

Ueber den Schliessungsprocess des Foramen ovale bei Menschen und Säugethieren.

Von

Prof. C. Bruch.

Bei der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien im Jahre 1856 habe ich über obigen Gegenstand einen Vortrag gehalten, worin ich darzuthun suchte, dass die Verschliessung des Foramen ovale, welche im Ganzen als ein normaler und typischer Entwicklungsvorgang angesehen wird, keineswegs auf einer eigenthümlichen anatomischen Form-, Lage- oder Texturveränderung der betreffenden Organe beruhe, sondern lediglich Folge der veränderten Kreislaufs- und Druckverhältnisse nach der Geburt, mithin durchaus secundär und zufällig sei und daher weder als die Ursache der veränderten Blutströmung beim Erwachsenen, noch auch überhaupt als ein typischer und nothwendiger Vorgang beim Uebergang aus dem Fötalleben in den selbstständigen Zustand des Neugeborenen angesehen werden könne. Ich berief mich dabei theils auf die bekanntlich sehr häufigen Fälle, wo das eirunde Loch beim Erwachsenen ohne Nachtheil für die Gesundheit offen gefunden wurde, in Folge derer die frühere Annahme einer Cyanosis neonatorum sehr problematisch geworden ist und von den neueren Pathologen ganz in Abrede gestellt wird; theils auf Untersuchungen an menschlichen und Säugethierembryonen, welche von einer besonderen anatomischen Veränderung zur Verschliessung des eirunden Loches während und nach dem Fötalleben Nichts wahrnehmen lassen.

Es erweist sich nämlich als allgemeine Regel, dass das eirunde Loch gar nicht verschwindet, sondern vielmehr während der ganzen Wachstumsperiode den Volumsverhältnissen des Herzens entsprechend an Grösse zunimmt. Der sogenannte Verschluss wird zu allen Zeiten einzig und allein durch die Valvula foraminis ovalis gebildet, welche zwar als selbstständig erkennbares Gebilde verhältnissmässig später als andere Herztheile auftritt, aber schon in den ersten Monaten des

Fötallebens vollkommen ausgebildet ist, während der ganzen übrigen Fötalzeit das eirunde Loch vollkommen verschliesst und nach der Geburt sogar vielfach eine Involution und Verkümmerng erleidet, in Folge deren der Verschluss weniger vollständig sein kann, als vorher. Die hauptsächlichste Veränderung, welche nach dieser Zeit gefunden wird und welche offenbar zur Lehre von einer „Verschliessung“ (Obliteration) des eirunden Loches Veranlassung gegeben hat, ist ein inniges Anlegen und Ankleben der Klappe im ganzen Umfang, der ihrer Befestigung im Umkreise des eirunden Loches entspricht, an dem Endocardium des linken Vorhofes, welches Anlegen und Ankleben bis zu einem wirklichen Anwachsen (sogenannter Verwachsung) fortschreiten kann, aber nur in einer beschränkten Anzahl der Fälle wirklich so weit fortschreitet. In der That wird man kaum zwei Herzen finden, bei welchen diese Verhältnisse ganz die gleichen sind, da die Klappe bald mehr bald weniger innig anliegt und vielleicht in der Hälfte der Fälle noch eine grössere oder kleinere Durchgangslücke zu finden, bei weitem in den meisten Fällen aber noch die Gestalt und Ausdehnung der Klappe, ja ihr freier Rand noch ganz bestimmt zu erkennen ist. In allen Herzen ohne Ausnahme findet sich ausserdem, gewisse Bildungsfehler abgerechnet, welche die Gesamtverhältnisse des Herzens ändern, die sogenannte Fossa foraminis ovalis mit dem Limbus Vieussenii und Tuberculum Loweri, welche Nichts Anderes sind, als das eirunde Loch selbst mit seinen unveränderten Rändern und Umgebungen.

Ist dies der Fall, so kann die Ursache der veränderten Blutströmung des Neugeborenen und Erwachsenen nicht in einer Veränderung des eirunden Loches gesucht werden, welche nunmehr den Lungen- und Körperblutlauf und mithin die beiden Blutarten von einander trennt, und noch weniger kann die nun hervortretende Disproportion der beiden Herzhälften, welche doch ganz allgemein von der verschiedenen Belastung durch die ungleiche Gewichtsmenge der in beiden Kreisläufen enthaltenen Blutmassen hergeleitet wird, Folge der Verschliessung des Foramen ovale sein, da sich diese Verhältnisse auch in den zahlreichen Fällen ganz in derselben Weise gestalten, wo das eirunde Loch ganz oder theilweise offen bleibt. Ich habe mich schliesslich zu der Ansicht bekannt, dass die veränderte Blutströmung in Folge der eintretenden Lungenfunction nach der Geburt das primäre und wesentliche Moment, die Disproportion der Ventrikel secundär und die Anwachsung der Klappe des eirunden Loches nur accidentell und zufällig sei. Sobald nämlich die Bewegungen des Thorax und des Zwergfelles nach der Geburt beginnen und die Lungen-

gefässe mit der im Venensysteme vorhandenen Blutmenge reichlicher gefüllt werden, muss das im rechten Herzen strömende Blut nothwendig in der Hauptsache eine veränderte Richtung nehmen und zwar in dem Maasse, als die Ausdehnung der Athmungsorgane zunimmt, und das linke Herz a tergo, d. h. von den Lungenvenen her, gefüllt wird. Die veränderte Blutströmung beginnt mit dem ersten Athemzug, befestigt sich mit jedem folgenden, wird unabänderlich und, in Bezug auf die Communication der beiden Vorhöfe, endlich ganz exclusiv durch die vermehrte Last des Körperkreislaufs und den grösseren Druck der Blutmasse im linken Herzen, welcher namentlich durch die grössere Ausbildung der Extremitäten nach und nach überwiegend wird. Die Klappe des eirunden Loches liegt in Folge dieses grösseren Druckes im linken Herzen der Scheidewand der Vorhöfe inniger an, sie klebt allmählig an und verwächst, weil sie liegen bleibt und bleibend angeedrückt wird, und verhält sich in dieser Beziehung, um ein rohes Bild zu gebrauchen, gleich einer Thüre, welche einrostet, weil sie nicht mehr geöffnet wird. Den histologischen Process der Verwachsung, welcher nur durch Gefässverbindung und Bindegewebsausläufer vermittelt werden kann, verglich ich der Obliteration des Processus vaginalis testis und berief mich auf die sonst hinreichend constatirte Neigung seröser Häute zur Verwachsung in pathologischen Fällen.

Die Klappe des eirunden Loches, auf welcher somit die sogenannte Verschlussung des eirunden Loches allein beruht, erscheint darnach keineswegs als ein überflüssiges oder bedeutungsloses Gebilde, sondern im Gegentheile in ihrer Bedeutung als wahre Klappe (Zwischenklappe der Vorhöfe), insofern sie zwar niemals den Uebertritt des venösen Blutes in das linke Herz, in allen Fällen und unter allen Umständen bei normaler Ausbildung aber den Uebertritt des arteriellen Blutes in den venösen Kreislauf zu verhindern bestimmt ist und unzweifelhaft wirklich verhindert. Ihr Mangel würde unfehlbar eine Vermischung beider Blutarten und in Folge deren Cyanose zur Folge haben (in ähnlicher Weise, wie es bei Mangel des Septum atriorum der Fall ist); aber gewiss weniger durch Uebertritt des venösen Blutes nach links, als umgekehrt des arteriellen Blutes nach rechts, wenn überhaupt eine unmittelbare Berührung zweier Flüssigkeiten, auch bei verschiedener Strömung, ohne Austausch von einzelnen Bestandtheilen, namentlich Gasen, denkbar wäre. Diese Bedeutung, nämlich als Vervollständigung der Scheidewand des Herzens, bleibt der Klappe für alle Fälle, mag sie nun angewachsen oder der fötale Zustand permanent geblieben sein.

