

Beiträge

zur

vergleichenden Anatomie des Herzens der Vögel und Reptilien.

Von

F. Rudolf Gasch.

Mit Tafel XI und XII.

Einleitung.

Im Januar 1886 veröffentlichte Herr Professor His in Leipzig eine Schrift, worin die „Spuren geschichtlicher Entwicklung am Herzen des erwachsenen Menschen“ beschrieben und durch beigegebenen Abbildungen erläutert werden.

Herr Geheimrat, Professor Dr. Leuckart hatte die Freundlichkeit, unter Hinweis auf diese Schrift mich zu ähnlichen Untersuchungen an dem Herzen der Vögel und Reptilien aufzufordern. Das reiche Material nun, welches mir durch meinen verehrten Lehrer bereitwillig zur Verfügung gestellt wurde, hat es mit sich gebracht, dass meine Untersuchung in der Folge mehr vergleichend-anatomischer Art wurde, ich habe mich aber bemüht, die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte bei jeder Gelegenheit zum Vergleiche heranzuziehen und auf diese Weise dem Grundgedanken der Arbeit einigermassen gerecht zu werden.

Die drei Abschnitte der Arbeit behandeln:

Das Septum ventriculorum,

Das Septum atriorum und die Mündung der Vena pulmonalis,

Die Venenmündungen im rechten Vorhofe.

Die entwicklungsgeschichtlichen Notizen, welche notwendigerweise jedem einzelnen Abschnitte vorangeschickt werden mussten, sind Arbeiten von His¹⁾ und Lindes²⁾ entnommen, eigene embryologische Untersuchungen habe ich nicht angestellt.

¹⁾ His, Anatomie menschlicher Embryonen III. und Beiträge zur Anatomie des menschlichen Herzens.

²⁾ G. Lindes, Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Herzens. Dorpat. Inauguraldiss. 1865.

Es liegt in der Natur der Sache, dass ich viele schon bekannte Thatsachen mit erwähnen musste, um etwaige neue Gesichtspunkte zu veranschaulichen und zu erläutern. So dürfte besonders im ersten Abschnitte nur die Zusammenstellung und Behandlung des Stoffes Anspruch auf Neuheit erheben.

Angesichts der reichen Litteratur, welche über die Anatomie des Herzens der Vögel und Reptilien vorhanden ist, erschien es mir angebracht, eingangs zwar eine kurze Uebersicht der Autoren zu geben, das Hauptgewicht aber auf die Anmerkungen zu verlegen. Nur den Arbeiten und Untersuchungen von Cuvier, Brücke, Edwards und Fritsch, welche sich ausführlich mit meinem Gegenstande beschäftigen, habe ich eine eingehende Besprechung gewidmet.

Übersicht und Besprechung der Litteratur.

Boianus, *Anatome testudinis Europaeae* 1819. Beschreibung des Herzens der europäischen Schildkröte mit zahlreichen Abbildungen.

Schlemm, *Anatomische Beschreibung des Blutgefässsystems der Schlangen* (Zeitschrift von Treviranus 1826). Beschrieben sind die Herzen von *Boa constrictor* und *Trigonocephalus mutus*.

Retzius, *Anatomisk undersökning öfver några delar of Python bivittatus*. (Mém. de l'Acad. de Stockholm 1829, Isis 1832).

Th. Bischoff, *Ueber den Bau des Krokodilsherzens*. (Archiv für Anatomie und Physiologie 1836).

Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée, seconde édition* 1839.

Im 6. Bande seines vergleichend-anatomischen Werkes widmet Cuvier dem Herzen der Reptilien eine besonders genaue Beschreibung. In 3 Abschnitten werden Schildkröten, Krokodile und Eidechsen und endlich die Schlangen behandelt. Im Allgemeinen geht der Verfasser nach einigen kurzen Bemerkungen über Vorhöfe und Septum atriorum sogleich zur Beschreibung des Ventrikels über, dessen Abteilungen scharf getrennt werden.

Bei den Schildkröten unterscheidet er als „sinus pulmonaire“ einen direkt in die Arteria pulmonalis führenden Hohlraum, der bei den Landschildkröten klein, dagegen gross bei den Meerschildkröten ist. Das venöse Blut gelangt sowohl in die Aorta, als auch in die Art. pulm., doch vornehmlich in die Art. pulmonalis, während das arterielle Blut durch eine vom Bojanussechen Knorpel ausgehende Muskelklappe ausschliesslich in die Aorten geleitet wird.

Von den Saurierherzen wird zuerst das Krokodilshertz (le crocodile du Nil et le caïman) beschrieben, das der Verfasser — wahrscheinlich der besseren Uebereinstimmung mit den übrigen Reptilienherzen zu Liebe — in 3 Räume zu teilen sucht. Den rechten Ventrikel lässt er in 2 „Zellen“ zerfallen, von denen eine die linke Aorta entsendet; er sagt dann weiter (S. 313) „en arrière de cette embouchure (se trouve) une large communication qui conduit dans la plus petite des trois loges [que n'est proprement qu'un sinus du

ventricule droit] placé à la partie moyenne de la base du coeur, et dans lequel le tronc commun des artères pulmonaires a son embouchure.“ Später (S. 315) sagt er von diesem Raume noch folgenden: „le sinus communique largement avec le ventricule droit; un peu au-delà de son entrée on voit un cercle de six à huit tubercules saillants.“

Die Scheidewand zwischen rechten und linken Ventrikel wird fälschlich als eine unvollständige bezeichnet, die dem venösen Blute Durchgang gewähre. Ebenso ist die Behauptung, dass das später als „foramen Panizzae“ bezeichnete Loch in der Aortenwand bei zunehmendem Alter verknorpele, mindestens zweifelhaft. Uebrigens ist Cuvier der Ansicht, dass durch die genannte Passage arterielles Blut aus der rechten in die linke Aorta strömt. Bei den übrigen Sauriern unterscheidet der Verfasser wieder 2 Typen. Die Vertreter des einen Typus, *Lacerta agilis* et *ocellata* haben einen rechten Ventrikel und einen linken, unvollständig getrennt durch eine dicke muskulöse Scheidewand. Ein Querkanal leitet vorn an der Basis des Herzens das Blut aus dem linken in den rechten Ventrikel. Die 3 dort entspringenden Gefäße empfangen gemischtes Blut. Dagegen werden die Verhältnisse des anderen Typus bei *Iguana delicatissima* (S. 321) folgendermassen beschrieben: „son ventricule a deux loges, une droite, qui forme proprement la cavité du ventricule, et une gauche et supérieure, qui ne semble qu'un sinus de la première: c'est dans celle-ci que s'ouvrent l'oreillette pulmonaire et l'aorte postérieure droite, à peu près comme cela a lieu dans les crocodiles. L'embouchure de l'oreillette droite est percée vers le milieu de la grande cavité. En dessous sont les orifices de l'artère pulmonaire et de l'aorte postérieure gauche.“

Beim Camäleon gabelt sich wohl die Ventrikelhöhle rechts und links nach hinten, doch eine Scheidewand ist nicht vorhanden.

Im Schlangenerzen hat Cuvier 2 durch eine unvollständige, mit freiem Rande versehenen Scheidewand getrennte Räume gefunden, die er als loge aortique oder loge supérieure und als loge pulmonaire oder loge inférieure bezeichnet. Die obere Höhle dehnt sich bis zur Herzspitze aus und nimmt die Herzbasis in ihrer ganzen Breite ein, während die kleinere zweite auf die rechte Herzhälfte beschränkt erscheint. Wie schon der Name sagt, entsendet die obere Zelle die Aorten, die untere die Pulmonalis.

Ein Muskelband, welches von der Oberwand der Aortenzelle bis zur Mitte des Herzens herabreicht, verhindert den Eintritt des Blutes aus der erwähnten Zelle in die untere. Die Aorten erhalten aber trotzdem gemischtes Blut, da das genannte fleischige Band keine vollständige Scheidewand bildet.

Owen, (Todd's Encyclopädie 1835/36). Aves.

J. G. Treviranus, Beobachtungen aus der Zootomie und Physiologie 1839.

Der Verfasser, welcher die Herzen mehrerer Schildkröten untersucht hat, macht darüber Angaben, die bis jetzt nur zum Teil be-

stätigt worden sind (z. B. über Venenmündungen bei *Caretta imbricata* S. 4) und um so weniger glaubhaft erscheinen, weil sie vielfach den bei verwandten Tieren constatirten Verhältnissen widersprechen.

Carus u. Otto, *Tabulae Anatom. compar. illustrat. pars VI.* 1843.
v. Siebold u. Stannius, *Vergleichende Anatomie* 1846.

Jaquart, *Mém. sur les organes de la circulation chez le Python.*
(*Annal. des sciences nat.* 1855, 4. serie t. IV).

E. Brücke, *Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Gefäßsystemes* 1852.

Brücke bespricht zuerst das Schildkrötenherz, (*Emys europaea* et *Testudo graeca*), dessen Ventrikel er in 3 Teile teilt. Das links gelegene *Cavum arteriosum* empfängt durch das *Ostium atrio-ventriculare sinistrum* aus dem linken Vorhofe arterielles Blut, alle Hohlräume dagegen, welche rechts von einer gedachten Verlängerung des *Septum atriorum* liegen, bilden das *cavum venosum*, das aus dem rechten Atrium venöses Blut erhält. Dieses *cavum* teilt Brücke wiederum in 2 Teile. Der linke, dem *Ostium venosum* zunächst gelegene Teil zeichnet sich durch zahlreiche querlaufende Fleischbalken aus, der andere Teil aber, welcher das rechte Ende des Ventrikels einnimmt und die *Ostia arteriosa* enthält, wird durch die vom Bojanusschen Knorpel ausgehende Muskelleiste nochmals in eine obere und untere Hälfte geschieden. Brücke erhält also durch seine, ziemlich willkürliche Einteilung 4 Ventrikelräume, von welchen die 2 erstgenannten nur *Ostia venosa*, die beiden letzten nur *Ostia arteriosa* besitzen. Dem dunkelroten Blute, welches also den kürzesten Weg hat und hauptsächlich in die Lungenarterien eintritt, rückt das hellrote sich teilweise mit ihm vermischend nach, indem es aus dem *Cavum arter.* in die linke, dann in die rechte Hälfte des *cavum venosum* und so bis in die Arterien gelangt. Dabei verschliesst sich der Eingang in die *Arteria pulmonalis* (der Knorpel wendet sich nach links und der Muskelstreifen zieht sich zusammen), so dass das arterielle Blut ausschliesslich in die Körperarterien einströmt. Die gleiche Einteilung des Herzens in ein *cavum venosum* und *arteriosum* mit einer Muskelleiste fand Brücke bei den Schlangen (*Coluber Aesculapii* und *Tropidonodus natrix*) und sogar ohne wesentliche Aenderungen bei den grösseren Eidechsen. Nur ist bei *Psammosaurus griseus* die Kommunikation zwischen *cavum arteriosum* und *venosum* enger, „da beide Höhlen durch eine kontinuierliche, nur an einer Stelle durchbrochene Scheidewand getrennt sind.“ Die Abweichungen im Kreislaufe schildert Brücke folgendermassen: „Bei der Flussschildkröte wird (während einer bestimmten Periode der Herzthätigkeit) die Lungenarterie selbst unmittelbar an ihrer Wurzel verschlossen, so dass nach eingetretener Sperrung gar kein Blut mehr hineingelangt. Bei der Schlange sperrt die Muskelleiste in der Weise, dass nur eine sehr geringe Menge rein venösen Blutes, welches sich in der Rinne nach vorn und links von derselben befindet, in die Lungenschlagader einströmt. Beim *Psammosaurus*

sehen wir diese Rinne schon zu einer geräumigen Höhle erweitert, die eine gewisse Quantität venösen Blutes aufnimmt, welches noch nach der Sperrung in den Respirationskreislauf eingeht.“

Diese geräumige Höhle fand Brücke in ähnlicher Weise auch bei *Uramastix spinipes* vor, dagegen war die Scheidewand im Ventrikel hier nicht so ausgebildet und noch weniger bei der nur flüchtig erwähnten *Lacerta viridis*, bei *Platydictylus guttatus* und *Bipes Pallasi*.

Beim Krokodilsherz giebt Brücke keine anatomische Beschreibung, sondern behandelt nur die Frage der Blutmischung, wie sie durch das foramen Panizzae ermöglicht wird.

Milne Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée*. 1858.

Im 3. Bande dieses umfassenden Werkes werden die Herzen der Reptilien und Vögel in der eingehendsten Weise und unter Anführung zahlreicher Autoren beschrieben. Da Edwards in den meisten Fällen mit Cuvier übereinstimmt, so sollen hier nur diejenigen Ansichten Erwähnung finden, die er neu hinzubringt, oder in denen er sich von dem genannten Forscher unterscheidet. Bei der Beschreibung des Schildkrötenherzens beschränkt sich der Verfasser im Wesentlichen auf die Mitteilung der speciellen Untersuchungen von Boianus, Duvernoy, Treviranus und Anderen. Vom Ventrikel der Schlangen (*Python*) sagt Edwards, dass derselbe wie jener der Meerschildkröten durch eine unvollständige Scheidewand in 2 Zellen geteilt sei. Der ganze peripherische Teil dieser Räume zerfällt in viele kleine Nebenhöhlen durch fleischige Balken, die von der Spitze zur Basis laufen. Von der Scheidewand wird folgendes berichtet: „*Cette cloison charnue naît du fond de la cavité du ventricule et se porte vers la paroi antérieure ou auriculaire de cette chambre mais n'y arrive pas complètement et c'est l'espace laissé entre son bord inférieur concave et la base des deux valvules auriculo-ventriculaires adossées l'une à l'autre qui constitue le passage laissé libre entre la loge antérieure du ventricule et la loge principale ou veineuse de cet organe.*“

Das Loch in der Scheidewand ist verdeckt, wenn die Artrioventrikularklappen von dem eintretenden Blute herabgedrückt werden. Die Hauptzelle von Edwards zerfällt in ein „*vestibule pulmonaire*“ und ein „*vestibule aortique*“ getrennt durch die Muskelleiste, die am *truncus arteriosus* entspringend, von der dorsalen Wand in den Ventrikelraum hereinragt.

