

mit etwa gleichen Erfolgen gegenüber. Ruhe und Schonung wird einem Eingreifen nach theoretischen Ansichten wohl vorzuziehen sein, und allein fest steht bis jetzt nur, dass die Brandwunden verbunden werden müssen.

VI.

Beiträge zur Anatomie des mittleren Ohres.

Von Dr. A. Magnus.

(Hierzu Taf. II.)

Erstes Kapitel.

Die Hebelbewegungen des Hammers und des Amboss.

1. Die Drehungs-Axe des Hammers.

Ob Hebelbewegungen am Lebenden stattfinden, ist natürlich nicht durch den Augenschein erwiesen. Jedoch werden sie an Präparaten durch mannigfache Manipulationen hervorgebracht, so dass auch ihre Möglichkeit nicht gerade zu geleugnet werden kann. Unrichtig aber erscheint mir die Annahme, dass die Drehungsaxe am Paukenhöhlen-Rande oder im Processus longus, wie die Meisten behaupten, liegt, da schon die direkte Beobachtung guter Präparate lehrt, dass der Ruhepunkt des Hammers am Proc. brevis zu suchen ist. Ob die das Ohr treffenden Luftstösse ebenfalls an den isolirten Punkten ihre Angriffsstellen haben, an welchen beim Experiment die anatomische Pincette angesetzt wird, ist freilich nicht glaubhaft, und deshalb erscheint mir die ganze Annahme jener Hebelbewegungen an und für sich schon mehr als zweifelhaft; unzweifelhaft aber erregen auch die anatomischen Thatsachen vielfache und unabweisbare Bedenken gegen die Annahme der oben bezeichneten Drehungsaxe. Dahin rechne ich zunächst die Lage

der Chorda tympani, welche genau über*) dem Insertionspunkte des Tensor tympani verlaufend, bei jeder Bewegung des Hammers einer Zerrung ausgesetzt wäre, welche um so grösser ausfallen muss, weil ihre Entfernung von dem Proc. longus nicht unbedeutend ist. Dieser Umstand ist besonders deshalb von Bedeutung, weil eine solche Lagerung der Chorda tympani eine Ausnahme eines sonst durchgreifenden Gesetzes wäre, nach welchem die Nerven stets so gelagert sind, dass sie durch die benachbarten Theile möglichst wenig gezerrt werden, ein Gesetz, welches am einfachsten dann zur Ausführung kommt, wenn der Nerv selbst in dem Mittelpunkte der Bewegung liegt. Sollte nun für die Chorda tympani dieses Gesetz zur Geltung kommen, so würde der Ruhpunkt für etwaige Hebelbewegungen des Hammers in dem Proc. brevis mallei liegen müssen, da dieser Fortsatz genau der Stelle entspricht, an welcher der Nerv in der Paukenhöhle den Hammer kreuzt.

Die ferneren Gründe gegen die obige Annahme finde ich in der Lage des Hammers zu der Paukenhöhle. Krause sagt in seinem Handbuche S. 495: die äussere Fläche des Hammerhalses stützt sich gegen den oberen Rand des Einganges der Paukenhöhle. Wie dürftig übrigens diese Beschreibung des ausgezeichneten Anatomen auch sein mag, so ist Krause doch fast der einzige Schriftsteller, so viel ich weiss, bei dem über dieses Verhältniss überhaupt irgend etwas zu finden ist. Andere Schriftsteller, ältere und neuere (Sömmerring, Wildberg, Hyrtl), lassen bei ihrer Beschreibung die Lage des Hammers in der Paukenhöhle ganz ausser Betracht, und geben nur seine Ortsbestimmung zu Trommelfell und Amboss.

Die Schwierigkeit, darüber ins Klare zu kommen, welcher Theil des Hammers anliegt und welches der Punkt ist, an welchen er sich anlegt, ist deshalb so gross, weil diese Theile von Bändern verdeckt sind, bei deren Fortnahme auch das gegenseitige Verhältniss gestört ist: man gelangt aber leichter zur Einsicht des Sachverhaltes, wenn man auf embryonale Zustände zurückgeht.

*) Diese Lage hat die Chorda tympani bei dem Menschen: bei anderen Säugetieren (Elch, Reb, Hirsch) finde ich sie aber unterhalb der Sehne verlaufen.

In einem Embryo aus dem Anfange des dritten *) Monates ist noch keine Spur eines knöchernen Paukenringes zu finden, wohl aber das Trommelfell selbst durch die Form kenntlich und durch Präparation darstellbar; der deutliche Hammer, als Fortsetzung des Meckel'schen Knorpels, ruht mit seinem Kopfe auf der entsprechenden Stelle der fast noch ganz häutigen Schädeldecke, in welcher man eben die erste Spur einer knöchernen Schuppe gewahrt. Die Fig. 1. zeigt diese erste Anlage der knöchernen Schuppe, an welcher auch eine Andeutung der schon jetzt nach aussen hin ausgebuchten Paukenhöhle bemerklich ist.

Gegen Ende des dritten Monates aber finden wir den Paukenring, welcher sich zwischen den Lamellen des Paukenfelles gebildet hat, und zwar, ohne dass man an seiner Stelle vorher einen ähnlich gestalteten Knorpel findet. Er gehört zu den von Kölliker zusammengestellten, nicht präformirten Knochengebilden. Unterhalb der Schuppe, welche etwas später die Gestalt von Fig. 2. zeigt, in der Ebene der fast horizontal liegenden Ebene der Fossa glenoidalis findet er sich von fast kreisförmiger Gestalt, ist aber bekanntlich an der Stelle nicht geschlossen, wo die beiden Schenkel des Ringes an die Schuppe sich anlehnern; von der inneren Seite betrachtet, ist der hintere Schenkel durch den Schuppenteil, a Fig. 2. verdeckt; der andere Schenkel des Paukenringes aber, mit Ausnahme seiner äussersten sehr zarten Spitze, ist auch von der Paukenhöhle her sichtbar, wenn man den Hammer mit dem Meckel'schen Knorpel abhebt, und man erkennt an ihm schon in der ersten Anlage, entsprechend der Stelle, wo der Meckel'sche Knorpel in den Hammer übergeht, eine gegen die Paukenhöhle hervorspringende dreieckige Leiste Fig. 3. d, welche von jener äussersten Spitze c. überragt wird. Hierdurch entsteht an dieser Stelle ein Winkel, in welchem der Hammerhals während der Stadien seiner Entwicklung ruht. Da aber diese dreieckige Leiste ihrer ersten Anlage nach frei in die Paukenhöhle hineinragt, so bleibt

*) Der jüngste Embryo, welchen ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe.

Anfang Februar waren zum letzten Mal die Menses erfolgt: der Abortus vollzog sich am 21. Mai. Die Länge der Frucht $2\frac{1}{2}$ Zoll, die Zunge ist festgewachsen, von Nägeln eine Andeutung, die Finger gesondert.

sie und der von ihr gebildete Winkel auch bei dem Erwachsenen bestehen, wenn auch der ganze übrige Paukenring mit Schuppe etc. knöcherne Verbindungen eingeht. Demnach findet man an dem Rande des Paukeneinganges nach innen einen dreieckigen Vorsprung, welcher, fast rechtwinklig, mit seiner kürzeren Kathete nach hinten, mit der Hypotenuse nach innen sieht, während die längere Kathete mit der äusseren Wand der Paukenhöhle verschmolzen ist. Letztere ist an dieser Stelle nach aussen ausgebuchtet und gewährt dadurch dem keplenförmigen Kopfe einigen Spielraum. Die beiden Flächen der Leiste dienen denjenigen Weichteilen zur Stütze, welche bei Embryonen in der Richtung des Meckel'schen Knorpels, späterhin durch die Fissura Glaseri zum Hammerkopfe gelangen. Der nach innen vorspringenden Ecke gegenüber steht die vordere, innere Ecke des Ambosskörpers, und beide Theile zusammen bilden einen fast vollständigen, nach innen offenstehenden Ring, in welchem der Hammerhals enthalten ist.

In Fig. 5. ist eine Abbildung, welche schematisch die beiden Paukenhöhlen so geöffnet darstellt, dass die beiderseitige Lage der Vorsprünge deutlich wird. Die kürzere Kathete gewährt dem Hammer an seiner vorderen Fläche eine Stütze, neben der er nach aussen und innen so weit hingleiten kann, als es seine Bänder und die äussere Paukenwand gestatten, ohne jedoch irgend eine Art von Gelenkverbindung mit ihr einzugehen. Die Stelle nun, mit welcher der Hammer in diesen Winkel eingeschoben ist, wird bekanntlich seiner dünnern Form wegen Hammerhals genannt: er stellt, von der Seite des Trommelfelles gesehen, einen Ausschnitt dar, welcher, zwischen Capitulum und Proc. brevis gelegen, den Paukenrand zwar umfasst, aber bei seiner Bewegung nach aussen erst in dem Momente von ihm berührt wird, in welchem auch der keulenförmige Kopf die Paukenwand schon erreicht hat. Selbstredend kann also dieser Rand nicht das Hypomochlion jener oben bezeichneten Hebelbewegungen sein, und ebenso wenig der Hals ihren Ruhepunkt darstellen.

Andere Autoren sprechen es auch aus, dass der Hammer übrigens nur mit beweglichen, d. h. elastischen Theilen in Verbindung steht; sie halten aber den Proc. longus für eine hinrei-

chend feste Stütze des Hammers, und es ist eine sehr allgemein angenommene Ansicht der Physiologie, dass die Hebelbewegungen des Hammers sich um den Proc. longus, als der natürlichen Drehungssaxe, vollziehen. Bei einer genauen anatomischen Prüfung der Theile scheint mir aber auch diese Annahme nicht haltbar.

Die Schwierigkeit, instruktive Abbildungen dieses Fortsatzes zu geben, erkennt man schon daraus, dass man eine so grosse Anzahl von einander abweichender Darstellungen bei den verschiedenen Autoren findet: jeder Einzelne fast hat seine eigene Zeichnung entworfen, die mit anderen zuweilen nur flüchtige Aehnlichkeit hat. Aber nicht nur die Darstellung der Form differirt bei den einzelnen Autoren, sondern auch in anderen Angaben gehen sie vielfach auseinander, und während einige so wenig Gewicht auf ihn legen, dass sie seine Existenz im erwachsenen Zustande leugnen, halten es andere dagegen, wie eben bemerkt, für den wichtigen Stützpunkt des Hammers, der diejenigen Bewegungen ermöglichen soll, die das Gehör vermitteln. Krause beschreibt seine Lage, als wäre er genau an das Paukenfell geheftet; Rinne scheint ihn anders befestigt zu denken, da er von einer Torsions-Elasticität *) und einer dadurch gehemmten Hammerbewegung spricht u. a. m. Wir sehen in Bezug auf seine Lage, Form und Bestimmung eine Reihe verschiedener Angaben, von denen in der Wirklichkeit doch immer höchstens eine die richtige sein kann.

Forscht man aber nach dem Grunde dieses in der anatomischen Literatur doch eben nicht gewöhnlichen Faktums, so liegt der Gedanke nahe, dass der Proc. long. mallei möglicherweise in Lage und Form sehr vielen Abnormitäten unterworfen, von der Natur seiner Unwichtigkeit wegen vielleicht gar keiner bestimmten Formation gewürdigt sei. Dem ist aber durchaus nicht so: in einer namhaften Anzahl von Präparaten habe ich niemals eine Abweichung in Bezug auf seine Lage oder Befestigung gefunden; wohl aber finden sich in den verschiedenen Lebensepochen nicht unbe-

*) Prag. Viertelj. 1855. S. 112. Ein Gedanke, der jedenfalls neu ist. Leider ist aus dem Aufsatze nicht ersichtlich, ob der Verfasser eine entsprechende anatomische Anordnung gefunden, wie sie die Gesetze der Torsionselasticität erfordern.

deutende Abweichungen seiner Verhältnisse, die sich besonders in der Sprödigkeit und der im Alter noch grösseren Schwierigkeit seiner Präparation geltend machen. Und es scheint der Grund, weshalb treue Beobachter und anatomische Autoritäten in ihren Darstellungen des Proc. longus dennoch nicht übereinstimmen, der zu sein, dass man seine Verhältnisse im kindlichen Alter maassgebend für seine Bestimmung angenommen. Uebrigens findet er sich in allen Lebensaltern, und ich habe ihn in Präparaten von Greisen völlig isolirbar gefunden, immer an der nämlichen Stelle und von gleicher Gestalt und Befestigung.

Lage des Proc. longus und seine Gestalt.

Bekanntlich ist es viel leichter, den Proc. longus an Kindern zu präpariren, und es ist bei gehöriger Vorsicht nicht nöthig, die Maceration zu Hülfe zu nehmen, um ihn unverletzt zu isoliren, wenn auch, trotz der grösseren Biegsamkeit der Gebilde in dieser Lebensepoche, immerhin seine Zerbrechlichkeit gross ist. Um aber ganz klare Einsicht sich über seine Lagerung zu verschaffen, ist es espriesslich, die embryonalen Epochen zu befragen.

Er gehört zu denjenigen Gebilden des Knochensystems, welche mit am frühesten sich entwickeln. Wenn auf dem Meckel'schen Knorpel die ersten Knochenschilder der Maxilla inferior sich finden, dann ist auch der Proc. longus vorhanden, zu gleicher Zeit, vielleicht sogar schon früher, als der erste feine Knochenkranz des Paukenringes sich zeigt.

Man findet ihn dann, mit seiner ganz wenig dickeren Basis, wie eine sehr feine Gräte, bogenförmig gekrümmmt, in dem noch völlig knorpeligen Hammer leicht beweglich stecken. Er gehört ebenso wie der Paukenring zu den nicht knorpelig präformirten Skeletttheilen, ist übrigens als solcher in der von Kölliker*) gemachten Aufzählung übergegangen.

Im vierten Monat findet sich der Amboss mit dünnen, unterbrochenen Knochenlamellen belegt, der Paukenring ist völlig darstellbar; dann ist der Proc. longus 3 Mm. lang; er wächst späterhin zu 5 und 6 Mm. Länge, eine Maassbestimmung, welche, ohne

*) Kölliker, Gewebelehre. S. 269.

Rücksicht auf seine stark gebogene Gestalt, nur seinen Ausgangspunkt am Hammerkopf und seine Spitze in Anschlag bringt; durch dieses starke Wachsthum unterscheidet er sich von den knorplig präformirten Theilen der Gehörknöchelchen und rangirt auch in dieser Hinsicht mit dem Paukenringe, welcher auch eine bedeutende Grössenzunahme erfährt. (Beide gehen nicht aus den Visceralstreifen hervor, sondern bilden sich aus und in dem Material, welches die Visceralspalten erfüllt.) Freilich ist auch die erste Anlage der Gehörknöchelchen kleiner als ihre endliche Gestaltung, aber einmal ist der Unterschied sehr gering und zweitens geschieht das Wachsthum durch die Auflagerung der knöchernen Substanz und hört damit auch auf.

