*, getrennt; unten endigt die *valv. ven. sin.* aber nicht wie beim Kaninchen hinter dem freien Rande der Querleiste, die sich auch beim Menschen zwischen Einmündung der cava inferior und dem Reste der cava sup. sinistra, der Herzvene, vorschiebt, sondern setzt

sich auf die untere Wand umbiegend vor der Herzvenenmündung in das untere Ende des SII = Isthmus Vieussenii fort. Es hängt dies mit der beim Menschen unverhältnissmässig viel stärkeren Längsentwicklung dieser halbmondförmigen Leiste, nämlich des SII, zusammen. Beim Kaninchen bleibt dieselbe als enger und kurzer Halbmond in der vorderen oberen Ecke der Vorhofsscheidewand stehen; beim Menschen ist der Bogen des Halbmondes weiter geschwungen, er tritt hier mit der Aufrichtung der Vorhöfe nicht nur überhaupt mehr an die vordere Seite, sondern sendet seine Enden weit aus, namentlich das untere Ende wächst an der unteren Vorhofswand (zwischen den Atrioventricularöffnungen) herum nach hinten, bis es dem unteren Ende der linken Venenklappe begegnet. — Beim Menschen wird demnach der Theil des Isthmus Vieussenii, der die fossa ovalis von unten umgrenzt, vielleicht noch mit durch das untere Ende der valvula venosa sinistra gebildet (vergl. Fig. 29 V. v. u. SII). Bei dem älteren Embryo (Kopfl. 30) sieht man wenigstens die betreffenden Verhältnisse folgendermaassen. Oben neben der Einmündung der cava sup. (dext.) ist an dem SII noch ein saumförmiger Rest der linken Venenklappe zu sehen, derselbe ist aber dem SII dicht angedrückt und scheint im Begriff mit demselben zu verlöthen. Weiter abwärts an der hinteren Wand herab bis zum linken Rande der Einmündung der vena cava inferior ist die valvula venosa sinistra vollkommen verschwunden. Vor der Einmündung der Herzvene taucht aber derselbe Kamm, wie bei dem jüngeren Embryo als untere Umrandung der fossa ovalis in Verlängerung des unteren Horns des SII wieder auf.

Die Querfalte zwischen der Einmündung der cava inf. und der der Herzvene ist entsprechend dem viel geringeren Kaliber der letzteren im Vergleich zu der der cava sup. sinistra des Kaninchens schwächer entwickelt und wächst auch nicht bis zum freien Rande der valvula venosa dextra nach vorn vor, sondern steht hinter demselben zurück (Fig. 29 über \*); doch wird auch hier durch die Verbindung dieser Querfalte mit der valvula venosa dextra die letztere in einen viel grösseren oberen Abschnitt und einen kleineren unteren, der vor und neben der Herzvenenmündung gelegen ist, zerlegt. Durch Vergleich mit den leicht präparirbaren älteren Formen ist es nun unschwer nachzu-



weisen, dass der grössere obere Abschnitt der *valv. ven. dextr.* in seiner Länge verschiedenartige Schicksale hat: neben der *cava sup. dext.* und neben dem Zwischenraum zwischen der Einmündung beider *venae cavae* atrophirt er allmählich, während sich seine untere Hälfte neben der Einmündung der *vena cava inf.* als Eustachi'sche Klappe erhält, die durch ihre Verbindung mit der Querfalte zwischen Einmündung der *cava inf.* und der Herzvene am unteren Ende gegen das Vorhofsseptum abgelenkt erscheint. Der untere kleinere Abschnitt der *valv. ven. dext.* neben und vor der Herzvenenmündung bildet die *valvula Thebesii*. — Die Atrophie des oberen Theils der *valv. ven. dext.* geht sehr langsam vor sich; noch bei einem Embryo von ungefähr 5,5 cm Kopflänge (Gesamtlänge  $20\frac{1}{2}$  cm, Ende des 4. Monats) war derselbe sehr deutlich erhalten. An demselben Herzen war übrigens an der linken Seite der Einmündung der *cava sup.* am S II (Limbus) noch ein feiner Saum sichtbar, der wohl als Rest der angelötheten *valv. ven. sin.* gedeutet werden darf.

Bei einem Embryo aus dem Ende des 7. Monats war die linke Venenklappe als gesonderter Theil nicht mehr erkennbar. Von der rechten Venenklappe war am lateralen Umfang der Einmündung der *cava sup.* noch eine ziemlich hohe dünne Falte übrig (nach Henle bleibt dieser Rand der Einmündung immer scharf), weiter nach hinten und unten in dem Zwischenraum der Einmündungen der beiden *venae cavae* (frühere Sinuswand) verlor sich die Falte in einen ganz niedrigen, feinen Saum, um neben der Einmündung der *cava inferior* sich zu bedeutender Höhe zu erheben. Die Rückbildung der rechten Venenklappe beginnt also nicht am oberen Ende, sondern in der Mitte, in dem Zwischenraum zwischen den beiden grossen Venenmündungen. Die Trennung des unteren Theiles der rechten Venenklappe in *valvula Eustachii* und *valvula Thebesii* war bei diesem Foetus schon vollendet.

Die gleich zu beschreibenden Veränderungen an der Vorhofscheidewand hängen auf's Engste mit der weiteren Aufrichtung der Vorhöfe über den Ventrikeln zusammen. Man bemerkt diese Aufrichtung sogleich, wenn man das Herzmodell eines Kaninchens von 6 mm Kopflänge neben das eines älteren oder das einer neugeborenen Ratte hält und die Profilansichten derselben bei vertikal gestellter ventraler Ventrikelwand vergleicht. Sieht man ins Innere, so erkennt man, dass jetzt die *foramina atrioventr.* nicht mehr am

unteren Rande der vorderen Vorhofswand, sondern in der unteren Vorhofswand selbst sitzen. Natürlich erleiden die übrigen Vorhofswände entsprechende Verschiebungen. Die Ansatzlinie des SI rückt in Folge dessen von der unteren auf die hintere Vorhofswand hinauf und die Ansatzlinie des SII zieht sich von der oberen auf die vordere Vorhofswand herab. Beide Septa wachsen dabei nicht nur erheblich in die Höhe, sondern ihre Ansatzenden greifen weiter und ziehen aneinander vorbei. Die Ansatzenden des SI liegen nach dem oben über die ursprüngliche Stellung der Septa Gesagten an der linken Seite von denen des SII. Besonders stark ist die Ausdehnung des unteren Endes des SI, das an der hinteren Vorhofswand bis zur oberen aufsteigt. Daher kommt es, dass der freie Rand des SI schliesslich nicht mehr nach oben und hinten, sondern nach oben und vorn gewendet ist (Fig. 29 SI). Diesem freien Rande des SI steht nun der freie Rand des SII, welcher jetzt nach unten und hinten sieht, gegenüber. Beide Ränder wachsen sich entgegen und schieben sich übereinander hinweg, wodurch das zwischen ihnen gelegene OII (Foramen ovale) eingeengt wird. Man erkennt nun mit voller Sicherheit, dass das dünnhäutige SI die *valvula for. ov.*, das dickere und fleischigere SII den Isthmus *Vieussenii* darstellt. Der untere Rand des letzteren erhält, wie schon gesagt, eine Verlängerung, die sich an der rechten Seite des unteren Randes der *valv. for. av.* hinzieht, dadurch, dass sich mit ihm ein erhaltener Rest des unteren Endes der linken Venenklappe continuirlich verbindet. Ein Abschluss des *Limbus Vieussenii* zur Ringform (*Annulus*) wird in späteren Stadien (beim Menschen) dadurch erreicht, dass die dicke Wurzel der *valvula foraminis ovalis* an der hinteren Vorhofswand sich direkt an die Enden des ersteren anschliesst.

Den mittleren Theil des freien Randes der *valv. for. ov.* fand ich bei den Modellen des Herzens älterer menschlicher Embryonen immer unter dem Rande des *Limbus* nach rechts hin ausgebaucht.

Von weiteren Veränderungen der Vorhöfe sei noch Folgendes notirt. Dieselben wachsen mächtig nach vorn hin aus und greifen nach Innen umbiegend mit zugespitzten Enden allmählich über die vordere Seite des *Bulbus*, resp. der aus demselben hervorgehenden beiden Arterien hinweg, bis sie sich beinahe erreichen (Ausbildung der Herzohren). Bei Embryonen von 6mm Kopflänge

beginnt, namentlich an der unteren Wand dieser Seitentheile der Vorhöfe, die Ausbildung der *musculi pectinati*; sie treten als parallele Leisten auf, die zur Längsaxe der zugespitzten Säcke senkrecht stehen. Allmählich greifen die Leisten gürtelförmig um die Vorhofswände herum. Die weitere Ausbildung derselben zu verfolgen, lag ausserhalb des Interesses meiner Arbeit.

Die Ausweitung der Atrioventricularöffnungen bis zu der Grösse wie im Herzen des Erwachsenen, wo dieselben den ganzen Vorhofsboden einnehmen, erfolgt ziemlich spät. Noch am Modell des Herzens eines menschlichen Embryos aus dem Anfang des 3. Monats ist die Umgebung der Atrioventricularöffnungen gegen die angrenzenden Vorhofswände terrassenartig erhoben. Am Anfang des 4. Monats erscheint mit der fortschreitenden Ausweitung der Atrioventricularöffnungen diese Erhebung beinahe verschwunden.

Etwas ausführlicher muss ich auf die Veränderungen des linken Vorhofs, welche mit der Ausbildung der Lungenvene zusammenhängen, eingehen. Die Lungenvene ist auch beim Menschen ursprünglich ein einfaches und sehr kleines Gefäss, das aus dem Lungengekröse direct in den linken Vorhof tritt. Die Einmündungsstelle findet sich wie beim Kaninchen dicht neben dem Ansatz des SI da, wo SI, die hintere und die untere Wand des linken Vorhofs in einer abgerundeten Ecke zusammenstossen (Ve. p. Fig. 26). Die Einmündungsstelle hat die Form eines die Wurzel des SI schräg durchsetzenden Spaltes, so dass man annehmen kann, die Wände desselben werden bei der Contraktion des linken Vorhofs aufeinander gedrückt und so dem Blute der Rückfluss versperrt.

Die weiteren Umbildungen bei den Nagern und beim Menschen unterscheiden sich aber in sehr wesentlichen Punkten. Bei ersteren bleibt der Stamm der Lungenvene einfach, auch behält derselbe seine ursprüngliche Richtung grade von hinten nach vorn; nur erweitert sich die Einmündungsstelle erheblich und rückt an der hinteren Wand in die Höhe. Links neben derselben drängt das Herzende der v. c. sup. sin. (früher linkes Horn und unteres Querstück des Sinus) die Vorhofswand tief ein. Entsprechend dem bogenförmigen Verlauf des Gefässes sieht man an der Innenfläche der Hinterwand des linken Vorhofs einen von links und oben nach rechts und unten ziehenden abgerundeten Vorsprung, der die Einmündungsstelle der Lungenvene seitlich und von unten umgiebt.

So bleiben die Verhältnisse bei den Nagern bestehen; die Einmündungsstelle der Lungenvene nimmt bei diesen demnach immer einen relativ kleinen Bezirk der Hinterwand des linken Vorhofs ein.

Ganz anders beim Menschen. Der ursprünglich ebenfalls einfache, aber sehr kurze Stamm der Lungenvene wird hier sehr bald in den linken Vorhof einbezogen. Schon bei Embryonen von 12 mm Kopfl. findet man die beiden quer divergirenden Aeste (oder Astpaare) der Lungenvene dicht neben einander am S I in einen Raum einmünden, der nur wenig nach hinten und oben aus dem Niveau der linken Vorhofswand heraustritt; dieser Raum ist offenbar nichts anderes, als der erweiterte, ursprünglich einfache Stamm der Lungenvene (Fig. 29). Während die Ränder der breiten Oeffnung dieses Raumes in den Vorhof rechts und oben glatt in die angrenzenden Vorhofswände übergehen, springen dieselben links und unten etwas leistenartig vor. In der Furche, die an der Aussenseite des Herzens diesem leistenartigen Vorsprunge entspricht, zieht das Herzende des beim Menschen frühzeitig eingengten oder zu einem Strang obliterirten linken Duct. Cuv. Die Leiste ist also dem breiteren und stärkeren Vorsprung, der bei den Nagern die Mündung der Lungenvene von links und unten umgiebt, gleichzusetzen.

Dieser Raum, in den die beiden Aeste der primären Lungenvene beim Menschen einmündet, erweitert sich rasch in querrer Richtung und wird zugleich flacher; schon im Anfang des dritten Monats nimmt er fast den ganzen hinteren oberen Umfang des linken Vorhofs ein; der seine Mündung von links und unten umgrenzende leistenartige Rand verwischt sich allmählich. Am Anfang des 4. Monats sind die definitiven Verhältnisse beinahe erreicht; die Einmündungen der beiderseitigen Lungenvenen (jederseits ein kurzer Stamm, oder häufiger zwei Stämmchen, in dem dann das kurze Stammstück auch noch in den Vorhof einbezogen ist), finden sich an den Enden des oberen Randes des linken Vorhofs. Der Raum zwischen den Einmündungsstellen ist glatt in den übrigen Vorhofsraum eingetreten. Danach ist es unzweifelhaft, dass das Wandstück des linken Vorhofs, das zwischen den Einmündungsstellen der beiderseitigen Lungenvenen gelegen ist, ursprünglich Venenwand war, die erst secundär in den Vorhof einbezogen wird, ganz ähnlich wie das rechte Sinushorn als Wandbestandtheil in den rechten Vorhof eintritt. An diesen sekundären Wandbestand-

theilen der Vorhöfe fehlen links ebenso wie rechts die *Musculi pectinati*.

Auffällig ist, dass beim Menschen, wo der ursprünglich einfache Stamm der Lungenvene so frühzeitig und ausgiebig nach links hin erweitert und dann in's Herz einbezogen wird, das Herzende der v. c. sup. sin., das die Einmündung der sich erweiternden Lungenvene umgiebt, ebenso frühzeitig obliteriert, während bei den Nagern, wo der einfache Stamm der Lungenvene sich nur mässig erweitert und vom Herzen gesondert bleibt, die linke v. c. sup. erhalten bleibt. Es stellt sich nun die Frage, ob zwischen der Ausweitung des Lungenvenenstammes und der Obliteration der v. c. sup. sin. beim Menschen ein Causalzusammenhang existiert? Die Teratologie giebt keinen Aufschluss. Ein einfacher Lungenvenenstamm scheint beim erwachsenen Menschen niemals beobachtet worden zu sein. Die Erhaltung einer engeren oder weiteren v. c. sup. sin. trotz der gewöhnlichen Verhältnisse der Lungenvenen beweist nichts, denn in solchen Fällen könnte die obliterirende Wirkung der Ausweitung des Lungenvenenstammes abnormerweise durch andere Factoren ausgeglichen sein. Eine Uebersicht über die betreffenden Verhältnisse in der ganzen Wirbelthierreihe spricht eher gegen die Annahme eines Causalzusammenhanges zwischen Ausweitung des Lungenvenenstammes und Obliteration der v. c. sup. sin.; denn nach einer Angabe von Owen (*The Anatomy of Vertebrates*, London 1868, III, pg. 522) ist bei dem Dugong nur die rechte v. c. sup. vorhanden, während ausdrücklich betont wird: „The pulmonary veins terminate in the left auricle by a common trunk an inch in length.“ Es handelt sich also wohl um Coincidenz zweier von einander unabhängiger Vorgänge.