Gegen die hier ausgesprochene Ansicht wurden in der erwähnten Sitzung der anatomischen Section (es war die erste nach Eröffnung derselben) von mehreren Seiten

Einwendungen, namentlich vom vergleichend-anatomischen Standpunkt aus erhoben und auf ganz eigenthümliche Formverhältnisse der fötalen Klappe des eirunden Loches, besonders beim Pferde, hingewiesen, welche dieselbe gar nicht als Klappe in dem physiologischen Sinne, sondern als einen netzförmigen Beutel erscheinen lassen, der vielleicht zu ganz anderen Zwecken dienlich sein könne, Einwürfe, deren Werth ich bereit war anzuerkennen und welche mich zu einer weiteren Untersuchung fötaler Herzen bei verschiedenen Thieren auffordern mussten.

Eine sehr wichtige Bestätigung für meine Ansicht fand sich sehr bald in den statistischen Untersuchungen, welche Herr Dr. Klob, Assistent der pathologisch-anatomischen Lehranstalt zu Wien, bei seinen zahlreichen Sectionen auf meine Bitte und Veranlassung anstellte. Schon bei einer genaueren Prüfung, die wir zusammen bei einer Reihe von Cadavern verschiedenen Alters und Geschlechts aufs Gerathewohl anstellten, stellte sich heraus, dass das Foramen ovale bei jeder 3. bis 4. Leiche völlig offen, d. h. die Klappe desselben ganz frei angetroffen wird; und nach den Untersuchungen, die Herr Dr. Klob bei der Naturforscherversammlung in Bonn, nebst andern schönen Ergebnissen mittheilte, fand er das Foramen ovale bei 500 Leichen verschiedenen Alters und Geschlechts, die an den verschiedensten Krankheiten gestorben waren, 224 mal, also fast in der Hälfte der Fälle, offen und zwar bei 50 Weibern 29 mal, bei 50 Männern 20 mal (bei Weibern also sogar in $\frac{3}{5}$ der Fälle) unvollkommen geschlossen. Damit übereinstimmen die Beobachtungen von Wallmann (mitgetheilt in der Prager Vierteljahrschrift, Jahrgang XVI. 1859. 2. Band S. 20), wornach er in 300 Leichen, meistens gesundgewesenen und kräftigen Soldaten, das Foramen ovale 130 mal offen fand. Desgleichen die Angaben von Langer (Zeitschrift der Aerzte in Wien, Mai und Juni 1857) und H. Meyer in Virchow's Archiv. XII. S. 371.

Da die Literatur und anderes Einschlägige bereits von den genannten Autoren angeführt und besprochen worden ist und ich nicht die Absicht habe, den Gegenstand, den ich bereits in zwei Vorträgen (bei der Versammlung in Wien und im ärztlichen Vereine zu Frankfurt a. M. im September 1857) besprochen habe, noch einmal in extenso zu behandeln, bleibt mir nur übrig zur Vervollständigung der Thatsachen bei Thieren dasjenige anzuführen, was ich bisher noch beobachtet habe. Die Zeichnungen hierzu waren schon im Sommer 1857 vollendet und die betreffende Abhandlung sollte schon damals in dieser Gesellschaftsschrift erscheinen, was aber durch eine unerwartete Störung meiner äusseren Verhältnisse und die dadurch veranlasste Unterbrechung meiner ganzen wissenschaftlichen Thätigkeit bisher verhindert wurde. Was der Gegenstand

in dieser Zeit am Interesse der Neuheit verloren, das mag der bleibende Werth, welchen jede Vermehrung der vorhandenen thatsächlichen Erfahrungen hat, ausgleichen.

Zur Erklärung der Figuren auf Taf. III. übergehend, bemerke ich, dass in allen Figuren mit Ausnahme einer, das Herz von der linken, in Fig. 11 aber von der rechten Seite geöffnet dargestellt ist. Ueberall ist die Aorta mit A, die Vena cava inferior mit I, die superior mit S, die Art. pulmonalis mit a, die Venae pulmonales mit v bezeichnet, rechts und links durch die beigefügten Buchstaben d und s ausgedrückt.

Die dargestellten Vorhofklappen und Anderes, sowie die Klappe des eirunden Loches bedurften eigentlich keiner besondern Bezeichnung, doch ist die Valv. mitralis in allen Figuren mit M, die Valvula foraminis ovalis mit V, die Valv. Eustachii mit E, die Valv. tricuspidalis in Fig. 11 mit T bezeichnet. Die Kranzgefässe des Herzens, obgleich nicht zur Hauptsache gehörig, sind mit C, unter Beifügung der Buchstaben a und v (Arterie und Vene), d und s (rechts und links) bezeichnet. Besondere Einzelheiten haben die im Texte angegebenen speziellen Bezeichnungen erhalten. Alle Figuren sind in natürlicher Grösse, daher eine ohnehin schwierige Angabe des Alters der Individuen, von denen die Präparate genommen sind, nicht versucht worden ist.

Fig. 1 stellt das auf der linken Seite durch einen Längsschnitt geöffnete Herz eines Rinderfötus in natürlicher Grösse dar. Man erblickt die Klappe des eiförmigen Loches, welche dasselbe vollständig bedeckt und in Gestalt eines netzförmig durchbrochenen, am Rande in freie Fäden aufgelösten und mittelst derselben an die Scheidewand der Vorhöfe angehefteten, häutigen Trichters über den inneren Zipfel der Vorhofklappe herabfällt. Eine Sonde ist durch den Trichter in das eirunde Loch hinein und zur unteren Hohlvene herausgeführt. Ueber dem Herzen gewahrt man den Arcus aortae und den linken Zweig der Lungenarterie, rechts und links die beiden Herzohren, in den Wänden des Vorhofs die durchschnittene Art. und Vena coronaria sinistra. Das ganze Herz ist im ausgedehnten Zustande in Weingeist erhärtet. Besonders bemerkenswerth ist die doppelte Befestigung des inneren Zipfels der Vorhofklappe an der vorderen und hinteren Herzwand.

Fig. 2 stellt ein ganz ähnliches und gleichartiges Herz dar, in welchem jedoch der öffnende Längsschnitt mehr seitwärts und zwar mitten durch das linke Herzohr geführt ist. Die Klappe des eirunden Lochs erscheint in sehr charakteristischer Form, stark durchbrochen, das Foramen ovale gleichwohl völlig bedeckend. Der äussere (hier linke) Zipfel der V. mitralis ist mittelst deutlicher Sehnenfäden theils an der Herzscheidewand, theils an der äusseren Herzwand befestigt. Die übrigen Bezeichnungen wie vorher, beide Aeste der Lungenarterie sichtbar.