In den ersten Monaten des Embryonal-Lebens Fig. 6. findet man ihn genau an dem unteren Umfange des Meckel'schen Knorpels anliegen, jedoch ohne allen Zusammenhang mit demselben, eingehüllt in dasselbe fasciale Stratum, welches diesen umgibt; demnach zwar mit dem Paukenfell in derselben Ebene, aber nicht innerhalb desselben, wie Krause ihn beschreibt *). Auch findet er sich nicht mit dem Paukenringe in organischem Zusammenhange, sondern er legt sich über ihn hin, genau unter jener dreieckigen Leiste, welche ich vorhin beschrieben habe. An dieser Stelle sieht man auf der inneren Fläche des Paukenringes eine seichte, schräg verlaufende Furche, welche der bogenförmigen Gestalt des Fortsatzes genau entspricht. In ihr ist er so gelagert, dass seine von aussen und innen plattgedrückte Gestalt sie genau ausfüllt, während die dünnen Ränder nach oben und unten sehen. Gelingt es nun, was bei genauer Kenntniss seiner Lage allerdings nur möglich ist, in einem Präparate aus den höheren Lebens-Epochen den Proc. longus zu isoliren, so findet sich auch hier diese abgeflachte Gestalt und die genau unter dem dreieckigen Vorsprung beschriebene Lage. Die Hauptschwierigkeit der Präparation wird aber von dem fascialen Gebilde bereitet, welches auf das innigste mit dem Fortsazze verwachsen ist und das ich später beschreiben werde.

*) S. 496. Heftet sich genau an den vorderen Rand des Paukenfells und den Sulcus tympani.

Beachten wir einmal diejenigen Schwierigkeiten nicht, welche aus dieser fascialen Befestigung des Proc. longus für jene in Frage gestellte Theorie entspringen, so ist doch aus den obigen Angaben allein schon mehr als unwahrscheinlich, dass ein so zerbrechliches Gebilde, welches mit seiner gebogenen, flachen Gestalt in einer eigenen seichten Furche gelagert ist, von der Natur bestimmt sein soll, eine Axe für solche Bewegungen zu sein, denen man doch unzweifelhaft Leichtigkeit und Präcision zuerkennen muss. Uebri-gens ist das Gebilde so zart, dass einem nicht sehr guten Auge* die abgeflachte Gestalt entgehen wird, wie denn überhaupt diese feinen Theile alle nur mit ziemlich bedeutenden Vergrösserungen zu studiren möglich sind.

Aber auch die vergleichende Anatomie spricht durchaus nicht für die Idee einer Axendrehung um den Proc. longus als einer Drehungsaxe, wiewohl man doch aus vielen anderen Aehnlichkeiten der Theile bei Thieren und Menschen guten Grund *) hat, auch auf ähnliche physiologische Vorgänge zu schliessen. Es findet sich nämlich bei den anderen Thieren, so viele ich wenigstens untersucht habe, der Proc. longus nicht in der Gestalt vor, wie bei dem Menschen. Statt seiner haben die Säugethiere an der vorderen Fläche des Hammerkopfes eine nach vorn gehende Platte, welche an einem entsprechenden Vorsprunge des Paukenhöhlenrandes durch ein kurzes, ziemlich straffes Band befestigt ist. Die bei solcher Befestigung mögliche Bewegung erfolgt nicht im Sinne jener prätendirten Hebelbewegung, sondern man überzeugt sich sehr leicht durch den Augenschein, dass das Befestigungsband die Stelle einer Angel vertritt, um welche sich der ganze Hammer nach innen und aussen dreht, so weit es die knöcherne Nachbarschaft gestattet. So lange freilich der natürliche Zusammenhang aller Theile besteht, ist überhaupt von einer Bewegung des Hammers nicht viel zu merken, eine kaum merkliche Anspannung des Trommelfells erfolgt, wenn man auch recht kräftig den Tensor tympani anzieht. Viel ergiebiger sind die Traktionen, wenn der Amboss beseitigt

*) Ein nicht am wenigsten stichhaltiger Grund scheint mir aber der zu sein, dass einzelne Thiere im Stande sind menschliche, zuweilen gut ausgesprochene Laute von sich zu geben, die sie durch das Gehör gelernt haben.

ist, und dann erst erkennt man mit Leichtigkeit die Bewegungssphäre, welche dem Hammer vermöge dieser Befestigung gegeben ist. Dieser Bewegungsart des Hammers ist auch bei dem Menschen von Seiten des Proc. longus kein Hinderniss entgegengestellt, vorausgesetzt, dass die Traktionen sich innerhalb der Grenzen seiner Elasticität halten, die im späteren Alter allerdings sehr gering ist. Im kindlichen Alter aber, wenn die fasciale Befestigung des Hammers noch nicht den ausreichenden Grad von Festigkeit hat, ist der knöcherne Proc. longus gewiss eine wichtige Stütze seiner Lage, um starke Erschütterungen, welche Jung und Alt gleichmässig treffen, mit mehr Sicherheit zu ertragen. Zu keiner Zeit des Lebens aber wird er durch seine Lage, Form oder Festigkeit der Schwingungsfähigkeit der Gebilde, in die er eingebettet, irgend erheblichen Abbruch zu thun vermögen.

2. Die Hebelbewegungen des Ambosses.

Haben wir nun in dem vorigen Abschnitt gesehen, dass die Idee einer Axendrehung des Hammers um den Proc. longus unabwesliche Bedenken erregen muss, so scheint die Annahme, nach welcher man den kurzen Fortsatz des Ambosses als Verlängerung dieser Axe ansieht, noch weniger anatomischen Boden zu haben. Denn, wenn man auch von dem Umstande absieht, dass es etwas Undenkbare ist in der Verlängerung eines bogenförmig gekrümmten Knöchelchens eine Axe zu finden, so zeigt die Betrachtung zweckmässig hergerichteter Präparate, dass die Verlängerung des Proc. longus mall. nie die ganze Länge des Proc. brevis incudis durchsetzen kann, sondern stets den Körper des Ambosses in der Art von aussen nach innen schräge durchschneidet, dass der Austrittspunkt dieser idealen Linie nicht an der Spitze, sondern schon in der Mitte des kurzen Fortsatzes sich befindet. Ueberdiess liegt die Gelenkfläche für den Amboss an dem Capitulum mall., während sein langer Fortsatz vom Halse entspringt, woraus ohne weiteres ersichtlich ist, dass auch für die Richtung von oben nach unten der Proc. Folianus den kurzen Fortsatz des Incus schräge durchsetzen muss. Es ist demnach keineswegs richtig, was noch neuerdings so gerade hin ausgesprochen ist, dass der Proc. longus mall. und

der Proc. brevis inc. in derselben Höhe, Richtung und Ebene sich befinden.

Unter solchen anatomischen Verhältnissen der beiden Gehörknöchelchen kann also von jener oben angegebenen Axe nicht gesprochen werden; übrigens werden die Verhältnisse noch weniger den Erfordernissen einer solchen Axendrehung entsprechend gefunden, wenn man die Befestigungsart untersucht, welche die Theile unter sich und mit der Nachbarschaft eingegangen sind.

3. Das Hammer-Amboss-Gelenk.

Ehe ich die Befestigung der Gehörknöchelchen in der Paukenhöhle betrachte, wird es in Bezug auf die in Frage stehende Hebelbewegung nothwendig sein, die gegenseitige Abhängigkeit des Hammers und Ambosses von einander zu prüfen. Wir werden sehen, dass die Verbindung, welche durch das sogenannte Hammer-Amboss-Gelenk hergestellt wird, von der Art ist, dass man sich in Rücksicht darauf allenfalls eine gleichzeitige Hebelbewegung der Knöchelchen denken könnte; ich sage allenfalls, weil die Verbindung doch nicht ganz von der Art ist, dass eine vollkommene Solidarität der beiden Knöchelchen erzielt worden ist, und, meines Erachtens, doch eine solche nothwendig wäre, um gleichzeitige Drehungen des Ambosses hervorzurufen, wenn der Hammer einer Hebelbewegung unterworfen ist.

Man hat übrigens in neuerer Zeit eine mangelhafte Beweglichkeit dieses Gelenkes als das Resultat pathologischer Processe bezeichnet, und hierin, sowie in der Ankylose des Steigbügels, den Grund mancher Arten von Schwerhörigkeit gefunden, weil man bei dem physiologischen Hören eine bestimmte Art der Beweglichkeit in diesen sogenannten Gelenken voraussetzt. Es scheint mir, dass diese beiden Annahmen nicht vereinbar sind; denn, entweder sind die beiden Knöchelchen in dem sogenannten Gelenke so fest mit einander verbunden, dass ihre Bewegungen gleichzeitige sein müssen, und dann sind jene Hebelbewegungen möglich; oder das Gelenk ist beweglich, wie andere Gelenke benachbarter Skeletttheile, und dann könnte man wiederum diese bestimmte Beweglichkeit als Postulat des guten Hörens ansprechen. Aber die Solidarität der

beiden Knöchelchen für jene prätendirten Hebelbewegungen annehmen, diese Bewegungen als physiologische Vorgänge des Hörens beanspruchen und dennoch eine mangelhafte Beweglichkeit der Knöchelchen gegen einander als Hinderniss des guten Hörens ansehen: diese beiden Annahmen scheinen mir nicht recht vereinbar zu sein. Welche von beiden aber auf der anatomischen Gestaltung der Theile basirt, soll die folgende Untersuchung erweisen.

Von vorn herein ist ein Umstand auffällig, der dieses sogenannte Hammer-Amboss-Gelenk von allen anderen Gelenken des Skelettes wesentlich unterscheidet: überall nämlich, wo sonst zwei knöcherne Theile durch Gelenke mit einander communiciren, ist der Zweck: „eine regelmässige Bewegung der Theile gegen einander“, und es werden diese Bewegungen durch Muskeln und Sehnen vermittelt, welche über das Gelenk fort von einem Theile zu dem anderen gelangen. Bei dem Hammer-Amboss-Gelenk finden wir nichts dergleichen, da der Amboss bekanntlich ganz und gar nicht als Ansatzpunkt eines Muskels oder einer Sehne sich erweist. Durch diesen Umstand allein schon ist die Natur des Gelenkes als solches sehr in Frage gestellt.

Die Beschreibungen desselben sind übrigens bei den meisten Autoren sehr dürftig und unbestimmt: sie sprechen aber meistens geradezu von einer Kapselhaut, welche das Gelenk einschliessen soll. Eine etwas genauere Schilderung findet sich in dem Aufsatze von Rinne und in Hyrtl's topographischer Anatomie; ältere Autoren geben eine genaue Beschreibung der Gelenkflächen, ohne aber auf die Wirkung seiner Einrichtung näher einzugehen.

Das Gelenk zeigt bei den verschiedenen Familien der Säuge-thiere verschiedene Gestaltung: zwei recht heterogene Typen finden sich bei Wiederkäuern und bei Cervus; bei ersteren sind die Gelenkflächen fast kreisrund und glatt, mit einer kaum merklichen sehr sanften Unebenheit versehen, so dass man die beiden Knöchelchen, wenn ihre übrige Befestigung getrennt ist, ganz leicht mit ihren artikulirenden Flächen gegen einander verschieben kann. Dagegen finden sich bei Cervus die unregelmässigen Gelenkflächen mit so stark hervorspringenden Kanten und einspringenden Winkeln versehen, dass die Einrichtung so erscheint, als ob die beiden

Knöchelchen in einander eingefügt werden sollten, und es ist nicht möglich, auch nach Trennung der übrigen Befestigung, sie gegen einander zu verschieben, wenn man die Gelenkflächen in ihrer natürlichen Lage auf einander gepasst hat. Trotz dieser Verschiedenheit der knöchernen Anlage ist ihre gegenseitige Unbeweglichkeit, so lange der natürliche Zusammenhang besteht, bei beiden Formen gleich, und zwar vollständig. Bei jener durch eine feste, das ganze Gelenk umhüllende Bandmasse, welche so straff ist, dass man zwischen den beiden Knöchelchen gar keine Furche wahrnehmen kann, während bei *Cervus* diese Bänder weniger stark sind, weil eben die Form der knöchernen Gelenkflächen geeigneter ist, die Verschiebbarkeit der beiden Knöchelchen gegen einander zu hindern.

In Bezug auf den Grad der Unebenheit in seiner knöchernen Anlage steht das menschliche Hammer-Amboss-Gelenk zwischen jenen beiden Typen gewissermaßen in der Mitte; die Gelenkfläche am Hammer zeigt zwei Felder, ein oberes äusseres und ein unteres inneres, welche an dem hinteren Umfang des Hammerkopfes gelegen, durch ihren allmäglichen Uebergang ineinander eine spiraling gewundene Fläche darstellen. Der Amboss ist an seiner Gelenkfläche analog gebildet, und, indem er den Hammerkopf von zwei Seiten umfasst, reitet er auf demselben, macht also jedwede Bewegung desselben mit. Die Festigkeit dieser Verbindung wird noch vergrössert durch eine kammartige, ebenfalls spiraling gewundene Erhöhung auf der Ambossfläche, welche sich genau in einen entsprechenden Eindruck auf der Hammerfläche einpasst. Diese so gestalteten Flächen sind durch eine Lage eines festen Zellgewebes verbunden, welches sich unmittelbar an die Flächen ansetzt, und wovon eine etwas stärkere Lage an dem inneren Rande des Gelenkes sich findet und daselbst ein stärkeres Band bildet, welches auch bei sehr jungen Embryonen und Kindern nachweisbar ist.

Die histologische Formation dieses Zellgewebes ist von der gewöhnlichen in mancher Hinsicht abweichend, und soll in einer späteren Untersuchung näher geschildert werden. Hier will ich nur anführen, dass sich dieselbe Art des Zellgewebes noch an mehreren Stellen des mittleren Ohres findet, und zwar an dem

kurzen Fortsatz des Ambosses, an der Umbiegungsstelle der Sehne des Tensor tympani, welche ich für die Folge Trochlea nennen will, endlich an dem Fusstritt des Steigbügels. An allen diesen Stellen, gewissermaassen den Endpunkten des elastischen Hörapparates, findet sich dieselbe Formation, deren Weichheit und Zartheit im kindlichen Alter sehr gross ist, mit den Jahren aber regelmässig solche physiologische Veränderungen erleidet, dass man in den vollkommen funktionsfähigen Organen erwachsener Personen sie stets bei weitem derber, zäher und auch spärlicher findet. Eine Bemerkung, die ich an Menschen und Thieren in gleichem Maasse gemacht habe.

Dass aber das sogenannte Hammer-Amboss-Gelenk von einer Synovialhaut ausgekleidet sei und Synovialflüssigkeit enthalte, muss ich entschieden in Abrede stellen, da ich auch an ganz frischen Präparaten keine Spur einer Epithelial-Schicht habe wahrnehmen können. Unter solchen Umständen bin ich der Ansicht, dass hier gar kein Gelenk existirt, sondern, dass die beiden Knöchelchen durch elastisches Gewebe mit einander verbunden sind, und demnach in ihren Bewegungen von einander etwa in derselben Art abhängig sind, wie die durch den Intervertebral-Knorpel verbundenen Wirbelkörper. Um die Art ihrer Beweglichkeit zu prüfen, habe ich mir Präparate angefertigt, in denen die ganze innere Paukenwand fortgenommen, Hammer und Amboss aber in natürlicher Befestigung geblieben sind. Befestigt man dann auf die Endpunkte dieser beiden Knöchelchen seine Nadeln, so werden die Bewegungen dieser beiden Punkte mit Genauigkeit zu verfolgen sein. Sobald man nämlich den Kopf des Hammers nach aussen oder innen zerrt, erfolgt eine entgegengesetzte Bewegung des Manubrium, und zu gleicher Zeit sieht man bei Spannung des Trommelfells den langen Schenkel des Ambosses allerdings auch nach innen, aber zugleich nach vorn weichen oder sich dem Handgriff nähern, während er sich von ihm entfernt, wenn man das Manubrium mallei nach aussen drängt. Bei der ersten Bewegung wird der obere Theil des Hammer-Amboss-Gelenks angespannt, was man zu seinem Leidwesen oft genug inne wird, wenn ein nur einigermaassen starker Zug die übrigbleibende Schleimhaut und die ganze

Verbindung sprengt. Sehr zart in der Kindheit, bei weitem fester im erwachsenen Individuum, erträgt ein solches Präparat eine ganze Reihe von manuellen Untersuchungen, die wenigstens den entschiedenen Nutzen haben, die Tendenz der Bewegung zu erweisen, welche die so überaus combinirte Gestalt und Verbindung den Theilen anweist*). Die bekanntlich von hinten nach vorn verlaufende Sehne des Stapedius muss also durch die Bewegung des langen Fortsatzes des Ambosses nach vorn angespannt werden, und bei seiner Bewegung nach hinten erschlaffen. Je frischer das Präparat ist, desto gespannter findet sich das Trommelfell und dem entsprechend alle anderen Sehnen im mittleren Ohr, und es ist unzweifelhaft, dass der normale Zustand dieser Theile ein straff gespannter ist.