#### Definitive Ausbildung der Ventrikel und Arterien.

Bei Kaninchen von 4,5—5,5 mm Kopfl. beginnen die beiden Bulbuswülste zuerst dicht unter dem oberen Bulbusende mit ihren Flächen mit einander zu verwachsen (Fig. 25), sodass dann innerhalb des äusserlich noch einheitlichen Bulbus (am oberen Ende) die Lumina der Art. pulm. und Aorta von einander getrennt sind. Bei Kaninchen von etwa 5,8 mm Kopfl. wird die Trennung auch äusserlich sichtbar. An der linken Seite des gemeinsamen Wurzelstückes der 4. und 5. Aortenbögen beginnt nach rechts hin eine

horizontale Furche einzuschneiden. Dieselbe trifft grade zwischen die Abgangsstellen der linken 4. und 5. Bögen (vgl. Fig. 22). Nachdem die Furche etwa bis zur Mitte des Bulbusendes horizontal eingedrungen ist, biegt sie nach unten um und dreht sich zugleich so, dass ihre Fläche schräg von rechts und vorn nach links und hinten steht. Mit dieser Einfurchung ist das obere Ende des Bulbus in zwei Röhren zerlegt, von denen die eine, die nach vorn und links liegt (art. pulm.), nur in die 5., die andere, welche rechts und hinten aufsteigt (art. aorta), in die 4. und die Reste der darüberliegenden Aortenbögen führt. Gemäss des horizontalen Verlaufs der trennenden Furche am oberen Ende zieht der Anfangstheil des linken 4. Aortenbogens über das Ende der art. pulm. ehe dieselbe sich in die 5. Aortenbögen theilt, hinweg. Ob vor dem Erscheinen der äusseren Furche sich im Inneren der ventralen Aortenwurzel schon eine Scheidewand gebildet hatte, vermag ich nicht zu entscheiden. Wie die äusserliche Trennung am Bulbus weiter nach unten fortschreitet, ist leicht zu ersehen. Die trennende Furche stellt sich weiter abwärts beinahe rein frontal, mit ihrem rechten Ende nur wenig nach vorn, mit ihrem linken nur wenig nach hinten abweichend.

Schwieriger ist das Verständniss der innern Trennung der beiden Arterienröhren und die Verbindung des Bulbusseptums mit dem Ventrikelseptum, durch welche die Aortenröhre allein in den linken, die Pulmonaliströhre allein in den rechten Ventrikel übergeführt wird. Wir müssen zur Schilderung dieser Vorgänge etwas weiter ausholen.

Bei Embryonen von 6 mm Kopfl. sind die Endocardkissen des ost. atr. v. mit den einander zugewandten Flächen (nach oben auch mit dem unteren Rande des S I) verschmolzen. Dadurch sind neben den verschmolzenen Endocardkissen zwei getrennte Oeffnungen, das rechte und linke ost. atr. v. übrig geblieben. Dieselben finden sich nun am obern Rande der hinteren Wand der Ventrikel, erst später rücken sie allmählich (mit der vollendeten Aufrichtung der Vorhöfe) an die obere Seite der Ventrikelräume. Von der vorderen und unteren Wand der Ventrikel wächst an der Grenze der beiden Ventrikelhälften das Ventrikelseptum nach oben und hinten aus. Zwischen dem freien Rande desselben und den rechten Höckern der beiden Endocardkissen, die auch nach der Verschmelzung noch ganz deutlich zu sehen sind, verbindet das ost. interventr. die beiderseitigen Ventrikelräume (vergl. dazu Fig. 23 und Schemata D, E, F). Beim Vor-

wachsen des Ventrikelseptums bis zum Verschlusse des Interventrikularostiums würde dasselbe, um es nochmals hervorzuheben, nicht wie das Vorhofsseptum auf die Mitte der beiden verschmolzenen Endocardkissen, sondern auf die rechten Seitenränder, resp. die dort befindlichen Höcker der letzteren treffen. Das ost. atr. v. dext. liegt also dicht neben der Ebene des Ventrikelseptums, das ost. atr. v. sin. ist um die volle Breite der miteinander verschmolzenen Endocardkissen von der Ebene des Ventrikelseptums entfernt. Zwischen der Ventrikelfläche der miteinander verschmolzenen Endocardkissen und dem linken Abhang des sept. interventr. bleibt ein röhrenförmiger Raum, der nach rechts und etwas vor dem ost. atr. v. sin. zum ost. interventr. führt (Fig. 23).

Nun kehren wir zum unteren Bulbusende zurück. Dasselbe öffnete sich nach unten anfänglich allein in den rechten Ventrikelschenkel; diese Oeffnung war gemäss der ursprünglichen Stellung des can. aur. am linken Herzrande von der Ventrikelmündung des letzteren weit entfernt. Wenn bei der oben ausführlich beschriebenen Drehung der Ventrikelschleife der can. aur. sich nach rechts verschiebt, während der rechte Ventrikelschenkel mit dem oben aus ihm hervorgehenden Bulbus nach links und vorn tritt, kommen Ventrikelmündung des can. aur. (ost. atr. v.) und Bulbusmündung einander näher. Nachdem das ost. atr. v. soweit nach rechts getreten ist, dass sein rechtes Ende in den rechten Ventrikel hineinreicht, liegt der linke Umfang des nach links verschobenen und aufgerichteten Bulbus über demselben. Endlich weitet sich das untere Bulbusende noch stärker nach links und hinten aus, so dass der linke hintere Umfang seines Lumens nicht mehr über dem rechten Ventrikel liegt, resp. in denselben hinabführt, sondern in den Abschnitt des linken Ventrikels ausgeht, welcher, wie ich eben beschrieben habe, zwischen den verschmolzenen Endocardkissen und dem linken Abhang des Ventrikelseptums zum ost. interventr. führt.

Nun erinnern wir uns daran, dass die beiden Wülste, welche im mittleren Theil des Bulbus an dessen Innenwand rein rechts und links stehend die Scheidung der vorderen Pulmonalis-Röhre von der hinteren Aortenröhre einleiteten, sich gegen das untere Bulbusende hin verschieben (vergl. Fig. 32), und zwar tritt der linke Wulst weiter nach vorn, der rechte weiter nach hinten, es rückt demgemäss die Pulmonalis-Röhre nach rechts, die Aortenröhre nach links. Die Aortenröhre nimmt also an ihrem unteren

Ausgang grade den linken hinteren Umfang des Bulbus ein, aus dem es durch den Rest des ost. interventr. in jene röhrenförmige Verlängerung des linken Ventrikels zwischen den verschmolzenen Endocardkissen und dem linken Abhang des sept. interventr. herabgeht.

Nun ist nur noch der Anschluss der Septa aneinander und der damit bewirkte Endabschluss der Gefäß- und Ventrikelräume zu beschreiben. Der linke vordere Bulbuswulst läuft bei Kaninchen von etwa 7—7,5 mm Kopflänge auf den freien vorderen Rand der sept. interventr. herab, der rechte hintere Bulbuswulst zieht am rechten Rande des ost. atr. v. dext. nach abwärts. Bei wenig älteren Embryonen (noch unter 8 mm Kopflänge) steigt das Ventrikelseptum weiter aufwärts und verbindet sich dabei vorn mit dem Ende des linken vorderen Bulbuswulstes; hinten allmählich mit dem ganzen rechten Rande der verschmolzenen Endocardkissen, zuletzt mit dem rechten Höcker des oberen Endocardkissens (vergl. Fig. 23). Das verengerte ost. interventr. liegt dann nicht mehr zwischen den Atrioventricularöffnungen, sondern über dem Niveau derselben (Schema F). Nun legen sich die beiden Bulbuswülste aneinander und verschmelzen, so dass auch im unteren Bulbusende Aorta und Pulmonalis definitiv getrennt werden und schliesslich verschmilzt der untere Rand des so gebildeten Bulbusseptums mit dem noch freien Rande des sept. interventr., so dass also der Rest des ost. interventr. in den Ursprung der Aorta einbezogen wird. Das untere Ende des rechten hinteren Bulbuswulstes, welches nicht mit dem linken vorderen verschmilzt, sondern am rechten Rande des ost. atr. ventr. dextr. herabzieht, wird, wie wir sehen werden, zu andern Zwecken verwendet. Der conus arteriosus der Aorta, wenn man von einem solchen sprechen darf, entsteht aus jenem trichterförmigen Raum, der vom linken Abhang des sept. interventr. und den verschmolzenen Endocardkissen umgrenzt zum ost. interventr. hinaufführte; er liegt seiner Entstehung nach eingeschoben zwischen ost. atr. v. dext. et. sin. Die entscheidenden Momente des ganzen Vorgangs sind also folgende: die Bulbusmündung und das ost. atrioventr. rücken einander näher, das Ventrikelseptum wächst von unten über den rechten Rand der miteinander verschmolzenen Endothelkissen nach oben hinweg, der Bulbus theilt sich durch Bildung der Längswülste in eine vordere rechte und hintere linke Röhre; zugleich weitert er sich nach hinten und links aus, so dass die Aortenröhre abwärts zum ost. interventr.



führt, dann verbinden sich die Bulbuswülste zu einem Bulbus-septum, dessen unterer Rand mit dem restirenden kurzen freien Rande des Ventrikelseptums verschmilzt. Anfänglich verläuft der conus arteriosus der Aorta ziemlich schräg nach hinten und rechts und geht erst weiter oben in die rein aufsteigende Richtung über. Später nimmt auch der Conus eine mehr grade aufstrebende Richtung an.

Die Scheidung der Arterien und Ventrikel ist bei Embryonen von ungefähr 8 mm Kopflänge vollendet.

Die Entstehung der Atrioventricularklappen findet nach meinen Beobachtungen wesentlich in der Weise statt, wie es Bernays<sup>1)</sup> angiebt. Die Ventrikel dehnen sich aus, aber nicht gleichmässig, sondern gleichzeitig mit der excentrischen Ausdehnung der Wand wachsen von der Innenfläche derselben die Trabekeln nach innen vor. Die Ventrikelwand wird gewissermaassen von dem sich ausdehnenden Lumen unterwühlt. Um die Ränder der Atrioventricularöffnungen herum bleibt bei der Ausdehnung des Lumens eine diese Oeffnungen ringförmig umgebende, ununterbrochene Schicht stehen; dieselbe wird nur an ihrer Aussenfläche durch vordringende Spalten unterminirt; sie hängt daher als eine mehr oder minder zusammenhängende Platte von den Rändern der Atrioventricularöffnung herab. Am untern Rande der Platte finden wieder zahlreiche Durchbrüche in die nach aussen von der Platte gelegenen Spalten statt; die zwischen den Durchbrüchen ausgesparten Balken bleiben als musculi papillares stehen. Das Material, aus dem die von den Atrioventricularöffnungen ringsherum herabhängenden Platten, die Anlagen der Atrioventricularklappen, bestehen, ist freilich an den verschiedenen Stellen ein verschiedenes. An den seitlichen Rändern der Atrioventricularöffnungen mag es theilweise die früher in die Ventrikelwand eingezogene Wand des can. aur. sein, welche das Material für die äusseren Klappen liefert; doch findet der Vorgang auch hier nicht in dem Sinne von His statt; der can. aur. wird nicht in den Ventrikelraum eingestülpt, so dass sich mit seinen freien unteren Rändern die musculi papillares erst nachträglich verbinden müssten. An den Innenrändern der Atrioventricularöffnungen verhält sich die Sache etwas anders. Der rechte Rand der linken Atrioventricularöffnung wird

1) Morpholog. Jahrbuch II, pag. 478. Entwicklungsgeschichte der Atrioventricularklappen von Dr. A. C. Bernays (mit Tafel 32 u. 33).

vom linken Rande der verschmolzenen Endocardkissen begrenzt; oben und unten (resp. später vorn und hinten), wo die Endocardkissen in die Ventrikelwände übergehen, werden durch Unterwühlung der Ventrikelwand die an den Enden des inneren (vorderen) Klappsegels der Mitralis befestigten musculi papillares frei; das Klappsegel selber entsteht aber wesentlich aus der Substanz des linken Randes der verschmolzenen Endocardkissen, d. i. aus den beiden linken Höckern mit der dieselben verbindenden Zwischenschicht. Dieses Klappsegel ist also von vornherein bindegewebiger Natur und hängt als eine Art Scheidewand zwischen dem ost. atr. v. sin. und dem con. arter. der Aorta herab. Aehnlich verhält es sich mit den Klappsegele am linken Rande der rechten Atrioventricularöffnung; dieser Rand war durch Vereinigung der rechten Höcker der verschmolzenen Endocardkissen mit dem Ventricularseptum entstanden (vergl. Fig. 23); derselbe wird von unten her unterwühlt und liefert so das Material für die innere Klappe der Tricuspidalis. Auch dieses Klappsegel ist also seiner ersten Anlage nach bindegewebigen Ursprungs; am oberen Rande seines Ansatzes findet die letzte Vereinigung des Bulbusseptums mit dem freien Rande des Ventrikelseptums statt. Hier bleibt dann, entsprechend dieser letzten Vereinigungsstelle, verdeckt von dem später gebildeten Klappsegel, die bekannte häutige Stelle in der Ventrikel-scheidewand zurück. Die Annahme einer bindegewebigen Umwandlung der ursprünglich aus der Muskelwand abgesonderten äusseren Klappsegel bietet aber, soviel ich sehen kann, auch keine besonderen Schwierigkeiten. Für die Bildung des vorderen äusseren Klappsegels der Tricuspidalis liefert übrigens auch das untere Ende des hinteren rechten Bulbuswulstes, welches an der vorderen Hälfte des rechten Randes der rechten Atrioventricularöffnung herabzog, Material (vergl. Fig. 23). Zu verfolgen, wie die Atrioventricularöffnungen, welche ursprünglich der geschilderten Entstehung gemäss schmale Längsspalten am oberen Ende der Hinterwand der Ventrikelwand darstellten, sich ausweiten und ihre definitive Form und Lagerung gewinnen, lag ausserhalb des Interesses meiner Arbeit.

Auch die Bildung der Arterienklappen will ich nur ganz im Allgemeinen schildern, weil ich nichts von dem Bekannten besonders Abweichendes vorzubringen habe. Bei der Trennung der Aorta von der art. pulm. verschmelzen die Bulbuswülste nicht in

ihrer ganzen Ausdehnung, sondern nur mit ihren freilich breiten Firstflächen. Die Abhänge der Erhebungen bleiben frei und springen in das Lumen der Aorta und art. pulm. als je 2 kleinere Wülste vor, diese Wülste erhalten sich im Anfangstheil der beiden Arterien, während sie weiter distalwärts verstreichen. Zu ihnen gesellt sich dann im Anfangstheil der Arterien je ein dritter Wulst, der von der hinteren Wand der Aorta noch vorn und der vorderen Wand der art. pulm. nach hinten vorragt. Die 3 Wülste legen sich in jedem der beiden Gefäße so aneinander, dass das Lumen zwischen ihnen zu einer dreizackigen Spalte eingeengt wird. Dann wird allmählich die distale Seite der Wülste ausgehöhlt und jeder der Wülste wandelt sich so in eine erst dickwandige, später dünnwandige Tasche um.

Die Ventrikel, welche noch bei Embryonen von 8 mm Kopflänge einen rundlichen Umriss zeigen, spitzen sich allmählich durch vorwiegende Ausdehnung im Höhendurchmesser zu. Die Betrachtung der Modelle ergibt, dass dabei zugleich der längste Durchmesser der Ventrikel seine Lage ändert. Dies drückt sich im Folgenden aus. Der linke Ventrikel zeigte vorher eine ziemlich breite, abgerundete, obere Fläche; der längste Durchmesser desselben ging von dem Scheitel dieser Fläche zu dem abgerundeten unteren Ende; dieser Durchmesser zog oben weit vor dem ost. atr. v. vorbei, späterhin schwindet diese obere Kuppel fast ganz, indem dieselbe theils in den sich ausdehnenden Aortenkonus übergeht, theils zur vorderen Ventrikelfläche geschlagen wird. Die längste Axe des linken Ventrikels beginnt dann oben dicht vor dem ost. atr. v., welches an die obere Ventrikelfläche gerückt erscheint, und zieht nach unten zu dem spitz ausgezogenen Ventrikelende. In Bezug auf die Lagerung der beiden Ventrikel zu einander in späteren Stadien, habe ich dem Bekannten nichts Wesentliches zuzufügen.