Fig. 3 ist das Herz eines neugeborenen Kalbes, von der linken Seite, ungefähr in der Gegend wie Fig. 1, geöffnet. Der Schnitt fällt zwischen die beiden Vorhofklappen, deren Befestigungen dieselben wie in Fig. 1 sind. Eine Sonde ist, wie dort, durch das eirunde Loch und die untere Hohlvene, eine andre durch die rechte gemeinsame Lungenvene geführt. Durch ein Häkchen, welches die Vorhofwand in die Höhe zieht, sind die Mündungen der beiden anderen Lungenvenen sichtbar gemacht. Sehr deutlich ausgebildet zeigen sich die Kammuskeln *mp* des linken Vorhofes. Die Klappe des eirunden Loches erscheint ganz abweichend von den vorigen Figuren als einfache, dickwandige, etwas gewulstete Halbmondklappe, mit einer einzigen, aber gabelförmig gespaltenen tendinösen Befestigung an der Vorhofscheidewand, dicht an der Wurzel der Vorhofklappe. Nur am unteren Rande der Klappe des eiförmigen Loches bemerkt man noch eine Andeutung der früheren Netzform. Die Klappe unterscheidet sich in der That nur durch diese Andeutung und durch jene tendinöse Befestigung von der menschlichen. Das eiförmige Loch selbst erscheint als ein Canal, dessen Ausmündung in den rechten Vorhof durch seine Klappe völlig verdeckt ist und dessen Richtung durch die eingeführte Sonde angedeutet wird. Die übrigen Bezeichnungen wie vorher.

In Fig. 4 ist ein Stück der Vorhofscheidewand, sammt der Klappe des eiförmigen Loches und der inneren Vorhofklappe aus dem Herzen einer erwachsenen Kuh dargestellt. Die Klappe des eiförmigen Loches hat noch fast ganz die Gestalt wie bei dem neugeborenen Kalbe in Fig. 3, mit sehr ausgesprochener Trichter- und Canalförmigkeit, nur ist die mittlere tendinöse Befestigung einfach und ungespalten und am Rande der Klappe keine Spur der früheren Netzform mehr zu sehen. Das Foramen ovale ist vollkommen offen, seine Klappe völlig frei, mithin derjenige Fall, der in mindestens $\frac{2}{5}$ der menschlichen Individuen constant ist. Ueber der Klappe des eiförmigen Loches gewahrt man die Einmündung zweier Lungenvenen, links davon eine durchschnittene Kranzarterie.

In Fig. 5 reiht sich daran ein Fall von einem erwachsenen Rinde, bei welchem das eirunde Loch völlig geschlossen, die Klappe im ganzen Umkreis desselben angeheftet (verwachsen), der freie Rand derselben aber gleichwohl noch kenntlich und der zu einem kurzen und breiten Ligament eingeschrumpfte Sehnenfaden durch eine darunter geschobene Sonde hervorgehoben ist. Dieser Fall zeigt den Uebergang zum völligen Verschlusse des Loches und Verschwinden der Klappe, welches beim erwachsenen Thiere gleichfalls die Regel zu sein scheint, dessen Häufigkeit aber durch Zählungen noch näher festzustellen ist.

Fig. 6 stellt das Herz eines Schaafötus dar, der sich ungefähr auf gleicher Stufe der Entwicklung befand wie die Rinderfötus in Fig. 1 und 2; die Oeffnung, Darstellung und Bezeichnung des Herzens wie in Fig. 1. Die Klappe des eirunden Loches erscheint kürzer und mehr cylindrisch, am Rande stark durchbrochen und durch einen längeren Faden in der Mitte an die Vorhofscheidewand angeheftet.

Das erwachsene Schaafsherz in Fig. 7 entspricht in allen Theilen dem Kalbsherzen in Fig. 3; das eirunde Loch ist jedoch geschlossen durch Anlegung der Klappe im ganzen Umkreis desselben, während gleichwohl der mittlere Sehnenfaden noch vorhanden und mittelst einer daruntergeschobenen Sonde aufgehoben ist; auch ist der halbmondförmig gestaltete Rand der angewachsenen Klappe noch wohl kenntlich.

Fig. 8 stellt das geöffnete linke Herz eines noch sehr jungen Pferdefötus in natürlicher Grösse dar, welches ich der Güte des Herrn Prof. Müller von der Thierarzneischule zu Wien verdanke. Der Schnitt ist wie in Fig. 1. geführt, die aussere Vorhofklappe dadurch in zwei Hälften getheilt, die innere Vorhofklappe mit ihrer doppelten Befestigung an der vorderen und hinteren Herzwand in Ansicht. Die Klappe des eirunden Lochs erscheint in vollkommener Beutelform, netzartig durchbrochen, ohne besondere Anheftungsfäden, das Foramen ovale offen. Die Form nähert sich sehr der in Fig. 2 vom Kalbe dargestellten, zeichnet sich aber durch die vollkommene, geschlossene Beutelform der Klappe aus, welche man nicht bloß auf die frühere Altersstufe des Individuums beziehen kann, sondern als spezifische Verschiedenheit betrachten muss, da der netzförmig durchbrochene Theil als der engste Theil des ganzen Beutels erscheint und nicht, wie beim Kalbe, offen, sondern durch ein ziemlich engmaschiges Netzwerk geschlossen ist. Gleichwohl kann die Klappe des Pferdefötus meines Erachtens nicht als besondere Klappenform, sondern nur als weitgehendste Entwicklung eines Typus aufgefasst werden, welcher diese Thierclassen allerdings von dem menschlichen unterscheidet. Dass die Function der Klappe dadurch keine wesentliche Aenderung erfährt, sondern auch hier die eines nach rechts, wo möglich noch sicherer, abschliessenden Ventils ist, wobei besonders auch auf die Länge des Beutels Rücksicht zu nehmen ist, liegt auf der Hand.

Fig. 9—12 endlich sind Darstellungen der menschlichen Form und zwar sind Fig. 9—11 von demselben Herzen, eines 5 monatlichen Fötus, Fig. 11 in zweimaliger Vergrößerung genommen.

Fig. 9 ist das Herz eines menschlichen Fötus vom 5. Monat, durch einen Längsschnitt auf der linken Seite geöffnet. Man erblickt in dem linken Vorhof das eiförmige

Loch mit seiner Klappe, welche dasselbe in dem ausgedehnten und erschlafften Zustande nur unvollkommen zu verschliessen scheint. Die Klappe erscheint nämlich beim Menschen von der frühesten Zeit an in der charakteristischen Halbmondform, das eiförmige Loch etwa zu zwei Dritttheilen seines Umfangs umgreifend. Man sieht, dass die Befestigung nicht am Rande des *Limbus Vieussenii*, sondern etwas entfernt davon an der Vorhofscheidewand geschieht. Bei der verhältnissmässigen Kürze der Klappe erscheint das eirunde Loch als solches (nicht als Canal), durch welches man in den rechten Vorhof hinüberblickt.

Fig. 10 ist dasselbe Präparat, wobei die Vorhofwand durch ein Häkchen nach oben gezerrt und die Vorhofscheidewand sammt der Klappe des eirunden Loches künstlich angespannt ist. Indem der Rand der letzteren aus der Sichelform in die gradlinige übergeht, wird das eirunde Loch zusehends verdeckt und verschlossen und zugleich die Mündung zweier Lungenvenen sichtbar. Durch diese Manipulation wird ein reiferer Zustand der Klappe einigermaßen nachgeahmt, wo sie weiter entwickelt ist und zuletzt das eirunde Loch in jeder Lage vollständig bedeckt, so dass die Verschliessung desselben durch Anwachsen der Klappe im Umkreise anschaulich wird.