Die oben geschilderten Manipulationen bringen eine Art von Bewegung hervor, welche am passendsten mit dem Namen einer Hebelbewegung bezeichnet wird, wenn man auf die wechselseitige Lage des Hammerkopfes und des Manubrium mall. Rücksicht nimmt; dass aber diese Bewegungen ihren Stützpunkt nicht in der bisher angenommenen Axe, sondern tiefer unten in dem Processus brevis haben, ist aus dem Anblick des Präparates ersichtlich, und wird durch die Art der Befestigung der beiden Knöchelchen in der Paukenhöhle unzweifelhaft.

4. Die Befestigung des Ambosses in der Paukenhöhle.

Was zunächst die Befestigung des kurzen Schenkels des Ambosses anlangt, so sind die Beschreibungen in den Handbüchern ziemlich übereinstimmend und äusserst kurz gefasst.

Krause in seinem vielfach angeführten Lehrbuche sagt: das Crus breve ist quer nach hinten gegen die Oeffnung der Cellulae mastoideae gerichtet und an seinem hinteren Ende durch eine Gelenkfläche und ein Kapselband in einer Vertiefung des Bodens der Paukenhöhle befestigt**). Uebereinstimmend mit dieser Beschrei-

*) Rinne hat es versucht, durch Schlussfolgerung sich diese Bewegungssphäre klar zu machen, ist aber zu ganz anderen Resultaten gekommen, als sie der Augenschein mit vollkommener Evidenz angiebt.

**) Auffallend ist bei dieser Beschreibung, dass der betreffende Theil der Pauke

bung sind die Abbildungen der Art gegeben, dass der kurze Fortsatz mit seiner ganzen Fläche frei in die Pauke hineinsieht, seine Befestigung aber nur an der äussersten Spitze dargestellt ist.

Allerdings stellen sich diese Verhältnisse in dieser Art dar, wenn man die Pauke von Innen her öffnet und mit dem Boden derselben zugleich den hinteren Umfang entfernt, wie dies bei den meisten Präparationsweisen, und zumal bei Kindern stets geschieht. Ein anderes, richtiges Bild aber erhält man dann, wenn man nur die Decke der Pauke entfernt, und von oben her die Lage des kurzen Fortsatzes betrachtet.

Es findet sich nicht nur eine Vertiefung, sondern eine vollkommene Nische, welche circa $1\frac{1}{2}$ Mm. tief, etwa den fünften Theil des kurzen Fortsatzes in sich aufnimmt. Noch tiefer, als bei dem Menschen, finde ich diese Grube bei dem Reh, bei dem fast die Hälfte des Fortsatzes, wie in einer Scheide, enthalten ist. Fig. 7. c. Fig. 8. c. Diese Einrichtung könnte für jene Idee der Axendrehung um den Proc. brevis incudis von Bedeutung sein; jedoch ist die Grube einmal weiter und geräumiger, als der Fortsatz, so dass von einer Stütze nicht recht die Rede sein kann; dann aber ist die Befestigung nicht von der Art, dass eine Axendrehung begünstigt wird.

Soweit nämlich der Fortsatz in der Grube enthalten ist, setzt sich an ihn jenes, zähe Bindegewebe, welches die ganze Grube erfüllt, und zuweilen einige festere Faserbündel enthält *). Die bedeutendste Masse derselben aber findet sich auf dem inneren Umfange des Fortsatzes an einer Stelle **), welche bei älteren Embryonen und jungen Kindern sich als eine seichte Grube darstellt und an getrockneten Präparaten durch eine dunklere Farbe sich auszeichnet. Diese Farbe röhrt davon her, dass an dieser Stelle die knorpelige Grundlage des Knöchelchens längere Zeit dem Verknöcherungsprozesse widersteht; an den Präparaten von erwach-

als „Boden“ bezeichnet wird, während doch die Apertura cell. mast. am hinteren Umfange der Paukhöhle, der Amboss aber sich im Niveau der äusseren Paukenwand findet,

*) Pappenheim beschreibt dergleichen.

**) Siehe Fig. 9 a.

senen Personen ist die Stelle durch eine gewisse Rauhigkeit ausgezeichnet, ist vermutlich nicht mit Knochenhaut bekleidet, weil an ihr eben das Band unmittelbar mit dem Knochen verwachsen ist.

Diese eben geschilderte Verbindung hat keine Aehnlichkeit mit einer Kapselhaut, wie sie den Gelenken eigenthümlich ist, auch findet sich keine Andeutung eines Gelenkkopfes oder Apophysen-Bildung während der Entwickelung, welche die Idee rechtfertigen könnte, ihn als den Endpunkt einer Drehungsaxe anzusehen. Vielmehr überzeugt man sich an zweckmässigen Präparaten durch die Loupe, dass der Amboss sich nicht um den kurzen Fortsatz dreht, sondern dass dieser Fortsatz, während jener mechanischen Hebelbewegungen nach aussen und innen, den Bewegungen des Hammerkopfes folgt, und demgemäß die innere und äussere Portion des elastischen Gewebes in Spannung gesetzt wird. Wäre der Proc. brevis incudis wirklich die Drehungsaxe dieser Bewegung, so müsste er nothwendig das an ihn sich ansetzende Gewebe gleich einer Spindel um sich selbst aufrollen, und man würde die äussere und innere Portion desselben zu gleicher Zeit in Spannung versetzt sehen, nicht aber abwechselnd; bei der Bewegung nach aussen die innere und bei der Bewegung nach innen die äussere Portion, zum deutlichen Beweise, dass die Drehungsaxe des Ambosses ausserhalb des Proc. brevis liegt.

Die übrige Befestigung des Ambosses (*Ligamentum incudis autorum*) ist bei weitem zarter, kann der Bewegung desselben wohl keine bestimmte Norm anweisen, giebt aber in ihrer Form und Richtung ebenfalls keine Andeutung, dass es für die Bethätigung jener Axendrehung bestimmt sei.

5. Die Befestigung des Hammers in der Pauke.

Ebensowenig finde ich in der Befestigung des Hammers irgend eine anatomische Vorrichtung, welche geeignet wäre, dem Hammer jene bestimmte, regelmässige Bewegung vorzuschreiben; nirgends eine Gelenkverbindung oder eine Sehnenschleife, oder ein ausgehöhlter Knorpel, oder ein Schleimbeutel etc. —, wie die Natur sie sonst anbringen mag, um dergleichen sich vielfach wiederholende

Bewegungen zu sichern und zu erleichtern, Bewegungen, auf denen nach der Deutung der Physiologen die Thätigkeit des Organes mit beruhen soll; sondern ein einfacher fascialer Apparat, der den Hammer gleichmässig und allseitig mit seiner knöchernen Nachbarschaft verbindet und denselben als den mittleren knöchernen Theil einer in der Paukenhöhle ausgespannten Membran erscheinen lässt, welche in ihrer ganzen Ausdehnung ähnlicher Vibrationen fähig sein muss, wie der Theil von ihr, welchen das Trommelfell darstellt.

Die Beschreibungen dieses Apparates sind in den Handbüchern sehr dürftig und verschieden; auch hier scheint der Grund davon auf dem Umstände zu beruhen, dass im Verlaufe der Entwicklung und des späteren Lebens mannigfache Veränderungen sich einstellen, von denen die mit dem Alter zunehmende Rigidität wohl die wichtigste ist. Sicher ist sie die Veranlassung, dass man Theile der Membran, die in der Jugend weich, locker und leicht verletzlich sich erweisen, als Schleimhautfalten gedeutet hat, im Alter dagegen dieselben oder andere Abtheilungen des Apparates, die mittlerweile stärker und straffer geworden, als Abnormitäten anzusprechen sich veranlasst gefühlt hat*). Dieser Irrthum ist bei diesen Theilen deshalb um so leichter erklärlich, je mehr man gewohnt ist, diese schwierig zu präparirenden Theile des Ohres an jungen Individuen zu studiren.

Andere Theile des Apparates, welche von älteren Anatomen gesehen und beschrieben worden, sind aus den neueren Handbüchern verschwunden. Krause führt als Bandapparat des Hammers das Lig. mall. superius an, ohne eine genauere Beschreibung seiner Ausdehnung zu geben, lässt es ungewiss, ob die zur Fissura Glaseri gehenden Weichtheile Band oder Muskel sind und spricht dann noch von dem Kapselband des Hammer-Amboss-Gelenks. Dass die Befestigung des Hammers nicht durch diese Bänder allein vermittelt ist, kann man an jedem einigermaassen sorgfältig hergestellten Präparat erkennen; es sind vielmehr in der Paukenhöhle so vielfache und complicirte Bänder ausgespannt, dass auch

*) Troeltsch, Virch. Archiv 1859. 1. Heft. Sect. VIII.

hier die Betrachtung embryonaler Stadien wesentlich, ja nothwendig zu ihrem Verständniss erscheint.

In einem neun Wochen alten Embryo findet sich nach Fortnahme der sehr dünnen und weichen Oberhaut, in welcher die Stelle des äusseren Ohres durch zwei Höckerchen angedeutet ist, eine zweite membranöse Lage, welche das Schädeldach repräsentirt. Eine rundliche, ganz seichte Vertiefung zeigt das Trommelfell, welches genau den durchschimmernden, noch gänzlich knorpligen Gehörknöchelchen aufliegt; trennt man am hinteren Umfange dieser Vertiefung das Trommelfell ab, so findet man dasselbe in unmittelbarem Zusammenhange und von ganz gleicher, nur viel zarterer Textur mit derjenigen membranösen Lage, in welcher oben die Schuppe und vorn die Unterkiefer zu entstehen angefangen. Der Handgriff des Hammers, welcher als ein kleines, vom Hammerhals im rechten Winkel abgehendes Knötchen sich darstellt, ist mit dem Trommelfell verwachsen. Hat man aber von Innen her die noch sehr weichen Bogengänge und die Schnecke entfernt, und zieht man die Gehörknöchelchen mit sehr leisem Zuge etwas an, so sieht man dieselben mit einer schmalen membranösen Falte in Verbindung, die ebenfalls in jene ebenbezeichnete unmittelbar übergeht *). Das Verhältniss ist demnach folgendes: diejenige Membran, welche das Hirn einschliesst, ist in verschiedene Lagen differenzirt, welche oben die Schuppe, vorn den Unterkiefer, unten die Gehörknöchelchen einschliessen, und an den Grenzen der eingelagerten Gebilde wieder miteinander verschmelzen. Die durch die eingelagerten Organe entstehenden Falten sind die Anfänge der Bänder, welche im dritten Monat schon so weit ausgesponnen sind, dass man ihre Bestimmung gut erkennt.

Fig. 10. zeigt das Lig. mall. und Lig. inc. superius; ferner den Uebergang der den Meckel'schen Knorpel umhüllenden Membran in das Trommelfell und in das Lig. mall. In diesem Theile der Fascie findet sich der Proc. Folianus jetzt noch ziemlich locker eingebettet.

Fig. 11. enthält die Darstellung der Theile von einem circa

*) Die sehr schwierige Darstellung dieser Verhältnisse habe ich in Fig. 10 zu geben versucht.

4 Monate alten Embryo, und zwar ebenfalls nach Fortnahme der inneren Paukenwand. In dieser Abbildung findet sich die Bezeichnung *g* für diejenige Hautfalte besonders gebraucht, welche, an der innern Seite des Unterkiefers gelegen und mit seinen Gelenkbandern in continuirlichem Zusammenhange, die Grundlage derjenigen Weichtheile ausmacht, welche zwischen Keilbein und Felsenbein zum mittleren Ohr gelangen. Der Uebergang dieses Stratums *g* in das Lig. superius, welches mit *s* bezeichnet ist, und seine unmittelbare Zusammengehörigkeit mit dem Trommelfell ist auch in dieser Entwickelungsstufe noch vollkommen deutlich; jedoch lässt sich schon hier diese Schicht als eine besonders sich abhebende bis zum hinteren Umfange des Paukenringes (*i*) deutlich nachweisen. Auf diesem Wege setzt es einige Fasern (*h*) an das Manubrium (*m*), bleibt aber in der Gegend des Proc. brevis sehr genau mit diesem und dem Trommelfell verwachsen, giebt einige wenige Fasern an den langen Schenkel des Ambosses (*h'*) und endigt mit dem Paukenfell zusammen in dem Sulcus des Paukenringes. Erwägt man, dass bei der Fortnahme der nach innen von der Pauke gelegenen Theile auch der Zusammenhang der Hautfalte *g* mit der inneren Paukenwand zerstört ist, so hat man in Fig. 11 das vollständige Bild der zum Hammer und Amboss gehörigen Weichtheile; es sind dies nämlich das Ligamentum superius, der Tensor tympani und das zwischen Manubrium mallei und dem hinteren Umfange des Sulcus tympani ausgespannte Stratum (mit seinem zum langen Schenkel des Ambosses gelangten Anhange), welches von Tröltsch neuerdings mit dem Namen der hinteren Tasche belegt ist. Wir haben gesehen, dass alle diese Theile zusammengehören, sie liegen auch sämmtlich in derselben Ebene und haben eine mit dem Trommelfell parallele Richtung.

Diese Verhältnisse ändern sich aber im Verlaufe des Wachstums wesentlich durch zwei Vorgänge:

- 1) durch das Hinzukommen neuer Knochentheile, welche die Fossa glenoidalis vergrössern und die Paukenhöhle, sowie die knöcherne Tuba Eustachii zwischen die ursprünglich eng aneinander gerückten Gebilde herstellen;

2) durch den Abschluss der Pauke gegen das Unterkiefergelenk, wodurch der früher continuirliche Zusammenhang der Weichtheile zum grösseren Theile unterbrochen und auf die spärliche Communication beschränkt wird, welche die Fissura Glaseri gestattet. Fig. 8. ist ein Präparat aus dem linken Ohr. von der inneren Paukenwand gesehen.

Die Bezeichnung der einzelnen Regionen ist möglichst der Fig. 11. gleich gemacht, so dass die Vergleichung desto leichter sein wird.

Die mit grossen Buchstaben bezeichnete punktierte Umgebung stellt die Wände der Paukenhöhle und die Ansatzpunkte der Fascie dar. Die Schuppe ist mit S bezeichnet, das Keilbein mit K, der knöcherne Gehörgang und der Proc. mastoideus mit B, die Pyramide mit P. Diese knöchernen Grenzen der Pauke stellen einen Hauptunterschied zwischen dem embryonalen und dem erwachsenen Organe dar, und man sieht deshalb die in Fig. 11. allseitig in die benachbarten Gebilde sich direkt fortsetzende Membran hier durch bestimmte, feste Grenzen bezeichnet.