Die Beschreibung der Herzen von *Lacerta*, *Camaeleon* und *Iguana* stimmt mit den Angaben Cuviers im Wesentlichen überein, während Edwards in Betreff des Herzens der Krokodile wesentlich anderer Meinung ist, als sein Vorgänger. Die 3. Zelle Cuvier's erscheint ihm nur als eine Höhle im rechten Ventrikel, das *Septum ventriculorum* ist kompakt, das foramen Panizzae schliesst sich nicht im Alter, wie Cuvier annimmt. Was die Blutmischung im *truncus arteriosus* betrifft, so glaubt Edwards, dass während der Diastole

der Ventrikel stets eine teilweise Mischung stattfindet, aber nur wenig venöses Blut in die rechte Aorta tritt.

G. Fritsch, Zur vergleichenden Anatomie der Amphibienherzen (Archiv für Anatomie und Physiologie 1869).

Angeregt durch die Arbeiten Brückes und anderer Forscher hat es der Verfasser unternommen, mancherlei Irrthümer und ungenaue Angaben seiner Vorgänger richtig zu stellen. Unterstützt wurde er bei seinen Untersuchungen durch eine grosse Menge der kostbarsten und seltensten Präparate, wie sie in solcher Anzahl, wohl noch keinem Forscher zur Verfügung gestanden haben. Von den zahlreichen Arten, die er untersuchte, nenne ich nur: *Chelydra serpentina*, *Emys concentrica* und *irrigata*, *Chelonia midas* und *cauana*, *Makroemys Teminkii*, *Testudo tabulata*, ferner *Alligator lucius*, *Chamaeleo vulgaris*, *Uromastix spinipes*, *Pseudopus Pallasii*, *Psammosaurus griseus*, *Lacerta ocellata*, dann *Python sebae* und *bivittatus* und *Boa constrictor*.

Die Herzen wurden insgesamt nach der Hunterschen Methode der Talginjektion präparirt, welche Fritsch für die geeignetste hält. Der Schrift sind zahlreiche Abbildungen von Querschnitten durch Herzen beigegeben. Längsschnitte sind nur wenige abgebildet. —

Indem ich die beiden ersten Abschnitte der Arbeit („Äussere Lage und Gestalt der Herzabschnitte“ und „Verteilung der grossen Gefässe“) übergehe, wende ich mich sogleich zum 3. Teile, welcher den „inneren Bau der Herzabschnitte“ enthält. Bei der Besprechung des „truncus arteriosus“ kommt Fritsch auch auf die Semilunarklappen zu reden, deren Beweglichkeit er untersucht hat. Er behauptet, dass diese Klappen bei der Systole des Ventrikels nie das ganze Lumen des Gefässes freigeben, sondern nur spaltförmig sich öffnen. Eine Consequenz dieser Anschauung ist, dass das foramen Panizzae beim Alligator durch die vorliegenden Semilunarklappen nie ganz verschlossen werden kann (wie es z. B. Brücke, op. cit. S. 16 behauptet).

Weiterhin verwirft Fritsch das Brückesche „cavum venosum und arteriosum“ und tritt den Beweis an, „dass in der That zu den beiden Hauptabschnitten des Ventrikels auch arterielle Ostien gehören“, indem er die Anlage „wirklicher Ventrikel“ von den Krokodilen abwärts bis zu den Batrachiern verfolgt. Zunächst zeigt er an einem Querschnitt durch den mittleren Teil der Vorhöfe eines Herzens von *Alligator lucius* (Taf. XX Fig. 1), dass der Eingang zur Aorta (dextra) hinter¹⁾ dem „Conus arteriosus“ der Pulmonalis zu liegen kommt, desgleichen an einem Querschnitte durch den dicksten Teil des Ventrikels desselben Herzens (Taf. XIX, Fig. 7), dass dem entsprechend der rechte Ventrikel eher vor, als neben dem linken liegt. Dasselbe wird an Querschnitten durch die Herzen von

¹⁾ Anmerk. Bei der Benennung der Teile als hinterer, oberer, vorderer n. s. w. Teil geht Fritsch immer von der aufrechten Stellung des Herzens aus, so dass oben gleich basal, unten gleich apikal, vorn gleich ventral ist.

Eidechsen, Schlangen und Schildkröten gezeigt. Dann beschreibt der Verfasser unter Hinweis auf einen Längsschnitt durch das Herz von Python (Taf. XIX, Fig. 1) jene Muskelleiste, welche am Ostium arteriosum entspringend, das cavum venosum oder den rechten Ventrikel der Autoren in 2 sogenannte Zellen (loges) teilt. Ganz im Gegensatz nun zu seinen Vorgängern behauptet Fritsch, dass allein die vordere (Brücke: untere) Zelle als ein wirklicher Ventrikel angesehen werden könne, während der ganze übrige Hohlraum als linker Ventrikel betrachtet werden müsse. Die sogenannte „unvollständige Scheidewand“ der Autoren nemlich ist in Wahrheit nicht als Scheidewand vorhanden und nur das zufällige Produkt lokaler Durchschneidung.

Am Krokodilherz erscheint die Muskelleiste des „conus pulmonalis“ als ein Vorsprung in der rechten Kammer, der zur Pulmonalis hinaufleitet, oben mit dem Septum ventriculorum verschmilzt und den links unten lagernden Teil des Ventrikels nur unvollkommen von dem oberen rechten trennt (vergl. Cuvier). Eine solche Verwachsung fand sich auch thatsächlich im Herzen eines Python sebae, „wo die Anlage der Scheidewand mit der des conus bis gegen die Basis des Ventrikels erfolgt war.“ Mit Recht weist Fritsch darauf hin, dass seine trennende Muskelleiste constant auftritt und selbst bei solchen Reptilien wohl entwickelt ist, bei denen sich nur Rudimente der anderen, unvollständigen Scheidewand zeigen.

Der Verfasser fährt fort: „Denkt man sich nun die Gesamtheit der arteriellen Ostien, ohne ihre relative Lagerung zu verändern, etwas weiter nach rechts ¹⁾ (?) verschoben, indem die beschriebenen Anlagen der Coni ihnen in gleicher Weise folgen, so schwindet die letzte Schwierigkeit, nemlich die Feststellung der Ventrikelgrenze im oberen Drittel.“

Es rückt dann der Ursprung der rechten Aorta vor das rechte venöse Ostium, die Anlagen der Coni verschmelzen zum Teil mit der sich erhebenden Scheidewand, und der früheren Kreuzung der beiden Blutströme entspricht nur noch eine sagittale Drehung der entstandenen vollständigen Scheidewand. Man erhält so einen vorderen rechten Ventrikel mit Pulmonalis, linker Aorta und (Corti's) spatium interventriculare, abgegrenzt durch den nach links ²⁾ hinübergezogenen unvollständig verschmolzenen conus arteriosus der Pulmonalis, in dem das Ostium venosum nach hinten und rechts gelagert ist, wie es thatsächlich im Herzen des Krokodiles erscheint. Der linke Ventrikel hat ebenfalls sein Ostium venosum und arteriosum, der verkürzte conus des letzteren erinnert aber durch das Vorbeiziehen der Pulmonalis und die angegebene Drehung der Scheidewand in oberen Teile, dass das Ostium aorticum ursprünglich seine Lagerung neben und nicht vor dem Ostium venosum dextrum hatte.“

¹⁾ Anmerk. Da Fritsch hier keine bestimmte Abbildung im Auge hat, so muss es hier doch wohl statt rechts links heißen.

²⁾ Anmerk. Vergl. weiter oben; hier ist die Bezeichnung richtig.

Meiner Ansicht nach hat Fritsch von allen Forschern die einfachste und natürlichste Darstellung des complicirten Herzbaues gegeben, frei von Künstelei und frei von willkürlichen Zusammenstellungen einzelner Theile. Im Verlaufe meiner Arbeit werde ich noch so oft auf die vortrefflichen Untersuchungen von Fritsch zurückkommen, dass eine Aufzählung von anatomischen Einzelheiten an dieser Stelle füglich entbehrt werden kann.

Methode der Präparation.

Die zu untersuchenden Herzen wurden mit Alkohol (96°) oder Chromsäurelösung prall injicirt und dann in der betreffenden Flüssigkeit bis zu ihrer vollständigen Erhärtung gelassen. Bei kleineren Tieren, deren Herz man beim Herauspräpariren leicht verletzen kann, habe ich die Injektion oft gleich in situ vorgenommen und dann das ganze Tier conservirt, um das Herz erst nach stattgefundener Erhärtung herauszunehmen. Die Huntersche Methode der Talginjektion habe ich desshalb vermeiden zu müssen geglaubt, weil eine plastische Veränderung der Herztheile bei ihr nicht zu umgehen ist. Ich habe im Allgemeinen Längsschnitte angefertigt, welche eine grössere Uebersicht gewähren, als Querschnitte. Doch habe ich es bei genügend vorhandenen Material nicht unterlassen, die an Längsschnitten gemachten Beobachtungen durch Untersuchungen von Querschnitten zu prüfen. Ich glaube den Grund so vieler widerstreitender Ansichten älterer Autoren grade in der Unterlassung jenes angegebenen Controllverfahrens zu finden.

Übersicht über die untersuchten Arten.

Aves.

Natatores

Alca torda, *Podiceps minor*, *Cygnus musicus*, *Pelecaanus onocrotalus*.

Grallatores

Ardea cinerea, *Grus cinerea*, *Fulica atra*, *Otis tarda*, *Ciconia alba*.

Gallinacei

Tetrao urogallus.

Columbinae

Columba domestica.

Scansores

Cuculus canorus, *Sittace macao*.

Passeres

Corvus frugilegus, *Pyrhula vulgaris*, *Passer chloris*, *Loxia curvirostra*.

Raptatores

Buteo vulgaris, *Falco tinnunculus*, *Otus vulgaris*.

Cursores

Struthio camelus, *Casuarius galeatus*.

Reptilia.

Ophidia

Tropidonodus natrix.

Saurii

Chamaeleon vulgaris, Pseudopus Pallasii, Lacerta viridis et agilis, Alligator lucius.

Chelonia

Emys europaea, Emysaurus serpentinus, Chelonia midas.

1. Abschnitt.

Das Septum ventriculorum.

Die Anlage der Kammerscheidewand (Septum musculare oder S. inferius, His) beginnt nach Lindes Op. cit. S. 9 „bei dem Vogel als eine unter den übrigen Muskelbalken der inneren Ventrikelwand stärker vorspringende Leiste, die von der Mitte des rechten Herzrandes ihren Anfang nimmt. Sie besteht gleichsam aus 2 Schenkeln, von denen der eine stärkere sich an der ventralen Wand, der andere schwächere aber an der dorsalen befindet. Beide Schenkel erstrecken sich von rechts und hinten nach links und vorn ungefähr gegen die Mitte der das Ostium atri-ventriculare begrenzenden Lippen oder etwas mehr nach rechts.“

Später ist das Septum schon eine zusammenhängende Wand, die dort einen spitzwinkligen Einschnitt trägt, wo die beiden Schenkel zusammengetroffen sind. Diese Wand wächst in der Folge weiter nach oben, vermag aber eine völlige Trennung der Ventrikel allein nicht zu bewirken, vielmehr bleibt dicht an der Kammerbasis eine kleine Öffnung erhalten, durch welche beide Kammern in Verbindung stehen. In dieser Zeit beginnt die Bildung einer dritten Scheidewand des Septum aorticum, welches nach seiner Vollendung den einfachen truncus arteriosus in die Kanäle der Aorta und der Pulmonalarterie scheidet. Beide münden noch in den rechten Ventrikel. „Die allendliche Scheidung“ fährt Lindes fort „geschieht nun in der Weise, dass das Septum trunci arteriosi, nachdem es sich bis an den rechten Ventrikel erstreckt hat, in der Richtung von rechts nach links weiterwächst, bis es den hinteren Rand der Lücke im Septum ventriculorum erreicht und mit ihm verschmilzt.“ Jetzt ist die Scheidung der beiden arteriellen Kanäle vollendet und damit auch die der Ventrikel. Die Lücke in der Muskelmasse des S. ventriculorum ist also nicht verwachsen, sondern sie bleibt und bildet den Eingang in die Aorta, welcher höher liegt, als der Ursprungsort der Pulmonalis.

Die angeführten Beobachtungen, welche von Lindes mit Hilfe der Lupe an sehr jungen Vogelembryonen gemacht wurden, haben in der Neuzeit durch die His'schen Untersuchungen menschlicher Embryonen Bestätigung erhalten.

Wir ersehen aus ihnen, dass jenes Gebilde, welches man gemeinhin als Septum ventriculorum bezeichnet, bei den Vögeln sowohl, wie bei den Säugetieren zu einer bestimmten Zeit nur eine unvollständige Scheidewand bildet und erst später durch eine fremde neu hinzutretende Bildung ergänzt und vervollständigt wird. In der nachfolgenden Untersuchung wird der Ausdruck Septum ventriculorum, der bei Lindes nur den Teil der Kammerscheidewand bezeichnet, den His Septum inferius nennt, für die ganze Scheidewand angewendet werden.