Fig. 11 ist dasselbe menschliche Herz, zweimal vergrössert, auf der rechten Seite geöffnet, um das Verhältniss der Klappe des eiförmigen Loches V zur *Valvula Eustachii* E zu zeigen, welche letztere übrigens ebenfalls noch nicht völlig entwickelt ist. Beide Klappen haben ungefähr die gleiche Gestalt und Stellung, die eine auf der rechten, die andere auf der linken Seite der Vorhofscheidewand, unterscheiden sich aber, abgesehen davon, dass die Klappe der unteren Hohlvene niemals eine solche Entwicklung erreicht, um als wirkliches Ventil wirken zu können, dadurch, dass dieselbe nicht wie die Klappe des eiförmigen Lochs als selbstständiges Gebilde, sondern als blosse Falte des Endocardiums auftritt und am unteren Rande in den *Limbus Vieussenii direct* übergeht, während die Klappe des eirunden Loches denselben, wie oben angegeben, allenthalben überragt und bedeckt. Nur nach oben ist die Anheftung der Klappe der unteren Hohlvene ähnlich der des eirunden Loches, in dem sie hier auf die Vorhofscheidewand übergeht und auf der Fläche derselben spiralig verläuft. Durch die *Vena cava inferior* und das *Foramen ovale* ist eine Sonde in den linken Vorhof zwischen beiden Klappen hindurch geführt. Eine ähnliche Falte des Endocardiums bildet die *Thebes'sche Klappe* an der Mündung der Kranzvene, welche in diese Figur mit *Th* bezeichnet ist; sie erscheint aber mehr als selbstständiges Gebilde, als die *Eustach'sche Klappe*, und hier schon sehr weit ausgebildet, von bekannter und constanter Halbmondform. Die übrigen Bezeichnungen wie früher.

Fig. 12 endlich stellt den linken Vorhof eines erwachsenen Mannes dar, in welchem man unter 3 Lungenvenenmündungen die Klappe des eirunden Lochs im verkümmerten und theilweise angewachsenen Zustande, aber mit noch freiem Rande gewahrt, der ihre Form und Stellung noch vollständig erkennen lässt. Das Foramen ovale ist durch das Anwachsen der Klappe in seinem Umkreise geschlossen und nicht sichtbar, der freie Rand der Klappe aber verläuft oben und unten sichelförmig auf der Vorhofscheidewand.

Solche Fälle, mit mehr oder weniger deutlichen Resten der Scheidewandklappe, wovon der abgebildete einer der schönsten ist, sind sehr häufig und müssen von den Fällen mit völlig verschlossenem Foramen ovale noch besonders unterschieden werden. Die verschiedenen Vertiefungen, welche sich hier auf der Vorhofscheidewand finden, sind nicht Gefässmündungen, sondern eigenthümliche Gruben, Bildungen des Endocardiums, die sich bis zur Brückenbildung bei x steigern können und an die Bildung der Klappen aus Falten des Endocardiums überhaupt erinnern.

Aus diesen Thatsachen, in Verbindung mit anderen bekannten Thatsachen stellt sich heraus:

1. Dass die Bildung der Klappe des eirunden Lochs bei Thieren von der menschlichen Form, welche letztere als die einfachste oder Halbmondform erscheint, bedeutend abweicht. Gemeinsam ist nur die Befestigung mit zwei Zipfeln an der Vorhofscheidewand, in der Nähe und nicht am Rande des Limbus Vieussenii. Ausserdem findet sich bei Wiederkäuern und beim Pferd (Fig. 2, 7) noch ein besonderes mittleres Sehnenband, welches vom Rande der Klappe ausgehend sich ebenfalls auf der Vorhofscheidewand, ziemlich entfernt vom Rande des eirunden Loches, befestigt. Dazu kommt ferner die bedeutendere Entwicklung des Klappenrandes mit netzförmiger Durchbrechung, die bis zur Trichter-, Beutel- und Canalform führen kann, ohne dass die Befestigungsstellen und Function der Klappe sich ändern. Diese netzförmige Bildung findet sich bekanntlich andeutungsweise zuweilen auch an den Rändern menschlicher Herzklappen, an der Klappe des eirunden Loches sowohl als an den Vorhofklappen, der Thebes'schen und Eustach'schen, aber nur ausnahmsweise und nie in dieser charakteristischen und regelmässigen Form und Ausbildung wie beim Rind, Schaaf und Pferd ¹⁾).

¹⁾ Dass am Rand der ovalären Klappe sich häufig eine Trennung der Fasern und Aehnliches an den halbmondförmigen und Thebes'schen Klappen findet, hat schon Morgagni bemerkt (Senac, traité du coeur. Paris 1785. Vol. I. p. 290). Auch beobachtete derselbe, dass der Rand der Klappe des eirunden Loches beim Kalbe durch feine Fäden, wovon einer dicker ist als die anderen, an die vordere Parthie des eirunden Loches befestigt ist. Senac (a. a. O. p. 427 ff.) fand den Rand der Eustach'schen Klappe, worin er übrigens ein Netz von Sehnen und Muskelfasern annimmt, in einigen Fällen netzförmig aufgelöst, in den meisten Fällen aber

2. Die Klappe des eirunden Loches erfährt im Verlaufe ihrer Entwicklung, welche in einer sehr frühen Zeit beginnt, beträchtliche Veränderungen in Form, Grösse und Textur. Nachdem sie sich während des Fötallebens bei Thieren in der angegebenen Weise zu einem netzförmigen Gebilde entwickelt hat, beginnt nach der Geburt eine Reduction, wobei sie das netzförmige Ansehen völlig verliert und schliesslich in die menschliche Halbmondform übergeführt wird. Diese Veränderungen haben indess auf die Funktion der Klappe keinen wesentlichen Einfluss, da sie im erwachsenen Zustand, wie im fötalen, immer als vollständiges Ventil wirkt und vermöge ihrer eigenthümlichen Befestigung jenseits des Limbus Vieussenii das eirunde Loch völlig abzuschliessen befähigt ist.

3. Die Verschliessung des Foramen ovale erfolgt bei Menschen und Thieren übereinstimmend und allgemein nicht durch eine Veränderung der Scheidewand der Vorhöfe, sondern durch Anlegen und Anwachsen seiner Klappe in dem Zustand, den sie nach erfolgter Reduction darstellt. Wo das eirunde Loch ganz oder theilweise offen bleibt, ist dies einem mangelhaften, unvollkommenen oder partiellen Anwachsen der Klappe zuzuschreiben, welche demgemäss mehr oder weniger in ihrer früheren Integrität gefunden wird.

4. Das Verschliessen oder Offenbleiben des eirunden Loches bei vorhandener Klappe desselben, hat auf die Entwicklung und Thätigkeit des Herzens und seiner einzelnen Theile keinen Einfluss, und hängt selbst höchst wahrscheinlich nur von untergeordneten Formverhältnissen der Klappe einerseits, sowie von quantitativen Verschiedenheiten des Athemprocesses, der Blutmenge, der Herzthätigkeit u. dgl. andererseits ab, worüber experimentelle Aufschlüsse noch fehlen und daher erwartet werden müssen.

Zum Schlusse möge es mir gestattet sein, einige in Vergessenheit gerathene Angaben, welche sich auf unseren Gegenstand beziehen, anzuführen und zu besprechen, ohne mich auf vollständige Anführung der Literatur einzulassen, die bereits von Anderen geliefert worden ist.

1. Schon Duvernei, Ridley u. A. (S. Senac a. a. O. p. 279, 285) haben darauf aufmerksam gemacht, dass das eirunde Loch beim menschlichen Foetus (nicht aber bei

erscheine sie nur als einfache Falte des Endocardiums. Zuweilen löse sich von dem Rande des unteren Zipfels eine Art Flügel ab, der weniger dicht sei; auch entstehe die Durchbrechung offenbar von Zerreiassung der zwischen den Sehnen und Muskelfasern ausgebreiteten Membranen. — Einen Fall, wo die Thebes'sche Klappe bei einer alten Frau in ein Netz von Quersfibern aufgelöst war, denen sich nach unten sogar ein kleines Fleischbündel in derselben Richtung anschloss, erzählt Haller (S. Senac a. a. O. p. 224). — Einen schönen Fall von netzförmiger Bildung der Valvula foraminis ovalis beim Menschen bewahrt die Sammlung der Senckenberg'schen Anatomie zu Frankfurt.