Ausserdem aber ist die Hautfalte g, welche ein continuirliches, dem Trommelfell paralleles Ganze bildete, durch die knöcherne Tuba Eustachii (E) in zwei Portionen getrennt, von denen das an der Pyramide gelegene Bündel der Tensor tympani ist und für sich die Bezeichnung g erhalten hat, das andere aber, welches an das Keilbein sich ansetzt und den Proc. longus einschliesst, mit zu demjenigen gehört, welches mit s bezeichnet ist und als continuirliche Fortsetzung des Lig. mallei superius sich erweist. Zwischen diesen beiden Portionen findet sich aber ein Zwischenband, welches mit g' bezeichnet ist, dessen gewundene Fasern fächerförmig sich ausbreiten und durch ihre ganze Form und constantes Dasein hinreichend es darthun, dass in früheren Epochen hier eine zusammenhängende Membran bestanden hat. Vergleiche Fig. 8.

Es ist vorhin bemerkt, dass in Fig. 10 u. 11 die Hautfalte g von ihrem Insertionspunkt an der inneren Paukenwand gelöst worden. Dieser Punkt ist die Trochlea und in Fig. 8 und 12 mit t bezeichnet. Schon in sehr frühen Entwickelungsstadien bemerkt man daselbst ein rundes Knöpfchen, welches dieselbe Structur

hat, wie das noch völlig knorpelige Felsenbein. Bei dem ferneren Wachsthum spinnt sich von ihm die Sehne des Tensor tymp. aus, die aber weder jetzt, noch in irgend einem Lebensalter eine freie Beweglichkeit in diesem späterhin verknöchernden Organe zeigt; das Knöpfchen selbst wird grösser und unterscheidet sich von der Sehne durch seine runde, dickere Form; an ihm selbst setzen sich sonst keine Fasern der Membran an, und so entsteht bei der allmälichen Vergrösserung der Theile zwischen der Sehne des Tensor tymp. und dem etwas concaven Rande des Zwischenbandes g' eine längliche Lücke, welche nur durch Schleimhaut verkleidet ist, nach deren Beseitigung, wie in Fig. 8 und 12 ersichtlich, die Faserzüge des Trommelfelles in einiger Entfernung sichtbar werden.

Dass die Sehne k nicht an dem Manubrium mall. allein, sondern vorzugsweise an dem Trommelfell in unmittelbarster Nähe des Proc. brevis mall. sich inserirt, wird schon von älteren Anatomen bemerkt; was aber weniger beachtet und wohl erst aus der Betrachtung früherer Entwickelungsstufen ersichtlich wird, ist der unmittelbare Zusammenhang dieser Sehne mit demjenigen Gebilde, welches neuerdings unter dem Namen „hintere Tasche“ beschrieben worden. Die Wichtigkeit dieses Zusammenhangs scheint mir darin zu bestehen, dass der obere Umfang des Trommelfells, gegen den der Proc. brevisandrängt, durch diese Sehne verstärkt wird und zwar hauptsächlich durch den Umstand, dass der nach hinten abgehende Theil derselben (i), wie aus den früheren Bemerkungen ersichtlich, in dem Sulcus tympani einen knöchernen, also festen Insertionspunkt gewinnt. Auf diese Weise wird zwischen Trochlea und dem hinteren Umfange des Sulcus tympani ein sehniges, verhältnissmässig starkes und elastisches Band winkel förmig hingestellt, in welchem der Hammer mit seinem kurzen Fortsätze ruht, und dasselbst eine kräftige Stütze hat, wenn von Innen her gegen das Trommelfell andringende Luftstösse seine Lage gefährden.

In Bezug ihrer histologischen Bildung verweise ich auf die Arbeit von Tröltzsch, in welcher der Autor zu dem Resultate gelangt, dass die „hintere Tasche“ sich von den anderen fascialen Gebilden dieser Region, namentlich von dem Trommelfell, nicht

wesentlich unterscheidet, ein Resultat, welches meinen Angaben über seine Entwicklung entspricht.

Der schon bei Fig. 10 u. 11 angedeutete Zusammenhang des Stratum g mit dem langen Schenkel des Ambosses, der in jenem frühen Stadium genau an dem Trommelfelle anliegt, stellt sich bei dem Erwachsenen als ein zartes, aber durchaus constantes Band dar; es entspringt in unmittelbarster Nähe des hinteren Randes des Manubrium mall. von dem Saume der hinteren Tasche, und indem es sich zuspitzt, inserirt es ziemlich genau in der Mitte des Crus longum. Durch diese Verbindung wird der Fortsatz in direkte Abhängigkeit von den Bewegungen des Trommelfells gebracht, und bei Erkrankung der Schleimbaut des mittleren Ohres eine natürliche Brücke für krankhafte Verwachsungen gegeben. Fig. 8 b'.

Die Aenderung der embryonalen mit dem Trommelfell parallelen Lage dieser Faserzüge in eine zu demselben schräge oder senkrecht verlaufende ist ohne Weiteres aus der Bildung der Paukenhöhle und ihrer allmälichen Vergrösserung verständlich.

Letztere beruht wesentlich auf der Bildung des Proc. mastoideus und der Vergrösserung der Fossa glenoidalis; hiedurch wird ein Auswärtsrücken des hinteren, unteren und vorderen Umfanges des Paukenfelles zu Wege gebracht. Im oberen Umfange scheint die Stellung desselben sich nicht in dem Maasse zu ändern, ein Umstand, der für die Herstellung seiner trichterförmigen Gestalt einigermaassen durch das Wachsthum des Proc. brevis ausgeglichen wird, in so fern dadurch wenigstens die äusseren Lagen der Membran etwas nach aussen gedrängt werden.

Während diese Veränderung in der Peripherie des Trommelfells zu Stande kommt, bleibt die Mitte desselben mehr und mehr dagegen zurück, und zwar deshalb, weil die mit Trommelfell und Hammergriff verwachsene Sehne des Tensor *tymp.* mittels ihrer Festigung in der Trochlea den Hammergriff in der ursprünglichen Lage festzuhalten strebt. Sehr ersichtlich ist dieser Vorgang aus der Richtung der Sehne gegen die Ebene des Trommelfelles und den mit ihm verwachsenen Handgriff des Hammers; es ändert sich nämlich diese Richtung mit der fortschreitenden Vergrösserung der Pauke; denn während die Sehne bei Embryonen und sehr jungen

Kindern senkrecht auf dem Trommelfell und dem Hammergriff steht, bildet sie bei Erwachsenen nach unten hin mit demselben einen spitzen Winkel, nach oben einen stumpfen, eine Aenderung, die allein dadurch zu Wege gebracht werden kann, dass der Hammer um ihren Insertionspunkt sich wie um einen Mittelpunkt mit seinem Kopfe nach aussen gedreht hat. Auf diese Weise entsteht der in dem Embryo bekanntlich nicht existirende Umbo des Trommelfells, der auch in der ersten Kindheit noch viel unbedeutender sich markirt, als bei dem Erwachsenen. Diese letztere Thatsache ist ein unabweislicher Grund gegen die Annahme, dass der Umbo des Trommelfells durch den, während des Fruchtlebens abgeschlossenen, bei der Geburt aber dasselbe treffenden Luftdruck entstehen soll.

Der in Fig. 11 u. 12 mit s bezeichnete Faserzug endigt oben mit einem halbmondförmigen, concaven Rande, der schon in sehr frühen Entwickelungsstadien kenntlich ist. Die Beschreibungen des Lig. m. sup. beziehen sich lediglich auf diesen Randtheil, welcher, Dank seiner grösseren Festigkeit, seltener der Beobachtung entzogen wird. Dieser Rand liegt mit der Sehne des Tensor tymp. in derselben Ebene und hat demnach für den Kopf des Hammers eine gleiche Bedeutung, wie letztere sie für den mittleren Theil des Hammers hat, nämlich seine Sicherstellung gegen die von Innen her andringenden Gewalten, und zwar halten sich diese beiden Befestigungen das Gleichgewicht, weil ihre Richtung meist eine parallele ist; jedoch finden sich in dieser Hinsicht vielfache und dem Grade nach verschiedene Abweichungen. Es ist aber das Lig. m. superius kein besonderes, abgegrenztes Band, sondern es steht in continuirlichem Zusammenhange mit dem zwischen dem Hammerkopf und seiner knöchernen Nachbarschaft ausgespannten Bande, welches seiner Flächenausbreitung wegen als Fascie bezeichnet werden muss. Seine Textur unterscheidet sich durchaus nicht von der hinteren Tasche oder dem Trommelfell; in dem zur Fiss. Glaseri gehenden Theile hat man zuweilen Muskelfasern wahrgenommen.

Diese Fascie findet ihre Befestigung einerseits an der Decke der Pauke (Schuppentheil des Schläfenbeins), an dem mit einander communicirenden Keilbein und Pyramide (Fissura Glaseri), wo auch der Proc. Folianus seiner ganzen Länge nach in das Band verwebt

ist, und verschmilzt endlich mit dem vorhin beschriebenen Zwischenbande g' ; andererseits setzt es sich an den Hammerkopf, Ursprung des Proc. Folianus und Hammerhals bis zum Insertionspunkte der Sehne des Tensor tymp., an diesen Theilen verfolgt sie eine Linie, welche am Scheitel des Kopfes oben *) und etwas nach innen beginnend, sich von da nach aussen vorn, unten und wiederum nach innen windend den Hammerkopf spiralförmig ganz und gar umkreist, so dass er nach allen Richtungen mit elastisch schmiegbaren Gebilden eben so umgeben ist, wie es auch mit seinen übrigen Theilen durchaus der Fall ist. Namentlich ist auch der Proc. longus mallei mit dieser elastischen Membran, die oberhalb und unterhalb der dreieckigen Leiste verläuft, der Art verwachsen, dass er selbstständig in ihr keinerlei Drehung machen kann, sondern nur alle diejenigen Locomotionen erleiden kann und muss, welche die mit dem Hammer straff verwachsene Membran selbst durch irgend welche Gewalten zu machen gezwungen sein mag. Und hierin scheint mir der letzte, und, wenn es nach dem Früheren nöthig wäre, der entscheidende Grund zu liegen, weshalb man die Idee aufgeben muss, für irgend welche Hebelbewegungen des Hammers den Proc. longus mall. als Axe anzusprechen.

6. Die Hammermuskeln.

Diese von mir beschriebenen Strata stellen (mit Ausnahme der Schleimhaut und Nerven) den ganzen Inhalt des mittleren Ohres an Weichtheilen dar. Sie bewahren ihren ursprünglichen Zusammenhang das ganze Leben hindurch, sind aber von den Autoren in verschiedene Abtheilungen gebracht und als Bänder oder Muskeln beschrieben; einige Partien des Gebildes, welches ich mit dem Collectiv-Namen einer Fascie belegt habe, sind gänzlich mit Stillschweigen übergangen, weil man sie entweder für Schleimhautfalten erklärte, oder bei der Präparation möglicherweise so häufig vermisst hat, dass man sie zu der Zahl derjenigen Organe rech-

*) Bei dieser Beschreibung ist die Stellung des Hammers und Trommelfells vertical zum Erdboden gedacht, was bekanntlich nicht richtig, aber für die Deutlichkeit zweckmässig ist.

nete, welche ihre Unwichtigkeit durch die Unbeständigkeit ihres Vorkommens documentiren.

Was diesen letzteren Umstand anlangt, so habe ich zwar in einer namhaften Anzahl von Präparaten die oben beschriebene Fascie mit ihren Anhängen stets gefunden, und zwar auf einer zum Alter des Individuums verhältnissmässig stets gleichen Entwickelungsstufe; jedoch spricht allerdings der Umstand, dass in übrigens genauen Schilderungen einige dieser Faserzüge übergegangen worden, für die Annahme, dass auch in diesen Theilen Unregelmässigkeiten von der Natur beliebt werden, und wenn ich bei vorsichtiger Präparation, und, was hiebei vielleicht von noch grösserer Wichtigkeit ist, bei glücklicher Präparation stets die ganze Fascie gefunden habe, so mag auch der Zufall mir eben keine Unregelmässigkeit in die Hand gespielt haben.

Den oberen Abschnitt der Fascie (Fig. 11 u. 12.) hat man stets als Band angesehen, freilich seine Ausdehnung bis zum Hammerhalse nicht in Betracht gezogen; die anderen Theile derselben sind aber mit Einschluss des Trommelfells sämmtlich von diesem oder jenem Autor einmal als muskulöses Gebilde angesprochen und mit bestimmter Bewegungstätigkeit in Bezug auf den Hammer betraut worden; die Art der Wirkung ist natürlich dann aus der Richtung der Fasern bestimmt und meistentheils in Bezug zu einer willkürlichen oder auch unwillkürlichen isolirten Anspannung oder Erschlaffung des Trommelfells gebracht.

Krause hat so zwei Muskeln beschrieben, den *M. mallei internus*, oder *Tensor tympani*, und den mit dem *Proc. longus* verwachsenen Theil des *Stratum s* als *M. mallei externus*, der *Laxator tympani major* älterer Anatomen.

Wildberg dagegen hat drei Muskeln: nämlich ausser diesen beiden noch den *Laxator tympani minor* oder *M. mallei superior*, der den Theil des von mir beschriebenen fascialen Apparates bezeichnet, welcher in Fig. 11 u. 12 den Buchstaben *i* hat, und von Troeltsch als *hintere Tasche**) beschrieben ist.

*) Wildberg's Anatomie S. 94, woraus ersichtlich, dass dies Gebilde durchaus nicht von allen Anatomen übersehen ist, wenn es sich auch in vielen neueren Werken nicht vorfindet. Eben so wenig finden sich in ihnen Beschreibungen

Von diesen den Muskeln zugezählten Gebilden ist neuerdings nur der M. tensor tymp. als solcher auch durch die mikroskopische Untersuchung in so fern bestätigt, als in ihm constant eine freilich nicht immer gleiche Menge von Muskelfasern gefunden ist. Da man nun in dem mit g (Fig. 11 u. 12.) bezeichneten Theile den Muskelbauch, und in k dessen Sehne annimmt, welche rechtwinklig über eine Rolle geführt ist, so wurde seine Wirksamkeit meistens so definiert, dass er im Dienste des besseren oder schlechteren Hörens, selbstthätig (J. Müller) und je nach Bedürfniss (Erhard) das Trommelfell anspannen oder erschlaffen soll.

Freilich hat Kramer gegen diese Annahme schon Bedenken geäussert und es als Vermuthung hingestellt, dass dieser Muskel nur als ein Fixirungsband des Hammers anzusehen sein möchte; dieser Vermuthung fehlen aber die Beweismittel und namentlich, was allein entscheidend sein muss, die anatomische Begründung.

Wahr ist es, dass man in Präparaten, besonders älteren, bei einem gewissen Zuge an der Sehne das Trommelfell anspannt; bei noch älteren Präparaten sieht man diese Anspannung in geringem Grade auch bei Zerrung des Muskelbauches g; jedoch überzeugt man sich an guten, d. h. so wenig als möglich verletzten Präparaten zur Genüge, dass weder der Muskelbauch in dem Sulcus muscularis, noch die Sehne auf jenem als Rolle gedachten Knochenhäckchen so verschiebbar sind, wie man es nach den gangbaren Beschreibungen denken sollte und wie z. B. der M. trochlearis am Auge es in der That auch ist; denn weder kann man durch einen Zug an der Sehne den Muskelbauch nach aussen, noch durch Zerren an dem Muskel die Sehne aus der Trochlea herausziehen, und man wird bald inne werden, dass die Hindernisse des erwarteten Effectes durch zähe Verwachsungen der betreffenden Theile im Sulcus und in der Trochlea gegeben sind *).