Ueber die jüngeren menschlichen Embryonen, welche ich mikrotomirt und von denen ich die wichtigeren Stadien auch modellirt habe, sei hier noch Folgendes bemerkt. Die Entwicklung des Herzens stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der beim Kaninchen überein, einzelne wichtigere Abweichungen habe ich oben eingeflochten. Es war mir recht auffällig, dass trotz der

Verschiedenheit der Körpergrösse des ausgewachsenen Menschen und des Kaninchens in den jüngeren Stadien die Kopflänge bei gleicher Entwicklung des Herzens ziemlich genau übereinstimmt. In Bezug auf die allgemeine Entwicklungshöhe gilt diese Uebereinstimmung für Nr. 7—10 meiner oben angeführten Modell-Tabelle (p. 289—290) vom Kaninchen; die Kopfmaasse dieser Kaninchen gleichen annähernd denen der menschlichen Embryonen auf der His'schen Normentafel, mit denen ich sie oben als etwa gleich entwickelt bezeichnet habe. Die jüngeren Kaninchen zeigen eine etwas grössere Kopflänge als die ihnen entsprechenden menschlichen Embryonen, bei den älteren wird die Vergleichung der allgemeinen Entwicklung sowohl wie der Körpermaasse unmöglich. — Der jüngste menschliche Embryo, der mir zur Verfügung stand, hatte eine Kopflänge von 1,7 mm (etwas grösser als His' Normentafel Nr. 7): SI in der Bildung begriffen, canalis auricularis oberflächlich am linken Herzrande, der Sinus öffnet sich mit seinem rechten Horn in den rechten Vorhof, steht aber noch unter dem Vorhofssack und ist breit mit der Leber verwachsen; das Herz entspricht etwa dem vom Kaninchen von 2 mm Kopflänge. — Dann folgt ein Embryo von 2,9 mm Kopfl. (etwas grösser als His Nr. 9); SI vollkommen ausgebildet, aber undurchbrochen; s. sp. und valv. venosae vorhanden, ebenso die Endocardkissen. Das Herz entspricht ziemlich genau dem vom Kaninchen von gleicher Kopflänge. — Bei menschlichen Embryonen von 3,8—5,3 mm Kopflänge (His Nr. 10—13) fand ich SI durchbrochen; bei solchen von 5 mm Kopflänge (His Nr. 12) ist O I und O II etwa gleich gross (Fig. 27).

Bei einem menschlichen Embryo von 6 mm Kopfl. (His Nr. 16 und 17) war O I verschwunden, der untere Rand von SI ist mit den Endocardkissen verschmolzen, S II eben aufgetreten. O I und O II sind also bei den Nr. 10—14 der His'schen Normentafel gleichzeitig vorhanden; bei diesen hat SI die Form eines mit zwei freien Rändern durch den Vorhof hindurchgespannten Bandes. — Die Obliteration der v. cava sup. sinistra tritt mit grossen individuellen Variationen ein. Bei einem Embryo von 6 mm Kopfl. fand ich dieselbe noch durchgängig, während sie in anderen Fällen schon in jüngeren Stadien verschlossen erschien.

### III. Zusammenfassung der Resultate und Vergleich derselben mit den Angaben anderer Autoren.

In dem jüngsten Stadium, von dem die Beschreibung ausging, lag der undeutlich in zwei Hälften geschiedene Vorhofsack durchaus hinter der Ventrikelschleife. Aus dem oberen Ende der linken Vorhofshälfte führte ein nur durch die verschiedene Richtung abgegrenzter Uebergangstheil am Herzrande in das obere Ende des linken Ventrikelschenkels, während der rechte Ventrikelschenkel sich nach oben in den Bulbus verlängerte, der dann rechtwinklig nach hinten und links abgebogen über den Vorhof hinweg zum Darm verlief. Fast der ganze Boden des Vorhofsackes öffnete sich in den darunter gelegenen Sinus, der an seinen erweiterten Enden jederseits die vena umb. und v. omphalomes. sowie den Ductus Cuvieri aufnahm. — Nachdem sich der Sinus soweit vom Vorhof abgeschnürt hat, dass er nur noch an seinem rechten Ende mit der entsprechenden Vorhofshälfte communicirt, verschiebt sich der inzwischen als canalis auricularis abgesetzte Uebergangstheil gegen die Herzmitte; die Ostien desselben werden so allmählich beiden Herzhälften zugänglich.

Inzwischen verändern die Vorhöfe ihre Lage zu den Ventrikeln so, dass sie sich über dieselben erheben, sie werden, wie ich mich ausdrückte, wenn man die Ventrikel feststehend denkt, gegen dieselben nach hinten und oben umgeklappt, wobei sich gleichzeitig das Bulbus-Ende aufrichtet. Damit rückt der Sinus an die hintere Vorhofsseite, an der Einmündung seines rechten Horns in den rechten Vorhofstheil bilden sich die valvula venosa dextra et sinistra aus mit ihrer unpaaren oberen Fortsetzung, dem Septum spurium. Zwischen beiden Vorhofshälften steigt von hinten und oben das S I herab; während dasselbe weiter herabwächst, bildet sich in seinem Ansatz das O II = foramen ovale. Während sich diese Oeffnung vergrössert, verkleinert sich die ursprüngliche Kommunikationsöffnung (O I) zwischen beiden Vorhofshälften durch weitere Herabsenkung des S I, bis dieses endlich mit den im canalis auricularis gebildeten Endocardkissen verschmilzt. Indem nun die letzteren auch mit den einander zugewendeten Flächen verwachsen, bleiben an ihren Seiten die beiden Atrioventricularöffnungen als Kommunikation zwischen den Vorhöfen und Ventrikeln jeder Seite übrig.

Von der oberen Vorhofswand aus bildet sich eine zweite, halbmondförmig das O II umgrenzende Leiste, das S II, dessen Enden rechts von denen des S I auslaufen. Nach der vollkommenen Aufrichtung der Vorhöfe über den Ventrikeln und dem weiteren Auswachsen der Klappen nehmen S I = *valvula foraminis ovalis* und S II = *limbus Vieussenii* ihre definitive Stellung zu einander ein. Währenddem hat sich für die unteren Venen beider Seiten ein gemeinsamer Endstamm, die *vena cava inferior*, ausgebildet, der in das untere Ende des rechten Sinushornes führt. Das rechte Sinushorn wird dann in den rechten Vorhof aufgenommen; das *spatium interseptale*, welches zwischen der Sinusmündung mit ihren Klappen und der Vorhofsscheidewand lag, verschwindet. Das linke Sinushorn und das Querstück des Sinus wird zum Herzende der *vena cava superior sinistra* (beim Menschen Querstück = *sinus coronarius*); damit münden dann alle drei Körpervenen in den rechten Vorhof neben dem *Septum direct* ein. Beim Kaninchen schwinden die Venenklappen bis auf unbedeutende Spuren; beim Menschen differenzirt sich der untere Theil der rechten in die *valvula Eustachii* und *Thebesii*.

Die Lungenvene führt vornherein in den linken Vorhof dicht am *Septum*; sie ist auch beim Menschen ursprünglich ein einfacher Stamm; während sie aber beim Kaninchen einfach bleibt, wird beim Menschen der Stamm unter kolossaler Erweiterung in der Querrichtung in den Vorhof aufgenommen, so dass dann die Aeste desselben direct in die entgegengesetzten Enden des Vorhofes einmünden. — Die beiden Ventrikelschenkel verschmelzen an den einander zugewandten Seiten mit einander und die Interventrikularöffnung erweitert sich dementsprechend nach oben; in dieselbe tritt durch die Näherung des *canalis auricularis* an die Herzmitte (Verschiebung des rechten Ventrikelschenkels nach vorn und links) der rechte Umfang der Kammermündung des *canalis auricularis* ein. Die Interventrikularöffnung wird durch das von unten und vorn nach hinten und oben auswachsende Interventrikularseptum eingeengt.

Schliesslich wächst das letztere an den rechten Höckern der inzwischen verschmolzenen Endocardkissen vorbei und trennt so die Ventrikel bis auf eine kleine, über den Atrioventricularostien gelegene Oeffnung von einander.

Die rechte Atrioventricularöffnung liegt dicht am Ventrikel-

septum, die linke ist um die volle Breite der verschmolzenen Endocardkissen von demselben entfernt. Der röhrenförmige Raum zwischen dem letzteren und dem linken Abhange des Ventrikelseptums wird dadurch zum Zugang zur Aorta, dass sich das durch Verschmelzung der Bulbuswülste gebildete Bulbusseptum unten mit dem restirenden freien Rande des Ventrikelseptums verbindet; wodurch die im hinteren linken Umfang des Bulbus abgeschnürte Aorta in den linken Ventrikel übergeleitet wird. Der Rest der Interventricularöffnung wird also in das Aortenlumen aufgenommen. Nachdem der canalis auricularis in die Ventrikelwand einbezogen ist, werden die Segelklappen der Atrioventricularöffnungen durch Unterminirung bei Bildung der trabeculae carnae frei; das Material für dieselben wird grösstentheils durch bindegewebige Anlagen (die Endocardkissen und Bulbuswülste) geliefert.

Die Litteratur über unser Thema hat erst in allerletzter Zeit durch His (7 III) und Roes e (12) eine eingehende Darstellung und Würdigung erfahren, ich darf mich daher damit begnügen, diejenigen Angaben aus neueren Arbeiten, welche mit meinen Untersuchungen im Einklang oder Widerstreit stehen, einer Besprechung zu unterziehen.

Eingangs wurde schon erwähnt, dass der Widerspruch, in dem der Befund über die Entwicklung des Vorhofsseptums mit der ausführlichen Darstellung von His (Lit. 7. III) stand, mich zur Bearbeitung des Themas bewogen hat. Ich habe mich, soweit dies möglich war, der Nomenclatur von His angeschlossen, eine Anzahl Bezeichnungen musste ich aber fallen lassen oder umändern. His geht von der ursprünglichen Schleifenform des ganzen Herzens aus und nennt den linken Schenkel der Herzschleife conus venosus, den rechten conus arteriosus. In dem Stadium, mit dem ich begonnen habe, ist aber der Vorhofsack vom übrigen (ventralen) Theil der Herzschleife abgebogen und durch Bau und Lagerungsverhältnisse als besonderer Abschnitt charakterisirt, während der ventrale Abschnitt des linken Schenkels der Herzschleife gleiche Bauverhältnisse wie der ventrale Theil des rechten Schenkels zeigt und mit diesem zusammen als Ventrikelabschnitt imponirt; ich habe daher die Bezeichnungen conus venosus und conus arteriosus, von denen der letztere ausserdem noch mit Bezeichnungen am ausgebildeten Herzen collidirt, vermieden und das Herz sogleich in die bekannten Abtheilungen sinus venosus — Vorhofssack — Uebergangsstück =

späteren *canalis auricularis* — Ventrikelschleife und *Bulbus* geschieden.

Eine weitere Schwierigkeit bei dem Vergleich der Darstellungen von His und der meinigen beruht darin, dass ich den Herzen der verschiedenen Stadien eine annähernd gleichartige und einfache Stellung gegeben habe, die verständliche und vergleichbare Ortsbezeichnungen und eine sichere Beurtheilung der Lageverschiebungen der einzelnen Herztheile gegeneinander erlaubt. Ich habe von späteren Stadien ausgehend die ventrale Fläche der Ventrikelschleife senkrecht gestellt, was übrigens auch von His bei Aufstellung seiner Modelle geschehen ist; nun weiss ich sehr wohl, dass bei jüngeren Embryonen diese Herzfläche nicht ventral, sondern mehr kopfwärts sieht; hat man aber eine Reihe von Modellen dicht aufeinanderfolgender Stadien vor sich, so ist die betreffende Fläche auch an den jüngeren Stadien leicht aufzufinden und darnach das ganze Gebilde einzustellen. Bei His wechselt die Einstellung der Abbildungen in den jüngeren Stadien mitunter; z. B. sind Fig. 83 und 84 (pag. 132) genau so eingestellt wie meine Modelle; Fig. 85, 86 und 87, 88 (pag. 133) dagegen sind fast ganz von oben gesehen gezeichnet, ohne dass dieses Unterschiedes, so viel ich sehe, Erwähnung geschieht.

Es ist unmöglich, alle kleinen Unterschiede in unseren Darstellungen hier zu besprechen, es würde dies ebensoviel Raum erfordern, als die Schilderung meiner thatsächlichen Befunde; nur die Hauptdifferenzpunkte sollen hervorgehoben werden. Die Verschiebung des Uebergangsstückes zwischen Vorhofsack und Ventrikelschleife (*canalis auricularis*) vom linken Herzrande nach der Herzmitte hin, wodurch der Canal, welcher ursprünglich nur der linken Herzhälfte angehört, den Herzhälften beider Seiten zugänglich wird, ist bei His nur sehr cursorisch behandelt (p. 132 unten und p. 133) und in einer mit meiner Darstellung nicht ganz übereinstimmenden Weise; ebenso die Lageverschiebung des Vorhofsackes mit dem Sinus zum Ventrikel, durch welche derselbe sich allmählich über den Ventrikeln aufrichtet.

Ganz abweichend finde ich die Bildung der Scheidewände in den Vorhöfen. Die hier zu Tage tretenden Divergenzen hängen mit der eigenthümlichen Auffassung, welche His in Bezug auf die Abschnürung des Sinus von der Zwerchfellanlage vertritt, eng zusammen. Ich kann nicht zugeben, dass der Sinus auch in den



jüngsten Stadien ganz in die Zwerchfellanlage eingesenkt und von dieser glatt überzogen ist, vielmehr finde ich denselben immer nur mit seiner unteren Fläche mit der Zwerchfellanlage (*septum transversum*) verwachsen. Ich sehe darum auch die Nothwendigkeit nicht ein, dem Sinus, wenn er sich, wie oben ausführlich beschrieben, allmählich von der Zwerchfellanlage abschnürt, einen neuen Namen als *saccus reuniens* zu geben, ich habe den *sinus venosus*, welcher bei den Säugern nur embryonal selbständig erscheint und später gewissermaassen in rechten Vorhof und linke *cava sup.* (Herzvene) aufgetheilt wird, die gleiche Bezeichnung wie bei den Sauropsiden, wo derselbe theilweise dauernd vom Vorhof getrennt bleibt, gelassen. His bezeichnet als *porta vestibuli* das Feld, in welchem der Vorhof nach hinten und unten an die Zwerchfellanlage und an den Sinus angewachsen ist; nach oben verlängert sich dasselbe in den ausgeweiteten Gekrösthil des Vorhofes (Lungengekröse), durch den rechten Abschnitt dieses Feldes mündet der Sinus nach His eine Zeitlang mit zwei, später mit einer Oeffnung in den Vorhof, der übrige linke Herztheil des Porta-Feldes ist bindegewebiger Natur und wendet eine freie Fläche dem Vorhof zu, die später eine besondere Ausbildung erlangt. His ist also der Meinung, dass die Einengung der ursprünglich weiteren Sinusmündung in den Vorhof, die er übrigens nicht besonders bespricht, nicht durch Einfaltung der Muskelwand, sondern durch Bindegewebe geschieht. Ich muss dies durchaus bestreiten. Die Bindegewebsmassen, welche His im Sinne hat (vergl. seine Fig. 94), kenne ich wohl; dieselben werden durch das Lungengekröse des Vorhofes gebildet, das sich nach unten auf die hintere Wand des Sinus verlängert und dort in der That mit der Zwerchfellverbindung des Sinus zusammenhängt; dieses Bindegewebe ist aber durch eine deutliche Muskelplatte von dem Vorhofslumen geschieden; die Sinusmündung ist ein einfacher Schlitz in der Muskelwand des Vorhofes. Wenn die Schnittrichtung ungünstig ist, d. h. wenn sie in die Fläche der betreffenden Muskelplatte fällt, ist dieselbe freilich etwas schwierig erkennbar. Nach His schlägt dann dieses bindegewebige Feld in der hinteren Vorhofswand (links neben der Sinusmündung) eine selbständige Entwicklung ein, er bezeichnet dasselbe als *area interposita*. Diese soll kielartig frei in's Vorhofslumen nach vorn hineinwachsen (*spina vestibuli*) und sich dann zuerst mit der hinteren (nach meiner