Thieren) viel eher rund als oval zu nennen ist und nach meiner Erfahrung gilt dies auch vom erwachsenen Menschen. Die Oeffnung dagegen, welche im menschlichen Herzen, besonders beim Fötus, zwischen dem Rande der Klappe und dem oberen Rande des Loches zu sehen ist, sei wirklich oval und immer etwas in die Länge gezogen, wie Senac bemerkt. Diese Oeffnung jedoch, für welche Senac die Bezeichnung „oval“ zu rechtfertigen sucht, ist, wie man leicht sieht, auch nicht oval, sondern elliptisch, da die beiden Zipfel der ovalären Klappe sich nicht am Rande des Limbus Viuessenii, sondern schon in der frühesten Zeit in beträchtlicher Entfernung davon ansetzen, folglich mit ihrem Rande den des eirunden Loches, an der Stelle, wo sie aufhören ihn zu bedecken, schneiden. Ueberdies kann eine solche Ansicht nur in jüngeren Föthalherzen gewonnen werden, wo die Klappe noch nicht vollständig entwickelt ist und daher das eirunde Loch noch nicht vollständig deckt. In späterer Zeit und in erwachsenen Herzen mit offenem Foramen ovale bedeckt die Klappe, vermöge ihrer erwähnten Befestigungsweise, das Loch so vollständig, dass bei der einfachen Inspection bei geöffneten Vorhöfen und angespannter Scheidewand das Loch stets geschlossen erscheint, wenn auch, vom linken Vorhof aus besehen und gegen das Licht gehalten, die durchsichtige Stelle, wo das Loch sich befindet, leicht bemerklich ist. Um sich zu versichern, ob das Loch offen ist oder nicht, ist immer eine genauere Untersuchung mit Finger, Sonde. u. dgl. nöthig, wodurch die Klappe geöffnet und der vorhandene Canal entdeckt wird; und der Flüchtigkeit der Untersuchung, die sich mit dem blossen Ansehen der angespannten Scheidewand der Vorhöfe begnügt, ist es wohl zuzuschreiben, dass das Foramen ovale in der Regel als geschlossen angesehen wird. Oeffnet man aber vom rechten Vorhof aus künstlich die Klappe, so kann allerdings das nun sichtbare Lumen des zum linken Vorhof führenden Canals eine ovale Form annehmen, viel häufiger aber wird auch dieser als elliptische Spalte erscheinen und die Bezeichnung „eirundes Loch“, welche doch mit Fug nur auf die sich stets gleichbleibende Lücke der Herzscheidewand angewendet werden kann, erweist sich also auch von dieser Seite als unrichtig und verwerflich. Will man daher nicht für den Menschen die abweichende Bezeichnung „rundes Loch“ wählen, so thäte man besser, mit Rücksicht auf die ächte Ventilnatur der Klappe, die Lücke der Scheidewand als *Ostium foetale* oder *communicans*, die Klappe desselben aber als *Scheidewandklappe*, *Valvula septi*, zu bezeichnen.

2. Die Häufigkeit des Offenbleibens der Vorhofscheidewand ist schon sehr frühen Beobachtern aufgefallen. So fand Le Cat (S. Senac p. 299) unter 20 Frauen, deren

Herzen er untersuchte, das eirunde Loch 7mal nicht geschlossen, die Form und Befestigung der Klappe aber in jedem Herzen anders. Derselbe fand wenige Männerherzen, bei welchen die Klappe völlig verschlossen war, sondern fast immer noch wenigstens eine stark nadelkopfgrosse Durchgangsöffnung zwischen der Klappe und den Rändern des eirunden Loches, die aber bei mehreren Individuen verschiedenen Alters sehr gross war. Wenn er jedoch weiter bemerkt, dass sich diese Oeffnung besonders bei Krankheiten des Herzens darbiete, dass bei starker Erweiterung der Vorhöfe die Communication zwischen denselben häufiger offen sei, als im natürlichen Zustande, dass die Klappe sich in denselben Fällen durch den Blutandrang, der das rechte Ohr ausdehnt, von ihrer Befestigung loslöse, so dürfte eine solche Annahme sehr gewagt erscheinen ²⁾ und viel annehmbarer sein, dass solche Fälle besonders geeignet sind, das Offenbleiben des Foramen ovale zu constatiren, besonders auch darum, weil das Herz bei der Section von Herzkranken überhaupt genauer untersucht zu werden pflegt. Le Cat reducirt übrigens die Varietäten, denen die Scheidewandklappe unterworfen ist, auf folgende 3 Fälle:

1. Man sieht nur die einfache Membran der Klappe, welche das Foramen ovale bedeckt und an seinem oberen Rande eine kleine Oeffnung lässt.

2. Die Klappe nimmt die Form eines Gänsefusses an und gleicht durch die verschiedenen Befestigungen der Valvula mitralis.

3. Diese Form des Gänsefusses ist zusammengesetzter, welches freilich eine sehr unbestimmte Unterscheidung ist.

Eben so sagt Duverney (Senac p. 301), dass die Klappe, welche sich mit ihrer ganzen Oberfläche auf den Sphincter des eirunden Loches lege, zuweilen blos an einem Theil der Oberfläche angeheftet sei: in manchen Herzen näherten sich die Zipfel einander, in anderen seien sie mehr entfernt; sehr häufig seien sie stark ausgezogen (élevées), übrigens liessen sich nicht alle Abweichungen in dem Verschlusse des ovalen Loches bestimmt angeben. Nach Senac (p. 440) finden sich nicht nur mehrfache (2 — 3) Oeffnungen zwischen dem Rand der Klappe und der Herzscheidewand, sondern nicht selten auch in der Klappe selbst, unten, in der Mitte, an der Seite, in der Nähe des eirunden Loches. Im Ganzen glaubt er (p. 530), dass das eirunde Loch, selbst im spätesten Lebensalter, bei der Mehrzahl der Individuen offen sei.

²⁾ Auch die Angabe von Senac (p. 530), dass sich im Herzen einer alten Frau, mit vollkommen geschlossenem Foramen ovale, die Klappe binnen zwei Tagen durch Maceration abgelöst und das Loch sich geöffnet habe, scheint mir nicht hierfür zu sprechen.

Nach Senac (p. 425) ist ferner der rechte Ventrikel beim 6 — 7 monatlichen Fötus um das Doppelte grösser als der linke; im 3. und 4. Monat ist der rechte Ventrikel geräumiger, doch nicht viel grösser, als der linke.

Diese Angaben veranlassten mich zur Untersuchung einer grösseren Anzahl von Fötalherzen, die ich der Güte des Herrn Dr. Lucae verdanke. Es stellte sich dabei heraus, dass in Bezug auf die Ausbildung und relative Grösse der einzelnen Herztheile, insbesondere aber hinsichtlich der Grösse und Form des Foramen ovale und seiner Klappe, sehr grosse Verschiedenheiten vorkommen, deren genauere Bestimmung ich mir für eine folgende Abhandlung vorbehalte.