Toynbee hat eine die Sehne umhüllende Scheide beschrieben, welche vom Knochenrande der Trochlea beginnend zur Insertion

des zarten Bandes h' (Fig. 8) und nirgend habe ich eine Notiz über das normale Bestehen des Zwischenbandes g' gefunden.

*) Ich führe es besonders an, dass alle meine Untersuchungen an Ohren von Normalhörenden gemacht sind, aus den verschiedensten Altersstufen.

am Trommelfell gelangt, und er hat dieser Scheide eine eigen-thümliche Funktion beigelegt, nämlich als Antagonist gegen die verkürzende Kraft des Muskelbauches zu wirken. Es findet sich nun allerdings als Umhüllung der Sehne eine isolirbare Membran vor, jedoch kann ich in ihr nichts entdecken, was sie von der allgemeinen Schleimhaut des mittleren Ohres unterscheide, als ein etwas derberes und massigeres submucöses Zellgewebe, und ich finde in der Textur derselben durchaus nichts, was eine solche selbstständige Kraft und Wirkungsweise anzunehmen uns bestimmen könnte.

In Bezug auf die früheren Stadien dieser Theile habe ich vorhin dasjenige angeführt, was mir bemerkenswerth erschienen ist; bei Erwachsenen stellen sich mir folgende Verhältnisse heraus:

Die rundliche Sehne k ist in der Trochlea gleich nach ihrem Eintritt nicht mehr isolirbar, sondern sie findet sich daselbst in den auseinander weichenden Fasern des Zwischenbandes g' eingehüllt und verwachsen; diese bilden eine Art Rinne, welche nach unten hin einigermaassen kenntlich ist, seitlich und nach oben aber kreuzen sich die Fasern der Art, dass man nur ein gleichmässiges und nicht mehr streifiges, fasriges Gebilde erkennt, welches in seiner histologischen Formation, wie oben bemerkt, mit dem am Amboss sich findenden Zellgewebe identisch sich erweist, und straff in der knöchernen Trochlea verwachsen ist. In der Fig. 13. sind die oberen Knochenlamellen derselben abgesprengt, so dass die Weichtheile von dieser Seite frei liegen; man überzeugt sich während dieser Präparation, dass auch diese abgesprengten kleinsten Knochenpartikelchen nicht etwa durch lockeres Zellgewebe von der Sehne des Tensor tymp. getrennt, sondern auf das Innigste mit diesem sehnigen Gebilde selbst erwachsen sind. Die Fig. 13. ist nach dem Ohr eines Erwachsenen gezeichnet. Die Unterschiede, welche die Altersstufen hervorrufen, beziehen sich lediglich auf die Zähigkeit der Faser und die Starrheit der knöchernen Trochlea; die eigentliche anatomische Anordnung ist aber stets eine solche, dass die Sehne in der Trochlea befestigt und nicht beweglich ist.

Diese Unbeweglichkeit der Sehne ist aber auch von Seiten des

Muskelbauches dadurch vorgesehen, dass nicht alle denselben constituirenden Fasern in der Sehne k etwa vereinigt sind; vielmehr habe ich mehrmals ein grösseres Bündel in k'' sich an den Knochen inseriren gesehen, und, wie es mir scheint, ist dies der normale Befund; aber eine noch grössere Portion verfolgt die Richtung des Muskelbauches bis zum Punkte k' in gerader Linie, ist daselbst straff befestigt und hat also gar keinen Theil an der Umbeugung der Sehne k . Aus dieser Beschreibung des anatomischen Thatbestandes ist ersichtlich, dass ein Zug des Muskels in der Richtung des Pfeiles A (sogenannte Anspannung des Tensor tympani) nur die bis k'' und k' befestigten Fasern treffen wird, auf die Sehne k und das Trommelfell aber nur dann eine Wirkung wird ausüben können, wenn vorher ein Zug in der Richtung des Pfeiles B, d. h. eine Ausbuchtung des Trommelfells nach Aussen stattgefunden hat. Dies findet statt, wenn z. B. Luft durch die Tuba Eustachii in das mittlere Ohr getrieben und durch ihr Andrängen *) gegen das Trommelfell zugleich auch der Handgriff des Hammers nach aussen zu gedrängt wird. Unter solchen Umständen wird die Sehne k einen Zug in jener Richtung auf die Fasern bei k' ausüben und es würde eine Verschiebung der Sehne und ein Nachgeben der Fasern bei k' stattfinden, wenn nicht der Muskel g durch das physiologische Gesetz der Reaction die Fasern bis k' straff erhielte.

Die Stärke des Muskelbauches richtet sich wohl nach der Menge seiner Muskelfasern und ist individuell verschieden; die Straffheit der sehnigen Gebilde und der Grad ihrer Elasticität ist dem Alter nach verschieden; jedoch trotz dieser Mannigfaltigkeit wird durch jene Anordnung eine stets gleiche Stellung und vollkommen elastische Spannung des Trommelfells, Hammers etc. erhalten, und es ist die Beständigkeit dieses Zustandes unzweifelhaft besser gesichert durch diese anatomische Vorrichtung, als wenn die Sehne in der Trochlea freie Beweglichkeit hätte und ihre Span-

*) Wie stark der Druck ist, mit welchem die Luft durch die Exspiration ausgetrieben wird, erkennt man bei mannigfachen Gelegenheiten, z. B. auch bei der Tracheotomie; diesem Drucke das Gegengewicht zu halten, wenn er durch die Tuba Eustachii seinen Weg nimmt (Schneuzen etc.), ist die Bestimmung des Tensor tympani.

nung allein auf der Wirksamkeit des Muskels ḡ beruhen würde, dessen Wirkungsfähigkeit gewiss eben so veränderlich sein wird, als es seine histologische Zusammensetzung ist. Diese Befestigung des Muskels in der Trochlea raubt ihm natürlich diejenige selbstständige Contractions-Fähigkeit, die er haben würde, wenn die Beschreibung, welche Krause und andere Autoren von ihm geben, richtig wäre. Sie bezeichnen seinen Ursprung am unteren Theile der Ala magna oss. sphenoidei und dem vorderen Winkel der Pyramide, so dass man eben glauben sollte, der grössere Theil des Muskels und sein Uebergang in die Sehne läge frei in dem Sulcus muscularis. Dass Letzteres nie der Fall ist, habe ich soeben auseinandergesetzt; aber auch der zwischen Ursprung und Trochlea enthaltene Theil des Gebildes findet sich nur bei Embryonen und ganz jungen Kindern in dem Sulcus muscularis beweglich und mit lockerem Bindegewebe befestigt; bei allen Erwachsenen aber, und nicht etwa bei Schwerhörigen allein, findet sich der Muskelbauch mit straffen Fasern in seiner knöchernen Hülle befestigt. Die Richtung derselben ist die nämliche, wie bei k" in Fig. 17; sie scheinen ihren Ursprung an einem Sehnenstreifen zu nehmen, welcher als Fortsetzung der Sehne k bis zum Ursprunge des Muskels auf seiner unteren Seite weiss und glänzend verläuft; durch diesen Sehnenstreifen sowohl, wie durch die Befestigung in dem Sulcus muscularis ist seine muskulöse Contractilität natürlich sehr beschränkt, dagegen seine Widerstandskraft gegen den Zug in der Richtung des Pfeiles B sehr gesteigert. Alle diese Verhältnisse erkennt man aber nur bei sehr vorsichtiger Präparation, die sowohl den Gebrauch der Säge wie der Feile verbietet. Mir erscheint als zweckmässiges Instrument eine Kneipzange von der Form einer gewöhnlichen Nagelzange, deren Branchen aber nur auf der äussersten Spitze sich treffen. Mit diesem Werkzeuge, wenn es gehörig gehärtet ist, kann man die kleinsten Partikelchen des Knochens abtrennen und punktweise den Gegenstand verfolgen. In anderer Weise wird man häufig, ohne es zu merken, wichtige Verletzungen des Präparates erhalten, welche die Wirkungsweise der Theile anders erscheinen lassen.

Offenbar aber beeinträchtigt man die Wirkungsweise des M.

tensor tympani gewaltig, wenn man seine Befestigungen und besonders die Sehnenfasern bei k' und k" zerschneidet, oder wenn man seine Befestigung in der Trochlea löst, wozu man sich wohl geneigt findet, wenn man bei Prüfung der Wirksamkeit einen nur sehr geringen Einfluss auf den Hammer etc. findet, während man nach der gangbaren Ansicht einen ganz entschiedenen erwartet, und ihn allerdings alsbald auch zu sehen bekommt, wenn man nur erst jene wohl hinreichend festen, aber dem blosen Auge doch schwer erkennbaren Faserzüge zerschnitten hat. In einer recht ansehnlichen Zahl von Präparaten jedweder Altersstufen finde ich diese Unverschieblichkeit der Sehne in der Trochlea, und nicht nur bei dem Menschen, sondern auch bei Thieren ist das Verhältniss des Muskels so, wie ich es beschrieben. Bei den Säugethieren fehlt zwar die knöcherne Trochlea, aber durch die Befestigung des Muskels mittels sehniger Gebilde ist seine Richtung gegen den Hammergriff dieselbe, wie bei dem Menschen; einen Effekt aber auf das Manubrium bekommt man nur dann zu sehen, wenn man den Angriffspunkt ganz nahe an dem Manubrium selbst wählt, während die Zerrung der Theile, die den Muskelbauch repräsentiren, gar keine Locomotion des Hammers etc. bewirkt. Er ist demnach auch bei Thieren ein elastisches Band, welches den Hammer nach Innen hält, und wird in dieser Aufgabe von seinem Muskelbauche unterstützt, wenn die Action anderer Muskeln (Exspiration) die Sehne übermässig von Innen her anspannt. Die anderen Theile der Fascie schützen die Lage des Hammers nach den übrigen Richtungen hin.

Diese Ansicht wird ferner noch durch die Analogie gestützt, welche uns der M. stapedius des Menschen und, so weit ich es untersucht habe, auch der anderen Säugethiere an die Hand giebt. Denn auch die Sehne dieses Muskels (welche übrigens auch nicht mit dem Muskelbauch dieselbe Axe hat) ist in der Oeffnung der Eminentia papillaris nicht verschieblich, sondern sie ist an ihrem Austritt fest verwachsen und selbst ihre Elasticität ist ganz besonders gering.

In Bezug auf den menschlichen Tensor tymp. habe ich mir ein Präparat gemacht, in welchem der Muskel völlig isolirt worden

und nur die knöcherne Trochlea an ihm als kleiner Knochenring in ihrer natürlichen Befestigung geblieben ist. Dieses Präparat war bequem einer bedeutenden Vergrößerung zu unterwerfen, aber man kann durchaus keine Verschiebbarkeit des Knochenringes längs der Sehne wahrnehmen. Da aber das Gewebe in der Trochlea nicht starr ist, sondern eine beschränkte und dem Alter nach wechselnde Elasticität besitzt, so bemerkt man an der Sehne und an dem Trommelfell, welches im Tode natürlich nicht seine vollkommene Spannung bewahrt hat, eine geringe Anspannung, wenn man diejenige Portion der Muskelfasern zerrt, welche in die Sehne unmittelbar übergeht. Die Wirkung ist aber eine geringe, begrenzte, und steht durchaus nicht im Verhältniss zu der angewendeten Kraft, sondern ist stets die nämliche, vorausgesetzt, dass das Präparat nicht durch häufig wiederholte Versuche zerstört ist. Die Wirkung bleibt aber ganz aus, wenn man mit der Pincette den ganzen Muskelbauch fasst, weil dann die straffe Befestigung bei k' den Zug für die Sehne k verhindert.

Aus dieser anatomischen Thatsache erhellt, dass die Wirkungssphäre der Muskelfasern in dem Tensor tymp. innerhalb der engen Grenzen derjenigen Elasticität fällt, deren das Gewebe in der Trochlea fähig ist, und dass der Muskel keine andere Bedeutung hat, als dass er dies fasciale Gebilde in seiner elastischen Widerstandskraft unterstützt, durchaus aber keiner selbstständigen, willkürlichen oder unwillkürlichen Anspannung des Trommelfells fähig ist.

Diese Auffassung stimmt auch mit den Beobachtungen, welche Kramer*) am Lebenden gemacht hat; bekanntlich schrieb sich J. Müller die Fähigkeit willkürlicher Anspannung seines Tensor tymp. zu und mehrere Physiologen nach ihm hielten oder halten ein knackendes Geräusch, welches man bei gewissen Willensanstrennungen (zuweilen) hören kann, für den hörbaren Beweis einer dadurch bewirkten Bewegung der Gehörknöchelchen. Nun versichert Kramer, welcher Gelegenheit gehabt hat das Trommelfell in solchen Momenten zu untersuchen, auch nicht die leiseste Bewegung des Hammergriffes bei J. Müller wahrgenommen zu haben. Ebenso wenig bemerkt man eine veränderte Stellung des Manu-

*) Kramer's Ohrenkrankheiten. Berlin 1849. S. 72.

brium; wenn gewaltsam Luft durch die Tuba Eustachii in das mittlere Ohr getrieben wird, sondern es soll eine Ausbuchtung des Trommelfells zu beiden Seiten des Handgriffs erfolgen *). Freilich ist dieser Befund Kramer's ein negativer, also nicht vollgültiger Beweis; jedoch ist er immerhin eine Unterstützung meiner Ansicht, welche in der anatomischen Anordnung der Theile eine volle Begründung hat.

Sollte etwa hierdurch die seit J. Müller's bahnbrechender Arbeit vielfach ventilirte Frage, wie das mit den Gesetzen der Schallleitung so übel harmonirende Vorkommen des Tensor tymp. zu deuten sei, eine allerdings einfache Lösung gefunden haben? —

In Bezug auf die von den Autoren sonst noch als Muskeln angesprochenen Theile jenes von mir als zusammengehörige Faszie bezeichneten Gebildes, kann ich mich kürzer fassen.

In dem Laxator tympani minor (Sömmerring) hat Troeltsch (hintere Tasche) keine Muskelfasern gefunden; in dem M. laxator major (Fig. 8, 12 s.) hat Krause nur zuweilen spärliche entdeckt; in dem Bande g' habe ich noch nie dergleichen gefunden; wenn auch die Theile bei sehr frischen Präparaten eine rothe und stark an Muskeln erinnernde Farbe zeigen. Somit scheint mir der Auspruch gerechtfertigt, dass der Hammer überhaupt nicht in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes unter dem Einfluss muskulöser Bewegungsorgane steht, wie sie angenommen sind, um auf ihrer Wirksamkeit Theorien von besserer oder schlechterer Empfänglichkeit des Organes zu gründen. Vielmehr ist der Hammer und der mit ihm elastisch verbundene Amboss allseitig nur von elastischen Geweben umgeben, die, vermöge ihrer Befestigung und ihres Mangels an contractilen Elementen, stets in einem gleichmässigen Spannungsgrade sich befinden, wie stark oder wie schwach auch die Geräusche das Organ treffen mögen: eine Einrichtung, welche, meiner Ansicht nach, auch bei weitem zweckmässiger für die Beurtheilung des Gehörten sein wird, als ein Leitungsapparat, welcher willkürlich oder gar unwillkürlich seinen Spannungsgrad zu ändern vermag.

*) Ich muss bemerken, dass ich dies Phänomen bis jetzt nicht habe wahrnehmen können.

Zweites Kapitel.

Die Stempelbewegungen des Steigbügels.