Das Septum ventriculorum erreicht unter den von mir untersuchten Tierarten bei den Krokodilen und Vögeln seine grösste Ausbildung, doch erkennt man bei den ersteren noch immer seine Zusammensetzung aus verschiedenen Muskelpartien, während es bei den Vögeln stets als ein einheitliches, fest gefügtes Gebilde auftritt ohne Spalten und Hohlräume. Wohl hat man auch hier im linken Ventrikel einzelne „Muskelbalken“ beschrieben, es sind dies aber weiter nichts, als einfache Wülste der Innenwand des Ventrikels oder des Septum, die sich nicht mit den selbständigen Fleischtrabekeln vergleichen lassen, die wir im Reptilienherzen finden. Dagegen zeigen sich am hintersten Teile der Wand im rechten Ventrikel äusserst unscheinbare kleine Muskelbündel, die schräg von der Innenwand der Kammer an das Septum treten und in ihm verlaufen. Oft sind sie so fein und zahlreich, dass sie gradezu ein Fasernetz zwischen Septum und Ventrikelwand bilden. Ihre Grösse und Zahl wechselt mit der Art, auch sind sie bei einem Individuum stärker und zahlreicher, als bei einem andern derselben Species. Bei Tetrao fand ich die Bündel stark und kurz, doch nur in geringer Zahl, desgleichen bei den Raptatores, zahlreicher waren sie bei Cuculus. Bei den Grallatores treten schmale teilweis membranöse Muskelbänder in stärkerer Zahl (ca. 10—12) auf, bei den Natatores sind nur noch sehr wenige Fasern muskulös und endlich bei den Passeres fanden sich nur noch ganz feine Sehnenfäden vor. Bei weitem am schönsten entwickelt sah ich die Muskelbündel bei Casuarius. Hier zeigt ein grosser Teil der benachbarten ventralen Ventrikelwand an der Innenfläche eine netzartige Struktur und entsendet Muskelbänder zum Septum, die oft eine ganz beträchtliche Breite erreichen. Dagegen ist wiederum bei Struthio das ganze Trabekelsystem nur durch sehr unscheinbare Sehnenfäden angedeutet. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich in diesen Muskelbündeln die Überbleibsel der Trabekel vermute, von denen das Septum abstammt. Nach Lindes erscheint das Septum anfangs nur als ein oder ein Paar solcher Trabekel, welches in der Folge zu einer stärkeren Entwicklung gelangte. Die benachbarten Trabekel aber sind entweder mit dem Septum verschmolzen und beim ausgebildeten Herzen nicht mehr zu sehen, oder sie haben eine Reduktion erlitten und sind nur als die vorhin beschriebenen Muskelbündel im rechten Ventrikel erkennbar.

Darauf, dass eine Reduktion stattgefunden hat, deutet schon der Umstand hin, dass die Trabekel nur bei wenigen Vogelarten noch rein muskulös sind, während sie bei vielen zum Teil membranös erscheinen und bei manchen gar nur noch als dünne Sehnenfäden vorhanden sind. Übrigens steht dieser Vorgang nicht vereinzelt da; im Herzen mancher Reptilien, besonders mancher Schildkröten verkümmern gleichfalls einige der das Herz quer durchsetzenden Muskel lamellen, wenigstens in ihrem vorderen Teile und Fritsch behauptet mit Recht, dass die vielfach beschriebenen Sehnen-Fäden und -Netze im Herzen jener Tiere die Stelle der Muskelfasern einnehmen.¹⁾

Ähnliches habe ich besonders bei *Emysaurus serpentinus*, wo sich die kurzen Quermuskelplatten des Ventrikels in ein dichtes Sehnengeflecht verwandeln, beobachtet. Das *Septum ventriculorum* hat bei den Vögeln einen eigenthümlichen gewundenen Verlauf. Indem es anfangs der ventralen Herzwand parallel geht, dann aber umbiegt und parallel der rechten und dorsalen Herzwand zieht, stellt es eine halbkreisförmige, nach aussen convexe Scheidewand zwischen rechten und linken Ventrikel dar. Mit der ihm durchaus homogenen und gleichstarken Wand des linken Ventrikels bildet es einen starken muskulösen Hohlkegel, an dem der dünnwandige rechte Ventrikel nur wie ein Anhängsel erscheint. Wie gesagt, ist die Dicke des Septum eine beträchtliche, es ist gewöhnlich über doppelt so stark, als die Wand des rechten Ventrikels und fast so stark, wie die des linken.

Verhältnissmässig dünn fand ich es bei *Alca*, dagegen übertrifft es bei den *Cursores* die linke Kammerwand an Stärke und erreicht die vierfache Stärke der rechten.

Werfen wir nach diesen Bemerkungen einen Blick auf die abgebildeten Längsschnitte durch das in Chromsäure gehärtete Herz von *Cygnus musicus*, so sehen wir an Fig. 1a und Fig. 1b das Septum in seinem ventral gelegenen Teile getroffen, dort, wo es nach links hin mit der linken Herzwand zusammentrifft. Es zeigt sich an diesem Schnitte deutlich die enge Verbindung zwischen dem Septum und der genannten Wand. Die Muskelzüge gehen hier dermassen in einander über, dass man nicht bestimmen kann, wo die Wand aufhört und das Septum beginnt. Den weiteren Verlauf des Septum ventriculorum und sein Enden in dem linken Teile der dorsalen Herzwand, illustrieren Fig. 2a und 2b²⁾, die zugleich erweisen, dass der rechte Ventrikel nicht soweit zur Spitze hinter-

¹⁾ Fritsch (Op. cit. S. 724).

„Man findet sie besonders da am stärksten ausgebildet (die Sehnenfäden), wo verwandte Arten vollständigere Organe zeigen, also z. B. bei *Emys irrigata*, deren Ventrikel eine sehr geräumige Höhle hat, während andere Schildkröten ihn mit queren oder schwammigen Trabekelsystemen erfüllt zeigen, ferner bei *Psammos. griseus*, indessen die sich daran anschliessenden Krokodile an Stelle der Fäden eine geschlossene Scheidewand haben.

²⁾ Anmerk. Fig. 2b ist in Schräglage gezeichnet, nm einen bessern Einblick in den rechten Vorhof zu gewähren.

reicht, als der linke, und dass der Ursprungsort des Septum im hinteren Teile der rechten Ventrikelwand gelegen ist. — Es ist in der Einleitung erwähnt worden, dass (nach Lindes) an der Basis der Kammern eine Öffnung in der Muskelmasse des Septum persistire, welche zum Eingang in die Aorta wird. An diese Öffnung sollte sich das Septum aorticum anlegen und wirklich hat His am Herzen des erwachsenen Menschen die Spuren dieser Scheidewand aufgefunden.

Um die Verhältnisse am Herzen des Vogels zu untersuchen, führte ich einen Querschnitt durch die Ventrikelbasis eines in Chromsäure gehärteten Herzens von *Ciconia alba* (Fig. 3). Das abgebildete, hintere Stück zeigt auf der Schnittfläche rechts das Ostium venosum dextrum, das sich als ein schmaler Spalt im Bogen nach der ventralen Seite zieht. Etwas ventral und links gelegen erscheint das Lumen des starkwandigen truncus pulmonalis und rechts davon der Eingang zur Aorta, während das Ostium venosum sinistrum dorsal gelegen ist. Das Septum ventriculorum erscheint auf dem Schnitte nicht mehr als ein zusammenhängendes Ganze. Ihm gehören die beiden Muskelzüge an, deren Querschnitte auf der Figur der dorsalen Umwandung der Aorta seitlich anlagern. Zwischen ihnen befindet sich eine Lücke, die aber nicht von der Aortenwand geschlossen wird (wie es nach His beim Mensch der Fall ist), sondern von einer häutigen Membran, einem Teile des ventralen Zipfels der Valvula atrio-ventricularis sinistra. Hier reicht eben die Aorta nicht so weit herab, als mit ihrem ventralen Teile, wo sie mit der Pulmonalis und dem ventralen Teile des Ostium venosum dextrum zusammentrifft. Dies aber ist eben meiner Meinung nach die Stelle, wo die Lücke des Septum durch sie verschlossen wurde. Auf der Figur trennt die Wand der Aorta vom Ostium ven. dex. nur noch ein schmaler Bindegewebsstreifen, der schon auf einem etwas mehr nach vorn liegenden Schnitte verschwinden würde und für die Scheidung der Ventrikelräume erst in zweiter Linie in Betracht kommt.

Der truncus pulmonalis zieht an der ventralen Seite der Aorta vorbei (s. Fig. 1a) und liegt weiter hinten als das Ostium arter. sinistrum. Die Aorta liegt nicht ganz vor diesem Ostium, sie senkt sich vielmehr von der ventralen nach der dorsalen Seite und von rechts nach links schräg in die linke Kammer ein. Diese Verhältnisse erhalten später durch den Vergleich mit dem Reptilienherzen einen vergleichend-anatomischen Wert.

Der vordere Verlauf des Septum und der Ursprung der grossen Gefässe lässt sich nach vorgenommener Orientirung am Querschnitt auch an den abgebildeten Längsschnitten leicht verfolgen. In Fig. 1a sehen wir am Oberande des Septum links: zuerst ein Stück vom Atrium sinistrum, dann den truncus pulmonalis und daneben ein Stück der ventralen Aortenwand. Rechts und unterhalb davon den Eingang zur Pulmonalis. Fig. 1b zeigt den Hauptteil des truncus Aortae und es hat hier den Anschein, als ob in der That die Aorta aus dem rechten Ventrikel emporstiege, soweit ist ihr Stamm schräg

nach rechts verschoben (auf der Figur nach links). Das Stück der Aortenwand, welches die Lücke im Septum schliesst, ist durch den Schnitt geteilt, doch sieht man besonders an Fig. 1b, wie der Aortenstamm schräg von vorn in das Septum gleichsam hineingekeilt ist. Unterhalb dieser Stelle befinden sich einige kleine Spalten. Man kann vielleicht annehmen, dass hier eine unvollständige Verbindung des Hauptteiles der Scheidewand stattgefunden hat mit dem von links kommenden Schenkel (m), dessen Fasern eine andere Richtung aufweisen.

Das vordere Ende des Septum ventriculorum im dorsalen Teile des Herzens ist in Fig. 2a und 2b abgebildet. Dort sehen wir das Septum atriorum auf die Kammerscheidewand auftreffen, jedoch findet sich zwischen beiden eine Muskelleiste eingeschaltet, welche nicht dem eigentlichen Septum ventriculorum anzugehören scheint. Sie ist leicht von ihm ablösbar und ihre Fasern zeigen sich anders verlaufend als die des Septum. Ich halte diesen Muskelvorsprung seiner Entstehung nach für ein Gebilde des rechten Vorhofes und werde ihn demgemäss in Zusammenhang mit den Venenklappen im letzten Abschnitte behandeln und zu deuten versuchen.

Nach den Vögeln haben in der angegebenen Tierreihe die Krokodile das am meisten entwickelte Septum¹⁾. Obwohl dieses die Kammern vollständig von einander trennt, so ist es doch bei weitem nicht so fest und kompakt, wie die Scheidewand der Vögel, es verrät vielmehr deutlich seine Entstehung aus sich verbindenden und sich kreuzenden Muskelbündeln und Muskelplatten und hat einen derartig porösen, ja fast schwammigen Charakter, dass ältere Anatomen, wie Cuvier, leicht auf den Gedanken verfallen konnten, dass es dem Blut Durchtritt gewähre und somit nur eine unvollständige Scheidewand darstelle. Das Trabekelsystem des Septum verläuft auch hier von rechts hinten nach links vorn. Es bildet gewissermassen eine schiefe Platte, die nicht nur von hinten nach vorn schräg steht, sondern auch — besonders im vorderen Drittel des Herzens — von der linken ventralen nach der rechten dorsalen Seite. Um diesen Verlauf des Septum genau zu beobachten, durchschnitt ich ein Herz von Alligator lucius parallel zur Oberfläche, so dass ungefähr ein Viertel des Organes an der ventralen Seite abgetrennt wurde. Fig. 4a und 4b stellen die ventrale und dorsale Schnittfläche dar. Die erste zeigt links noch ein Stück des linken Ventrikels als schwache Furche, rechts dagegen den rechten Ventrikel der auch hier, wie bei den Vögeln ventral um den linken herumgreift. Man sieht das schräg ziehende Septum auf die ventrale Ventrikelwand auftreffen (Fig. 4a), ferner erkennt man einen von der rechten Ventrikelwand hinten entspringenden Muskelzug (m.), der nach links vorn verläuft und dort mit dem Septum in Verbindung tritt. Mit der ventralen Wand bildet er eine Art Rinne, den linken vorderen Teil des rechten Ventrikels, den Fritsch als conus pulmonalis bezeichnet.

¹⁾ Vergl. Bischoff, op. cit.

Das Septum ventriculorum schärft sich in seinem vorderen Teile nach der dorsalen Herzwand zu, um endlich ganz in eine grosse häutige Klappe anzulaufen, welche an dem linken und ventralen Umfange des Ostium atrioventriculare dextrum suspendirt ist¹⁾ (siehe Fig. 4b). Die rechte Aorta, welche links neben diesem Ostium liegt, steigt dorsal von der genannten Klappe schräg nach rechts aus dem linken Ventrikel empor.

Man erkennt also an den Schnitten 2 wichtige Thatsachen:

1. Auch bei Alligator ist das eigentliche Septum ventriculorum (S. inferius, His) nicht ganz vollständig, es zeigt vielmehr vorn an der Ventrikelbasis in seinem dorsalen Teile eine Lücke, welche durch die linke Atrio-ventrikular-Klappe geschlossen wird.
2. Die Blutbahnen des arteriellen und venösen Stromes kreuzen sich und zwar so, dass der letztere ventral von dem ersteren liegt.

Wenn Lindes²⁾ sagt: Die vollständige Scheidung der Kammern bei den Krokodilern kommt aber meiner Ansicht nach nicht dadurch zu Stande, dass die Lücke im Septum ausgefüllt wird, sondern ähnlich dem am Hühnchen beobachteten Vorgange vielmehr in der Weise, dass der Kanal der Aorta dextra sich an jene Lücke anschliesst und somit auch seinen Ursprung aus der linken Kammer nimmt“, so hat er dazu kein Recht, denn es reicht die Wandung der rechten Aorta nicht so weit herab, dass sie etwa auf den Vorder- rand des Septum ventriculorum aufstossen könnte. Die Betrachtung der Verhältnisse auf Fig. 4a und 4b wird meinen Widerspruch rechtfertigen.

Bei dem Krokodile sind nemlich die Stämme der arteriellen Gefässe eng zu einem truncus arteriosus verwachsen, an dessen Basis sich in der Höhe der semilunaren Klappen ein merkwürdiger Knorpel findet, dessen Gestalt Figur 5 wiedergibt. An diesem Knorpel endigen die nach dem Ventrikel rückwärts ziehenden Scheidewände, so dass ein Zusammentreffen derselben mit dem Septum nicht stattfindet.