Darstellung unteren) und weiterhin auch mit der vorderen (oberen) Atrioventricularlippe verbinden, so dass ein spritzenstempelförmiger Körper (septum intermedium) entsteht, dessen Stiel durch die spina vestibuli, dessen Stempel durch die Atrioventrikularlippen gebildet wird. Die Bindegewebsmasse, die His als Verlängerung seiner area interposita auffasst, ist weiter nichts als die endocardiale Verdickung, die sich von dem unteren Atrioventricularkissen aus in der hinteren Vorhofswand in die Höhe erstreckt und welche an ihrem oberen Ende an der hinteren Vorhofswand mit der Endocardverdickung des unteren Hornes des SI in Verbindung tritt. Dieselbe ist nach der Schnittrichtung von Fig. 103 von His (p. 54) ihrer Länge nach angeschnitten und erstreckt sich demnach vom unteren Endocardkissen bis zur hinteren Vorhofswand, hier fehlt aber in der Figur die Muskelplatte, welche dieselbe von dem Bindegewebe des hinter der Muskelplatte liegenden Lungengekröses trennt. Eine selbständige bindegewebige Hervorragung, wie sie z. B. in Nr. 8 der Modellserie von His dargestellt ist, links neben dem unteren Ende der Sinusmündung, kann ich niemals finden. Später soll sich dann das vordere Ende des septum intermedium an die vordere Vorhofswand heranschieben (p. 168) und mit ihr verwachsen. „Hier begegnet es dem vorderen Ende des septum superius“ (SI Born), „und indem beide sich verbinden, entsteht die vordere Scheidewandsichel, aus welcher späterhin der limbus foraminis ovalis hervorgeht.“ — Dies Alles kann ich nicht als richtig anerkennen. Das septum superius, das meinem SI entspricht, wächst herab und verbindet sich, wie oben ausführlich beschrieben, mit den Endocardkissen; die primäre Communicationsöffnung zwischen den beiden Vorhöfen (OI) verschwindet also und wird nicht, wie es nach His und aller seiner Vorgänger Auffassung sein müsste, zum foramen ovale. Inzwischen hat sich im Ansatz des SI an der hinteren oberen Vorhofswand eine neue Oeffnung (O II) gebildet und diese stellt sich ausweitend das foramen ovale dar. Das septum superius (SI) hat mit dem Limbus nichts zu thun, sondern wird zur valvula foraminis ovalis. Der Limbus entsteht aus einer neugebildeten Falte, die in späteren Stadien von His offenbar mit dem SI verwechselt worden ist, dem SII. Am unteren Rande fügt sich dem SII zur Bildung des Limbus beim Menschen noch ein Rest des unteren Endes der valvula venosa sinistra an. Welche speciellen Wachstums- und Verschiebungsprocesse dabei mit-

spielen, kann ich hier nicht wiederholen und verweise deswegen auf meine ausführliche Darstellung. Die *valvula venosa sinistra* hat nichts mit dem Schlusse des foramen ovale zu thun, geschweige dass sie wie die Autoren wollen, die *valvula foraminis* lieferte; grösstentheils atrophirt dieselbe späterhin. Die *valvula foraminis ovalis* wird auch nicht, wie es das Schema von His (Fig. 113, p. 168) will, nach links unter dem Limbus hin ausgebaucht, sondern liegt von Anfang an links von der halbmondförmigen Leiste des Limbus. Die Einmündung der *vena pulmonalis* liegt ihrerseits wiederum links von dem Ansatz der *valvula foraminis ovalis*. Eine Verlagerung der Einmündungsstelle der linken *cava sup.* (linkes Horn und Querstück des Sinus, letzteres = *vena magna cordis*) findet nicht statt. Aus dem unteren Theile der *valvula venosa dextra* entsteht die *valvula Eustachii* und *valvula Thebesii*; die Trennung derselben geschieht dadurch, dass eine Leiste von der hinteren Sinuswand her zwischen den Einmündungen der unteren Hohlvene und der *cava sup. sin.* nach vorn vorwächst, mit welcher sich der obere, grössere Abschnitt des erhaltenen unteren Endes der *valv. ven. dext.* zur Bildung der Eustachischen Klappe verbindet, die dadurch unten gegen das Vorhofsseptum abgelenkt erscheint.

Die entscheidenden Stadien, in denen das Vorhofsseptum (SI) als Band mit zwei freien Rändern zwischen der hinteren unteren und vorderen oberen Vorhofswand ausgespannt erscheint, bei denen also sowohl O I, zwischen dem unteren Rand des SI und den Endocardkissen, als auch O II, zwischen dem oberen Rand des SI und der hinteren oberen Vorhofswand, zu sehen ist, sind meiner Erfahrung nach bei den Embryonen Nr. 10—13 (vielleicht auch 14) der His'schen Normentafel zu suchen (Länge der Embryonen nach His 9,1 bis 10,5 (vielleicht auch 11) Kopflänge 3,5—5,3 mm). Nach der Tabelle der mikrotomirten Embryonen sind von solchen von His untersucht worden Bge. 1 (Länge 9); Pr. (10); Br. 1 (11); Rg. (11,5). Von diesen liegen Reconstruktionen vor: von Pr. Fig. 100 und 102 (p. 152 und 153). In Fig. 102 ist aber keine Spur einer Oeffnung in SI zu sehen, ebensowenig am Modell Nr. 9, das dasselbe Objekt und dieselbe Ansicht wie Fig. 101 wiedergibt; — hier muss wohl die Oeffnung übersehen worden sein; das Bild entspricht sonst meiner Fig. 24. Die zugehörigen Schnitte (Fig. 99 und 100) gehen vielleicht beide unter dem in diesem Stadium

noch sehr kleinen und hoch gelegenen O II hinweg. Bei Embryo 9, welcher merkwürdigerweise nach der Tabelle (p. 9) kleiner ist als Pr. (Länge von 9 8,5, von Pr. 10 mm) ist die Entwicklung des Vorhofseptums schon viel weiter vorgeschritten, als bei diesem. Hier war offenbar nach Fig. 106 und den Modellen Nr. 11 und 12 das SI beinahe vollständig mit dem Endocardkissen verwachsen, eine kleine unbenannte Oeffnung unter VE im Modell 12 ist vielleicht als Rest von O I zu deuten; wenn ich mich recht erinnere, machte Herr Prof. H i s mich auf diese Möglichkeit bei Gelegenheit der Discussion meines Vortrages in Würzburg aufmerksam. Die Klappe, welche die Bezeichnung S. int. (Modell 12) trägt, ist als herabgewachsenes SI zu deuten; am oberen hinteren Ende geht dieselbe aber fälschlich in die linke Sinusklappe (valvula ven. sin.) über (vergl. Modell 11). Die Oeffnung zwischen S. int. und S. s. ist das O II = foramen ovale; die dasselbe begrenzenden Klappen stehen aber falsch zu einander; denn S. s. muss rechts und nicht links von S. int. auslaufen. — Für eine gewisse Unsicherheit bei der Orientirung des Herzens geben übrigens die beiden Modelle 11 und 12 ein Beispiel. In beiden Modellen stehen die hinteren Flächen des Sinus und des Ventrikels beinahe parallel, dieselben sind nur in Modell 12 ein wenig mit dem oberen Ende nach hinten geneigt. Im Herzzinneren aber sieht bei Modell 12 die freie Ventrikelfläche der verschmolzenen Endocardkissen fast ganz nach vorn, bei 11 aber gerade nach unten; nun drehe man sich Modell 12 so, dass bei ihm die freie Ventrikelfläche der verschmolzenen Endocardkissen ebenfalls gerade nach unten sieht; dann verläuft die hintere Sinusfläche (mit dem linken Horn) und die hintere Ventrikelfläche ganz schräg von vorn und oben nach hinten und unten, der Horizontalen mehr genähert als der Vertikalen; oder man lege sich Modell 11 so um, dass die Ventrikelfläche der Endocardkissen so gestellt ist wie in 12, dann verläuft die hintere Sinus- und Ventrikelfläche von hinten oben nach vorn unten, wieder der Horizontalen näher als der Vertikalen. Die Stellung der hinteren Herzfläche müsste bei Modell 12 ungefähr so sein, wie in Modell 10. Will man also das Herzzinnere (denn das Angeführte lässt sich an dem S. int. u. s. w. eben so gut demonstriren) bei beiden Modellen in Uebereinstimmung bringen, so stimmt das Herzäussere nicht und umgekehrt.

Wenn ich mir eine Vermuthung erlauben darf, wie so der

bewährte Leipziger Anatom hier zu, wie ich annehmen muss, falschen Resultaten gelangt ist, so möchte ich zwei Umstände hervorheben. Erstens trägt daran, glaube ich, seine Rekonstruktionsmethode Schuld, die ein viel stärkeres subjektives Element enthält, als man bei flüchtiger Betrachtung zu denken geneigt ist. Zweitens bringt es die Beschränkung auf eine Art wie *homo sapiens*, bei der man mit Bezug auf die Erlangung des Materials auf seltene Zufälle angewiesen ist, mit sich, dass entscheidende Stadien vielleicht nur in wenigen und unvollkommenen Exemplaren zur Verfügung stehen und dies scheint mir bei der Untersuchung der Entwicklung der Vorhofssepta durch His der Fall gewesen zu sein.

Gegenüber der totalen Abweichung meiner Darstellung der Entwicklung des Vorhofsseptums und der Sinusklappen (*valvulae venosae*) von der His'schen erscheinen die übrigen Differenzen nicht erheblich. Ich kann die His'schen Angaben über den ursprünglichen Verlauf der *venae umbilicales* über die Leber hinweg zu den Sinusenden bestätigen, ebenso die Unterbrechung dieser Venen in der Leibeswand und die Umwandlung der centralen Enden der *v. omphalomesentericae* in *venae hepaticae*. Dieselbe Umwandlung findet aber nach meinen Untersuchungen beim Kaninchen auch mit den centralen Enden der Nabelvenen statt. Ebenso stimmt die Beschreibung der Bildung der *vena Aranzii* mit meinen Befunden; nur muss ich annehmen, dass das centrale Ende der *cava inf.* oberhalb der Einmündung der Lebervenen durch Verlängerung der zu einer bestimmten Zeit gemeinsamen Sinusmündung aller unteren Venen entsteht. — His sagt p. 206: „die *vena hepatica sinistra*“ (centrales Ende der linken *omphalomes.* und *hepatica* nach meiner Auffassung) „besitzt auf der Stufe von R noch ihre selbständige Einmündung in den *sinus reuniens*. Später (ich kann nicht genau sagen, in welchem Zeitpunkt) schliesst sich der obere Abfluss und an dessen Stelle tritt eine Querverbindung der linken Lebervene mit der *vena ascendens*“ (*sive Aranzii*). Die Richtigkeit des letzteren Satzes muss ich bestreiten; ich habe oben (p. 315) ausführlich auseinander gesetzt, wie bei der fortschreitenden Abschnürung des Sinus die linksseitigen Venen nach rechts hinüber gedrängt werden, bis ihre Einmündungsstelle mit denen der rechten Seite zusammenfällt.

Die Darstellung, welche His von der Scheidung der Ventrikel und der grossen Arterien gibt, kann ich im Grossen und Ganzen

unterschreiben, nur vermisste ich die wichtige Thatsache, dass das septum interventriculare (sept. inferius von His) sich mit den rechten Randhöckern der verschmolzenen Endocardkissen verbindet. Auch in Bezug auf diesen Punkt finden sich bemerkenswerthe Abweichungen an den Modellen 11 und 12, die sich auf dasselbe Objekt beziehen. In Modell 11 (Frontalansicht der hinteren Hälfte) ist das s. inf. fast auf den rechten Randhöcker der verschmolzenen Endocardkissen gerichtet; bei Modell 12 trifft dagegen das s. inferius auf den linken Seitenrand der verschmolzenen Endocardkissen dicht neben der linken Atrioventricularöffnung. Es fehlt daher bei His die schon von Lindes gewürdigte Thatsache, dass der hintere Umfang des unteren Aortenendes von den verschmolzenen Endocardkissen gebildet wird; daraus folgt aber die Lagerung des Aortenconus zwischen den beiden Atrioventricularöffnungen, von denen die rechte dicht am septum ventriculorum liegt, während die linke eben durch den Aortenconus von dem Septum getrennt wird.

Auch scheint mir nicht genug hervorgehoben, dass, während das s. inf. = interventr. in die Höhe wächst, das foramen interventriculare sich nach oben ausweitete, so dass, wenn das s. inferius bis zum oberen Rande der verschmolzenen Endocardkissen, mit diesen sich verbindend, emporgewachsen ist, noch ein kleiner Rest der Oeffnung persistirt. Dieser Rest des foramen interventriculare ist es, der in die Aorta aufgenommen wird, wenn sich das Bulbusseptum mit dem freien Rande des Interventricularseptums, das die Oeffnung von vorn und unten umgiebt, verbindet.

Die Abweichungen, welche zwischen der Darstellung von His und der meinigen in Bezug auf die Schicksale des canalis auricularis und die Bildung der Atrioventricularklappen bestehen, sind im Texte genugsam besprochen worden.

Wie ich schon in der Einleitung bemerkt habe, erschien ungefähr zu derselben Zeit, in der ich die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen vor dem 2. Anatomencongress vortrug, eine Heidelberger Dissertation von Dr. Carl Roese (Litt. 12), die denselben Gegenstand behandelt, wie meine Mittheilungen.

In Bezug auf die Schicksale der Venenklappen (Klappen der Sinusmündung) ist der Autor an demselben Material (Kaninchenembryonen) zu denselben Resultaten gelangt wie ich. Er giebt ganz richtig an, dass die linke Klappe nichts mit dem Verschlusse

des foramen ovale zu thun hat. Er hat die Spuren derselben mitunter noch beim neugeborenen Kaninchen gesehen, beim Menschen lässt er die Reste derselben mit dem septum intermedium von His verschmelzen; wenn man von dieser letzten Bezeichnung absieht, stimmen die Angaben des Autors mit den meinigen genügend überein. Aus der rechten Venenklappe entsteht auch nach Roesse die valvula Eustachii und Thebesii. Die Schilderung Roesse's von der Abtrennung der linken oberen Hohlvenenmündung von der Mündung der cava inferior bei der Aufnahme des rechten Sinushorns in den Vorhof (p. 14) scheint mir nur in der Ausdrucksweise von der meinigen abzuweichen. In Bezug auf die Bildung des Vorhofsseptums aber ist die Darstellung Roesse's, wie ich annehmen muss, total verfehlt. Zwar hat der Autor richtig gesehen, dass das bindegewebige Feld, welches His als area interposita bezeichnet, nicht mit dem Bindegewebe der Vorhofswurzel continuirlich zusammenhängt, sondern durch die Muskelwand des Vorhofs von demselben getrennt ist, er lässt aber auch eine spina intermedia und zwar dadurch entstehen, dass dieses äussere Bindegewebe die Vorhofswand nach vorn vorstülpt, und lässt dieselbe nach vorn über die Atrioventricularlippen hinwegwachsen, wie dies His geschildert hat.

Das Herabwachsen des S I (sept. sup.) und die Durchlöcherung desselben ist ihm vollständig entgangen. In Folge dessen ist der Autor in Betreff der Entstehung und Einrahmung des foramen ovale zu ganz abweichenden Resultaten gelangt.