4. Die Muskelfasern am Rande des eirunden Loches betrachtet Senac (a. a. O. p. 435) als einen wahren Sphincter, dessen Bündel jedoch nicht bei allen Individuen des gleichen Alters dieselben seien. Gewöhnlich theile sich der vordere Rand des Sphincter in zwei Bündel, von denen eines die Zipfel der Eustach'schen Klappe bilde, das andere nach unten den Contour des eirunden Loches abschliesse. Diese Angabe muss dahin berichtigt werden, dass zwar der untere Zipfel (Horn) der Eustach'schen Klappe auf den Rand des eirunden Loches übergeht, nicht aber der obere, welcher sich an der Scheidewand der Vorhöfe über dem eirunden Loche verliert. Ob die Eustach'sche Klappe Muskelfasern enthält oder nicht, ist nur mikroskopisch auszumachen; Kölliker hat deren keine darin gefunden, ich auch nicht. Es bleibt daher noch die Frage zu erledigen, ob der Verlauf der Muskelfasern in der Nähe und im Umkreis des Foramen ovale berechtigt, sie als einen Schliessmuskel desselben anzusehen.

In der That lässt die Literatur keinen Zweifel darüber, dass die ältere Ansicht über den Verschluss des eirunden Loches in neueren Zeiten ziemlich in Vergessenheit gerathen und dafür mehrfach an eine freiwillige Verengerung und selbst Verschliessung durch Muskelthätigkeit gedacht worden ist. Wenn jedoch auch nicht in Abrede zu stellen ist, ja sogar aus einigen Versuchen an lebenden Thieren hervorzugehen scheint, dass mit der Gesamtcontraction des Herzens bei der Systole, insbesondere der Vorhöfe, auch eine Verkürzung des Septum atriorum und periodische Verengerung des eirunden Loches erfolgt, so ist doch nicht abzusehen, wie eine solche periodische Verengerung, welche in der folgenden Diastole stets wieder aufgehoben wird, zu einer bleibenden Verkleinerung der Scheidewandöffnung führen kann, selbst dann, wenn vollständige Kreisfasern an dieser Stelle der Herzmuskulatur zu finden wären, was jedoch nach fremden und eigenen Untersuchungen nicht der Fall ist. Noch weniger ist anzunehmen, dass die vorhandenen Halbcirkelfasern sich nach der Geburt, ähnlich den

wahren Sphincteren in einer Art beständiger Verkürzung befinden, welche erst in der Leiche erschlafft und zur Oeffnung des Foramens führt. Denn von den sogenannten Schliessmuskeln des Menschen unterscheiden sich wenigstens die animalischen, wie der orbicularis oris und palpebrarum und der Sphincter ani externus, in ihrer Thätigkeit nicht von den übrigen Muskeln des Stammes, insofern sie ebenfalls nur einer periodischen Verkürzung fähig sind. Von organischen Muskelfasern aber, welchen, wie dem Sphincter ani internus, dem Schliessmuskel des Blasenhalses und dem Pylorus, eine relativ tonische Wirkung zugeschrieben werden könnte, ist am Herzen Nichts beobachtet.

Daraus dürfte hervorgehen, dass die, wie es scheint, ziemlich verbreitete Ansicht von einer ganzen oder theilweisen Verschliessung der Vorhofscheidewand durch Muskelthätigkeit, welcher auch Senac einen Antheil bei der Verschliessung des eirunden Loches zuschreibt, nicht begründet ist, sondern dass diese Verschliessung ausschliesslich durch das Klappenventil bewirkt wird.

5. Die Scheidewandklappe verschliesst nach Senac (p. 437) das eirunde Loch in der früheren Fötalzeit keineswegs, sondern erst in der letzten Zeit der Schwangerschaft. Je weniger der Fötus fortgeschritten ist (p. 444), desto entfernter scheinen die Zipfel (Hörner) der Klappe von einander; sie nähern sich einander durch ihr Wachsthum und in dem Maasse, als das eirunde Loch sich zu schliessen anfängt, und zwar nähert sich vorzugsweise das hintere (obere) Horn dem vorderen³⁾. Wenn die Klappe das Loch schliesse, klebe sie in Wahrheit mit ihrem freien Rand am Rande desselben an; zuweilen befestige sie sich daselbst durch kleine ungleiche Anhänge, die sich am Rand der Klappe erheben. Gewöhnlich klebe sie über dem Rande des Loches an, doch habe er sie auch ganz am unteren Rand angelegt gesehen, in anderen Fällen überragte sie ihn nur wenig. Einen bis zwei Tage nach der Geburt erhebe sie sich gewöhnlich nicht über eine Linie darüber. Sie überrage ihn beim menschlichen Fötus viel weniger als bei Rindern und Schafen. Sehr selten (p. 530) klebe die Klappe im oberen Segment des eirunden Loches oder unterhalb desselben an; man finde sie unordentlich gefaltet, fast immer von der Scheidewand getrennt, und könne ein mehr oder weniger starkes Stilet in der Regel von unten nach oben und von rechts nach links einführen. Der obere Rand der Klappe erhebe sich über das eirunde Loch etwa 6 — 8 Linien, die Klappe sei daher viel grösser, als die Oeffnung, und dies rühre daher, dass das Loch sich wunderbar verengt habe, die Klappe aber beträchtlich gewachsen sei.

³⁾ In einem Falle sah Senac den Rand der Klappe in Form eines Y.

Alle diese Angaben, bis auf die supponirte freiwillige Verengerung des eirunden Loches, sind sehr genau und schätzbar. Dagegen ist es leicht nachzuweisen, dass das Ostium communicans atriorum sich zu keiner Zeit des Lebens verengert, sondern vielmehr mit der Wachstumsperiode fortwährend vergrössert, nach vollendetem Wachsthum aber an Grösse unverändert bleibt und beim Erwachsenen mithin absolut am grössten ist.

6. Hinsichtlich der Funktion der Klappe der Vorhofscheidewand stimmen die Ansichten derjenigen, welche sich genauer mit dem Gegenstande beschäftigt haben, darin überein, dass sie als wahres Ventil wirkt und im ausgebildeten Zustande die Oeffnung der Scheidewand vollkommen verschliesst. Nach Senac (tome II. p. 64) ist dies vom 8. — 9. Monate des Fötallebens an der Fall, doch dürfe man weder über die Ausdehnung der Klappe, noch über den Durchmesser der Oeffnung aus dem Verhalten derselben im erschlafften Zustand urtheilen, da die Contraction des Herzens dabei in Betracht komme. Vor dem 5. Monat würde die Klappe auch während der Herzcontraction nicht im Stande sein, die Communication beider Vorhöfe zu verhindern. Aber auch am Ende des Fötallebens, wenn die Klappe gross genug sei, die Oeffnung und den Durchgang des Blutes während der Contraction zu hemmen, werde der Verkehr beider Vorhöfe nicht unterbrochen, da die Lungenvenen nur wenig Blut in den linken Vorhof ergiessen, der daher auch nicht gefüllt werde, und in Folge dessen die Klappe auch nicht an den Rand des eirunden Loches angedrückt werde, das Blut im rechten Vorhof also die Klappe wegzudrängen und den Durchgang zu öffnen vermöge. Sobald dagegen mehr Blut durch die Lungenvenen im linken Vorhof anlaufe und denselben fülle, werde die Klappe während der Contraction der Vorhöfe, und selbst am Ende der Dilatation, stärker angedrückt und schliesse den Durchgang völlig ab.

Dieser Anschauungsweise, die sich bei Senac sehr ausführlich erörtert findet, dürfte schwerlich etwas Erhebliches entgegengesetzt werden, wenn sie auf einen strengeren Ausdruck gebracht und darauf zurückgeführt wird, dass es nicht eine mehr oder weniger vollständige Füllung, sondern die wechselnden Druckverhältnisse der beiden Vorhöfe sind, von welchen das Oeffnen und Schliessen und schliessliche Geschlossenbleiben der Scheidewandklappe abhängt.