In Fig. 4a sieht man, wie sich die rechte Wand der Pulmonalis und die linke Wand der linken Aorta vereinigen und mit einem Muskeltrabekel in Verbindung treten, welcher zu der Zahl der kleinen fleischigen Wülste gehört, die hinter den Semilunarklappen der Pulmonalis liegen, aber stärker, als die andern entwickelt ist (Fig. 4a, *w*). Ebenso sieht man die innere Wand der rechten Aorta, welche zugleich rechte Wand der linken Aorta ist von vorn herabkommend auf eine kurze Strecke (bei *z*) mit den vorhin genannten Wänden in Verbindung treten und dann nach rechts hinten in dem Knorpelbogen des foramen Panizzae enden. Fig. 4a beweist also, dass nicht, wie bei den Vögeln, das hintere Stück der Aortenwand dieses Gefäss von dem venösen Herzteile abschliesst, und dass die rechte Aorta auch nach

¹⁾ Diese Klappe wird von den Autoren entweder gemeinhin als Valv. atrioventr. dextra bezeichnet oder als häutiges (membranöses) Segel aufgeführt.

²⁾ Lindes, op. cit. S. 20.

der rechten Kammer offen bleibt. Allerdings ist diese Öffnung, das foramen Panizzae¹⁾, nicht sehr bedeutend, wenn man die Stärke des Gefäßes in Betracht zieht, aber sie ist constant.

Das foramen Panizzae ist also keineswegs ein Loch inmitten der gemeinsamen Aortenwand, sondern es ist eine frei gebliebene Öffnung hinter dieser Wand. Nur die ventrale Umrandung des foramen Panizzae ist verknorpelt²⁾ (Teil *a* des grossen Knorpels), während dorsal eine Membran nach Art einer Hängematte ausgespannt ist, die nach der ventralen Seite in die dorsale Semilunarklappe der linken nach der dorsalen in die ventrale Klappe der rechten Aorta übergeht. Der Hinterrand des Loches ist in Fig. 5 durch eine punktierte Linie angegeben.

Wie Fig. 4b gut wiedergibt, ist die dorsale Klappe der linken Aorta zwischen dem Hauptstück und dem rechten (Fig. linken) Endstücke des Knorpels ziemlich straff ausgespannt; sie läuft nicht mit der Peripherie des Loches parallel, sondern sie entfernt sich von ihm in schräger Richtung. Dasselbe ist in analoger Weise bezüglich der Richtung bei der Klappe der rechten Aorta der Fall und diese Stellung der Klappen macht es unwahrscheinlich, dass sie, wie Brücke glaubt, an die Gefäßwand angedrückt das foramen verschliessen können (vergl. Fritsch, Abschnitt über Litteratur S. 124).

Während bei den Krokodilen trotz dieser Mischung der Blutarten der Ventrikel mit einer vollständigen geschlossenen Scheidewand versehen ist, haben alle anderen bis jetzt untersuchten Reptilien ein Herz, dessen Räume — ich will sie nicht Kammern nennen — mehr oder weniger unvollständig getrennt sind. Der Ventrikel dieser Tiere ist allerdings stets von einer Anzahl Muskelplatten quer durchsetzt, aber keine derselben kann den Namen eines Septum beanspruchen. Bei besonders günstiger Lage eines Längsschnittes kann es wohl so scheinen, als ob durch diese oder jene der Muskelplatten ein Raum fest abgegrenzt würde und sicher haben sich durch solche zufällige Präparate die älteren Autoren zu entsprechenden Einteilungen des Herzens bewegen lassen, aber der Anschein ist trügerisch. Bald sehen wir desshalb den Ventrikel in 2, bald in 3 oder gar 4 Höhlen, Zellen oder Kammern zerfallen, je nach Umständen hier ohne venöses, dort ohne arterielles Ostium. Diese künstlich construirten Herzkammern werden mit Recht von Fritsch verworfen, der klar zeigt, dass es in der That bei den Reptilien keinen rechten und linken Ventrikel giebt³⁾, sondern nur einen ventralen und dorsalen Raum, die sich beide jedoch sehr wohl mit der rechten und linken Herzkammer der Krokodile und, ich glaube, auch der Vögel vergleichen lassen.

Bei allen von mir untersuchten Reptilien (natürlich immer mit Ausnahme der Krokodile) zeigte es sich, dass die zahlreichen mus-

¹⁾ Vergl. Fig. IV bei Bischoff, op. cit.

²⁾ Wenigstens war dies bei 7 von mir untersuchten Exemplaren der Fall.

³⁾ Vergl. vorn im Abschnitt über Litteratur, S. 125.

kulösen Querplatten im Ventrikel an Grösse, Zahl und Ausbildung stets schwankten, bei einem Tiere vielleicht sehr schön entwickelt waren, dagegen bei einem nahe verwandten fast gänzlich fehlten. Dagegen fand sich bei allen untersuchten Herzen ein schiefer Muskelzug (Brückes Muskelleiste) vor, der von der rechten, hinteren Seite des Ventrikels entspringend, am Ostium arteriosum ausläuft. Er grenzt überall einen kleinen ventralen von einem grösseren dorsal liegenden Raume ab.

Als Schema für das Reptilienherz liesse sich also Folgendes bestimmen: In der Mitte der Ventrikelbasis münden die Atrien, in der rechten Hälfte der Basis entspringen die Gefässe; mehrere sehr veränderliche muskulöse Querwände verbinden die ventrale und dorsale Wand des Herzens, ein schiefer Muskelzug erscheint constant in der rechten Herzhälfte.

Unter den Eidechsen scheint nach den Beschreibungen von M. Edwards bei den Iguanen der genannte Muskelzug, den ich der Einfachheit halber kurzweg als „Muskelleiste“ bezeichnen will, hervorragend entwickelt zu sein ¹⁾. Ich glaube aber, dass Edwards etwas zu weit geht, wenn er behauptet, dass bei Iguana durch die Muskelleiste 2 Kammern mit besonderen arteriellen und venösen Ostien getrennt werden, denn dann müssen die Ostia venosa hier viel weiter nach links liegen, als bei allen anderen Eidechsen. Eine solche aussergewöhnliche Lagerung wird aber weder von Edwards noch von einem anderen Forscher beschrieben oder abgebildet. Würde die Darstellung von Edwards ganz richtig sein, so wäre die Muskelleiste als solche der Repräsentant des Septum ventriculorum der Krokodile und Vögel. Wir werden später sehen, dass diese Parallelisirung nicht in jeder Hinsicht richtig ist.

Der ventrale Raum, der die Mündung der Pulmonalis und der linken Aorta enthalten soll, ist bei Iguana sehr umfangreich, ähnlich, wie bei Psammosaurus griseus. Sein Verhalten berechtigt uns, ihn als Repräsentanten des ventralen oder rechten Ventrikels der Krokodile anzusehen.

Bei den von mir untersuchten Eidechsenherzen entsteht die Muskelleiste überall durch die Vereinigung zweier rechts und ventral im Ventrikel entspringenden Schenkel, die dann gemeinsam nach links in dorsaler Richtung nach vorn ziehen und auch von links her durch einige der schon erwähnten muskulösen Querplatten unterstützt werden. Am weitesten reicht die Muskelleiste bei Pseudopus nach hinten, weniger weit bei Lacerta und Chamaeleon, wo sie überhaupt nur aus einem Muskelbündel besteht. Ihr Rand war überall etwas umgeschlagen; die Querplatten, von denen eine als Septum betrachtet zu werden pflegt (es ist allerdings oft eine dieser Platten, welche in der Verlängerung des Septum atriorum liegt, stärker entwickelt), reichen bei Lacerta an der dorsalen Herzwand bis hinauf zur Ventrikelbasis und lassen auch ventral nur einen

¹⁾ Edwards, op. cit. S. 423.

schmalen Kanal frei, der, wie Fritsch gezeigt hat¹⁾, aber niemals durch die beiden inneren Atrio-ventrikularklappen geschlossen werden kann. Bei *Pseudopus* und nochmehr bei *Chamaeleon* erweitert sich dieser Kanal zu einer flachen, beckenförmigen Vertiefung, indem die Platten nur bis $\frac{2}{3}$ beziehentlich $\frac{1}{2}$ der Ventrikellänge nach vorn reichen.

Ebenso, wie bei den Eidechsen, fand ich die Verhältnisse bei *Tropidonodus* *matrix*, nur ragen hier die Muskelplatten weiter im Ventrikel nach vorn und sind weniger zahlreich. Diejenige, welche am stärksten entwickelt, das sogenannte *Cavum arteriosum* der Autoren begrenzt, entspringt von der linken hinteren Ventrikelwand und tritt vorn mit der Muskelleiste in Verbindung. Diese reicht weiter nach der Spitze hinab, als bei den Eidechsen und ist schmaler und mehr ventralwärts ungeschlagen. Auf dem Querschnitte zeigt sie sich aus 4—5 schmalen Muskelsäulchen zusammengesetzt, die an ihrer Oberfläche eine gemeinsame häutige Ueberkleidung tragen. Von dem Herzen eines *Python* giebt uns Jaquard eine ausführliche Beschreibung²⁾, in der er nach der Erwähnung der Muskelleiste das Folgende sagt: „Der *Conus pulmonalis* oder der untere Teil des rechten Ventrikels vertritt hier das ganze rechte Herz. Der obere Kammerteil der Autoren ist nur ein abgetrenntes Stück des linken Herzens. Wie bei den Säugern greift also hier der linke Ventrikel nach hinten in den rechten über, während vorn der rechte den linken bedeckt.“ Mit diesen Worten hat Jaquard eine Ansicht ausgesprochen, die erst in neuerer Zeit durch Fritsch als richtig anerkannt worden ist. Übrigens hat schon ein älterer Forscher, Schlemm, die Muskelleiste³⁾ im Herzen von *Boa constrictor* beschrieben und ihre Zusammensetzung aus kleinen Bündeln geschildert.

Auch bei den Schildkröten ist die Muskelleiste constant, wenn auch der Raum, den sie als ventralen Teil abtrennt, in seiner Grösse schwankt. Am schönsten und stärksten fand ich sie bei *Chelonia Midas*⁴⁾ entwickelt wo sie ausserordentlich breit ist und nach hinten fast bis zur Spitze reicht. An dieser befanden sich einige kleinere Lücken. Der schmale Zugang zu dem ventralen Raume, welcher hier grösser ist, als die dorsalen Höhlungen, wird von der Seite her verengt durch ein starkes Muskelbündel der ventralen rechten Ventrikelwand⁵⁾.

Die muskulösen Querplatten treten nicht als solche auf, sie bilden vielmehr ein dicht verzweigtes, schwammiges Gewebe, welches

¹⁾ Fritsch, op. cit. S. 725

²⁾ Jaquard, op. cit. S. 336 und S. 329.

³⁾ Schlemm, op. cit., S. 104.

⁴⁾ Vergl. die Abbildung in Carus & Otto, *Tabul. anatom. compar. illustr. pars VI. pl. 5. Fig. 4.*

⁵⁾ Brücke (op. cit. S. 2) sagt darüber bei *Emys europaea*: diesem Rande (der Muskelleiste nemlich) gegenüber liegt ein Fleischpolster, welches ihr während der Kammersystole genähert wird.

nur hinter den Atrioventrikularklappen einen unbedeutenden Raum frei lässt und links vorn von einigen Gängen durchsetzt ist.

Bei *Emys europaea* reicht die Muskelleiste nicht so weit nach hinten, wie bei *Chelonia*. Sie entspringt mit 2 Schenkeln und schliesst nur einen kleinen Raum ab, der einen weiten Zugang besitzt. Die muskulösen Querplatten sind zahlreich und wohl von einander abgegrenzt. Sie lassen zwischen sich und vor ihrem Vorderende ein sehr geräumiges Cavum frei. Wiederum andere Verhältnisse hat das Herz von *Emysaurus*. Die Muskelleiste erscheint hier als ein schmales nach hinten fächerförmig ausstrahlendes Band, welches hinten und an der Seite Zugang zum ventralen Raume lässt, der hier mehr rechts, als ventral gelegen ist, da die Leiste eher dorsal als seitlich entspringt. Die äusserst zahlreichen Querplatten erscheinen als schmale, nach vorn meist in ein Fasernetz übergehende Blätter, die von einer schräg von der dorsalen nach der ventralen Seite verlaufenden teils muskulösen, teils membranösen Platte quer durchsetzt werden. An ihrem rechten Ende ist diese Platte schwach nach vorn umgebogen und an der rechten Atrioventrikularklappe befestigt. 2 starke nach vorn convergirende Muskelzüge der rechten Ventrikelwand vertreten das Brückesche Muskelpolster.

Es erübrigt noch, das Verhältniss der Muskelleiste zum Ostium arteriosum darzustellen, neben dem sie ihr Ende findet. Besonders auffallend erscheint dies Verhältniss bei den Schildkröten. Schon Boianus¹⁾ hat gezeigt, dass diese Leiste bei *Emys europaea* in einem kegelförmigen Knorpel endet, der zwischen den Ostien der Aorta und Pulmonalis mit der Basis nach vorn liegt. Ich fand diesen Knorpel hinten fein gezackt, während ihn Boianus mit einer einfachen Spitze abbildet. Brücke legt ihm grosse physiologische Bedeutung bei und lässt ihm bei der Systole die Öffnung der Pulmonalis verschliessen. Dieser Knorpel, den ich in etwas flacherer Gestalt auch bei *Emysaurus* gefunden habe, trennt auch die linke Aortenöffnung, welche mehr nach der ventralen Seite liegt, als die rechte, von der Pulmonalis. Bei *Chelonia*, bei der die linke Aorta noch mehr ventral, rechts neben der Pulmonalis²⁾ liegt, fehlt der Boianussche Knorpel.

¹⁾ Boianus, op. cit.