Das Schlussglied jener Theorie der durch Schallwellen erzeugten Hebelbewegungen ist die Annahme von Stempelbewegungen des Steigbügels, deren Discussion man gar nicht aufnehmen würde, wenn die anatomische Untersuchung, anstatt der Unwahrscheinlichkeit, die Unmöglichkeit jener hätte nachweisen können. Das ist nicht der Fall gewesen, und so kann es füglich keinen grossen Unterschied für die ferneren Schlussfolgerungen machen, ob man die Drehungsaxe in den Proc. Folianus verlegt hat, oder ob der Proc. brevis das allein mögliche Hypomochlion darstellt, wie ich es behaupte; man wird auch so die Theorie weiter bauen können, und der einzige Unterschied würde der sein, dass die Drehungsaxe dem Köpfchen des Steigbügels näher läge und folglich der Kreisbogen, welchen die Spitze des Ambosses beschreibt, kürzer ausfallen müsste. Wenn also Steigbügel und Foramen ovale sich anatomisch so gestaltet erweisen, dass jene Stempelbewegungen möglich sind, so wird die Lehre von den Hebelbewegungen etc. auch so noch eine wenigstens theoretische Geltung behalten.

Jedoch scheint mir a priori bei dem Mechanismus dieser Idee, wenn ich so sagen darf, ein Umstand ausser Betracht gelassen zu sein, der von Bedeutung ist. Lassen wir einmal die Neigung des Trommelfells gegen den Erdboden ausser Betracht, und denken uns dasselbe, des leichteren Ausdrucks wegen, senkrecht gestellt, so würde der Fusstritt des Steigbügels ebenfalls senkrecht und seine Schenkel wagrecht von aussen nach innen stehen *). Wenn nun Hammer und Amboss Hebelbewegungen machen sollen, so hat dies keinen anderen Sinn, als dass jeder einzelne Punkt derselben und, worauf es hier zumeist ankommt, auch die Spitze des Ambosses mit dem Os Sylvii kreisförmige Bewegungen um ein gewisses festes Centrum beschreibt. Die Schenkel des Steigbügels

*) In der folgenden Discussion werde ich diese Richtungsbestimmungen ebenfalls beibehalten.

stehen zum Amboss im rechten Winkel, stellen also die Tangente jenes Kreisbogens dar, welchen das Os Sylvii beschreibt, und werden demnach nicht durch jene Bewegung direct von aussen nach innen getroffen und fortgeschoben, sondern es muss ihnen eine pendelartige Bewegung nach oben und unten mitgetheilt werden, welche, auf den Fusstritt übertragen, keine Stempelbewegung ist, sondern eine drehende, deren Axe dem längeren Durchmesser der ovalen Scheibe entspricht. Bekanntlich haben auch einige Autoren diese Bewegung des Steigbügels als die von der Natur bestimmte angesehen.

Jedoch verlassen wir vorerst das Feld der Speculation, um an der sicheren Hand anatomischer Prüfung diejenigen Grundlagen zu erforschen, auf welchen unsere physiologischen Theorien erbaut werden sollen. Denn es haben, wie ein älterer Anatom sagt, die Physiologen vielfach bei der Erklärung der Schallleitung durch den Steigbügel Vorkehrungen der Natur angenommen und angegeben, deren Existenz sich gar nicht einmal bestätigt, und doch darauf ihre Erklärungsart gebaut.

1. Der lange Schenkel des Ambosses und das Os Sylvii.

Die Spitze des übrigens rundlichen Knochenfortsatzes ist abgeplattet, hakenförmig nach innen und ein klein wenig nach vorn gebogen; in der also entstandenen leichten Vertiefung findet sich ein längliches Grübchen, dessen längerer Durchmesser aber nicht in die Längenaxe des Schenkels fällt, sondern sie schräge von hinten oben nach unten und vorn schneidet. In der Längenrichtung des Schenkels, von der inneren Ecke des Ambosskörpers ihren Ursprung nehmend, bemerkt man eine etwas schärfere Kante, welche als seichte Erhöhung in der Grube mündend, dieselbe in zwei Portionen theilt *). Diese Theilung ist nicht immer regelmässig gestaltet, indem sie zuweilen stärker, zuweilen schwächer ausgeprägt ist, sie ist aber stets vorhanden, und ich finde nicht nur bei Menschen, sondern auch bei Rindvieh, Reh, Hund den Ambossschenkel in derselben Art gestaltet, und auch darin

*) S. Fig. 14, 15.

stimmen sie mit dem menschlichen überein, dass von den beiden Portionen des Grübchens das untere oder, was dasselbe sagen will, das dem Hammergriff zunächst liegende das tiefere ist. Man kann allerdings diese Vertiefung mit dem Namen einer Gelenkgrube bezeichnen, jedoch findet sich auch hier keine Spur von Synovialmembran etc. Entsprechend dieser Vorrichtung finden sich auf der äusseren dem Amboss zugewendeten Fläche des Os Sylvii zwei Vorsprünge oder, bezeichnender in Bezug auf ihre Rauhigkeit, zwei Höckerchen, die auch darin den Grübchen entsprechen, dass das untere von beiden länger ist; sie sind ferner, je nachdem in den einzelnen Individuen die Theilung der beiden Portionen des Grübchens stark oder schwach ausgeprägt ist, selbst auch mehr oder weniger von einander isolirt, und man findet sie zuweilen durch eine Knochenbrücke der Art verbunden, dass eine vollständige Leiste dargestellt wird. Der Umstand, dass das eine Höckerchen meistens bedeutender ist, hat Veranlassung gegeben, die Gestalt des Os Sylvii als eine pilzförmige zu bezeichnen, was aber nicht richtig ist. Die innere Fläche desselben, welche dem Köpfchen des Steigbügels zugekehrt ist, erinnert durch ihre convexe Fläche allerdings an jene Form; sie ist aber nur bei dem Menschen in dieser Art gestaltet, während sie bei anderen Säugethieren eine Ebene, bei noch anderen sogar eine concave Oberfläche zeigt. Letzteres ist bei den Cervusarten der Fall, dessen Os Sylvii wegen seiner sehr charakteristischen Gestalt abgebildet ist (Fig. 15. 2.).

Bei dem Menschen ist sie aber convex; ihr Umfang rundlich oval und zwar hat der längere Durchmesser des Ovals dieselbe Richtung, welche das Grübchen hat; endlich steht die Fläche nicht direct nach innen gegen den Fusstritt des Steigbügels gewendet, sondern sie ist, vermöge der hakenförmigen Umbiegung des Ambossschenkels, ein wenig nach oben und vorne gekehrt, und wird also um so weniger bei einer Pendelbewegung des Ambosses den Steigbügel direct nach innen treiben, sondern muss ihn von innen nach aussen heben, wenn man sich die wirkliche Stellung des Organes vergegenwärtigt.

Das so gestaltete Knöchelchen ist durch jenes elastische Zellgewebe mit dem Amboss verbunden; von dieser Verbindung geht

eine niedrige Falte ab, welche sich längs der schärferen Kante des Ambosses bis zum Hammer-Amboss-Gelenk fortsetzt *). Bei jeder Anspannung des Trommelfells wird sie ebenfalls in Spannung versetzt, was an meinen Präparaten sehr deutlich ist und einen directen Beweis liefert, dass das Os Sylvii nicht fest, sondern beweglich mit dem Amboss verbunden ist. Es ist bekanntlich häufig behauptet, dass das Knöchelchen kein besonderes Gebilde, sondern ein Epiphyse des Ambosses sei und in späteren Jahren mit ihm zur Apophysis verschmelze; man hat dies deshalb angenommen, weil bei der Lösung desselben, welche oft nur mit grösserer Schwierigkeit gelang, die Ansatzfläche die Rauhigkeit eines Knochenbruches zeigte. Allerdings ist das Zellgewebe zur Verknöcherung sehr geneigt und es trocknet übrigens bei älteren Präparaten schon wegen seiner Spärlichkeit zu einer sehr festen Masse zusammen; wenn man aber sich an frische Präparate wendet und bei älteren die Vorsicht gebraucht, sie vor der Untersuchung längere Zeit zu weichen, wenn man durch starke Vergrösserung jene als Knochenbruch bezeichnete Stelle prüft, so wird man sich überzeugen, dass das Os Sylvii eine bestimmte und constante Gestalt hat und durch elastisches Gewebe, in engen Grenzen zwar, aber immerhin beweglich mit dem Amboss verbunden ist und zwar in der Art, dass die Verbindung angespannt und der Rand gegen die hakenförmig gebogene Spitze des Ambossschenkels gedrängt wird, wenn dieselbe nach oben vorne, und sich von derselben ein klein wenig entfernt oder auch nur weniger fest anlegt, wenn der Amboss nach unten und hinten sich wendet. Ich erinnere daran, dass ich durch directe Beobachtung festgestellt habe, dass diese beiden Bewegungen dem Amboss mitgetheilt werden, je nachdem der Hammergriff nach innen oder aussen gezerrt, d. h. das Trommelfell im normalen Zustande gespannt oder in einer abnormen Weise erschlafft ist. Leichter und mit mehr Sicherheit allerdings könnte diese Frage aus der Entwicklungsgeschichte entschieden werden;

*) In dieser Falte, deren auch Pappenheim Erwähnung thut, findet sich immer ein schwarzer Farbestoff, ähnlich dem Chorioidealpigment, bei Thieren in grösserer Menge als bei dem Menschen. Noch auffallender habe ich dasselbe an dem mittleren Ohr von Vögeln gefunden (Pute, Gans).

es müsste sich in den Stadien, in welchen die Verknöcherung noch nicht erfolgt ist, genau nachweisen lassen, ob das Os Sylvii ein besonderes Gebilde ist, oder nicht. Allerdings ist es mir an einem Präparate so erschienen, jedoch ist es bekanntlich schon sehr schwierig, bei ganz jungen Embryonen den Steigbügel zu isoliren, der doch bedeutend grösser ist, und ich kann deshalb auf diese meine Beobachtung nicht allzugrosses Gewicht legen, zumal ich mehrmals bei älteren Embryonen bis zum fünften Monat vergeblich das Os Sylvii zu isoliren mich bemüht habe. Ältere Anatomen sprechen es übrigens geradezu aus, dass das Os Sylvii nicht vor diesem Zeitpunkt existirt und es hat auch mir mehrmals den Eindruck gemacht, als ob sich dasselbe von der Spitze des Amboss-schenkels, welcher in diesem Zeitraum eine hohle Knochenröhre darstellt, erst als kleines Körnchen losgelöst habe; dennoch ist es unzweifelhaft in dem lebenden Organismus ein besonderes Knöchelchen, welches mit dem Amboss eine elastisch bewegliche Verbindung eingegangen ist.

2. Der Steigbügel.

Das Köpfchen des Steigbügels wird in den Handbüchern der Art beschrieben und abgebildet, als ob seine Gelenkfläche mit dem Fusstritt des Steigbügels parallel verlief. Dies ist aber nie der Fall, sondern, entsprechend der Gelenkfläche des Os Sylvii, sieht sie ihrerseits etwas nach unten und befindet sich nicht im Scheitel des Köpfchens, sondern mehr nach hinten, so dass sie nicht direct gegen die Mitte des Fusstrittes, sondern vorzugsweise gegen den vorderen sogenannten geradlinigen (Crus rectilineum) Schenkel gerichtet ist (Fig. 16. 2.). Daher erscheint der hintere stark gebogene und auch zartere Schenkel gleichsam nur als ein Strebepfeiler zur besseren Befestigung des vorderen. Die Columella der Vögel zeigt übrigens zuweilen dicht über der Platte eine Zweitheilung, welche an die Steigbügelform höherer Ordnungen erinnert, und andererseits ist die Form des Steigbügels in dieser zierlichen und regelmässigen Form, wie bei dem Menschen, bei anderen Säugethieren nicht gestaltet, sondern es finden sich bei ihnen die Schenkel bei weitem unregelmässiger, meistens weniger zart und schlank und

immer steiler gestellt, so dass die Oeffnung zwischen ihnen oft sehr gering ist. Uebrigens sind die Unterschiede, welche sich zwischen den einzelnen Gattungen finden, wiederum sehr auffallend, und während z. B. bei dem Rindvieh das Knöchelchen massiv und eckig gestaltet ist, findet es sich bei den Cervusarten, zumal bei dem Reh und Hirsch von einer Zartheit der Knochenbildung, wie sie auch bei dem Menschen nicht existirt. Vor allen Thieren aber ist der Mensch ausgezeichnet durch die Grösse des Steigbügels und besonders der Steigbügelplatte, welche nicht etwa relativ zu der Grösse der Thiere wächst, sondern sich selbst bei einem *colossal*en Elch und Stier um ein Beträchtliches kleiner findet, als bei den kleinsten Menschen. Dass übrigens die Grösse des Individuums keinen entsprechenden Unterschied in der Grösse der Gehörknöchelchen bedingt, liegt schon in dem Umstande angedeutet, dass ihr Wachsthum bereits während des Embryonallebens beendigt ist. Die Grösse der Gelenkfläche ist nicht bedeutender, als die des Os Sylvii, sie ist aber ziemlich tief und nimmt nicht die ganze Oberfläche des Köpfchens ein, sondern wird noch von einem verhältnissmässig breiten Rande umgeben, so dass das Os Sylvii zum grösseren Theile unsichtbar ist, wenn die Theile in ihrer natürlichen Lage sind.

Die Verbindung zwischen diesen beiden Knöchelchen ist von allen, die sich im mittleren Ohr finden, die zarteste und häufig genug findet sich bei der Präparation eine Trennung dieses Gelenkes, wenn auch mit vieler Sorgfalt verfahren worden, und dennoch eine pathologische Trennung während des Lebens anzunehmen ganz und gar keine Veranlassung ist. Demnach wird man die Angaben dieses Befundes in pathologisch-anatomischen Berichten nur mit äusserster Vorsicht aufzunehmen haben.

Das Gelenk ist, wie alle Theile des mittleren Ohres, von der Schleimhaut umhüllt, welche auch hier häufig von Pigment mehr oder weniger stark durchsetzt ist; die Bildung des Gelenkes selbst ist wegen seiner ausserordentlichen Kleinheit natürlich sehr schwer zu schätzen, und besonders schwer ist die Frage zu entscheiden, ob auch hier, wie ich es bei den anderen Verbindungen angegeben habe, nur eine Synarthrose sich findet, oder eine wirkliche Gelenk-

höhle. Wenn es gelingt von dem frischen Object eine hinreichend dünne Lage der Gelenkpfanne abzutragen, so erkennt man mit grosser Deutlichkeit regelmässige, runde Knorpelkörperchen, wie sie in solcher Regelmässigkeit bei den anderen Berührungsflächen nicht gefunden werden. Wenn nun die Angabe richtig ist, wie-wohl nicht daran zu zweifeln, dass auch andere Gelenke eine eigentliche Epithelialschicht über dem Gelenkknorpel nicht immer zeigen, so würde auch hier ein solches Gelenk existiren. Ein anderer Umstand, der zwar nicht der directen anatomischen For- schung entnommen ist, aber dennoch mir von grosser Bedeutung zur Entscheidung dieser Frage erscheint, ist der, dass dieses Ge- lenk noch niemals als verknöchert oder ankylosirt angegeben ist, soviel ich mich erinnere, während alle anderen Verbindungsstellen als von diesem Prozess betroffen angeführt werden. Wenn nun auch nach meiner Auffassung die freie Beweglichkeit in den Ge- lenken nicht von der Wichtigkeit sein kann, wie die gangbare physiologische Ansicht es annimmt, sondern immer nur in einem sehr beschränkten Maasse vorhanden ist, so scheint jener eben angegebene Umstand doch dafür zu sprechen, dass an dieser Stelle eine wirkliche Gelenkverbindung und nicht nur eine elastische Synarthrose stattfindet. Uebrigens ist bekanntlich nicht mit Ueber- einstimmung von allen Forschern die Frage beantwortet, ob der Steigbügel und die übrigen Gehörknöchelchen aus einem und dem- selben Kiemenbogen oder aus zwei verschiedenen entstehen; da ich selbst nicht so frühe Entwickelungsstadien beobachtet habe, so kann ich kein directes Urtheil darüber abgeben; jedoch würde der Umstand, dass die Verbindung des Steigbügels mit dem Amboss eine wesentlich andere ist, als die der übrigen Berührungsstellen, dafür sprechen, dass auch die Entstehung desselben ursprünglich eine gesonderte ist.