Was endlich die Experimente anbelangt, durch welche Senac (p. 66) seine Ansicht zu stützen sucht, so verdienen sie für die Zeit, in welcher sie angestellt wurden, volle Anerkennung, wenn sie auch schwerlich genügend befunden werden dürften, die Sache weit zu fördern.

1. Einspritzung von Wasser durch beide Hohlvenen bei geöffnetem linken Vorhofe; die Scheidewandklappe öffnet sich, wie nicht anders zu erwarten; der Strom geht von unten nach oben.

2. Unterbindung aller Gefäße des Herzens mit Ausnahme der unteren Hohlvene, durch welche das ganze Herz mit Luft aufgeblasen und, nach Unterbindung derselben, getrocknet wird. Senac nimmt an, dass in diesem Zustand die Klappe nothwendig die Stellung einnehmen müsse, in welcher sie sich befindet, wenn beide Herzen mit Blut gefüllt sind, und fand nach Eröffnung der Vorhöfe in der That die Klappe von allen Seiten am Foramen ovale anliegend, besonders beim Kalbe. Meines Erachtens ist dieses Anliegen nur Folge des Trocknens und Einschrumpfens, wobei die Klappe nothwendig eine Stellung einnehmen muss, wie in Fig. 10, wo sie künstlich angespannt ist.

3. Füllt man die Herzhöhlen mit Wachs und lässt sie dann trocknen, so finde man ebenfalls die Klappe im ganzen Umfange dem Loche aufliegend, wenn sie nicht gewaltsam forcirt worden ist, ein Versuch, der noch weniger beweist, als der vorige, da durch eine Wachsmasse der Blutlauf wohl am wenigsten nachgeahmt werden kann.

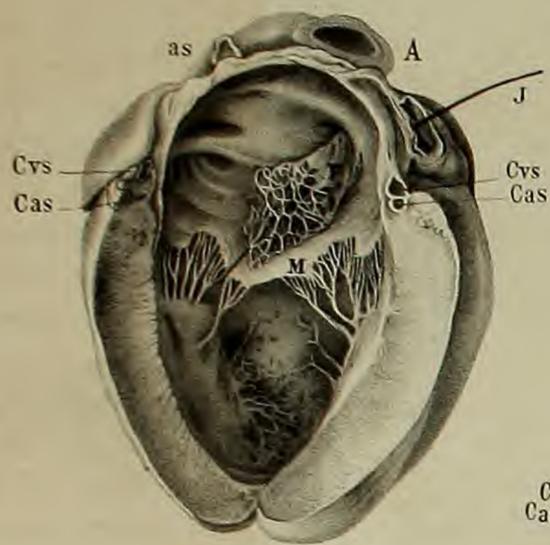
4. Treibt man Luft durch eine Lungenvene, so fand Senac stets, dass die Klappe sich auf das Foramen ovale auflegt und dann keine Luft mehr durchlässt, so dass selbst nach geöffnetem rechten Vorhof eine Kerzenflamme, die man dem eirunden Loche nähert, ruhig bleibt. Ein einfacher und guter Versuch, durch welchen dargethan wird (was übrigens aus der einfachen Anschauung unzweifelhaft hervorgeht), dass die Klappe wirklich so vollkommen schliesst, wie nur ein Ventil schliessen kann.

5. Einen complicirteren Versuch hat Duverney angestellt (S. bei Senac p. 68), um die Rolle der Klappe anschaulich zu machen. Er führte bei einem neugeborenen Thier einen Tubus in die entblösste Luftröhre, öffnete die Brusthöhle und füllte die Lunge mit Luft, um das Zusammenfallen zu verhüten und die Circulation darin zu unterhalten. Darauf unterband er in demselben Augenblick beide Hohlvenen und öffnete den rechten Vorhof, worauf man das Foramen ovale entblösst sieht, indem man das im Umkreis verbreitete Blut wegwischt. Die Klappe der Scheidewand finde man dann constant geschlossen und das Loch verschlossen; zugleich bemerke man, dass sich das Foramen ovale bei der Contraction des Herzens verengere. Dieser Versuch beweist nur, dass die Klappe schliesst, wenn der Andrang von der linken Seite kömmt und der rechte Ventrikel leer ist. Es bleibt aber die Hauptfrage unbeantwortet, wie sich die Klappe verhält, wenn beide Vorhöfe gefüllt und die Circulation nirgends unterbrochen ist.

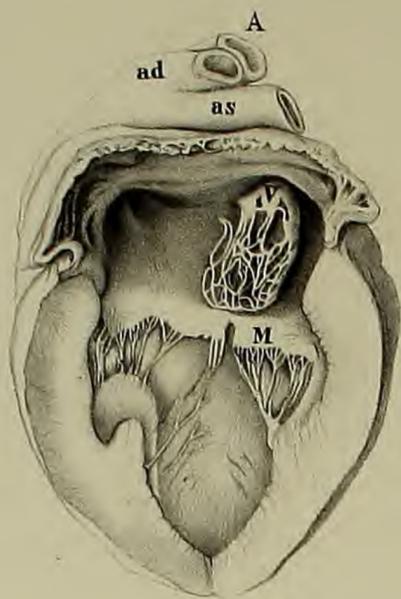
Diese Frage würde meines Erachtens der Lösung am nächsten gebracht werden, wenn sich nachweisen lässt, dass die Spannung im linken Herzen wirklich, wie im Eingang zur Erklärung der Erscheinungen vorausgesetzt wurde, nach der Geburt grösser ist, als im rechten Vorhof. Es würde sich im bejahenden Fall fast von selbst verstehen, dass die Klappe permanent geschlossen bleibt. Zur Erledigung dieser Frage müssten bei einem neugeborenen Thiere zwei Druckmesser gleichzeitig in beide Vorhöfe eingeführt und der Druck der Blutmassen in beiden Vorhöfen während der Systole und Diastole derselben verglichen werden. Ich habe mich jedoch nicht in der Lage befunden, einen solchen Versuch selbst anzustellen, und bescheide mich, einen Gegenstand, der in früherer Zeit die Anatomen und Physiologen vielfach beschäftigt hat, dem aber die experimentirende Physiologie unserer Tage bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat, von neuem angeregt und von morphologischer Seite für die Wissenschaft verwendbar gemacht zu haben.



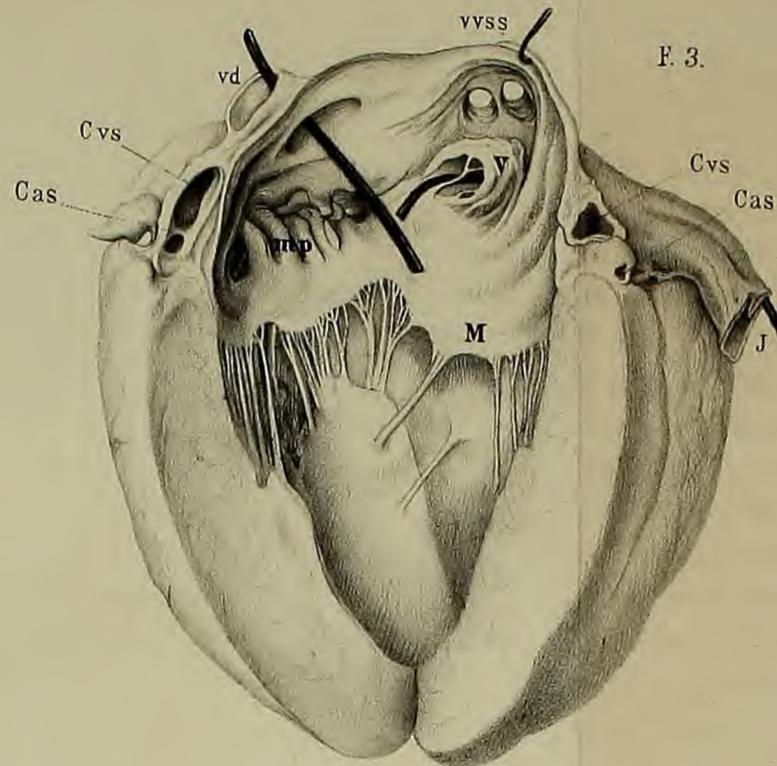
F. 1.