Das septum intermedium von His soll mit einer neugebildeten muskulösen Leiste, dem septum musculare Roesse's, verwachsend den Limbus oder wie Roesse ihn bezeichnet annulus Vieussenii bilden — in dem septum musculare vermuthe ich mein S II; — aus dem sept. sup. = septum atriorum = S I soll durch einfaches Auswachsen die valvula foraminis ovalis entstehen. Nun ist es zwar richtig, dass aus dem S I die valvula foraminis ovalis hervorgeht, aber nicht durch einfaches Herabwachsen, sondern nachdem dasselbe an dem hinteren oberen Ansatz durchbrochen und unter Verdrängung der primären Communication zwischen den Vorhöfen bis zur Verschmelzung mit den Atrioventricularlippen herabgewachsen ist; das foramen ovale ist eine Neubildung und nicht ein Rest der primären Communicationsöffnung zwischen den Vorhöfen; der Limbus entsteht aus dem S II, eine spina intermedia existirt

als gesondertes Gebilde nicht. Ich glaube, dass dem Autor die plastische Reconstruction der Schnittserien gefehlt hat. Die Entwicklung der Lungenvene stimmt mit der Schilderung, wie ich sie oben gegeben habe, überein. In Betreff der Trennung der Ventrikel und Arterien schliesst sich der Autor sehr eng an His an. — Erwähnen muss ich noch, dass R. eine viel zeitigere Aufnahme des rechten Sinushornes in den rechten Vorhof annimmt, als ich. Hält man sich nicht bloss an die Schnittbilder, sondern reconstruirt man das ganze Herz, so sieht man, dass der Sinus viel länger als R. angiebt einen vom Herzen gesonderten Raum bildet, wenn ich auch recht gern zugebe, dass die Aufnahme desselben sich allmählich vorbereitet und daher die Anfänge derselben schon zeitig bemerkbar sind. Wie fast alle klappenartigen Vorsprünge am Herzen erscheinen die Venenklappen anfänglich als Einfaltungen der ganzen Wand, gewinnen aber, wie ich R. gegenüber behaupten muss, sehr bald ein selbständiges Wachsthum; auch über die Grösse der Klappen können nur Reconstructionen und nicht die Schnitte Aufschluss geben; so ist die linke Venenklappe niemals, wie dies Roese, offenbar durch gewisse Schnittbilder verführt, für das Kaninchen behauptet, so gross wie die rechte, sondern immer kleiner.

Nach der ausgezeichneten Arbeit von Lindes (Litt. 1.) habe ich lange vergeblich gesucht, in den Bibliotheken von Breslau, Göttingen und Berlin war dieselbe nicht zu haben. Als ich dieselbe endlich aus dem Friedländer'schen Antiquariat in Berlin bekam und studiren konnte, überzeugte ich mich, dass der Autor im Jahre 1865 beim Hühnchen principiell denselben Entwicklungsgang bei der Entwicklung der Herz-Ostien und Scheidewände gefunden hatte, wie ich bei den Säugethieren. Herr Masius aus Lüttich hatte es schon vorher unternommen, die Entwicklung des Herzens des Hühnchens in unserem Institute zu bearbeiten; seine Resultate, welche demnächst in französischer Sprache veröffentlicht werden, stimmen in allen wesentlichen Punkten mit denen von Lindes überein. — Ich begriff nun leicht, warum die Arbeit von Lindes zwar überall erwähnt wurde, aber im Ganzen wenig Berücksichtigung gefunden hatte. Die Resultate derselben liessen sich mit dem Bilde, das man sich von der Entstehung der Scheidewände beim Säugethier construiert hatte, nicht vereinigen und an eine principiell verschiedene Bildungsweise wollte man doch nicht



glauben. Es ist aber in Wirklichkeit der Entwicklungsgang beim Hühnchen und bei den Säugethieren ganz derselbe, nur die Vorstellungen, die man von dem Process bei letzteren sich gemacht hatte, waren falsch. Bei beiden Klassen kommt die Bildung der Vorhofsscheidewand so zu Stande, dass ein halbmondförmiges Septum (SI) von der bei senkrecht aufgerichtetem Herzen hinteren oberen Vorhofswand nach vorn und unten auswächst und unter Verengung und schliesslichem Verschluss der primären Communicationsöffnung (OI) sich mit den beiden Endocardkissen des canalis auricularis verbindet; indem diese, sowie der freie Rand des SI, das bis in die Spalte zwischen ihren einander zugewandten Flächen eingewachsen ist, breit verschmelzen, bleiben nur die seitlichen sagittalen Spalten jederseits neben den Endocardkissen als foramina atrioventricularia übrig. Für eine ausgiebige Communication beider Vorhöfe wird schon während der durch das Herabwachsen des SI bewirkten Verengung des OI durch eine Durchbohrung (OII) des SI gesorgt. Einen principiellen Unterschied kann es unmöglich machen, dass diese Durchbohrung beim Vogel eine mehrfache ist und in der Mitte des Septums sitzt, während dieselbe beim Säugethier einfach und an der Basis, am hinteren oberen Ansatz des SI, gefunden wird. Mit diesem Unterschied der Lage und Form der Oeffnung OII hängt die verschiedenartige Verschlussweise des OII bei beiden Thierklassen zusammen. Beim Vogel tritt der Verschluss der vielen durch ein feines Netzwerk von einander geschiedenen Lücken in der Mitte des SI durch allmähliche Verengung der Lücken ein; beim Säugethier, wo die Oeffnung an der Basis des SI entsteht, bildet sich eine neue Falte, welche nicht in der Flucht von SI, sondern rechts neben derselben gelegen ist, beide Falten wachsen aneinander vorbei und durch ihre Verklebung geschieht der schliessliche Verschluss der Oeffnung. Als sekundäre Durchbohrung im SI ist der Lückencomplex beim Vogel der einfachen Oeffnung, dem foramen ovale, des Säugethiers homolog. Auf die Frage der phylogenetischen Entwicklung komme ich unten zurück.

Die Scheidung der Ventrikel und Arterien stimmt nach Lindes und meinen Untersuchungen ebenfalls beim Vogel und beim Säugethier in allen wesentlichen Punkten überein. Das Interventricularseptum verbindet sich im Aufsteigen mit dem rechten Rand der verschmolzenen Endocardkissen; der über den letzteren liegende

Rest des ostium interventriculare wird dadurch in den Anfang des Aortenrohres aufgenommen, dass sich der untere Rand des im Bulbus herabsteigenden Septums mit dem restirenden kurzen freien Rande des Interventricularseptums verbindet, wobei gleichzeitig die Ventrikel von einander geschieden und das Aortenrohr in den linken Ventrikel übergeleitet wird.

Die embryonalen Untersuchungen von Rokitansky (Litt. 5) beziehen sich ausschliesslich auf das Hühnchen und ergeben im Wesentlichen eine Bestätigung der Angaben von Lindes. Die Uebertragung der Bildungsweise des Vorhofseptums beim Hühnchen auf das Säugethier ist so, wie es Rokitansky will, nicht möglich. Auf die Verwerthung der embryonalen Befunde für die Deutung der Scheidewanddefekte komme ich unten an geeigneter Stelle noch einmal zurück.

Die Arbeit von F. T. Schmidt (Litt. 2) ist nach dem ausführlichen Panum'schen Referate (Litt. 3) schon von His eingehender besprochen worden. Schmidt hat die Schicksale der rechten Venenklappe (*valvula venosa dextra*), die Entstehung der *valvula Eustachii* und *Thebesii* aus ihrem unteren Ende richtig beschrieben, seine Angaben über die Verhältnisse der Venenmündungen und über die Bildung der Vorhofscheidewand dagegen sind total verfehlt. Die ursprünglich einfache Lungenvene und die Aufnahme des einfachen Stammes in die linke Vorhofshälfte ist richtig dargestellt, ebenso die Trennung der Atrioventricularostien durch Verklebung der Endocardkissen und das Auftreten der Bulbuswülste; wie der Autor sich die Trennung der Ventrikel und Arterienrohre, denkt ist nach dem Referate schwer zu verstehen.

Als ich im August des Jahres 1888 den Jahresbericht über die Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere vom vorhergehenden Jahre fertig stellte, fiel mir ein Aufsatz von Phisalix<sup>1)</sup> (Litt. 9)

---

1) Kurz vor Absendung dieser Arbeit zum Druck gelangt (am 8. 3. 89) das jüngst erschienene 3. Heft des 6. Bandes (2. Série) der Archives de Zoologie expérimentale in meine Hände, welches denjenigen Theil der ausführlichen Arbeit von Phisalix (*Étude d'un embryon humain de 10 millimètres*) enthält, der das Herz behandelt. Die Arbeit ist reich illustriert, ich finde im Laufe derselben aber nichts wesentlich anderes, als in der Note in den Comptes rendus enthalten war; ich kann mich daher mit den obigen Bemerkungen, welche sich auf den Inhalt der Note beziehen, begnügen.

in die Hände, der einige bemerkenswerthe richtige Angaben über die Form der Vorhofscheidewand des von dem Autor untersuchten menschlichen Embryos von 32 Tagen enthält. Wie ich in dem Jahresbericht pag. 668 und 669 schon hervorgehoben habe, hat Phisalix unzweifelhaft vor mir ein wichtiges Stadium gesehen — „es entspricht dies auch ganz dem Alter des von ihm untersuchten Embryos, — nämlich das, wo die Vorhöfe eine Scheidewand mit zwei freien Rändern durchzieht; auch hat er die Oeffnung am oberen freien Rande ganz richtig als foramen ovale gedeutet.“

Die Worte des Autors lauten: „A gauche de la valvule du trou ovale“ (valvula venosa sinistra mihi) „existe une cloison complète en arrière, laissant encore subsister en avant une étroite communication entre les deux oreillettes. Cette cloison est percée, à peu près dans sa partie médiane, d'un orifice ovalaire: c'est la cloison interauriculaire dans laquelle cet orifice ou trou de Botal est taillé comme à l'emporte-pièce. Entre elle et la valvule du trou ovale, existe un espace triangulaire, diverticulum de l'oreillette droite, qui a été désigné par His sous le nom d'area interposita.“ Dieses Diverticulum ist genau derselbe Raum, den ich als spatium interseptale bezeichnet habe, er fällt freilich nicht so ganz, wie der Autor meint, mit der His'schen area interposita zusammen. Phisalix giebt auch an, dass die vena pulmonalis von vornherein in den linken Vorhof einmündet. Wenn der Autor schliesst: „La cloison des oreillettes se forme donc d'une seule pièce et non par la soudure de valvules indépendantes et opposées. Si la valvule du trou ovale joue un rôle dans l'occlusion du trou de Botal, à coup sûr elle ne prend pas part à sa formation,“ — so muss ich dem gegenüber, wie schon im Jahresbericht, hervorheben: dass der Autor SI und SII zusammengekommen hat, welche aber nicht zusammengehören; — es war ihm natürlich unmöglich, aus einem Stadium den Gang der Entwicklung richtig zu construiren, doch ist dieses eine untersuchte Stadium im ganzen richtig beschrieben.

Auf Tafel IV der Arbeit von N. U s k o w „Ueber die Entwicklung des Zwerchfells, des Pericardiums und des Coeloms“ (Arch. für mikr. An. Bd. XXII) findet sich eine Abbildung Fig. 18, die einen Durchschnitt durch einen Kaninchenembryo von 11 mm Länge (14 Tage) darstellt. In derselben ist unter Anderem auch das Herz getroffen. Man sieht ganz deutlich im Vorhof das SI, dessen mit der kolbigen Endocardverdickung versehener vorderer

Rand das Endocardkissen, auf welches die Bezeichnung „Herz“ hinweist, noch nicht erreicht hat, während das dorsale Ende des S I etwas undeutlich zugespitzt endigt, ohne die dorsale Vorhofswand zu erreichen; hier ist also O I und O II noch gleichzeitig vorhanden. Im Text finden diese Verhältnisse, wie alle auf das Herzzinnere bezüglichen, weil dem zu behandelnden Thema fremd, keine Erwähnung. Auch Fig. 26 ist interessant: es sind beide Venenklappen, das hintere untere Ende des S II an der dorsalen Vorhofswand und S I links von diesem als vollständige Scheidewand (unterhalb des O II, O I ist offenbar in diesem Stadium verschwunden) zu sehen. Sollten die Uskow'schen Serien im Berliner Institute noch vorhanden sein, so wäre es leicht, an ihnen die richtige Entstehung der Herzsepta zu demonstrieren.

#### IV. Vergleichendes, Teratologisches und Physiologisches.

Bei Besprechung der Lindes'schen Arbeit habe ich das Gemeinsame und die Unterschiede bei der Entwicklung der Herzsepta für Vogel und Säugethier besprochen und verweise hier auf das dort Gesagte. Es ist klar, dass das Uebereinstimmende in beiden Klassen, das, wie ich hervorgehoben habe, bei weitem überwiegt, ein gemeinsames Erbtheil von reptilienähnlichen Vorfahren der Vögel und Säugethiere darstellt, während die unterscheidenden Merkmale in jeder Klasse gesondert entwickelt sind und nicht auf einander beziehbar erscheinen. Die letzteren werden nach Untersuchung der Entwicklung des Reptilienherzens, soweit für eine solche das Material erreichbar ist, zu behandeln sein.

Da ich die Herzentwicklung beim Kaninchen, beim Menschen beim Schwein u. s. w. in allen wesentlichen Punkten übereinstimmend gefunden habe, und da ausserdem der Bau des Herzens in den verschiedenen Familien der Säugethiere nicht grade tiefgreifende Unterschiede zeigt, lässt sich wohl vermuthen, dass Herzentwicklung in der ganzen Klasse der Mammalia in gleicher Weise vor sich geht. Interessant erscheinen mir die Fälle, wo von den embryonalen Klappenbildungen beim erwachsenen Thiere erheblichere Reste übrig bleiben als beim Menschen und beim Kaninchen. Erwähnenswerth sind namentlich die Fälle, bei denen deutliche Reste der linken Venenklappe vorhanden sind.

Da in denselben Fällen meist eine deutliche fossa ovalis mit der ehemaligen valvula foraminis ovalis als Boden nachweisbar ist, geht eigentlich schon aus diesen längst veröffentlichten, vergleichend-anatomischen Daten mit voller Sicherheit hervor, dass die valvula foraminis ovalis nicht aus der linken Venenklappe entstehen kann, da in diesen Fällen eben beide gleichzeitig vorhanden sind. Ich will bloss Einiges anführen. Bei *Ornithorhynchus* finden sich an der rechten und an der linken Seite der Einmündung der vena cava inferior in das rechte Atrium je eine hohe, halbmondförmige dünne Klappe (bei Owen nicht erwähnt), welche am oberen und unteren Rand der Oeffnung zusammentreffen und zusammengelegt sehr wohl geeignet scheinen, die Oeffnung abzuschliessen; an der Mündung der kolossalen linken oberen Hohlvene ist keine Klappe zu sehen, doch erscheint mir bemerkenswerth, dass die Muskelbündel als aus der Wand heraus tretende Stränge sich tief in diese Vene (früherer Querschkel des Sinus) hineinerstrecken. Ausserdem stehen die Einmündungen der cava sup. dext. und cava inf. nicht am Septum, sondern sind von diesem durch einen breiten Zwischenraum getrennt, der sich links neben der Einmündung der cava inferior nach hinten und links von der Einmündung der cava sup. dextra nach oben blind ausbuchtet; es ist mir gar nicht zweifelhaft, dass dieser Raum als spatium interseptale anzusprechen ist, das also bei dieser Monotreme nicht verschwindet, sondern sich in voller Ausdehnung erhält. Diesen Raum links von der Einmündung der vena cava sup. dextra und vena cava inf. hat schon Ray Lankester beschrieben (On the Valves of the heart of *Ornithorhynchus paradoxus* compared with those of Man and the Rabbit with some Observations on the fossa ovalis. — Proceedings of the Zool. Society of London 1882, p. 557—558). Doch sehe ich den Eingang nicht so scharf umgrenzt, wie ihn englische Autor beschreibt und abbildet; es mag aber daran die Schlawheit des von mir untersuchten Herzens Schuld tragen.