²⁾ Brücke (op. cit. S. 5) behauptet, dass Cuvier mit Unrecht eine gemeinsame „Mündung“ der Arterien bei den Landschildkröten annehme. Vergl. dazu Cuvier, op. cit. seconde édition 1839, t. sixième, p. 308, wo es in der Anmerkung heisst: „Je viens d'examiner de nouveau le coeur de la tortue grecque et celui de la tortue conï, les aortes ont chacune leur embouchure separée, elles sont également distinctes dans le trionyx aegyptiacus Geoffr.“ Anders Treviranus, der hierüber sehr sonderbare Angaben macht, die einer Bestätigung noch bedürfen, er sagt (op. cit. S. 6): „Bei *Emys centrata* vereinigen sich die beiden aufsteigenden Arterien mit den Lungenschlagadern und die beiden absteigenden Aorten mit einander, so dass es in dem Bulbus nur 2 Mündungen giebt“ und dann später „Bei *Caretta imbricata* hat die eine absteigende Aorta eine gemeinschaftliche Mündung mit den Lungenschlagadern, die andere entspringt gemeinschaftlich mit den aufsteigenden Arterien.“

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass jenes Muskelpolster, welches rechts den Zugang zur Pulmonalis begrenzt bei *Emys europaea* oft eine kleine Knorpelplatte trägt, welche dem Boianus'schen Knorpel gegenüber liegt. Bei 7 von mir untersuchten Exemplaren, fand ich dieselbe bei zweien. Eines der Exemplare, denen sie fehlte, wurde mikroskopisch untersucht und zeigte an der betreffenden Stelle das Muskelpolster von starkem Bindegewebe bedeckt. Man kann vielleicht annehmen, dass diese Bindegewebsschicht bei zunehmenden Alter verknorpelt, zumal auch der Boianus'sche Knorpel bei bejahrten Exemplaren einen Knochenkern zeigt.

Um die Lagerung der arteriellen Ostien bei den Schlangen genau zu sehen, legte ich durch den entsprechenden Herzteil von *Tropatrix* Querschnitte, von denen die 3 Figuren (Taf. XII, Fig. 6a, 6b, 6c) schematische Bilder geben. Auf dem hintersten Schnitte (Fig. 6a) sieht man den umgebogenen Rand der Muskelleiste in das Lumen eines Kanales hineinragen, der beim nächsten Schnitte (Fig. 6b) durch die nach hinten reichende Aortenwand geteilt erscheint, während erst der vordere Schnitt (Fig. 6c) eine Scheidung zwischen linker und rechter Aorta aufweist. Daraus geht hervor, dass die Aorten ein gemeinsames Ostium besitzen, indem die Wandung zwischen ihnen nicht bis zum Ende der Muskelleiste nach hinten reicht. Man sieht aber auch an den Abbildungen, dass der Zugang zur linken Aorta ventral gelegen ist von dem Ostium der rechten und neben dem Eingange der Pulmonalis.

Dieselben Verhältnisse fand ich bei *Lacerta*, *Pseudopus* und *Chamaeleon*. Bei dem Letzteren wird die Muskelleiste in ihrem vorderen Teile membranös.

Es ist nicht meine Aufgabe festzustellen, wie aus dem Herzen niederer Reptilien das Alligatorherz und aus diesem etwa das Vogelherz entstanden ist. Diese Frage kann meinem Erachten nach nur durch eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung entschieden werden. Wohl aber mag es erlaubt sein, auf Grund der anatomischen Befunde die Beziehung dieser verschiedenen Bildungen mit einigen Worten zu erörtern.

Bei der Entwicklung der Vögel und Reptilien wird es in früher Zeit vermutlich eine Periode geben, zu welcher die Herzen beiderseits äusserst ähnlich erscheinen. Zu dieser Zeit, so darf man annehmen, ragen beim Vogel in das Lumen des noch ungetheilten Ventrikels — ein Zustand, wie er sich bei manchen Reptilien dauernd erhält — einzelne Muskelleisten hinein, die wohl als Bausteine des späteren Septum ventriculorum in Anspruch zu nehmen sein dürften. Denn nicht aus einer einzigen Muskelleiste entwickelt sich das Septum, sondern aus mehreren.¹⁾ Die Verhältnisse des Reptilienherzens lassen kaum eine andere Auffassung zu. Mag man

¹⁾ Vergl. Einleitung zu diesem Abschnitte.

aus physiologischen Gründen vielleicht berechtigt sein, die „Muskel-leiste“ der Eidechsen, Schlangen und Schildkröten mit dem Septum ventriculorum der Krokodile und Vögel zu vergleichen, weil sie eine — relative — Scheidung der Blutarten bewirkt, so kann man sie doch anatomisch nach Lage und Ausbildung nur einem Teile jener Scheidewand gleichstellen.

Zu dieser Schlussfolgerung gelangt man auch auf konstruktivem Wege, wenn man es unternimmt, den unvollständig geteilten Ventrikel z. B. einer Schlange in zwei durch eine vollständige Scheidewand getrennte Ventrikel umzuformen. Würde man dies einfach dadurch zu erreichen suchen, dass man den freien Rand der Muskel-leiste bis zur gegenüberliegenden Ventrikelwand verlängert, so erhielte man wohl einen dorsalen Raum mit 2 venösen Ostien und einer — resp. zwei — arteriellen Oeffnung, damit aber auch einen ventralen mit bloss arteriellen Ostien, einen Raum also, den man füglich als einen Ventrikel nicht betrachten kann. Man sieht daraus, dass eine stärkere Entwicklung der Muskelleiste für sich allein niemals im Stande sein wird, die Entstehung zweier Kammern zu ermöglichen.

Die Konstruktion von Fritsch, welcher die arteriellen Ostien von rechts nach links sich verschieben lässt (vergl. die liter. Uebersicht), giebt nach meiner Ansicht den natürlichsten und einfachsten Weg einer Weiterentwicklung an. In der That findet auch eine ähnliche Verschiebung bei der Herzentwicklung der Vögel statt, wie die Abbildungen der Lindesschen Arbeit ausser Zweifel stellen. An dem embryonalen Herzen der ersten Zeit liegt der Vorhofsteil mit den Venenmündungen links, der Aortenbulbus aber, durch dessen Teilung später die arteriellen Gefässstämme entstehen, rechts. Bei fortschreitender Entwicklung verändert sich nun die Lagerung dieser Teile derart, dass der Aortenbulbus nach links vorgeschoben wird und die venösen Ostien dorsal zu liegen kommen.

Verfolgen wir nun das Schicksal der Muskelleiste bei der Verschiebung, so ist es klar, dass dieses Gebilde durch den erwähnten Process nach der Mitte des Ventrikels gelangt, dort, wo mehrere starke Muskelbalken zu beträchtlicher Höhe nach der Ventrikelbasis emporsteigen (bez. nach vorn reichen). Einer dieser Balken, welcher gewöhnlich besonders stark entwickelt ist, liegt ungefähr in der Verlängerung des Septum atriorum nach hinten zu und lässt an der Ventrikelbasis oft nur eine kleine Öffnung frei. Einzelne Beobachter, welche diese Öffnung während der Contraction der Vorhöfe durch die Atrio-ventrikularklappen verschlossen werden lassen, betrachten den genannten Balken als alleinigen Repräsentanten des Septum ventriculorum. Es muss aber — die Richtigkeit der Fritschschen Annahme vorausgesetzt — die Muskelleiste mit diesem Balken vereinigt das Septum bilden, während die Ventrikelteilung im vorderen Teile durch das mit dem Aortenbulbus an diese Stelle verschobene Septum aorticum zu Stande kommen würde. Ich glaube, dass diese Art der

Construktion, welche den Befunden der Entwicklungsgeschichte entspricht, den Verlauf der phylogenetischen Entwicklung des Reptilienherzens naturgemäss veranschaulichen dürfte. —

Ich habe bei diesen Betrachtungen das vollständig — bis auf das foramen Panizzae — geteilte Krokodilsherz ausser Acht gelassen. Nun aber erscheint die Frage berechtigt, wie die angegebene Construktion mit dem Baue dieses Herzens in Einklang gebracht werden kann, und welcher Teil des Septum ventriculorum hier die Muskelleiste der andern Reptilien vertritt?

Was zuerst die Lagerung der arteriellen Ostien anbetrifft, so habe ich schon früher erwähnt, dass dieselbe der beim Vogelherzen gleicht, d. h. die genannten Ostien liegen nicht, wie bei den übrigen Reptilien rechts neben den venösen Ostien, sondern an deren ventraler Seite, allerdings immer noch etwas nach rechts gerichtet. Wir müssen also annehmen, dass bei der Entwicklung des Krokodilsherzens eine Verschiebung bereits stattgefunden hat, und müssen demgemäss auch die Reste der Muskelleiste in der Nähe des Septum ventriculorum oder am Septum ventricul. aufsuchen. Nicht mit Unrecht hält nun Fritsch (op. cit. S. 721) einen Vorsprung in der rechten Kammer des Krokodilsherzens, den ich schon oben bei der Beschreibung des Septum ventricul. von Alligator lucius als eigenes Gebilde angeführt habe, für „die unvollkommene mit dem Septum verwachsene Muskelleiste anderer Genera.“ Auf Fig. 4a lässt sich der Ursprung und das Aufsteigen, auf Fig. 4b der vordere Verlauf dieses rechts von der Hauptmasse des Septum gelegenen Muskelzuges (m) deutlich verfolgen. Ebenso, wie es die Muskelleiste zu thun pflegt, ist auch die in Frage kommende Muskelpartie — besonders in ihrem vorderen Teile — rinnenförmig umgebogen, so dass sie der genannten Leiste nicht nur der Lage nach — hinter dem Eingange zur Pulmonalis — entspricht, sondern auch zum Teil der Form nach.

Ich habe schon öfters erwähnt, dass bei den Eidechsen (auch bei Schlangen und vielen Schildkröten) die Längsbalken oft stark entwickelt sind, aber höchstens im ventralen Teile des Ventrikels eine Trennung herbei führen. In analoger Weise ist auch beim Alligator das Septum ventricul. ventral am stärksten entwickelt, nach der dorsalen Seite aber verjüngt. Die Öffnung, die es dort an der Ventrikelbasis frei lässt, ist nicht, wie man es nach Analogie der Vögel erwarten könnte, und wie es auch wirklich ein Forscher¹⁾ vermutet hat durch das Septum aorticum geschlossen, sondern durch einen Teil der membranösen Atrioventrikularklappe des rechten Ventrikels. Wie es kommt, dass hier das Septum aorticum nicht die erwähnte Funktion übernimmt, ist schon oben dargelegt worden.

Man erkennt aus dem Gesagten, dass sich auch das Krokodilsherz trotz mancher Verschiedenheiten sehr wohl der Reihe der

¹⁾ Der oben schon erwähnte Lindes.

übrigen Reptilienherzen anfügen lässt, als das Organ einer höher entwickelten Art, dessen Bau schon vielfach auf die Einrichtungen des Vogelherzens hinweist. Während aber der vergleichende Anatom die Art eines Überganges vom Herz der übrigen Reptilien zum Krokodilsherzen wenigstens anzudeuten im Stande ist, vermag er ohne umfassende embryologische Untersuchungen die Kluft zwischen Krokodilsherz und Vogelherz nicht zu überbrücken. —

2. Abschnitt.

Das Septum atriorum und die Mündung der Vena pulmonalis in das Atrium sinistrum.

Das Septum atriorum, welches ich bei allen untersuchten Vögeln und Reptilien als eine vollständige, defektlose¹⁾ Scheidewand angetroffen habe, trennt den Vorhofsraum in einen grösseren rechten Vorhof und einen kleineren linken. Die Volumina derselben verhalten sich ungefähr, wie 5 : 3. Am relativ grössten fand ich den rechten Vorhof bei Emysaurus und unter den Vögeln bei den Raptatores, während er bei den Krokodilen nur wenig den linken an Umfang übertrifft und bei den Passeres sogar etwas kleiner, als dieser ist. Das Septum atriorum erscheint bei den Reptilien zumeist als eine dünne Membran, deren Verlängerung nach hinten den Ventrikel in 2 Hälften teilen würde. Es beginnt ventral entweder an der linken Seite der dorsalen Wand der arteriellen Gefässstämme, welche von den Atrien umfasst werden und dieselben also gewissermassen im ventralen Teile scheiden, oder direkt an der ventralen Wand der Vorhöfe. Das Erstere ist häufig der Fall bei Schlangen und auch Eidechsen, das Letztere fand ich bei Krokodilen und Schildkröten. Bei den Schlangen (Trop. natrix.) wird die Trennung der Atrien im ventralen Vorhofsteile nur durch die zwischen liegenden Gefässstämme, an welchen auch die muscoli pectinati inseriren, bewirkt; das Septum atriorum schliesst sich dorsal und seitlich an diese Stämme an. Bei Pseudop. Pallasii liegt der Gefässtrunkus getrennt vom Vorhofe, welchen das Septum allein teilt. Bei den Schildkröten hat sich ebenfalls der Zusammenhang zwischen den eng verwachsenen Gefässen und den Atrien ganz gelöst, während bei den Krokodilen noch ein kleiner Teil der hinteren ventralen Wand mit dem truncus arteriosus in Verbindung steht. Die Vögel zeigen hier ähnliche Verhältnisse, wie Eidechsen und Schlangen, denn auch bei ihnen treten die Gefässstämme ziemlich weit in den Vorhofsabschnitt hinein.

Ich nannte vorhin das Septum der Reptilien membranös. Dasselbe zeigte sich in der That überall von dieser Beschaffenheit und

¹⁾ Das Vorhandensein einer durchbrochenen Vorhofscheidewand wurde von Munniks (Observationes variae, Groningue 1805, p. 43) bei Terrapene tricarinata und von Treviranus (op. cit.) bei Terrapene clausa constatirt.

sogar bei grösseren Tieren, wie Alligator und Emysaurus von auffallender Zartheit. Die einzige Ausnahme bildete *Chelonia midas*, wo zahlreiche Muskelfasern der Scheidewand der zwar kleinen aber muskulösen Vorhöfe eine bedeutende Festigkeit verleihen.

In den meisten Fällen ist bei Vögeln und bei Reptilien das Septum schräg gestellt von der linken ventralen nach der rechten dorsalen Wand, so dass der linke Teil des rechten Vorhofes ventral von dem rechten Teil des linken Vorhofes zu liegen kommt.

Das Septum der Reptilien ist, wie gesagt, einfach membranös, nicht so das der Vögel. Bei einer genauen Betrachtung der Vorhofscheidewand der Vögel wird man die Beobachtung machen, dass dieselbe aus 2 Teilen besteht, einem zarten membranösen Teile und einem stärkeren von elastischer Beschaffenheit. Dieser letztere nimmt bei den meisten Vögeln die Hauptfläche der Scheidewand ein und erscheint schon beim ersten Blicke als eine Verlängerung der Wand der Vena pulmonalis in das Cavum des Vorhofes hinein.