Der Fusstritt des Steigbügels und das Foramen ovale werden zweckmässig zusammen abgehandelt, weil gerade ihr gegen- seitiges Verhältniss für die Bewegung des Steigbügels maassgebend ist. Die Mannigfaltigkeit der Ansichten hierüber, welche sich bei Anatomen und Physiologen durch grosse und weniger grosse Na- men vertreten findet, ist ein hinreichendes Zeichen von der nicht

geringen Schwierigkeit des Themas; die crassen Widersprüche aber der verschiedenen Autoren sind Aufforderung genug, sich selbst darüber ins Klare zu setzen. Neuerdings hat man vielfach die Ansicht ausgesprochen, dass der Steigbügel, kleiner als das For. ovale, in ihm durch ein Ringband oder eine Membran befestigt sei, so dass er Spielraum genug hat, um Stempelbewegungen zu machen. Andere Anatomen haben ihm drehende Bewegungen um die kürzere oder längere Axe des ovalen Fusstrittes zugeschrieben, andere wiederum den vorderen oder hinteren Rand als Ruhepunkt betrachtet etc. etc.

Die Gestalt des Foramen ovale und des Fusstrittes.

Das Foramen ovale (eirundes Loch) ist kein blosses Loch, und ist zumal von dem Foramen rotundum dadurch ganz verschieden, dass letzteres von einem zugeschräfsten Rande gebildet ist, während das Foramen ovale sich der Art darstellt, als ob es durch ein eigenthümlich gestaltetes, nahezu bohnenförmiges Loch-eisen aus der inneren Paukenwand ausgeschlagen wäre. Wenn nun auch diese Knochenwand keine unbedeutende Dicke hat, so ist sie doch immer von einiger Mächtigkeit, und es ist demnach das Foramen ovale ein runder Knochenkanal mit Knochenwänden, dessen Längendimension allerdings im Verhältniss zu seiner Weite eine sehr geringe ist.

Demnach muss man an ihm zwei Grenzen unterscheiden, zwischen denen die Kanalwände enthalten sind. Die äussere liegt in der Pauke im Pelvis ovalis *), die innere sieht man auf der fast völlig ebenen Fläche der äusseren Vestibularwand. Der Abstand der beiden Grenzen von einander ist natürlich von der Dicke der durchsetzten Knochenplatte abhängig und demgemäß nicht an allen Stellen gleich gross; die Wände auf den beiden schmäleren Seiten, der vorderen und hinteren, sind bedeutend höher, als auf den beiden längeren; die untere mehr gestreckte ist die zarteste, während die obere stärker convex gebogene gegen die Mitte hin ebenfalls an Höhe abnimmt, nach vorn und hinten aber allmälig sich verbreitert. Diese verschiedenen Dimensionen des Knochen-

*) Das Pelvis ovalis ist bei Thieren viel tiefer, als bei dem Menschen.

kanals findet man wieder, wenn man den Umfang des Fusstrittes damit vergleicht, welcher bekanntlich kein blosses Brettchen, sondern ein ausgehöhltes Näpfchen darstellt *). Auch an ihm sind die schmalen Seiten die dicksten und der obere convexe Rand zeigt gegen seine Mitte hin eine entsprechende Verschmälerung (Fig. 16.). Soweit der Steigbügel in dem Foramen ovale enthalten, zeichnet er sich durch eine besondere Glätte und zartere Farbe aus, was auch an getrockneten Präparaten noch kenntlich ist.

Der von mir gebrauchte Vergleich eines durch ein Locheisen ausgeschlagenen Kanales involvirt zugleich die Vorstellung, dass die gegenüberliegenden Wände desselben überall von einander gleich weit abstehen. Diese Vorstellung darf man aber nicht festhalten; vielmehr zeigt sich bei aufmerksamer Betrachtung schon mit unbewaffnetem Auge, dass die Wände des Kanales in einer sehr eigenthümlichen, aber durchaus constanten Art gegen einander geneigt sind **).

Hält man ein dazu hergerichtetes Präparat so vor Augen, dass man vom Vestibulum her senkrecht in den kurzen Kanal des Foramen ovale hineinsieht, so wird man nur einen kleinen Theil der Kanalwand übersehen können, und zwar den hinteren, welcher mit seiner Paukengrenze sich ein wenig nach dem vorderen Umfange hin wendet. Diese Stellung der Wand geht an dem oberen Umfange allmälig, an dem unteren fast plötzlich in eine solche über, dass man bei dieser Haltung des Objektes daselbst nur die scharfe Vestibular-Grenze, aber gar nichts von der Kanal-Wand zu sehen

*) Wharton Jones beschreibt ihn sehr genau, jedoch ist es nicht richtig, dass dieses Näpfchen durch eine Leiste getheilt sein soll, und dass diese mittlere Leiste in die Schenkel übergeht; vielmehr geht der Rand selbst in die gefalteten Schenkel über und eine Theilung der ausgehöhlten Grube auf der äusseren Fläche des Fusstrittes ist nicht vorhanden.

**) Sehr deutlich sind diese Unterschiede der gegenseitigen Stellung an einem Präparat sichtbar, dessen Entstehung ich dem Zufall zu danken habe. Bei der Untersuchung einer mit starker Verdickung der Weichtheile behafteten Trommelhöhle nämlich brach vom Vestibulum her der Fusstritt allein ab, als ich von hier aus seine Beweglichkeit prüfte, und es blieb die Auskleidung der Pauke unverletzt zurück. Man hatte somit eine natürliche Begrenzung des For. ov. nach der Pauke hin gewonnen, wo sie sonst wegen der Unregelmässigkeit der Wandung nicht so scharf kenntlich ist, als vom Vestibulum aus.

bekommt (Fig. 16. 3.). Man muss das Präparat aus der horizontalen Stellung mehr und mehr herausbringen, um nach und nach die übrigen Abschnitte der Kanalwand übersehen zu können. Hierbei stellt es sich heraus, dass sie besonders am vorderen Umfange des Foramen ovale mit der Ebene des Vestibulum einen spitzen Winkel macht; diese schräge Richtung des vorderen Umfanges verliert sich allmälig nach der Mitte des oberen zu, und geht nach und nach in die fast entgegengesetzte Richtung des hinteren über (Fig. 16. 4.). Natürlich wird man in der genauen Anschauung dieser schräg gestellten kleinen Flächen immer durch die gegenüberliegende Wand des Foramen ovale behindert, und, wo es auf Genauigkeit ankommt, ist es nothwendig, die kleine Knochentafel so zu zertheilen, dass man die einzelnen Regionen des Foramen ovale von innen her prüfen kann. Eingedenk des Erfahrungssatzes, dass die Natur viel häufiger bei ihren Producten die Grösse der Flächen, als die der Winkel ändert, habe ich mich bemüht, die Neigung der Kanalwände gegeneinander, oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Winkel zu bestimmen, welche die Kanalwand in den verschiedenen Regionen mit der Ebene der Vestibularwand macht. Diese Winkelmes- sung ist der beste Prüfstein, um zu entscheiden, ob diese oben geschilderte Windung der Kanalwand eine wesentliche und constante, oder eine zufällige und wechselnde Naturerscheinung ist. Man wird eine grosse Uebereinstimmung des Neigungswinkels in verschiedenen Individuen verschiedenen Alters als einen nicht gering anzuschlagenden Beweis für die Wichtigkeit der Einrichtung gelten lassen müssen.

Das Verfahren, welches ich zu diesem Ende eingeschlagen habe, ist folgendes: die innere Paukenwand habe ich der Art zer schnitten, dass ich den längeren Durchmesser des Foramen ovale als Theilungsstelle annahm, so dass ich gerade die Stelle der Kanalwand genau übersehen kann, welche die bedeutendste Schieflistung zeigt. Dieses Knochenstückchen befestige ich mittels Wachs an einer centrisch drehbaren Axe in der Art, dass ich abwechselnd die Profilansicht der Kanalwand vom Vestibulum und vom Tympanum her bei circa dreissigfacher Vergrösserung zu Gesichte bekommen kann. Zwischen diesen beiden Stellungen des Objektes

giebt es eine dritte, in welcher man die Kanalwand en face sieht, auf welcher ich durch feine Marken einzelne Abtheilungen gemacht habe. An dem anderen Ende dieser in dem Mittelpunkte eines Transporteurs sich drehenden Axe ist ein Zeiger befestigt, welcher die jedesmalige Stellung der Axe, d. h. des Knochenstückchens anzeigt. Der Sinn dieser einfachen Vorrichtung ist natürlich folgender:

Würde der Kanal des Foramen ovale senkrecht gegen die Fläche des Vestibulum verlaufen, und würden die Wände des Kanales überall die nämliche Richtung haben, so würde man den Drehungswinkel zwischen den beiden Profilansichten, welcher unter allen Umständen 180° betragen muss, halbiren müssen, um die Enface-Ansicht der Kanalwand zu erhalten, d. h. man würde, von der Profilansicht der Vestibulargrenze angefangen, die Axe um 90° drehen müssen, um die Kanalwand en face sehen zu können. Untersucht man aber die vordere Wand des Foramen ovale in dieser Weise, so stellt es sich heraus, dass man die Axe um $90^{\circ} + 15^{\circ}$ drehen muss, um dasselbe Resultat zu gewinnen; je mehr man von dem vorderen Umfange, nach der Mitte des oberen zu, den Beobachtungspunkt wählt, desto kleiner wird der Winkel, und er wird kleiner als 90° , wenn man den hinteren Umfang des Foramen ovale dieser Prüfung unterwirft, weil eben hier die Richtung der Wand eine entgegengesetzte ist; jedoch stellt sich kein vollkommener Parallelismus gegenüberliegender Regionen heraus. Die grosse Regelmässigkeit dieser Befunde erstreckt sich auch auf thierische Objekte und scheint mir eine hinreichende Gewähr für die Richtigkeit meiner anatomischen Beschreibung *), und für die Wichtigkeit dieser Thatsache. Uebrigens sind die Uebergänge der einen Richtung in die andere sehr sanft, wie es sich bei dieser Untersuchungsart deutlich ergiebt, und sie werden durch die Verschmälerung der vorderen Wand noch sanfter gemacht. — Wir haben oben gesehen, dass der Umfang des Steigbügels in seinen Dimensionen der verschiedenen Höhe der Kanalwand entspricht; eben dieselbe Uebereinstimmung findet sich auch zwischen den

*) Die Beschreibung des Randes des For. ov., wie sie Wharton Jones giebt, turned in towards the vestibule, ist nicht richtig.

beiden Objekten in Bezug auf die Stellung der sich gegenüberliegenden Flächen, so dass da, wo die Kanalwand nach der Pauke sieht (vorderer Rand), der Umfang des Steighügels nach dem Vestibulum gewendet ist*) etc. Am hinteren Umfange findet sich der sonst geradlinig abgeschnittene Umfang etwas vorgewölbt, was schon von Toynbee beschrieben ist. Dieser Wölbung aber entspricht eine seichte Aushöhlung der Kanalwand, so dass man mit Recht sagen kann, der Steigbügel passe in das Foramen ovale.

Die Grösse des Fusstrittes im Verhältniss zum For. ovale.

Wharton Jones, welcher eine sehr genaue Beschreibung dieser Theile giebt, drückt sich hierüber so aus: „der Steigbügel hat ganz dieselbe Form, wie das Foramen ovale und auch dieselbe Grösse, only a little smaller“; andere sagen, er fülle es genau aus; Wildberg hält ihn für kleiner.

Die Beantwortung dieser Frage ist in Bezug auf seine Beweglichkeit natürlich von entscheidender Wichtigkeit und nicht eben einfach.

Natürlich können hiebei trockene Präparate ganz und gar nicht zu Rathe gezogen werden, weil der Prozess des Trocknens das Foramen ovale in allen Dimensionen vergrössert, während er den Stapes verkleinert **). Diese Frage kann man ausschliesslich nur an frischen Präparaten studiren, und wird am sichersten zum Ziel gelangen, wenn man Durchschnitte durch die *in situ* erweichten Theile macht, und die so entstandenen Schnittflächen mustert. Bisher habe ich nur an unerweichten Präparaten diese Untersuchung anstellen können und habe dazu den Rand des Foramen ovale in kleinen Partikelchen abgebrochen, während der Steigbügel an seiner Stelle blieb, nirgend aber eine Lücke oder einen namhaften Zwischenraum gefunden; ebensowenig habe ich einen Spalt zwischen ihnen gefunden, wenn ich die unverletzten Theile bei durchfallendem Lichte und starker Vergrösserung gemustert habe, was bei ihrer Zartheit wohl angeht.

*) Siehe Fig. 16 (a, b).

**) Man findet deshalb auch in alten Präparaten den Steigbügel in das Vestibulum hineingefallen.

Diese genaue Adaption findet sich übrigens in allen Lebensaltern, und sie ist in den embryonalen Stadien, wenn diese Theile noch nicht verknöchert sind, in demselben Grade vorhanden, als im erwachsenen Zustande. Der jüngste Embryo, den ich auf diesen Punkt hin untersucht habe, zeigt die ersten leisen Spuren einer Verknöcherung an den Bogengängen und der Schnecke. In diesem Stadium sieht der Steigbügel wie ein Ring aus, dessen Oeffnung sehr klein ist, seine Schenkel und Fusstritt gleich dick und rund, und ebenso weich noch als die Vorhofswand, in der er steckt. Auf ihr sieht man von innen her die sehr zarte Contour der Steigbügelplatte, die am vorderen Umfange noch weniger kenntlich ist, als an den übrigen Stellen; man kann auch den Steigbügel ablösen, und zwar mit Hinterlassung glatter Ränder bis auf den vorderen Umfang *), an dem unregelmässige Bruchstellen zurückbleiben. Wir sehen hier also das Foramen ovale genau von dem Steigbügel erfüllt, was bei der Weichheit des Gebildes wohl zu controlliren ist. Allerdings muss man sich den Einwand machen, dass die Natur im späteren Wachsthum hier, wie an so vielen anderen Stellen, durch einen eingeleiteten Resorptions-Prozess, statt der zu bildenden Knochenmasse, einen membranösen Streifen einlagern kann.

Jedoch ist dies in einem späteren Stadium, welches ich untersucht habe, noch nicht der Fall. In dem vierten oder fünften Monat ist die Vestibularwand zum grossen Theil verknöchert, und das Foramen ovale hat einen scharf abgeschnittenen Rand, der aber eben so, wie der Umfang des Fusstrittes noch knorplig ist; beide kann man mit Vorsicht in ihrer ganzen Ausdehnung von ihrer knöchernen Nachbarschaft ablösen, wo man dann dieselben histologischen Verhältnisse findet, wie sie für die Metamorphose der Ossifikations-Ränder beschrieben werden **).

Auch in diesem Stadium ist nirgend eine Lücke zwischen Um-

*) Dies ist auch diejenige Stelle, welche bei abnormaler Verknöcherung am ehesten verkalkt, was ich bei Thieren zuweilen gefunden habe. Trennt man aber mit etwas grösserer Gewalt solche scheinbar fest verwachsene Stellen, so erhält man den Umfang des For. ovale dennoch platt.