Ueber *Echidna* sagt Owen (Litt. 13, p. 517): „The terminal orifice of the right precaval is protected by a membranous semi-lunar valve, extending from its left side.“ Diese Klappe habe ich an dem mir zur Verfügung gestellten, freilich sehr schlaffen Herzen nicht ordentlich sehen können. — Dann heisst es weiterhin: „The postcaval“ (cava inferior) „is protected by a large membranous

Eustachian valve; the left preceval terminates by a distinct aperture to the left of the preceding, and is also defended by a process of the Eustachian valve.“ Dagegen muss ich bemerken, dass die cava inferior an meinem Exemplar, ganz ähnlich wie bei Ornithorhynchus, an jeder Seite eine Klappe hatte, während ich an der linken oberen Hohlvene keine Klappe finden konnte. Der für Ornithorhynchus als spatium interseptale gedeutete Raum ist auch bei Echidna vorhanden, aber minder ausgedehnt.

Owen sagt (Litt. 13, p. 520): „In the great Anteater I observed that the resemblance to the auricular valve in Reptiles was rather closer“ (nämlich als beim Stachelschwein) — „the entry of the postcaval was guarded as usual by the Eustachian valve, or homologue of the lower of the two semilunar valves between the sinus and the auricle in the Crocodile (vol. I fig. 339): and here there was also a narrower valve fold or ridge on the opposite side of the postcaval orifice, answering to the second valve (16): a ridge is continued from both valves toward the opening of the precaval.“

Bis auf den letzten Satz kann ich die Beschreibung Owen's nach der Untersuchung des Herzens einer Tamandua (*Myrmecophaga tridactyla*), die mir Geheimrath Hasse freundlichst aus den Vorräthen unseres Institutes überliess, vollkommen bestätigen. Der rechte Vorhof desselben war mit geronnenem Blut gefüllt und so in ausgedehntem Zustande erhärtet; nach der Eröffnung desselben liess sich die Blutmasse unschwer entfernen. Die Einmündung der vena cava inferior war auch hier von einer rechten und von einer sehr schönen linken Klappe umgrenzt, erstere erschien etwas höher. Am oberen Rande schienen in der That beide Klappen zusammenzulaufen, bei genauerem Zusehen aber erkannte ich, dass sie in zwei niedrige Säume übergingen, welche nur dicht neben einander nach vorn zogen; der Saum in der Fortsetzung der linken Venenklappe bog aber etwas früher nach unten ab, nahm die Richtung gegen das obere Horn des sehr schön ausgeprägten limbus fossae ovalis, wurde aber ohne dasselbe zu erreichen unmerklich; der Saum in der Verlängerung der rechten Klappe behielt die Richtung gerade nach vorn bei und verlor sich am hinteren Umfang der Einmündung der cava superior.

Auch im Herzen des Bibers finden sich sehr deutliche Reste der linken Venenklappe.

Diese Liste liesse sich leicht vermehren; es muss aber einer besonderen Arbeit vorbehalten bleiben, die einschlägigen Fälle zu sammeln und zu deuten. Für den Zweck, das gleichzeitige Vorhandensein der *valvula venosa sinistra* und der *valvula foraminis ovalis* nachzuweisen, mit dem daraus sich ergebenden Schlusse, dass die letztere nicht aus der ersteren entstanden sein kann, genügt aber das angeführte Material.

Die Defekte der Scheidewände des Herzens erfordern nach den neu gewonnenen entwicklungsgeschichtlichen Daten eine neue Bearbeitung, die bei dem kolossalen, in der Litteratur aufgespeicherten Materiale unmöglich der vorliegenden Abhandlung eingefügt werden kann.

Nur ein Beispiel will ich anführen, weil dasselbe einen sehr reinen und interessanten Fall von Hemmungsbildung darstellt, bei dem die Hemmung gerade in dem wichtigen Stadium eintrat, wo O I und O II gleichzeitig vorhanden waren; es ist derselbe Fall von Arnold (Litt. Nr. 4), auf den auch Roese in einem Nachtrag zu seiner Dissertation Bezug nimmt; die Erklärung, die dieser Autor giebt, kann ich freilich nicht als richtig anerkennen. In dem betr. Herzen war ein Foramen atrioventriculare commune vorhanden mit 5 von den Rändern desselben herabhängenden Klappsegehn. Ueber dem For. atrioventriculare commune zwischen den Atrien war die Vorhofscheidewand höchst unvollständig, sie bestand aus einem an der vorderen Vorhofswand herabgehenden fleischigen, halbmondförmigen Saum und einem unter diesem hinweggespannten häutigen Blatte (Klappe); — letzteres inserirt breit an der hinteren, schmal an der vorderen Vorhofswand; die oberen Ansätze liegen, wie Fig. 2 deutlich zeigt, links von den Enden des muskulösen Saumes; das häutige Blatt zeigt zwei freie Ränder, einen oberen, welcher durch eine ovale Lücke vom unteren Rande des muskulösen Saumes getrennt ist, und einen unteren, der weit und frei etwas nach links von der Mitte des For. atrioventriculare commune über letzteres hinweggespannt ist, so dass beide Vorhöfe unter diesem freien Rande noch mit einander communiciren.

Für mich liegt die Deutung des Befundes ganz klar und ungezwungen da. Das häutige Band ist S I; dasselbe ist herabgewachsen und ist an seinem oberen Ansätze unter Bildung des O II = foramen ovale durchbohrt, weiterhin hat sich auch rechts vom

SI als zweite Umrahmung des OII der muskulöse Saum des SII von der oberen Vorhofswand her gebildet. Das SI ist aber nicht bis zur Verwachsung mit den Atrioventricularlippen herabgewachsen, sondern unter Erhaltung eines Restes des OI höher oben stehen geblieben; in Folge dessen communiciren beide Vorhöfe unter dem häutigen Blatte, dem SI, miteinander. Da das SI nicht bis zwischen die Atrioventricularlippen vorgedrungen ist, ist auch die flächenhafte Verwachsung dieser ausgeblieben, es hat sich ein For. atrioventriculare commune erhalten, das später hier eine colossale Ausweitung erfahren hat (vergl. dazu meine Fig. 27). Das Interventricularseptum ist auch nicht (wie dies in anderen ähnlichen teratologischen Fällen geschieht) bis an die Atrioventricularlippen hinaufgewachsen, sondern ist in seinem hinteren Abschnitt tiefer stehen geblieben, während sein vorderer Theil sich in regulärer Weise mit dem Bulbusseptum verbunden hat, daher die normalen Verhältnisse an den Arterien.

Da die Missbildung einem Stehenbleiben in der Bildung der Vorhofsscheidewand auf der Stufe, die es in den Nr. 10–13 der His'schen Normentafel erreicht hat, entspricht, lässt sich auch der Zeitpunkt der Störung ziemlich genau angeben; dieselbe ist, wenn man den Zeitbestimmungen von His (p. 238) folgt, ans Ende der vierten Woche zu setzen.

Sehr bemerkenswerth erscheint, wie trotz der folgereichen Störung der Träger derselben, er war cyanotisch und dyspnoisch, 42 Jahre gelebt hat und noch bemerkenswerther, dass trotz der für alle mechanischen Verhältnisse am Herzen so tiefgreifenden Abweichung die weiteren Entwicklungsvorgänge der Nachbartheile ungestört ihren Weg gegangen sind; die Arterienrohre haben sich getrennt, am rechten Vorhof hat die Aufnahme des Sinushornes und die Verschiebung der Mündung der vena cava sup. nach oben und vorn stattgefunden u. s. w. Es weist das, wie die allermeisten teratologischen Erfahrungen, auf eine hervorragende Selbstdifferenzirung der einzelnen Theile ohne Rücksicht auf die Schicksale der zunächst mit denselben verbundenen Nachbartheile hin und auf einen sehr geringen Einfluss der mechanischen Verhältnisse. Arnold selbst deutet den muskulösen Saum an der vorderen oberen Vorhofswand ganz richtig als Limbus, das frei über das ostium atrioventriculare weggespannte, mehr häutige Band als valvula foraminis ovalis, die Oeffnung zwischen beiden als foramen




ovale; er nimmt auch an, dass in normalen Fällen die Trennung des ostium atrioventriculare durch den basalen Theil der Vorhofscheidewand bewirkt wird; wie er sich aber das Zustandekommen dieser Trennung denkt, ist nicht genügend zu erfahren.

Da die eigenen embryologischen Untersuchungen Arnold's erst am Anfang des 3. Monats einsetzen, ist dies auch leicht erklärlich. Arnold hat aber schon in einer früheren Arbeit (Virchow's Archiv Bd. XLII) aus vergleichend-anatomischen Gründen nachzuweisen gesucht, dass der basale Theil des septum atriorum (neben dem septum atriorum) eine wichtige Rolle bei der Trennung des ostium venosum spiele. Ausserdem stellte der Autor ebenda „in einer Tabelle eine grössere Zahl von Missbildungen des Herzens zusammen und weist darauf hin, dass bei einem Mangel der basalen Theile des sept. atriorum gewöhnlich ein ostium commune getroffen werde, während bei vollkommenem Defekte des septum ventriculorum zwei ostia venosa vorhanden sein können.“ Bestätigt sich dieser Satz, so ergibt sich für unsere Anschauung die wichtige Folgerung, dass das Vorwachsen des SI und Einwachsen desselben zwischen die Atrioventricularlippen, was in den Arnold'schen Fällen wohl regelmässig unterblieben ist, nicht bloss zeitlich der flächenhaften Verwachsung der Atrioventricularlippen vorausgeht, sondern für das Eintreten dieses Vorgangs unumgänglich nothwendig ist, damit also ursächlich zusammenhängt. — Es ist klar, dass eine eingehende Bearbeitung der Teratologie unseres Themas einen tieferen Einblick in den causalen Zusammenhang der verschiedenen Erscheinungen verspricht, als aus der blossen Betrachtung des formalen Geschehens abgeleitet werden kann; die Missbildung erscheint im günstigen Falle als ein von der Natur angestelltes embryologisches Experiment, dessen Deutung freilich die genaue Kenntniss des normalen Geschehens voraussetzt. — Die valvula foraminis ovalis erscheint Arnold als linke Venenklappe, es ist dies übrigens bei den Stadien, die er untersucht hat und bei der von ihm bevorzugten Methode, das Herz in dem mit Alkohol geblähten Zustande zu untersuchen, ganz natürlich. Bei dieser Methode wird der freie Rand der valvula foraminis ovalis regelmässig weit in den linken Vorhof eingebuchtet, der Rest des spatium interseptale, der zwischen ihr und der valvula venosa sinistra (im Anfang des Monats, später schwindet derselbe) sich findet, wird abgeflacht und seine Wand in die

Richtung des linken Umfangs der *vena cava inferior* eingestellt, so dass diese fast ganz in den linken Vorhof einzuführen scheint; — ein ganz anderes Bild geben die Modelle, die ich von den fraglichen Theilen nach wohlgefüllten aber in situ erhärteten Herzen (aus dem Anfang des 3. und Anfang 4. Monats) gefertigt habe. Bei diesen ist die *valvula foraminis ovalis* (SI) regelmässig unter dem Rand des Isthmus (SII) hinweg nach rechts ausgebaucht, und bei dem Modelle aus dem Anfang des 3. Monats ist zwischen der *valvula venosa sinistra* und der *valv. for. ov.* (SI) ein deutlicher Rest des *spatium interseptale* eingeschoben. Gegenüber dem Leichenbefunde ist also das Bild, das das herausgeschnittene, aufgeblähte Herz giebt, jedenfalls ein artifizielles. — Ich hebe ausdrücklich hervor, dass damit gar nichts über die Verhältnisse während des Lebens gesagt sein soll; — ich komme auf diese Frage bei der Besprechung der Physiologie sogleich noch einmal zurück.

In physiologischer Beziehung möchte ich nur die Frage nach den Ventileinrichtungen im embryonalen Herzen, durch welche der Rückfluss des Blutes verhindert wird, etwas näher erörtern. Ich will aber gleich hervorheben, dass meine Bemerkungen keineswegs den Anspruch machen, erschöpfende zu sein, ich kann hier nur einige Beiträge und Anregungen liefern. Für die ersten Stadien, vor Ausbildung der Sinus- oder Venenklappen und der Atrioventricularlippen vermag ich nichts Sicheres über Verschlussmechanismen auszusagen und verzichte darauf Hypothesen vorzubringen. Etwas anderes ist es mit den Stadien, wo sich die Sinusklappen gebildet haben, OI und OII gleichzeitig existiren und in dem *canalis auricularis* die Endocardkissen ausgebildet sind. Während der Systole der Vorhöfe schliessen die *valvula venosa dextra et sinistra* den Sinus um so sicherer von den Vorhöfen ab, als für diese Klappen in der starken Muskelleiste des *septum spurium*, die sich von ihrem oberen gemeinsamen Ende an der oberen Vorhofswand hin bis zur vorderen erstreckt, ein sehr wirk-samer Spannapparat gegeben ist. Was für die Taschenklappen durch ihre halbkreisförmige Befestigung und für die Segelklappen durch die *chordae tendineae* und *musculi papillares* erreicht wird, nämlich dass dieselben durch das Blut nicht nach der entgegengesetzten Seite umgeschlagen werden, kommt hier offenbar dadurch zu Stande, dass die annähernd geradlinig am Rand der Sinusmündung befestigten Klappen

durch den Zug des muskulösen septum spurium an ihrem oberen Ende während der Systole so gespannt erhalten werden, dass das Blut sie zwar aneinander drängen, aber nicht in den Sinus zurückschlagen kann. Schwieriger ist es zu erklären, warum das Blut während der mit der Vorhofsystole gleichzeitigen Ventrikeldiastole nicht aus dem Bulbus in den Ventrikelraum zurückströmt; wie Andere, glaube ich, ist vor Ausbildung der Semilunarklappen im Bulbus die Austapezierung desselben mit einem dicken weichen Endocardring ventilartig wirksam. Es ist möglich, dass diese weiche Masse durch das rückströmende Blut gegen das untere Bulbusende hingedrängt wird und dort sich vorwölbdend das Lumen verschliesst, wenigstens bekommt man, wenn man die allmähliche Aushöhlung der Semilunarklappen in den unteren Enden der Bulbuswülste verfolgt, den Eindruck, als ob ein solcher Mechanismus vorliege. — Während der Vorhofsdiastole strömt das Blut in unserer Periode aus dem Sinus zunächst in den rechten Vorhof, zugleich aber gemäss der schrägen Stellung der Sinusmündung und der schrägen Richtung der Spalten zwischen den valvulae venosae gegen die Vorhofsscheidewand und durch die Oeffnungen in derselben (OI und OII) in die linke Vorhofsabtheilung ein.

Während der Ventrikelsystole zieht sich offenbar auch die ringförmige Muskulatur des canalis auricularis zusammen, presst die Endocardkissen aneinander und an die seitlichen Flächen des Canalis und verschliesst so die  förmige Spalte.

Nach dem Verschwinden von OI, nach der Zerlegung der einfachen Atrioventricularöffnung in zwei und der Aufnahme des canalis auricularis in die Ventrikelwand (beim Menschen etwa am Beginn des 2. Monats) wird der Verschlussmechanismus der Atrioventricularöffnung dadurch anders, dass dann schon die Ränder der Oeffnung vom Ventrikel her unterminirt sind und durch das Blut bei der Ventrikelsystole klappenartig gegeneinander gehoben und aneinander gepresst werden. Damit ist das Princip der Segelklappen gegeben, die Ausbildung derselben ist eine ganz allmähliche, offenbar durch die Funktion selbst bewirkte. Der Abschluss des Vorhofs gegen den Sinus bleibt etwas länger derselbe, wie vorher, nämlich so lange eben (bis zur Mitte des 2. Monats) der Sinus als gesonderter Theil existirt. Dass während dieser Zeit an Stelle zweier Oeffnungen im Vorhofsseptum nur

eine grössere vorhanden ist, ändert an dem Mechanismus vorläufig nur wenig. Nach der vollkommenen Aufnahme des rechten Sinushorns in den rechten Vorhof haben die Venenklappen nicht mehr das Sinushorn, sondern die Venenmündungen zu verschliessen; in wie weit und wie lange sie dazu im Stande sind, kann ich hier nicht speciell erörtern, jedenfalls fällt die Nothwendigkeit die Klappen der ganzen Länge nach zu spannen fort und demgemäss verschwindet der Spannapparat, indem beim Kaninchen das septum spurium durchbrochen und reducirt, beim Menschen aber an die mediale Wand angedrängt und mit derselben verlöthet wird.