Fig. 2a und 2b geben ein Bild von Atrien und Septum atriorum. Man sieht dieses in Fig. 2a von der vorderen Wand der Atrien senkrecht herabsteigen und dann in einem scharfen Winkel nach rechts abbrechen und im Bogen nach hinten zum Sept. ventr. verlaufen. Jener senkrechte Abschnitt entspricht dem ersten der vorhin von mir unterschiedenen Teile. Er ist bei allen Vögeln vorhanden, oft länger, oft kürzer, und bleibt stets membranös selbst bei *Casuaris* und *Struthio*, wo der übrige Teil des Septum muskulös wird. Er entspricht allein dem einfachen membranösen Septum atriorum der Reptilien, welches ja auch einen geradlinigen Verlauf hatte. Dass diese Membran auch bei den Vögeln im Stande ist, das Septum allein zu bilden, das beweist das Herz der Passeres (*Loxia*, *Pyrrhula*, *Cornix*), wo die Scheidewand eben nur ein dünnes, membranöses Quersegel ist, das in der Verlängerung des Septum ventr. liegt. Es würde dies also ein Zustand sein, wie er nach den — oben erwähnten — Beobachtungen von Lindes sonst nur im embryonalen Vogelherzen vorhanden ist. Da ich die Entwicklung des Septum atr. in späteren Stadien — denn nur solche kommen hier in Betracht — nicht untersucht habe, so bin ich nur im Stande über die Umwandlung, welche der hintere Teil des Septum atr. erfährt, Vermutungen auszusprechen.

Wenn man die Innenfläche des linken Vorhofes eines Vogelherzens (vergl. Fig. 2b) betrachtet, so unterscheidet man schon auf den ersten Blick hin 2 Teile: einen linken vorderen Teil (in der Figur 2b rechts oben), der von zahlreichen *musculi pectinati* umgürtet ist und einen glatten Teil, welcher rechts und nach hinten (Fig. 2b links unten) liegt. Beide Teile trennt ein in das Vorhofslumen einragender Vorsprung, der bald membranös oder elastisch, bald mehr muskulös erscheint und nach links und hinten hin mit dem *m. m. pectinati* des vorderen Teiles in Verbindung tritt, um schliesslich über dem Vorderrande der linken Ventrikelwand zu enden. Dieser klappenartige Vorsprung, den ich auch in der „Vergleichenden

Anatomie“ von Siebold u. Stannius und bei Cuvier¹⁾ erwähnt gefunden habe, entspringt, wie auf Fig. 2b deutlich zu sehen ist, dort, wo der membranöse vordere Teil des Septum auf den gebogenen hinteren aufrifft, als eine direkte Fortsetzung des letzteren. Diese Verhältnisse erinnern auffällig an die Beschreibung, die His vom rechten Atrium des menschlichen Embryo giebt (vergl. Einleitung zu Abschnitt 3). Auch dort findet sich eine Teilung des Vorhofes in einen muskulösen Teil und einen glatten Teil (rechtes Horn des eingestülpten saccus reuniens). Sollte nun nicht auch, wie es durch F. Schmidt²⁾ Bidrag til kunds haben om Hjertets Udviklingshistorie. Nordiskt Mediciniskt Arkiv. Vol. II. 1870) beim menschlichen Embryo nachgewiesen ist, beim Vogel die Lungenvene in den linken Vorhof hineingezogen worden sein? Diese Erscheinung wäre dann der von His beschriebenen Einstülpung des saccus reuniens in den rechten Vorhof analog und würde auch nicht den gewissenhaften Angaben von Lindes widerstreiten, da die Entwicklung einer Vena pulmonalis bei den von Lindes untersuchten Herzen noch nicht stattgefunden hatte.

Durch das Hereinziehen der V. pulmonalis ist nun, so muss man weiter annehmen, das schwache Sept. atr. zur Seite gebogen, und durch das starke Wachstum der Venenwandung noch mehr nach rechts gedrängt worden, so dass es schliesslich in seinem hintern Teile mit der rechten Venenwand verwachsen konnte, während die linke Venenwand, als klappenartiger Vorsprung persistierte. Eine genaue Betrachtung der geschilderten Verhältnisse auf Fig. 2b wird meine Darstellung rechtfertigen. Mit Ausnahme der schon erwähnten Passeres hat nun das Sept. atr. überall einen ähnlichen Verlauf, wie bei dem Schwanenherzen (Fig. 2a und 2b). Der Winkel zwischen dem vorderen und hinteren Teile ist gewöhnlich ziemlich spitz, so bei Tetrao, Cuculus, Struthio, stumpf erscheint er bei Podiceps, Fulica, Columba. Der hintere Teil besteht gewöhnlich aus elastischer Substanz, doch bei einigen grösseren Arten, wie bei Otis, Struthio, Casuarius erscheint er stark muskulös. Bei diesen Arten sind überhaupt die Vorhofswandungen sehr fleischig, ähnlich, wie bei Chelonia Midas unter den Schildkröten.

Der vordere membranöse Teil ist bei Struthio, bei Alca und Columba sehr lang, kürzer bei Grus, Cygnus und Tetrao und endlich bei Otis tarda gar nicht vorhanden, indem hier der hintere Teil sehr hoch hinaufragt und sich dann gleich in die linke Vorhofswand umschlägt.

Ebenso, wie das Septum selbst, erleidet auch der von ihm ausgehende klappenartige Vorsprung mehrfache Veränderungen. In

¹⁾ Cuvier, op. cit S. 229 sagt über den linken Vorhof: (sa cavité) est séparée par une demi-cloison musculuse de l'entrée des veines pulmonaires, de sorte que le sang n'y peut y arriver que par un reflux.

²⁾ In den öfters erwähnten Arbeiten von His u. Lindes habe ich über die fraglichen Verhältnisse keine Angaben gefunden.

den meisten Fällen besteht er, wie der hintere Abschnitt des Septum, aus elastischer Substanz. Sein scharf zugespitzter Rand, der in den Vorhof hineinragt, ist gewöhnlich fein membranös.

Bei den Natatores und Grallatores ist der Vorsprung am besten entwickelt, bei *Struthio* sehr lang und membranös, bei *Casuaris* kurz und muskulös. Den *Passeres* fehlt er. Die *Pulmonalis* mündet hier sehr weit von rechts, direkt hinter dem schräg ausgespannten Atrien-Septum. Bei *Otis* ragt der Vorsprung, als membranös zugespitztes, fleischiges Segel von vorn in das Atrium hinein. Der glatte Raum des Vorhofes liegt dorsal und rechts, der kleine muskulöse ventral und links. Übrigens finden sich auch bei *Otis*, wie bei den meisten anderen Vögeln, die 2 Mündungen der *venae pulmonales*¹⁾ sehr nahe neben einander. Eine Ausnahme machen in dieser Beziehung *Alca* und *Fulica*, wo ich die Mündungen in ziemlicher Entfernung getrennt von einander fand.

Um wieder auf den klappenartigen Vorsprung zurückzukommen, so kann man diesen mit Recht als das Substitut einer Klappe der *Vena pulmon.* betrachten, denn bei der Kontraktion der Atrien fließt das Blut aus dem vorderen muskulösen Vorhofsteile über den dachartig gesenkten Vorsprung in das *Ostium venosum sin.* und kann nicht in die *Pulmonalis* zurückströmen. Diese Letztere aber braucht schon darum keinen weiteren Klappenapparat, weil sie in ihrer schrägen Einmündung von rechts her dorsal vom Septum eine natürliche Schutzvorrichtung besitzt.

Ehe ich das Herz der Vögel verlasse, muss ich noch erwähnen, dass ich am Septum atriorum nie eine Vertiefung oder Einsenkung bemerkt habe, welche der *fossa ovalis* der Säuger entsprechen könnte. *Owen* (op. cit.) erwähnt bei der Beschreibung des *Casuar*herzens eine *fossa ovalis*, desgleichen auch *M. Edwards* (op. cit. S. 455). Letzterer giebt aber keine Andeutung, an welcher Stelle des Septum atriorum die von ihm erwähnte „*dépression appelée fosse ovale*“ zu suchen sei.

Ich glaube umsomehr annehmen zu können, dass eine *fossa ovalis* beim Vogel überhaupt nicht vorhanden ist, als die zuverlässigen Beobachtungen von *Lindes* das Vorhandensein eines *foramen ovale* beim *Vogelembryo* sehr zweifelhaft machen. Der genannte Forscher beschreibt beim *Embryo* des Huhnes das eben gebildete Septum atriorum als eine trichterförmig in den linken Vorhof hinübertragende Membran, die in ihrer Mitte netzartig durchbrochen sei. Ein eiförmiges Loch, welches später durch eine der *Valvula sinistra* der Säuger (*His*) entsprechende Klappe geschlossen wird, liess sich nicht auffinden. Der Verschluss der dasselbe vertretenden Lücken geschieht, seiner Ansicht nach, durch „festere sehnähnliche Fäden“.

¹⁾ Da die beiden *Venae pulmonales* des Vogels sich beim Eintritt in den Vorhof vereinigen, auch der Kanal, dessen Wandungen sich an der Bildung des Septum und des Vorsprunges beteiligen, beiden gemeinsam ist, so habe ich in Bezug auf den Vorhof immer nur von einer *Ven. pulm.* gesprochen.

Bei den Reptilien findet sich zwar kein klappenartig gebildeter Vorsprung im linken Atrium, wie bei den Vögeln, doch ist es unrichtig, wenn man behauptet, dass diese Tiere der Klappen an ihrer Pulmonalöffnung überhaupt entbehren. Allerdings zeigen die einzelnen Arten hierin, wie in anderen Bildungen mancherlei Abweichungen. — So münden bei *Alligator lucius* die Pulmonalvenen schräg und dorsal vom Septum klappenlos in der rechten ventralen Ecke des linken Vorhofes. Bei einem jüngeren Exemplare fand ich allerdings eine kleine Falte, welche Septum und Atrienwand verband, aber kaum als Klappe aufgefasst werden könnte. Dagegen ist bei *Lacerta* ein deutlicher Klappenapparat vorhanden, der aus 2 mit dem Septum fast parallel laufenden Falten besteht. Die längere rechte tritt schräg dorsalwärts mit dem Septum in Verbindung, während die bedeutend kleinere linke in der ventralen Wand des Vorhofes endet. Dieselbe Einrichtung zeigt *Chamaeleon*, nur reicht hier auch die linke Falte weiter nach hinten, ohne sich jedoch mit der rechten zu vereinigen. Bei *Pseudopus Pallasii* und *Trop. natrix* fand ich keine Andeutung einer Klappe. Vom *Python* berichtet Milne Edwards, dass die Pulmonalöffnung von einer Klappe verschlossen würde.^{1) 2)} Bei *Emys europ.*, deren Septum atriorum vorn sehr weit nach rechts reicht, konnte ich keinen Verschluss entdecken, während *Emysaurus* dagegen eine doppelte Klappenvorrichtung aufweist, welche die am dorsalen Ende des Septum atriorum liegende gemeinsame Einmündung der beiden Venen umgiebt. Beide Klappen sind membranös und verbinden das Septum mit der dorsalen Wand des Vorhofes. Die dachartige ventrale Klappe ist der dorsalen an Grösse bedeutend überlegen. *Chelonia* ist wiederum klappenlos.^{3) 4)}

Man ersieht aus den angeführten Beispielen, dass bei den Reptilien das Vorkommen von Pulmonalvenen-Klappen zwar selten ist, aber doch nicht gelehnet werden kann. Man wird dieselben, wie bei den Vögeln als eine in das Innere des Vorhofes hineinragende Fortsetzung der Pulmonalis aufzufassen haben und den Mangel als eine Rückbildung auffassen dürfen. Entsprechend der Beschaffenheit der Venenwandung und des Septum atriorum sind die Klappen überall nur dünn und membranös, und an Stärke der Ausbildung keineswegs mit denen des rechten Vorhofes zu vergleichen. Sie ergänzen

¹⁾ Vergl. dagegen Jaquard, op. cit. S. 328, wo dem *Python* eine solche Klappe abgesprochen wird.

²⁾ Schlemm, op. cit. S. 104 erwähnt bei *Boa constrictor* u. *Trigonocephalus mutus* keine Klappe der Pulmonalis.

³⁾ Vergl. Cuvier, op. cit. S. 305:

„Les veines pulmonaires seulement s'ouvrent dans l'oreillette opposée; leur embouchure est de même bordée de deux valvules.“ Diese Behauptung ist also nicht für alle Schildkröten zutreffend.

⁴⁾ Guthrie (Observ. on the Structure of the Heart of the *Testudo indica*), Zool. Journal, 1829, t. IV. p. 322 beschreibt eine einfache Klappe der Pulmonalvene bei *Testudo indica*.

überhaupt nur die Funktion des Septum atriorum, das bei den Reptilien ebenso, wie bei den Vögeln, den Eingang zur Pulmonalvene überlagert und in diesem Sinne gewissermassen selbst als eine Klappe der Vena pulmonalis betrachtet werden kann.

3. Abschnitt.

Die Venenmündungen im rechten Vorhofe.

His beschreibt am Herzen des menschlichen Embryos einen die Mündung der unteren Hohlvene umfassenden Klappenapparat, der aus 2 schräg gestellten halbmondförmigen Falten besteht. Die rechte Falte ist die spätere Valvula Eustachii, die linke (valvula sinistra) wird zur dorsalen Scheidewandanlage und bildet in der Folge den häutigen Abschluss des foramen ovale. In Verbindung mit diesem Klappenapparate steht eine Bildung, welche His als spina vestibuli bezeichnet. Als ein dreikantiger, bindegewebiger Keil ragt diese Spina anfangs nur wenig von der dorsalen Vorhofswand in das Atrium hinein. Später verschiebt sich dieser Keil — bei gleichzeitigem Wachstum — nach den Ventrikeln zu, tritt mit Atrioventrikular-Lippen in Verbindung, um dann (als Septum intermedium, His) sowohl den Abschluss des Septum inferius, wie auch die hintere Begrenzung des Septum atriorum zu bilden.