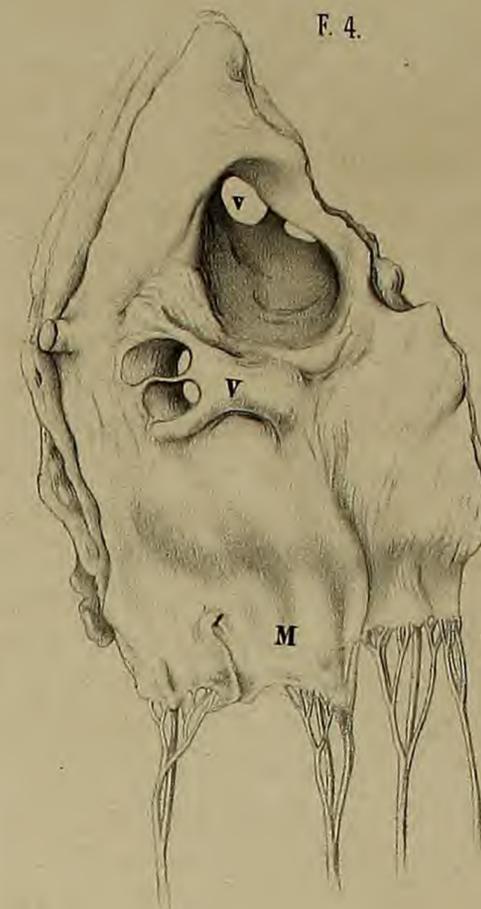
F. 2.



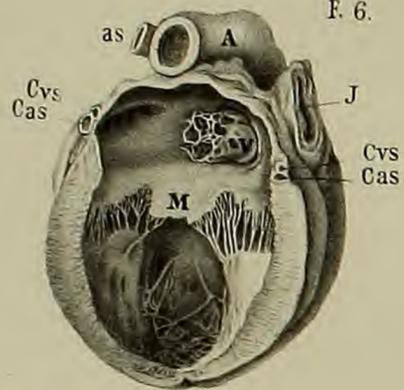
F. 3.



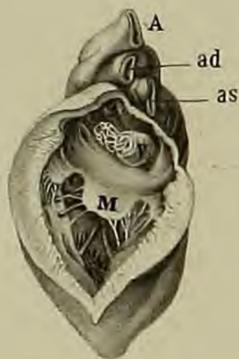
F. 4.



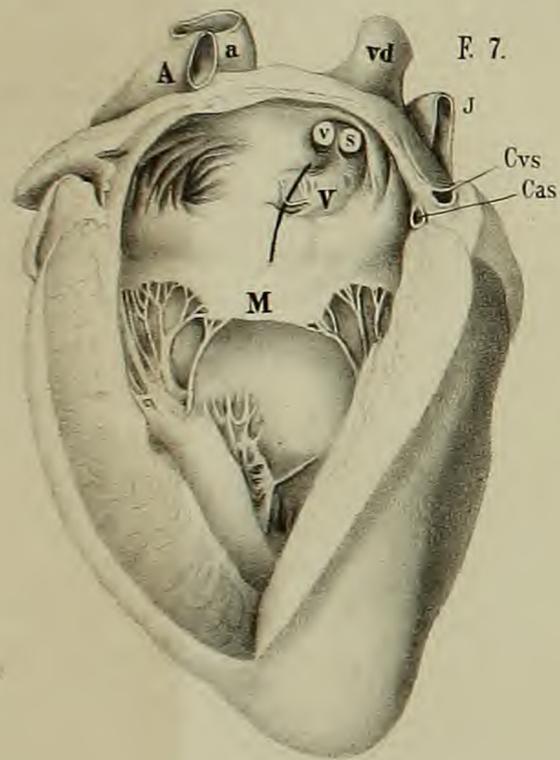
F. 6.



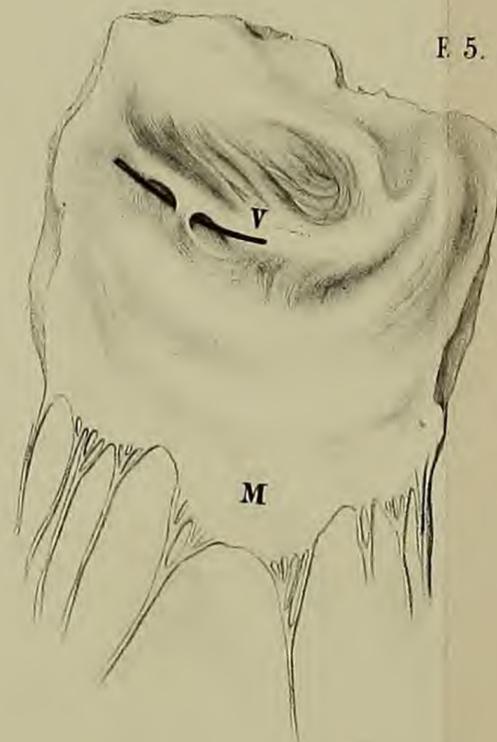
F. 8.



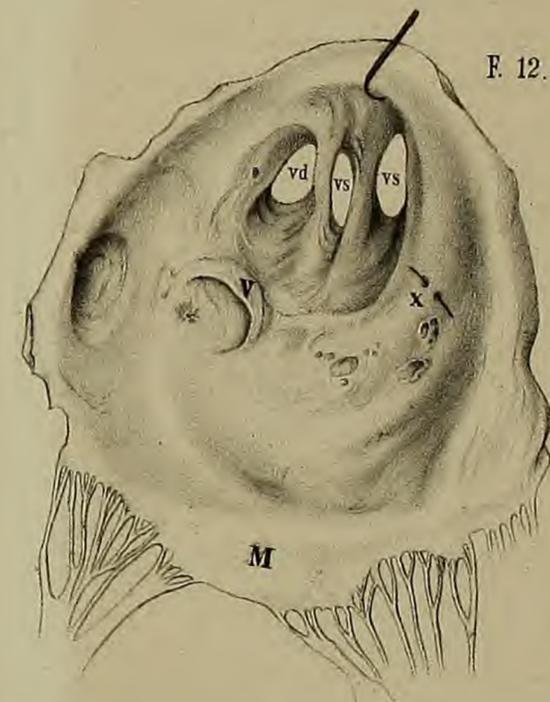
F. 7.



F. 5.



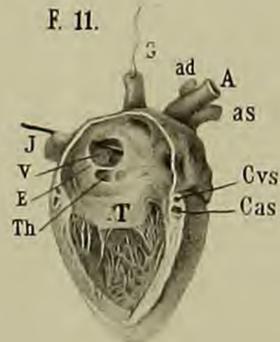
F. 12.



F. 9.



F. 11.



F. 10.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1862-1863

Band/Volume: [4_1862-1863](#)

Autor(en)/Author(s): Bruch C.

Artikel/Article: [Ueber den Schliessungsprocess des Foramen ovale bei Menschen und Säugethieren. 46-62](#)