Für die einfache, kleine vena pulmonalis der jüngsten Stadien bewirkt die Art ihres schrägen Durchtritts durch die Vorhofswand, dass, wie schon Roese richtig bemerkt hat, bei der Vorhofsystole ein Aufeinanderlegen der Wandungen, an der Mündungsstelle, wie bei den Uretheren in der Blasenwand, erzielt wird. Später, wenn die Einmündung ausgeweitet und der einfache Stamm in den Vorhof einbezogen (beim Menschen) ist, hört dieser Mechanismus auf; dann bilden sich wohl, wie überhaupt an den Venenmündungen, ringförmige Schliessmuskeln um die sekundären Oeffnungen aus.

Vielleicht geben diese Andeutungen Anlass zu einer eingehenderen Behandlung der noch kaum berührten Frage nach den Ventilmechanismen im embryonalen Herzen.

In den allerjüngsten Stadien, so lange noch die linke v. umbilicalis in das linke Sinushorn einmündet und der Sinus sich unter dem Vorhofsacke befindet, vor Ausbildung der Vorhofscheidewand und der Sinusklappen ist gewiss eine vollkommene Mischung des Blutes der unteren Venen mit dem Blute der übrigens zu dieser Zeit noch sehr unbedeutenden Ductus Cuvieri anzunehmen; es ist nach der anatomischen Anordnung gar kein Grund abzusehen, warum zu dieser Zeit eine Seite des Herzens oder ein Theil des Arteriensystems in Bezug auf Reinheit des Blutes bevorzugt sein sollte. Dasselbe gilt auch für die erste Zeit nach Abschnürung des Sinus vom Vorhofe, nach der Ausbildung der Venenklappen bis zu dem Termin, wo die Trennung der Atrioventricularöffnungen, die Ausbildung der Vorhofs- und Ventrikelscheidewand und vor Allem die Scheidung der Arterienrohre vollendet ist, also beim Menschen beiläufig nahezu bis zur Mitte des 2. Monats; es ist dies ein Umstand, der nicht immer genügende Berücksichtigung erfahren hat. Die Periode, in der man also jedenfalls eine gleichmässige Blutmischung in beiden

Herzhälften sowohl, wie im ganzen Arteriensystem anzunehmen hat, umfasst gerade die Stadien, mit denen sich meine Untersuchungen vorzugsweise beschäftigt haben.

Für die spätere Zeit des Embryonallebens treten dann andere Verhältnisse in Kraft.

Ich möchte zu dem viel discutirten Thema des fötalen Kreislaufes in dieser späteren Zeit nur einige wenige Bemerkungen machen; ich komme auf dasselbe wahrscheinlich später noch einmal ausführlicher zurück. Es ist gewiss nicht richtig, wenn man die Frage nach den Richtungen des Blutstromes der *venae cavae* im rechten Atrium am herausgeschnittenen, aus seinen Verbindungen gelösten Herzens studirt; das Herz mit den grossen Gefässen muss für diese Zwecke *in situ* gehärtet werden. Das erste Verfahren ist aber jedenfalls bisher am meisten angewandt worden; daher die Angabe, die man vielfach vorfindet, dass die *vena cava sup.* auf das *foramen atrioventriculare dextrum*, die *cava inf.* auf das *foramen ovale* gerichtet sei. Bläht man ein herausgeschnittenes Herz mit abgebundenen Venenstummeln zur Härtung mit Alkohol auf, so bekommt man freilich ein dementsprechendes Bild; dasselbe stellt aber nicht die natürlichen Verhältnisse dar; in Wirklichkeit sind vom 2. Monat an *Vena cava sup.* und *inf.* beim Foetus beinahe so aufeinander gerichtet, wie beim Erwachsenen, und die grade Linie, die durch beide Venen hindurchgeht, läuft mit der Ebene der rechten Atrioventricularöffnung anfangs parallel, später bildet sie mit derselben einen spitzen Winkel und schneidet diese Ebene weit hinter der Oeffnung selbst. Man lasse sich nicht davon beirren, dass ich oben gesagt habe, die Einmündungsstelle der *cava sup.* würde im Verhältniss zu der der *cava inf.* nach vorn verschoben; es gilt dies nur für ein Herz, dessen ventrale Fläche senkrecht gestellt ist und bezieht sich nur auf die Lage der Mündungsöffnungen selbst. Die Venen selbst sind trotzdem aufeinander gerichtet und dieselben verlaufen, wenn man den Embryo aufgerichtet hat, beinahe vertikal.

Hat man ein älteres fötales Herz mit einer erstarrenden Masse gefüllt, so sieht man, dass die Richtungen der Venen zwar entgegengesetzte sind, dass die Axen derselben aber nicht genau aufeinander fallen, sondern dass die *cava inf.* etwas links von der *sup.* verläuft; es bleibt also noch zu untersuchen, wie weit dadurch das Blut aus dem linken Umfang der *cava inf.* an

dem der sup. links vorbei und direkt durch's foramen ovale in den linken Vorhof abgelenkt wird; diese Frage muss aber, um es noch einmal zu wiederholen, an dem in situ erhärteten Herzen, an Modellen nach Schnittserien u. s. w. studirt werden und nicht, wie es z. B. von Ziegenspeck (Ueber den Blutkreislauf des Säugethier- und Menschenfötus — Beilage III zu Preyer sp. Physiol. d. Embryo's p. 598) am herausgeschnittenen Herzen, dessen aufgeschlitzte cav. inf. man sich mit Stecknadeln und Pincette gespannt hat, um hineinsehen zu können. Dazu ist noch Folgendes zu bemerken. Oben (p. 333) habe ich schon hervorgehoben, dass nach den Modellen (und Schnittserien) von Herzen der Foeten aus dem Anfang des 3. und Ende des 4. Monats die valvula foraminis ovalis nicht nach links sondern nach rechts ausgebaucht erscheint. Wenn man an dem Modell des Herzens aus dem Anfang des 4. Monats durch die Venen in das Herz hineinsieht, so führt die vena cava sup. und nicht die inf. direkt in's foramen ovale. Wenn man freilich ein Herz (namentlich ein herausgeschnittenes) von einer der Cavae aus mit Alkohol oder dergl. unter starkem Drucke und mit grosser Geschwindigkeit injicirt, so wird regelmässig die valvula foraminis ovalis weit nach links hinüber geschlagen, ja nach links hin ausgebaucht, also gegenüber den Verhältnissen an der Leiche eine Veränderung geschaffen. Die Frage ist nun, wie stellt sich die valvula foraminis ovalis während des Lebens beim Einströmen des Blutes in den rechten Vorhof? Und diese Frage bedarf einer besonderen Untersuchung.

Es ist auch sehr gut möglich, sogar vielleicht wahrscheinlich, dass die Ausbauchung der valvula foraminis ovalis nach rechts, wie ich sie an den Schnittserien und an den Modellen finde, erst im Augenblicke des Todes oder kurz nachher eintritt. — Am Anfang des dritten Monats schiebt sich übrigens zwischen die Einmündung der cava inf. und die valvula foraminis ovalis ein Rest des spatium interseptale ein. Endlich spielt die Höhenlage des foramen ovale und die Grösse und Ausdehnung der rechten Venenklappe dabei noch eine Rolle, so dass die Frage nicht so leicht und einfach zu erledigen ist, wie man bisher vielfach angenommen hat. Gegen die landläufige Annahme, dass das stärkere Wachsthum der oberen Körperhälfte, namentlich des Kopfes, auf der Füllung der linken Herzhälfte mit arteriellerem Blute direkt von der cava inf. her beruhe, sprechen schon die Verhältnisse bei den Säurop-

siden. Hier bleiben die Venenklappen während der ganzen Embryonalzeit und noch darüber hinaus erhalten, das Blut der *cavae superiores* und der *inferior* trifft also im rechten Sinushorn aufeinander und muss dann durch die schmale Spalte zwischen den Venenklappen hindurch, um in den rechten Vorhof einzutreten; es ist schwer vorstellbar, dass dabei nicht eine vollständige Mischung desselben eintreten sollte und doch ist das vorwiegende Wachsthum des Kopfes bei einem Sauropsidenembryo gewiss kaum minder ausgesprochen, als bei einem Säugethier.

Zum Schlusse möchte ich noch einmal auf die Sätze verweisen, mit denen ich diese Arbeit eingeleitet habe; dieselben heben diejenigen Punkte hervor, auf die sich mein Interesse hauptsächlich concentrirt hat. Ich bin mir wohl bewusst, dass vieles aus meinem Thema, was mehr Beachtung verdient hätte, nur kurz oder gar nicht erwähnt worden ist: histologische Verhältnisse und dergl. mehr; es war mir aber nicht möglich, Alles zu berücksichtigen, ohne die so wie so sehr umfangreiche Arbeit noch mehr zu vergrössern. Auf manches hoffe ich zurückkommen zu können; namentlich die Vergleichung der Entwicklungsgeschichte des Wirbelthierherzens soll durchgeführt werden, den Anfang dazu machte die demnächst erscheinende Arbeit des Herrn Masius.

---

### Literatur.

---

1. Lindes, G. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Herzens. Dissert. inaug. Dorpat 1865. Mit 2 Tafeln.
2. Schmidt, F. T. Bidrag til Kundskaben om Hjertels Udviklingshistorie. — Nordiskt Medicinskt Arkiv II. B. 1870 Nr. 23. Mit 1 Tafel.
3. Deutsches Referat über Nr. 2 von Panum in Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesammten Medicin von Virchow und Hirsch. V. Jahrgang für das Jahr 1870, pag. 65—68.
4. Arnold, J. Ein Beitrag zu der normalen und pathologischen Entwicklungsgeschichte der Vorhofsscheidewand des Herzens. Virchow's Archiv. Bd. 51.
5. v. Rokitsansky, Carl. Die Defekte der Scheidewände des Herzens. Mit 50 Abbild. Wien 1875.

6. Derselbe. Ueber Defekt der Scheidewand der Vorhöfe. Fragment. Wiener medicinische Jahrbücher 1871.
7. His, W. Anatomie menschlicher Embryonen.
  - I. Embryonen des ersten Monats. Mit 17 Holzschnitten und Atlas von 8 Tafeln. Folio. Leipzig 1880.
  - II. Gestalt und Grössenentwicklung bis zum Schlusse des 2. Monats. Mit 67 Figuren im Texte. Leipzig 1882.
  - III. Zur Geschichte der Organe. Mit 156 Abbildungen im Text und Atlas (Tafel IX—XIV und I). Folio. Leipzig 1885.
8. Derselbe. Beiträge zur Anatomie des menschlichen Herzens. Mit 3 Tafeln in Lichtdruck. Leipzig 1886.
9. Phisalix, C. Sur l'anatomie d'un embryon humain de trente deux jours. Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. Tome CIV. N. 11. 14./3. 1887, pag. 799.
10. Derselbe. Étude d'un embryon humain de 10 millimètres. Archives de Zoologie expérimentale. Deuxième série. T. VI. Nr. 2 u. 3. Tafel XIII—XVIII.
11. Born, G. Ueber die Bildung der Klappen, Ostien und Scheidewände im Säugethierherzen. Vortrag gehalten in der 2. Sitzung der II. Versammlung der anat. Gesellschaft in Würzburg am 22./5. 88. Anat. Anzeiger III. Jahrgang 1888.
12. Roese, C. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Herzens. Dissert. inaug. Heidelberg 1888.
13. Owen, R. On the anatomy of the vertebrates. Vol. I—III. London 1868.

---

### Figurenerklärung zu Tafel XIX—XXII.

---

Die Kopflänge der betreffenden Embryonen in mm (siehe im Text pag. 286) ist (meist rechts oben) neben die Figur in einen kleinen Kreis gesetzt. Endocardverdickungen sind durch blaue Farbe hervorgehoben. — Häufig wiederkehrende Bezeichnungen an den Venen, dem Venensinus und den Vorhöfen:

- Ve. o. Vena omphalomesenterica.
- Ve. u. Vena umbilicalis.
- Ve. h. Vena hepatica.
- Ve. A. „ Aranzii.
- Ve. ca. i. „ cava inferior.
- Ve. C. d. } Ductus Cuvieri = vena cava superior { rechte.
- Ve. C. s. } { linke.
- Ve. c. <sup>s.</sup> } vena cardinalis { superior.
- <sub>i.</sub> } { inferior.



Ve. p. Lungenvene, resp. Mündung derselben.

Si. Venensinus.

Si\*. Erweiterte seitliche Enden des noch unter dem Vorhofe gelegenen Sinus.

S. d. Rechtes }  
      Linkes } Horn des Venensinus.

S. qu. Unteres Querstück des Venensinus.

S. M. Sinusmündung in den Vorhof.

V. v. d. Valvula venosa dextra }  
V. v. s. Valvula venosa sinistra } an der Sinusmündung.

P. s. Septum spurium.

A. d. Rechtes }  
A. s. Linkes } Atrium.

Lg. Lungengekröse, hinteres Herzgekröse des Vorhofsackes.

Sp. i. Spatium interseptale resp. pars interseptalis des rechten Vorhofes.

S. I. Septum primum = valvula foraminis ovalis.

S. II. Septum secundum = isthmus Vieussenii.

O. I. Ostium primum; primäre Communication zwischen den beiden Vorhöfen.

O. II. Ostium secundum; sekundäre Communication zwischen beiden Vorhöfen = foramen ovale.

+ Ansatzlinie des Pericards.

#### Am canalis auricularis.

Ue. Uebergangsstück, das später zum canalis auricularis wird.

C. a. Canalis auricularis.

F. av. c. Foramen atrioventriculare commune.

F. av. d. " " dextrum.

F. av. s. " " sinistrum.

Eo. oberes }  
Eu. unteres } Endocardkissen.

Eo. r. und Eo. l. rechter und linker Randhöcker des oberen Endocardkissens.

Eu. r. und Eu. l. rechter und linker Randhöcker des unteren Endocardkissens.

#### Am Ventrikel, dem Bulbus und den Arterien.

V. d. rechter }  
V. s. linker } Ventrikel.

O. i. Ostium interventriculare.

S. iv. Septum interventriculare.

B. Bulbus.

B. w. 1. linker vorderer }  
B. w. 2. rechter hinterer } Endocardwulst am unteren Ende des Bulbus.

Ao. Aorta.

Ao. I—V erster bis fünfter Aortenbogen.

Ar. p. Arteria pulmonalis.

Tafel XIX.

Fig. 1—5 beziehen sich auf das in 60facher Vergrößerung gearbeitete Modell des Herzens von einem Kaninchenembryo, welcher 0,95 mm Kopflänge besass (siehe Text p. 289 Nr. 1).

Fig. 1. Das Modell von oben gesehen, ungefähr  $\frac{2}{3}$ .

Fig. 2. Dasselbe von vorn, beinahe  $\frac{3}{4}$ .

Fig. 3. Dasselbe von hinten, etwas mehr als  $\frac{2}{3}$ .

Fig. 4. Dasselbe von links,  $\frac{2}{3}$ .

Fig. 5. Dasselbe. Einblick von hinten und etwas von oben in den Vorhofsack, der durch ein grosses Fenster in seiner hinteren Wand eröffnet ist; man sieht am Boden desselben durch die grosse Vorhofs-Mündung des Sinus (S. M.) die nur an der linken Seite durch eine Falte abgegrenzt ist, in den Hohlraum des letzteren hinein; — um ein Geringes verkleinert.

Fig. 6—8 beziehen sich auf das in 60facher Vergrößerung gearbeitete Modell des Herzens von einem Kaninchenembryo, welcher 1,7 mm Kopflänge besass (siehe im Text p. 289 Nr. 3).

Fig. 6. Das Modell von der linken Seite; etwa  $\frac{3}{4}$ .

Fig. 7. Dasselbe. Einblick durch ein grosses Fenster an der linken Seite des ventriculus sinister in den letzteren.