Früher von bindegewebiger Struktur wird das Gebilde allmählig muskelhaltig. In Verbindung mit diese Spina vestibuli treten von vorn her in schräger Richtung die Klappen der venösen Gefässe. Die 3 Hohlvenen münden anfangs nicht direkt in das rechte Atrium, sondern in einen zwischen Zwerchfell und Vorhof eingeschobenen Sack, den His als „saccus reuniens“ bezeichnet. Mit dem Vorhofe communicirt dieser Venensack durch die „porta vestibuli.“ Die Mündung der oberen Hohlvenen wird durch 2 Hörner bezeichnet, von denen das links gelegene länger und stärker gekrümmt ist, als das rechte. Später verbindet sich der saccus reuniens immer mehr mit dem Vorhofe, wenn auch die Verbindung für das linke Horn nebst dem Mittelstücke — sinus coronarius — eine mehr äusserliche bleibt. Dagegen senkt sich das rechte Horn tief in den Vorhof ein und wird ein besonderer Teil des rechten Atrium, der sich selbst im ausgebildeten Herzen durch seine glatte Oberfläche von dem muskulösen Teile abhebt. Eine fleischige Leiste, welche beide Gebiete trennt und die Enden der m. m. pectinati aufnimmt, wird als „taenia terminalis“ bezeichnet.

Die Mündung des sinus reuniens in den Vorhof wird, wie gesagt, Anfangs rechts von der valvula Eustachii, links von der valvula sinistra und der schon erwähnten spina vestibuli begrenzt. Nach der Umlagerung treten beide Klappen in schräger Richtung an dieselbe heran, während am vorderen Ende eine aus der dorsalen

Vorderwand des Atrium entspringende Leiste, das Septum spurium, die Zipfel der Klappen aufnimmt.

Der sinus coronarius, der ausser dem Blute der linken Hohlvene, auch noch das der coronaria führt, öffnet sich ursprünglich in den genannten Klappenraum. Späterhin schliesst sich diese Öffnung und der sinus mündet dann direkt hinter der Eustachischen Klappe in den Vorhof. Beim Menschen verkümmert die vena cava sup. sin., so dass allein die vena coronaria in den sinus coronarius mündet.

An diese Darstellung von His knüpfte ich nun an, was ich bei Vögeln und Reptilien selbst beobachtete. Zunächst erinnere ich daran, dass der rechte Vorhof die Mündungen der Körpervenen aufnimmt, die bei diesen Tieren immer in der Dreizahl vorhanden sind. Ausserdem gelangt in ihn das Blut der vena coronaria. Seine Wandungen weisen zahlreiche m. m. pectinati auf, die eigentlich nur den Raum frei lassen, der die Venenmündungen aufnimmt¹⁾. Unter den Schildkröten fand ich bei Emys und Emysaurus nur den rechts gelegenen kleineren Teil muskulös, während bei Chelonia die Muskelfasern an keiner Stelle des Vorhofes fehlten, auch im rechten Teile nicht mehr als eigentliche Kammuskeln erschienen, sondern als dicht verfilzte, schwammige Fleischmassen. Bei Tropidon. fand ich nicht viele, aber regelmässig angeordnete Muskeln und nur im dorsalen Teile des langen Vorhofes, dort wo die Venen einmünden, eine glatte Stelle. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei Lacerta, Pseudopus und Chamaeleon.

Um für die folgenden Darstellungen einen Ausgangspunkt zu gewinnen, wende ich mich zu einer Erläuterung der in Fig. 2b abgebildeten Vorhofsteile.

Dort sieht man von der dorsalen Vorderwand des rechten Vorhofes an einem in das Atrium hineinragenden muskulösen Zapfen (*l*) 2 lange Falten entspringen, die sich nach hinten zu einem fleischigen Bande vereinigen²⁾, welches an seinem Ende verdickt ist. Auf dem Längsschnitte — wo es quergeschnitten ist — erscheint es als ein vor dem Septum ventriculorum liegendes Dreieck, dessen Basis der Herzspitze zugewandt ist (*k*). Dieses Stück, das sich auf Fig. 2a scharf von der Muskelmasse des Septum ventr. abhebt, ist zwischen dem Vorderrande des letzteren und dem Hinterrande des Sept. atriorum eingekleilt und vom Septum ventricul. noch durch eine dünne Bindegewebsschicht abgetrennt. Es ist klar, dass wir es hier nicht mit einem Teile des eigentlichen von hinten aufsteigenden

¹⁾ Owen, op. cit. p. 330.

²⁾ Vergl. Cuvier, op. cit. S. 299:

„Les valvules qui bordent l'embouchure de la veine cave postérieure se réunissent en avant sur une forte colonne charnue, dont les ramifications tapissent et soutiennent les parois droites et inférieures de l'oreillette.“

Sep. ventricul. zu thun haben. Ich glaube vielmehr, dass das erwähnte Gebilde der Spina vestibuli von His vergleichbar ist. Darauf weist schon seine Verbindung mit den Venenklappen hin, die man nach derselben Analogie als *valvula dextra* (Eustachii) und *valvula sinistra* bezeichnen kann.

Schon mehrfach haben ältere, wie neuere Forscher auf die Beziehungen dieser Klappen zu der V. Eustachii der Säuger hingewiesen¹⁾, nur dass sie — was doch nicht angeht — sie beide derselben zur Seite stellten. Bei einer Vergleichung der Fig. 98 von His' Embryonen III (welche die fraglichen Klappen beim menschlichen Embryo noch in ihrer ursprünglichen Gestalt zeigt) ersieht man deutlich, dass nur die rechte Klappe der V. Eustachii entspricht, die linke aber der V. sinistra von His gleichsteht. Ich sehe auch keinen Grund, warum die V. sinistra, die beim Säuger sich späterhin an der Bildung des Sept. atriorum durch den Verschluss des Foramen ovale beteiligt, bei Vogel und Reptil nicht persistiren soll. Geht doch aus den Darstellungen von Lindes hervor, dass das Sept. atriorum sich beim Vogel einfach durch die Vereinigung zweier sich entgegenwachsender, halbmondförmiger Membranen bildet, ein foramen ovale aber nie existirt.

Auch bei Vogel und Reptil erscheint das Klappenpaar genau so, wie die *valvulae* von His, als eine Fortsetzung der Venenwandungen, und beim erwachsenen Tiere schliesst es die Venenmündung ebenso, wie beim Säugetierembryo das ursprüngliche Klappenpaar. Im erwachsenen Säugetier ist diese Funktion allerdings nur der V. Eustachii übertragen. In funktioneller Beziehung kann man somit auch das grosse Klappenpaar der Vögel und Reptile sehr wohl mit der *Valvula Eustachii* vergleichen, aber morphologisch sollte man der Letzteren nur die rechte jener beiden Klappen zur Seite stellen. Bei der Beurteilung der Verschiedenheit, die in betreff dieser Klappeneinrichtung zwischen den Säugetieren einerseits und den Vögeln und den Reptilien andererseits obwaltet, fällt zweitens noch der Umstand in's Gewicht, dass bei den ersteren die Einmündung der Hohlvenen viel mehr nach links verschoben erscheint, als bei den anderen, so dass bei diesen eine Annäherung der V. sinistra an das Septum weit schwieriger ist.

Das in der Einleitung erwähnte muskulöse Ausgangsstück der Klappen — *Septum spurium*, His — sieht man in Fig. 2b durch einen querschnittenen Zapfen vertreten, der wie ein stärker entwickelter *musculus pectinatus* erscheint (l). Auf einem Längsschnitte durch das Herz einer Trappe sah ich das betreffende Stück genau so geformt, wie es His am menschlichen embryonalen Herzen abbildet. In Fig. 2b reicht es nicht sehr weit nach hinten; es ist bei *Cygnus* überhaupt unbedeutender, als bei vielen anderen Vögeln, die ich untersuchte.

¹⁾ Vergl. Jaquard op. cit. S. 326.
Desgl. Fritsch op. cit. S. 732.

Will man den Vergleich mit dem embryonalen menschlichen Herzen noch weiter fortführen, so findet man den Saccus venosus desselben mit seinen beiden Hörnern in ähnlicher Gestalt am Herzen der Krokodile und vieler anderer Reptilien, in seiner Lagerung verändert, aber deutlich ausgeprägt, auch bei den Schlangen. Dieser Anhang, der auch schon vielfach von den Forschern als Saccus¹⁾ oder Sinus venosus²⁾, ³⁾ bezeichnet worden ist, tritt schon beim Vogel nicht mehr als abgegrenzter Raum hervor. Uebrigens vermutet bereits Fritsch — vor His — in denselben die Reste embryonaler Zustände, er nimmt an, dass derselbe bei den höheren Tieren vielleicht in den Vorhof hineingezogen würde.

Es ist eine Aufgabe künftiger Forschung, zu ermitteln, wie und wann dieser Vorgang beim Vogelembryo sich vollzieht. Einstweilen müssen wir uns mit der Thatsache begnügen, dass der Sin. ven. dem ausgebildeten Vogel fehlt. Dafür aber finden wir bei demselben eine ausgebildete vena cava sup. sinistr., wie solche auch beim Säugerembryo vorhanden ist (cornu sinistrum His), obgleich sie später bei den meisten Arten obliterirt.

Was weiter die Mündungen der 3 Hohlvenen und der Vena coronaria in dem rechten Vorhofe anbetrifft, ihre Ausstattung mit Klappen und die Verhältnisse ihrer gegenseitigen Lagerung, so zeigen alle diese Verhältnisse bei Vögeln und Reptilien so zahlreiche Veränderungen und eine so eigentümliche Anordnung, dass es nicht ohne Interesse ist, diesen, sonst freilich ziemlich belanglosen Vorkommnissen einige Aufmerksamkeit zu schenken. Auch hier knüpfte ich wieder an die Fig. 2b an. Man erkennt an ihr ausser dem schon erwähnten Apparat der Valvula dextra und V. sinistra, welcher die Einmündung der vena cava inferior umgiebt, zur Linken davor noch eine kleine membranöse Klappe, die sich mit ihrem hinteren Ende an die Valv. dextra seitlich anheftet. Zwischen dieser Klappe und dem oben beschriebenen sogenannten Septum spurium mündet die vena cava superior dextra. Ferner zeigt sich am hinteren Ende der grossen Klappen eine kleinere, quer gestellte Klappe, welche die Mündung der V. cava sup. sinistra schützt, und endlich sieht man im vestibulum der genannten Vene, als ein mit einer schmalen muskulösen Klappe versehenes schräges Loch, die Mündung der V. coronaria.

Dieses Lagenverhältniss der Mündungen ist, wie gesagt, nicht constant, sondern sehr variabel, es ist aber doch möglich, 3 feste Typen dafür bei Vögeln und Reptilien aufzustellen. Bei dem einen

¹⁾ Retzius, op. cit. S. 523.

²⁾ Schlemm, op. cit. S. 103.

³⁾ Fritsch (op. cit. S. 668) fand unter den Schildkröten bei *Chelonia midas* den oder die sinus am kleinsten, bei *Chelonia Canana* waren sie schon grösser, desgl. bei *Testudo tabulata*, während sie bei den *Emydae* in einer „ganz collossalen Weise“ sich entwickelt zeigten. Bei *Makroclemys Teminkii* vollends kam der Hohlraum des sinus venosus an Ausdehnung dem des rechten Vorhofes gleich.

Typus (s. Fig. 2b und Fig. I), welcher eben am Schwänenherzen beschrieben wurde, liegen die Mündungen der beiden oberen Hohlvenen getrennt von dem Eingange der unteren Hohlvene, bei dem zweiten Typus (s. Fig. IIa, IIb) mündet eine, beim dritten münden (s. Fig. III) aber wieder beide obere Hohlvenen im Vestibulum der unteren Hohlvene und so im Bereiche von deren Klappen, dass sie durch dieselben mit verschlossen werden. Die V. coronaria ist bei dieser Anordnung ausser Betracht gelassen, da diese später speciell behandelt wird.

Der erstgenannte Typus fand sich ausschliesslich bei Vögeln, der zweite und dritte bei Reptilien und Vögeln.

Beim ersten Typus kann man wiederum Arten unterscheiden, die eine ausgebildete, schräg gestellte Klappe der V. cav. sup. sinistra haben, und solche, bei denen diese Vene einfach hinter dem elastischen oder muskulösen Bande mündet, das die hinteren Enden der grossen Klappen mit der Spina verbindet (und selbst zur Spina gehört). Eine ausgebildete Klappe beider oberer Hohlvenen besitzen ausser Ardea, Grus und Otis nur noch der bereits erwähnte Cygnus, während den anderen Natatores, sowie Tetrao, Columba und Cuculus, die Klappe der Vena cava sinistra fehlt, und bei den Raptatores nur eine zarte Membran dieselbe andeutet.

Das Schema oder die Formel für den 2. Typus, welcher das Bindeglied zwischen dem ersten und dem dritten bildet, lässt zwei Möglichkeiten zu. Es kann nämlich die rechte oder die linke obere Hohlvene gemeinsam mit der Cava inferior münden, während jedesmal dann die Andere von beiden getrennt münden würde. In den wenigen Fällen, die überhaupt die Aufstellung dieses Typus erheischen, habe ich aber nur die erstgenannte Möglichkeit (rechte Hohlvene und untere Hohlvene münden zusammen) verwirklicht gefunden. So unter den Vögeln bei Cornix und den Fringillae und unter den Reptilien bei Chamaeleo. Bei Cornix mündet die Vena cava sin. (Fig. IIa) genau in derselben Weise, wie bei Columba oder Cuculus ohne Klappe in der linken Unterecke des rechten Vorhofes, Chamaeleo (Fig. IIb) dagegen besitzt hier eine membranöse Klappe mit 2 Lidern, welche dorsal von dem grossen Klappenpaare nach rechts gelegen ist. Die ventrale Randfalte (Lid) dieser Klappe steht mit dem dorsalen Rande der Valv. dextra in Verbindung.

Bei den Vertretern des 3. Typus (Fig. III) münden, wie gesagt, beide obere Hohlvenen gemeinschaftlich mit der Cava inferior. Von den Vögeln gehören nur Casuarius und Struthio hierher. Bei beiden finden sich am vorderen und hinteren Ende des schlitzförmigen Einganges der unteren Hohlvene besondere quergestellte Klappen für die rechte und linke obere Hohlvene. Bei Casuarius enthalten die grossen Klappen und sogar die Klappe der linken Hohlvene zahlreiche Muskelfasern, während bei Struthio — wo die Sonderklappen der oberen Hohlvenen viel grösser sind, als bei Casuarius — alle Klappen, auch die grossen, rein membranös erscheinen. (Bei den übrigen Vögeln sind die Valv. dextra und sinistra gewöhnlich, die

Klappe der Vena dextra sup. stets membranös, die der V. cava sup. sin. aber fast immer zum Teile muskulös.)

Bei Alligator vereinigen sich, wie bei den meisten Reptilien, die rechte obere und die untere Hohlvene kurz vor ihrer Einmündung zu dem schon mehrfach genannten saccus venosus, der nur eine Öffnung in den Vorhof besitzt, hinter welcher die linke obere Hohlvene sich ergießt. Beide Mündungen werden von dem grossen Klappenpaare umfasst, doch ist die der linken oberen Hohlvene durch eine querlaufende membranöse Klappe von der anderen Mündung geschieden. Diese Anordnung entspricht dem 3. Typus (Struthio, Casuarius), nur sind dort meist 3 getrennte Mündungen vorhanden.

Die Verhältnisse bei den übrigen von mir untersuchten Reptilien waren denen von Alligator im Wesentlichen gleich. Die Klappe der V. cava sup. sin. fehlte bei *Lacerta viridis*, war aber schwach bei *Lac. agilis* und stark ausgebildet bei *Pseud. Pallasii* vorhanden. Desgleichen fand ich sie in dem schlecht conservirten Herzen einer unbekannteren grösseren Schlange und bei *Trop. natrix* vor.¹⁾ Unter den Schildkröten fehlt die Klappe bei *Emys* und *Emysaurus*, dagegen besitzt sie *Chelonia*. Diese Schildkröte hat in der Einmündung ihrer Vene Verhältnisse, wie ich sie in ähnlicher Weise bei keinem anderen Reptil und Vogel gefunden habe. (Nur die schon mehrfach erwähnten Strausse zeigen ähnliche Verhältnisse, doch sind die Einrichtungen bei *Chelonia* noch complicirter).

Sämmtliche Mündungen werden bei *Chelonia* (Fig. IV) von den beiden grossen hier stark muskulösen Klappen (Valv. dextra und sinistra) eingeschlossen. Eine grosse membranöse Klappe zieht von dem dorsalen Rande der Valv. sinistra schräg nach hinten zum Endpunkte der Valv. dextra. Teilweise hinter deren faltigen Rande, liegt im ventralen Teile des Spaltes ein kleines membranöses Klappenpaar quer ausgespannt, welches die Mündungen der Vena cav. sup. dextra und der Vena coron. verschliesst. Die Vena cav. sup. sinistra mündet, ganz im Gegensatze zu ihrem sonstigen Verhalten, hier klappenlos in das dorsale Ende des Vestibulum. Was bei diesem Klappenapparate am meisten überrascht, ist unzweifelhaft die besondere häutige Klappe der Vena cava inferior und die Doppelklappe der Superior dextra. Diese ungewöhnlichen Bildungen sind darin begründet, dass die grossen Klappen zu schmal und unbeweglich sind, um das weite Gebiet der Venenmündungen genügend abzuschliessen.

Ich komme nun zum Schluss auf die Vena coronaria und ihre Einmündung in das Atrium zu sprechen, will aber erst des Vergleiches wegen kurz erwähnen, wie sich dies Gefäss bei den Säugern verhält.

¹⁾ Jaquard (Op. cit. S. 226) sagt über Python: „Die Mündung der jug. sin. liegt innerhalb der grossen Klappe und so sind die drei Venen durch einen einzigen Klappenapparat verschliessbar.“ —

Beim menschlichen Embryo mündet der sinus coronarius cordis anfangs in den gemeinsamen Venensinus ein, ein Zustand, wie er bei vielen Reptilien dauernd erhalten bleibt. Erst später öffnet sich der sinus unterhalb (hinter) der Hohlvenenmündung (der Cava inferior).

Da nun bei Vogel, wie Reptil, die Cava sup. sin., die ja anfangs hauptsächlich den sinus coronarius mitbilden hilft, nicht, wie beim Mensch, verkümmert, so ändert sich demgemäss auch die Lage der Coronarvenenmündung.

Wir sehen, wie hier in den meisten Fällen die V. coronaria in das Vestibulum der linken oberen Hohlvene oder in diese selbst sich ergiesst ¹⁾.

Die Zweige, aus denen sich die Vena coronaria zusammensetzt, vereinigen sich beim Vogel nicht immer zu einem Hauptstamme (der auch nur sehr kurz ist), sondern münden oft getrennt mit 2 (Grus, Ardea, Columba) oder gar 3 (Struthio) Mündungen in einer zur Vorhofsinnenfläche schrägen Richtung. Eine oder mehrere kleine, muskulöse Klappen verschliessen diese Öffnungen von vorn her.

Oft rückt aber die Mündung der Coronaria aus dem Eingange der V. cava sup. sin. hervor und kann selbst knapp vor dem Ursprung der rechten Atrioventrikularklappe, direkt hinter dem Ostium der Vena cava inferior liegen.

Bei den Reptilien, wo nach Hyrtl („Gefässlose Herzen“) blos der feste Teil der Herzmuskulatur Gefässe besitzt, während das schwammige zerklüftete Innenfleisch derselben entbehrt, ist auch die V. coronaria demgemäss unbedeutender, als bei den höheren Wirbeltieren. Bei kleineren Reptilien vollends ist auch die Mündungsstelle dieses kleinen Gefässes nur schwer zu bestimmen, so dass ich über diese Verhältnisse, zumal bei den Schlangen, von denen ich nur eine kleinere Art untersuchte, wenig berichten kann.

Bei Alligator lucius und auch bei Chelonia Midas verlässt die Vena coronaria die Herzwand, der sie sonst eng angelagert ist und mündet nicht nach Analogie der Vögel etwa in die Cav. sup. sin. ein, sondern bei dem erstgenannten Tiere in die Cava inferior (noch ehe diese in den Vorhof eintritt), bei der Schildkröte aber gemeinsam mit der Cava sup. dext. dorsal von der oben beschriebenen kleinen membranösen Doppelklappe. Bei Emys und Emysaurus, deren Herzen nur wenig kompakte Muskulatur besitzen, treten sehr schwache Venen an der Herzwand auf, welche gesondert in den geräumigen sinus venosus münden. Dasselbe scheint bei Trop. natrix der Fall zu sein, während Pseud. Pallasii einige stärkere Stämme besitzt, die vereinigt in die Cava sup. sinistra münden. —

¹⁾ Owen, op. cit. erwähnt blos diesen Fall und stellt ihn dem Verhalten der Vene am Säugerherzen gegenüber (bei Casuarius). Ich fand gerade bei den Straussen die Lage ihrer Mündung beziehentlich Mündungen nicht sehr abweichend vom Säugerherz (vergl. His, Beiträge zur Anatomie des menschlichen Herzens, S. 20).

Erklärung der Tafeln XI und XII.

Fig. 1a bis 2b: Längsschnitte durch das in Chromsäure gehärtete Herz von *Cygnus musicus*.

Fig. 1a und 1b.

- V. d.* : Ventriculus dexter.
V. s. : Ventriculus sinister.
At. d. : Atrium dextrum.
At. s. : Atrium sinistrum.
Ao. : Aorta.
P. : Arteria pulmonalis.
x : Eingang zur Arteria pulmonalis.
m : Schenkel des Septum ventriculorum (S. 131).
S. v. : Septum ventriculorum.

Fig. 2a und 2b.

- S. v.* : Septum ventriculorum.
K : Ein der Spina vestibuli von His entsprechendes Muskelgebilde (S. 146).
S. a. 1. : Vorderer (membranöser) } Teil des Septum atriorum.
S. a. 2. : Hinterer (elastischer) }
Vo. : Klappenartiger Vorsprung.
l : Muskulöser Zapfen (Septum spurium, His).
V. c. d. : Klappe der Vena cava superior dextra.
V. s. : Linke Klappe (Valv. sin.) } der Ven. cava inferior.
V. d. : Rechte Klappe (Valv. dext.) }
V. c. s. : Klappe der Vena cava superior sinistra.

Fig. 3. Querschnitt durch die Herzbasis eines in Chromsäure gehärteten Herzens von *Ciconia alba*.

- Ao.* : Aorta.
P. : Arteria pulmonalis.
O. v. d. : { Ostium venosum dextrum und sinistrum.
O. v. s. : {

Fig. 4a und 4b. Längsschnitt durch ein in Alkohol gehärtetes Herz von *Alligator lucius*.

- S. r.*, *V. d.*, *V. s.*, *At. d.*, *At. s.*: wie bei Fig. 1 u. 2.
Va. : Membranöse Atrioventrikularklappe des Ostium venos. dextrum.
Ao. d. u. *Ao. s.*: Rechte und linke Aorta.
P. : Arteria Pulmonalis.
w. : Muskelbalken (S. 132).
z. : Stelle, wo sich die Arterienwände auf eine kurze Strecke vereinigen (S. 132).
m : Muskelzug (S. 139).

Fig. 5. Knorpel aus dem Herz von *Allig. lucius* in derselben Stellung, wie in Fig. 4b auf dem Längsschnitte.

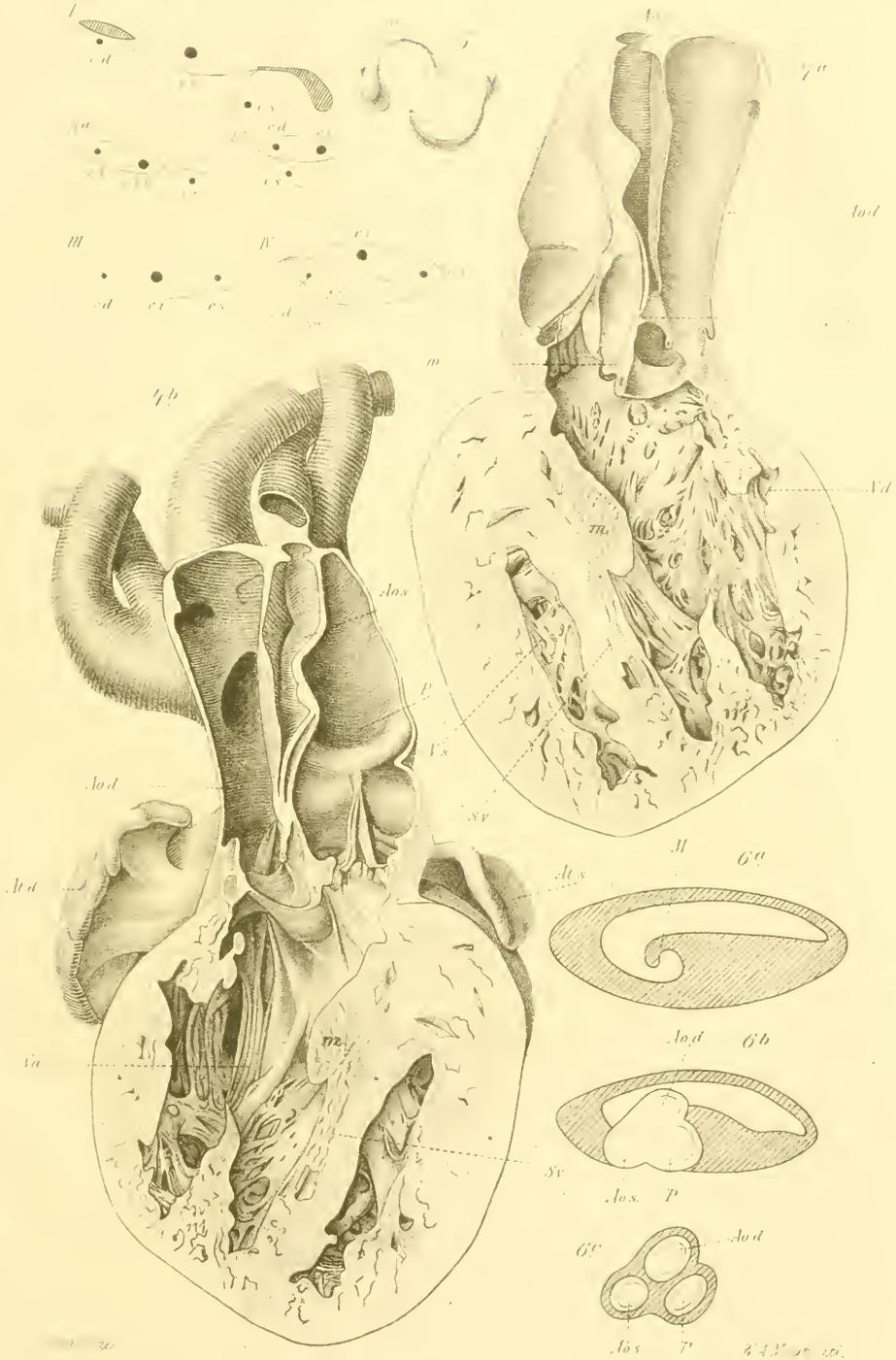
- a* : Der schmale gebogene Teil des Knorpels, welcher auf dem Längsschnitte in Fig. 4a getroffen ist.

Fig. 6a, 6b, 6c. Querschnitte durch ein Herz von *Tropidonodus matrix* (schemat.) vergl. S. 137.

- Ao. d.*, *Ao. s.*, *P.*: wie bei Fig. 4.

Fig. I, IIa, IIb, III, IV. Schematische Darstellung der Venenmündungen und V.-Klappen im rechten Vorhofe.

- c. d.* : } Vena cava superior dextra et sinistra.
c. s. : }
c. i. : Vena cava inferior.
cor. : Vena coronaria.



Gasch, Herz d. Vogel u Reptilien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [54-1](#)

Autor(en)/Author(s): Gasch Rudolf Ferdinand

Artikel/Article: [Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Herzens der Vögel und Reptilien. 119-152](#)