Fig. 8. Dasselbe. Einblick von hinten und etwas von oben in den Vorhofsack, der durch ein grosses Fenster eröffnet ist. Man sieht am Boden des rechten Atriums durch die Vorhofsmündung des Sinus (S. M.) in den letzteren hinein; etwa  $\frac{2}{3}$ .

Fig. 9—11 stellen das in 60facher Vergrößerung gearbeitete Modell des Herzens von einem Kaninchenembryo dar, welcher eine Kopflänge von 2,5 mm besass (im Text p. 289 Nr. 4).

Fig. 9. Das Modell von oben; beinahe  $\frac{3}{4}$ .

Fig. 10. Dasselbe von vorn; knapp  $\frac{3}{4}$ .

Fig. 11. Dasselbe von hinten etwas verkleinert.

Tafel XX.

Fig. 12. Dasselbe Modell wie Fig. 6—8 (Kopflänge 1,7) von rechts, etwa  $\frac{1}{2}$ .

Fig. 13. Dasselbe Modell wie Fig. 9—11 (Kopflänge 2,5) von rechts; etwas mehr als  $\frac{1}{3}$ .

Fig. 14—16 stellen das in 60facher Vergrößerung gearbeitete Modell des Herzens von einem Kaninchenembryo dar, welcher 2,66 Kopflänge besass (Text p. 289 Nr. 5).

Fig. 14. Das Modell von rechts; etwas unter  $\frac{1}{3}$ .

Fig. 15. Dasselbe von hinten und etwas von unten; mehr als  $\frac{1}{2}$ .

Fig. 16. Dasselbe von vorn; etwa  $\frac{1}{2}$ .

- Fig. 17 und 18 stellen das in 60facher Vergrößerung gearbeitete Modell des Herzens von einem Kaninchenembryo dar, welcher 2,86 mm Kopflänge besass (Text p. 290 Nr. 6).
- Fig. 17. Das Modell von rechts; etwa  $\frac{1}{2}$ .
- Fig. 18. Dasselbe von hinten; mehr als  $\frac{1}{2}$ .
- Fig. 19—21 stellen das in 60facher Vergrößerung gearbeitete Modell des Herzens von einem Kaninchenembryo dar, welcher eine Kopflänge von 3,4 mm besass (Text p. 290 Nr. 7).
- Fig. 19. Das Modell von rechts; etwa  $\frac{1}{2}$ .
- Fig. 20. Dasselbe von hinten und etwas von unten; etwa  $\frac{1}{3}$ .
- Fig. 21. Dasselbe Modell in der Ebene des foramen atrioventriculare commune durchschnitten; man sieht von oben und etwas von rechts auf die untere Hälfte. — Aus der vorderen und rechten Wand des rechten Ventrikels noch ein Stück herausgeschnitten, um einen freieren Einblick in den rechten Ventrikel, auf dessen trabeculae carneae und auf das ostium interventriculare zu ermöglichen.
- Fig. 22. Vorderansicht des Modells von dem Herzen eines Kaninchenembryos von 5,8 mm Kopflänge (Text p. 290 Nr. 9). Das Modell war in 60facher Vergrößerung gearbeitet; nicht ganz  $\frac{1}{2}$ .
- Fig. 23. Der Ventrikelabschnitt mit den Anfängen der grossen Arterien nach dem Herzen eines Kaninchenembryos von 7,5 mm Kopflänge in 60facher Vergrößerung modelliert (Text p. 290 Nr. 11). Das Modell ist durch einen horizontalen Schnitt, der grade durch das sehr verkleinerte ostium interventriculare (O. i.) durchgeht, in zwei Hälften zerlegt. Einblick von oben in die untere Hälfte. An der anderen Seite des auf die vorliegende Schnittfläche aufzupassenden oberen Stückes war O. i. durch Verschmelzung von B. w. 1 und B. w. 2 sogleich abgeschlossen.

## Tafel XXI.

- Fig. 23 A. Dasselbe Modell wie Fig. 17 und 18 (Kopflänge 2,86 mm). Die Decke der Vorhöfe ist abgehoben und in die Aussenwand des rechten Vorhofes ist ein grosses Fenster geschnitten; man blickt von oben und von hinten und etwas von rechts in denselben hinein. Beinahe  $\frac{3}{4}$ .

Für diese, wie für die folgenden Figuren 24—26 ist zu bemerken, dass in denselben etwas mehr vom foramen atrioventriculare commune gezeichnet ist, als man bei gleichzeitiger Uebersicht über die Gebilde an der hinteren Vorhofswand, valvulae venosae, Sinusmündung u. s. w. in Wirklichkeit sehen kann; es ist diese geringfügige Aenderung im Interesse der Anschaulichkeit der Bilder eingeführt worden.

- Fig. 24. Dasselbe Modell wie Fig. 19—21 (Kopflänge 3,4 mm). Einblick in die wie bei Fig. 23 A geöffneten Vorhöfe von hinten und oben

und etwas von rechts;  $\frac{3}{4}$ . Der eine Pfeil führt aus dem rechten Sinushorn (S. d.) zwischen den valvulae venosae dext. und sinist. durch die Sinusmündung (S. M.) — soweit punktirt — in den rechten Vorhof. — Der andere Pfeil führt aus dem rechten Vorhof hinter der valv. ven. sinistra und dem septum spurium (P. s.) in das spatium interseptale (Sp. i.); soweit derselbe verdeckt ist, ist er punktirt; — beinahe  $\frac{3}{4}$ .

Fig. 25. Dasselbe Modell wie Fig. 22 (5,8 mm Kopflänge). Einblick in die Vorhöfe wie in Figur 23 A und 24. Die punktirte Linie ergänzt den theilweisen verdeckten Umriss des ostium secundum (O II); etwa  $\frac{1}{2}$ .

Fig. 26. Dasselbe Modell wie Fig. 22 und 25 (Kopflänge 5,8 mm). Schnitt durch das foramen atrioventriculare commune. Einblick von oben in die untere Schnitthälfte; etwa  $\frac{3}{8}$ .

Fig. 27. Das Modell des Herzens eines menschlichen Embryos von 5 mm Kopflänge (His Normentafel Nr. 12). Dasselbe war in 50 facher Vergrößerung gearbeitet. Beide Vorhöfe sind durch grosse seitliche Fenster eröffnet. Einblick von rechts her in den rechten Vorhof. Der untere Pfeil dringt aus dem rechten Vorhof durch die Sinusmündung (S. M.) in das rechte Sinushorn; soweit er durch die valvula venosa dextra und die Sinuswand verdeckt ist, ist er punktirt. — Der obere Pfeil dringt in das spatium interseptale ein; soweit er durch die Wand desselben und das septum spurium (Ps.) verdeckt ist, ist er punktirt gezeichnet; — etwas weniger als  $\frac{3}{4}$ .

Fig. 28. Dasselbe Modell wie Fig. 9—11 und 13. In die Seitenwand des rechten Vorhofes ist ein grosses Fenster geschnitten. Die linke Venenklappe ist nicht sichtbar, sie verläuft schräg im Grunde des Hohlraums, zu dem die grosse Oeffnung (S. M.) führt, von links nach rechts, um sich an die rechte Venenklappe anzusetzen; nur der untere Theil der grossen dunklen Oeffnung ist also Sinusmündung (S. M.), der obere Theil führt in das spatium interseptale; — beinahe  $\frac{3}{4}$ .

Fig. 29. Modell der Vorhöfe eines menschlichen Embryos von 14 mm Kopflänge. Steisscheitellänge 34 mm. Anfang des dritten Monats. Der Schnitt geht durch die vordere obere Vorhofswand, durch die Wurzel des isthmus Vieussenii (S II); man sieht also von vorn und oben in die hintere untere Hälfte des Modellstückes hinein. Es ist nur die Partie zunächst der Vorhofscheidewand dargestellt; man orientire sich, indem man sich zuerst die Mündungen der venae cavae (Ve. C. d. = Vena cava sup. und Ve. ca. i. = Vena cava inferior und das foramen ovale, O II aufsucht. \* = Mündung des Sinus coronarius — beinahe natürliche Grösse.

#### Tafel XXII.

Fig. 30. Schnitt durch die Vorhöfe und den Bulbus aus der Serie, nach der das in Fig. 14—16 u. s. w. dargestellte Modell gearbeitet ist.

Kaninchenembryo von 2,66 mm Kopflänge; — Vergrößerung 40fach. SI ist in voller Ausbildung, aber undurchbrochen, die Vorhöfe communiciren nur durch OI.

Fig. 31. Schnitt durch die Vorhöfe, den Bulbus und das obere Ende des linken Ventrikels aus einer Serie, welche einen Kaninchenembryo von 3,1 mm Kopflänge betraf (nicht modellirt). SI ist an dem dorsalen Ansatz durchbrochen; OI und OII gleichzeitig vorhanden; — 40fach vergrößert.

Fig. 32. Schnitt durch das Herz von einem Kaninchenembryo von 5,8 mm Kopflänge; nach der Serie, aus der dieser Schnitt stammt, ist das Modell gearbeitet, welches Fig. 22, 25 und 26 darstellen. Der Schnitt geht dicht oberhalb des for. atrioventriculare commune durch das obere Endocardkissen (Eo.) hindurch; als Ergänzung kann die Schnittfläche von Fig. 26 dienen, welche einen etwas tiefer, in der Ebene der Atrioventricularöffnung selbst gelegenen Schnitt aus derselben Serie darstellt; aus derselben ersieht man, dass OI noch nicht vollständig verschwunden war.

Die Schemata A, B, C entsprechen zum Theil den in meiner vorläufigen Mittheilung gegebenen, nur sind die Ventrikel und das rechte Sinushorn zugefügt und einige gleich zu erwähnende Aenderungen getroffen. — Die Schemata stellen im Allgemeinen schräg von hinten und oben nach vorn und unten durch das aufgerichtete Herz gelegte Schnitte dar, doch sind hier eine Reihe von Dingen nebeneinander dargestellt, welche nie in einem und demselben Schnitte zugleich enthalten sein können; es sind also des didaktischen Zweckes wegen Theile in eine Ebene gerückt, die in Wirklichkeit nicht in einer Ebene liegen. Die Schnitte gehen durch die Atrioventricularöffnung, in dieselbe ist in Schema A und B das untere Endocardkissen hineingezeichnet, — eine Abweichung vom Schnittbilde, die der Deutlichkeit wegen unvermeidlich erschien; in C sind die Endocardkissen verschmolzen gedacht und demgemäss die Schnittfläche der verschmolzenen Endocardkissen angedeutet. — Diese sowie die Endocardverdickungen am unteren Ende von SI sind heller gehalten, die Muscularis dunkler. Trabeculae carneae u. s. w. sind weggelassen. Auf das Wachsthum ist in diesen wie in den 3 folgenden Schematen fast keine Rücksicht genommen, die zweiten und dritten Figuren sind also bei entsprechend schwächerer Vergrößerung dargestellt zu denken.

A) SI voll ausgebildet, aber undurchbrochen (etwa Kaninchenembryo von 2,6 mm Kopflänge).

B) SI am dorsalen Ansatz durchbrochen, OI und OII gleichzeitig vorhanden (etwa Kaninchenembryo von 4 mm Kopflänge). Das ostium interventriculare verengt durch das hoch aufgestiegene S. iv.

C) SI mit den Endocardkissen und diese untereinander verwachsen, OI verschwunden. Trennung der ostia atrioventricularia. — SII eben gebildet. — Soweit würde das Bild etwa Kaninchenembryonen von 6 mm Kopflänge entsprechen; die Trennung der Ventrikel, durch Verbindung des S. iv. mit den rechten Höckern der verschmolzenen Endocardkissen, wie sie hier dargestellt ist, tritt aber erst bei Kaninchen von 7,5 mm Kopflänge ein.

Schemata D, E und F sollen die Lageverschiebungen des ostium atrioventriculare zum ostium interventriculare, sowie die Trennung der Ventrikel und grossen Arterien verdeutlichen. Die Ventrikel sind durch einen bei aufgerichtetem Herzen frontalen Schnitt halbirt gedacht; man sieht in die hintere Hälfte. — Trabekeln u. s. w. sind vernachlässigt; es wurde danach gestrebt, eben nur die wesentlichsten Verhältnisse in einfachster Form darzustellen.

D) Das foramen atrioventriculare commune gehört allein dem linken Ventrikel an und liegt hoch über dem ostium interventriculare; etwa entsprechend Kaninchenembryonen von 1,7 mm Kopfl.; vergl. Fig. 7.

E) Die Ventrikelschenkel sind nach oben hin miteinander verschmolzen, das ostium interventriculare hat sich nach oben ausgehnt, ist aber gleichzeitig von unten her durch das aufsteigende S. iv. eingengt; das foramen atrioventriculare commune reicht mit seinem rechten Ende in den rechten Ventrikel hinein, die Endocardkissen sind ausgebildet. In dem Bulbus treten die Bulbuswülste auf, von denen der hintere sichtbar ist; die Halbröhren der Aorta und der A. pulm. sind aber in dieser wie in der folgenden Figur anstatt schräg hintereinander, einfach nebeneinander gezeichnet. — Etwa Kaninchenembryonen von 3,5–5,8 mm Kopfl.; vergl. Fig. 11 und 26.

F) Die Endocardkissen sind verschmolzen, foramen atrioventriculare dextrum et sinistrum getrennt, dass S. iv. ist über die rechten Höcker der Endocardkissen mit diesen verschmelzend aufgewachsen, mit dem oberen Rand desselben hat sich bis auf eine kleine Lücke (Stelle des septum membranaceum) das Bulbusseptum\*, das aus der Verschmelzung der Bulbuswülste entstanden ist, verbunden. Der Rest des ost. interventriculare zwischen dem oberen Rande von S. iv. ( $\alpha$ ) und der Stelle  $\beta$  ist in die Aorta aufgenommen, die bei der Trennung der Ventrikel gleichzeitig allein in den linken übergeleitet wird. Der Zugang zur Aorta zwischen dem linken Abhang des S. iv. und den verschmolzenen Endocardkissen schiebt sich zwischen F. av. s. und das Ventrikelseptum ein. — Etwa Kaninchenembryonen von 7,5 mm Kopfl.; — vergl. Fig. 23.

### **Berichtigungen.**

- S. 291 Zeile 7 v. o. V. s. statt V. c.  
„ 295 „ 4 v. u. C. a. „ c. a.  
„ 297 „ 13 v. o. (Fig. 6, 10, 11, Si u. Si\*) zu tilgen und Z. 15 hinter „an-  
gefügt“ zu setzen.  
„ 301 „ 9 v. o. 23 A statt 23.  
„ 306 „ 1 v o. Fig. 23 A statt Fig. 23.  
„ 306 „ 25 v. o. 27 Ps. statt 25.  
„ 315 „ 14 v. o. zu tilgen (Fig. 25.)  
„ 321 „ 23 v. o. Fig. 23 statt Fig. 24.  
„ 331 „ 16 v. o. V. v. s. statt V. v.

---

### **Ueber Molluskenaugen.**

Von

**Justus Carrière.**

---

Hierzu Tafel XXIII.

---

Eine kürzlich ausgegebene Untersuchung von Rawitz<sup>1)</sup> gibt mir willkommene Gelegenheit, auf die im Jahre 1886 in Band VI, Heft 4 der Mittheilungen der zoologischen Station in Neapel veröffentlichte Abhandlung W. Pattens zurückzukommen. Sie war betitelt: „Eyes of Molluscs and Arthropods“, und auf der zoologischen Station in Neapel mit den neuesten Methoden und Instrumenten ausgeführt, ein umfangreiches Werk. Mir aber war es kein Vergnügen und ich bedauerte die wenigen Leidensgefährten, die gleich mir gezwungen waren sich durch die Fülle von Neuheiten durchzuarbeiten, die dasselbe in seinen beiden Theilen, dem beschreibenden und dem hypothetischen, bot; denn obschon

---

1) Dr. Bernhard Rawitz. Der Mantelrand der Acephalen. Erster Theil. Ostracea. Jena 1888. Zeitschrift f. Naturwissenschaft XXII, N. F. XV.