**) Kölliker, Gewebelehre. S. 253.

fang des Steigbügels und Kanalwand des Foramen ovale bemerkbar, und es ist wohl kein Grund denkbar, dass dieses Verhältniss sich in einem noch späteren Stadium ändern sollte, da die Entwicklung bis zu dieser Stufe ihres definitiven Bestehens schon gekommen ist.

Aus diesen Befunden halte ich mich überzeugt, dass diese beiden Objekte ihrer Grösse nach so einander entsprechen, dass das Foramen ovale genau von dem Fusstritt ausgefüllt ist, und vergegenwärtigt man sich, dass die Kanalwände verschiedene Richtungen haben, denen der Umfang der Platte entspricht, so kann wohl von einer Stempelbewegung nicht ferner die Rede sein. Man wird zu untersuchen haben, ob überhaupt unter solchen Verhältnissen eine Bewegung vorhanden und welcher Art sie sein kann.

Die Befestigung des Steigbügels.

Man hat angenommen, dass der Fusstritt auf einer das Foramen ovale verkleidenden Membran gleichsam aufgeleimt sei und hat hienach vielfache Modelle für physiologische Untersuchungen entworfen. Da man aber bisher nicht darauf Rücksicht genommen, dass das Foramen ovale keine zugeschräfsten Ränder hat, so hat man über die Befestigungs-Ebene einer solchen Membran sich auch keine bestimmte Vorstellung gemacht, ob sie in der Ebene des Vestibulum, oder im Foramen ovale selbst, oder an der Pauken-grenze des Kanales ihren Insertionsrand haben soll. Anatomisch dargestellt oder gesehen hat man die Membrana foraminis ovalis doch wohl niemals, und man hat eben das Periost des Vestibulum, welches aber ohne Grenze und Lücke auf den Fusstritt übergeht, als eine solche Membran angesprochen.

Die nach dem Vestibulum hin nachweisbaren Befestigungsmittel sind sehr zart. Cotunnio hat am vorderen Umfange ein dreieckiges, knöchernes Plättchen beschrieben, welches daselbst über den Vestibularrand übergreifen soll und natürlich eine Bewegung des Steigbügels nach der Pauke hin unmöglich machen würde. In den Königsberger Jahrbüchern beschrieb ich ein Präparat, welches ein solches Plättchen zeigt, und habe hier die Abbildung davon gegeben (Fig. 17). Dieser Befund ist ein sehr seltener und

findet sich wohl nur mit anderen abnormen Verknöcherungen zugleich vor, wie auch in meinem Fall. Normal aber findet sich an dieser Stelle ein dreieckiges Band, welches in Spannung versetzt wird und sich deutlich markirt, sobald man vom Vestibulum her auf den hinteren, entgegengesetzten Rand des Fusstrittes drückt; dieses Band ist nicht sehr fest, es entsteht vielmehr aus demselben Zellgewebe, dessen auch an anderen Stellen schon Erwähnung geschehen, und welches eine besondere Neigung zur Sklerosirung zu haben scheint. — Ausser diesem Bande ist im Vestibulum keinerlei Befestigung.

Der Umfang des Steigbügels wie auch die Kanalwände des Foramen ovale haben eine Knorpellage, die mit dem höheren Alter immer weniger mächtig ist und dann nur undeutliche Knorpelkörperchen zeigt. Eine Synovialmembran habe ich nicht gesehen und Synovialflüssigkeit aus diesem Gelenke zu gewinnen, meine ich, wäre doch wohl eine unlösbare Aufgabe, selbst wenn dergleichen vorhanden sein sollte. Entfernt man einen ganz frischen Steigbügel, besonders bei noch jungen Individuen, so gelingt es, zuweilen ein kleines Partikelchen von zartem Zellgewebe mikroskopisch darzustellen, aber die Menge desselben zwischen den beiden Theilen ist sicherlich sehr dünn und überragt nicht die schräge gestellten Wände. Eine grössere Menge jenes weichen Zellgewebes findet sich zwischen dem hinteren Umfange des Steigbügels und der Ausbuchtung der Kanalwand, und sie ist die Veranlassung, dass an dieser Stelle der Steigbügel ein wenig dem Drucke von Innen her nachgeben kann. In frischen Präparaten bleibt bei seiner Lösung an ihm stets ein Partikelchen davon haften, wenn man die Verbindung trennt und man gewinnt den Rest, wenn man die Ausbuchtung der Kanalwand untersucht. Mit dem höheren Alter wird es auch hier sparsamer. Das Partikelchen, welches am Steigbügel haftet, trocknet an der Luft sehr schnell, hat dann das Ansehen eines kleinen Knochenkörnchens, welches vielleicht zufällig hängen geblieben, und geht sehr leicht und meistentheils verloren. Wahrscheinlich wird auch diese Stelle pathologischen Verknöcherungen unterworfen sein; leider habe ich keine Gelegenheit, dergleichen zu untersuchen; in denjenigen Präparaten, die ich

zu Gesichte bekommen, habe ich es aber stets vorgefunden, wenn ich mein Augenmerk darauf gerichtet.

In der Pauke finden sich die eigentlichen und bei weitem stärkeren Befestigungsmittel des Steigbügels; leicht verletzlich, aber constant *) finden sich zwischen Promontorium und den Schenkeln zarte Bänder, die eine schräge Richtung haben und von Schleimhautfalten bedeckt sind. Häufig mögen hier pathologische Prozesse eine Verdickung derselben veranlassen, jedoch sind auch dies durchaus keine Neubildungen, sondern eben nur pathologisch veränderte Gebilde.

Regelmässig aber findet sich an dem vorderen Umfange des Fusstritts ein festeres Band, welches von Cotunnio zuerst beschrieben, später aber geleugnet ist. An dieser Stelle macht nämlich die Platte einen kleinen Vorsprung über den Fuss des vorderen Schenkels; dieser dadurch entstandene Winkel ist die Insertionsstelle des Bandes, welches straff zum vorderen Umfang der Paukengrenze des Foramen ovale hingehet. Wenn man alle Befestigungen des Steigbügels getrennt und ihn sogar aus dem Foramen ovale hinausgedrängt hat, so hängt er an dieser Stelle sehr fest an, und bei Thieren ist mir mehrmals der Steigbügel zerbrochen, so lange ich dieses Band nicht gekannt und vorher getrennt habe.

Die wichtigste Befestigung des Steigbügels ist natürlich die Sehne des *M. stapedius*. Früher **) schon habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass sie an ihrem Austrittspunkt aus der *Eminentia papillaris* sehr straff befestigt ist; es setzt sich die Sehne als glänzender Streifen bis gegen die Scheide des *N. facialis* hin fort und dient den in der ganzen Höhlung der *Eminentia* entspringenden Muskelfasern zum Ansatz. Die Menge der Muskelfasern ist häufig gering, im Vergleich zu den anderen sehnigen Streifen; ohne dies aber ist ihre Wirkungsfähigkeit in Bezug auf die Ver-

*) Bei Thieren sind diese Hülfsbänder ebenfalls constant, vielleicht auch deshalb leichter zu finden, weil sie, in ihrem tiefen Pelvis ovalis ausgespannt, weniger der Verletzung unterworfen sind. Beim Kalbe wird durch zwei solcher Bänder und der Sehne des *M. stapedius* eine Figur, wie ein Dreizack gebildet, die sich stets so vorfindet.

**) Siehe vorher: *M. tensor tympani*.

kürzung der Sehne schon wegen der Richtung eine äusserst unwahrscheinliche; und bei selbst starkem Zuge an ihm habe ich niemals, auch bei bedeutender Vergrösserung, eine solche bemerken können. Seine Bestimmung reducirt sich (wie die des Tensor tympani) auf die Fixirung des betreffenden Knöchelchens, und er hat ganz und gar nicht die Fähigkeit, den hinteren Umfang des Fusstrittes in das Vestibulum zu drängen, wenn auch seine Richtung und die sonstige Form und Befestigung der Theile dazu angethan wären; wohl aber fixirt er ihn. Die Sehne bildet mit dem vorderen Schenkel des Steigbügels einen rechten Winkel, setzt sich also gegen ihn, als den Haupttheil, in der für die Wirkung zweckmässigsten Richtung an. Sie verläuft aber nicht mit den beiden Schenkeln, wie es angenommen ist, in derselben Ebene, sondern sie tritt ein wenig von innen nach aussen, wodurch sie (bei der natürlichen Lage der Theile) in den Stand gesetzt ist, demjenigen Zuge zu widerstehen, welchen der Amboss gegen den Kopf des Steigbügels ebenfalls von innen nach aussen ausübt, sobald er das nach aussen sehende Linsenbein gegen den Steigbügel andrückt. Ihre Richtung ist also von oben hinten und innen, nach unten, vorn und aussen, und man kann bei gewissen Versuchen sich mit Sicherheit überzeugen, dass die Tendenz der Ambossbewegung bei normaler Lage gerade dieser Richtung der Sehne entspricht; demnach überträgt die Sehne ihre eigene elastische Spannung auf den Steigbügel, so lange ihre Textur eine normale ist; die Spannung wird aber bei jeder pathologischen Veränderung der Sehne sich von der physiologischen entfernen, und zwar wird ein abnorm starkes Andrängen des vorderen und oberen Randes gegen die Wand des Foramen ovale erfolgen, wenn die Sehne erschlafft und eine zu ungenaue Berühring statt haben, wenn sie verkürzt ist. Niemals aber kann eine willkürliche Verkürzung oder Verlängerung durch Muskelaction an ihr zu Stande kommen, weil sie an ihrem Austritt eben vollkommen fixirt ist. Vielmehr ist der Muskel nur eine Unterstützung gegen einen solchen Zug, dessen Heftigkeit die Befestigung der Sehne bedroht.

Die Beweglichkeit des Steigbügels.

Wenn man nach dieser anatomischen Schilderung den M. stapedius als Bewegungsmittel für den Steigbügel nicht betrachten darf, so fragt es sich, welche andere bewegenden Factoren etwa für denselben vorhanden sind. Vom Vestibulum her giebt es keine, und so bleibt einzig das Os Sylvii übrig, welches mittelst jenes zarten Gelenkes die Bewegungen des Ambosses auf den Steigbügel überträgt. Dass diese leicht verletzliche Verbindung nicht angelegt ist, um den Steigbügel nach aussen zu ziehen, ist daraus ersichtlich, dass das Gelenk nicht nach aussen sieht, sondern nach unten, wie oben ausführlich gesagt ist. Diese Stellung ist auch ebenso wenig zweckmässig, um den Steigbügel nach innen zu treiben; aber seine Richtung gegen den vorderen Schenkel ist wohl geeignet, den vorderen Umfang des Fusstritts gegen die Kanalwand an, „nicht aber durchzutreiben“, wodurch gleichzeitig eine genauere Adaption des vorderen und des hinteren Randes, also des ganzen knöchernen Leitungsapparates zu Stande kommt. Dagegen wird dieser Druck nachlassen, wenn, wie oben gezeigt ist*), der lange Schenkel des Ambosses nach unten und hinten weicht; dass aber letzterer bei dieser Bewegung im Stande sein sollte, den Fusstritt mit sich zu ziehen und in dem unregelmässigen Kanal des Foramen ovale Stempelbewegungen zu veranlassen, ist wegen der anatomischen Gestalt dieser Verbindung unmöglich. Hievon kann man sich an gut hergerichteten, aber wohlgeremert, unverletzten Präparaten überzeugen. Ich sage unverletzt; sehr leicht nämlich finden sich bei der Präparation Risse in der spröden Masse des Felsenbeines, die fast immer die Kanalwand des Foramen ovale betreffen, und, trotz ihrer fast unmerklichen Weite, bei den kleinen Objecten dennoch von entscheidender Wichtigkeit sind. Mit nöthiger Uebung und Sorgfalt aber gelingt es ein Präparat herzustellen, welches, ohne alle Störung, den wichtigeren Befestigungen hinreichende Einsicht gestattet, und sowohl die Sehne des M. stapedius und Tensor tympani, als auch die innere Fläche des Fusstritts dem Auge zu-

*) Siehe das Hammer-Amboss-Gelenk.

gänglich macht. Solcher Präparate habe ich mehrere, natürlich von Erwachsenen, angefertigt, und dabei die Vorsicht gebraucht, das Felsenbein der Art zu zersägen, dass man es mit aller Sicherheit in einen Schraubstock bringen konnte. Entfernt man schliesslich den knöchernen Gehörgang bis zum Niveau des Trommelfells, so sieht man bei circa 35 maliger Vergrösserung alle Theile ganz klar. Der Zug an dem Muskelbauch des Tensor tympani bringt auf den Steigbügel gar keine Wirkung hervor, und eine auf seinem Fusstritt befestigte Nadel zeigt auch bei noch bedeutenderer (90 maliger) Vergrösserung gar keine Erhebung nach dem Vestibulum hin *); sobald aber das Foramen ovale einen kleinen Sprung hat, also grösser geworden ist, findet man eine Bewegung der Platte mit dem oberen und vorderen Rande nach dem Vestibulum hin (deren Drehungsaxe die untere Wand ist), weil die knöcherne Stütze derselben an den schräg gestellten Kanalwänden verloren ist. Diese Bewegung findet aber nur statt, wenn die Sehne allein, nicht aber, wenn der ganze Muskel gezerrt wird. Jede Zerrung an der Sehne des Stapedius ist erfolglos oder bringt, bei grösserer Heftigkeit, Verletzungen des Amboss-Steigbügel-Gelenkes hervor.

Spannt man direkt das Trommelfell, so sind dieselben Erscheinungen vorhanden; erschlafft man aber dasselbe, indem man den Hammergriff nach aussen zieht, so sieht man die deutliche Erschlaffung der vorher angespannten Sehne des Stapedius und endlich eine Dehiscenz der Verbindung zwischen Os Sylvii und Steigbügel entstehen, während die Steigbügelplatte unbeweglich bleibt. Dieser Versuch ist eine Nachahmung des Zustandes, der im Leben sehr häufig kommt, wenn nämlich Luft von Innen her gewaltsam gegen das Trommelfell andringt. Wir haben gesehen, dass die Sehne des M. tensor tymp. dieser Gewalt entgegenwirkt; aber, wenn man ihre Elasticität überwindet, so erfolgt jene Unterbrechung oder Lockerung der knöchernen Leitung; diese Thatsache scheint mir eine Beobachtung zu erklären, die zuerst J. Müller angiebt, dass nämlich das Gehör schlechter wird, wenn man mit

*) Diese Versuche habe ich dem Prof. v. Wittich gezeigt, der sie freundlichst mit mir zusammen kontrollirt hat.

Gewalt Luft durch die Tuba in die Pauke treibt. Wenn nun auch im Leben ein wirkliches Klaffen des Gelenkes durch die gleichmässige Elasticität aller Theile nicht zu Stande kommen kann, so wird die geringste Störung der Coaptation schon hinreichend sein, um die normale Leitung der Schallwellen zu verschlechtern. In gesundem Zustande finden die Schallwellen ein überall gleichmässig gespanntes knöchernes Leitungsorgan, dessen anatomische Gestalt und Befestigung von der Art ist, dass man eine Veränderung seiner Lage durch die andringende Schallwelle in keinem anderen Sinne annehmen kann, als etwa auch eine Veränderung der Linse von der durchtretenden Aetherschwingung des Lichtstrahls bewirkt wird.

Fasse ich die Ergebnisse meiner Untersuchung kurz zusammen, so stellt sich Folgendes heraus:

Hebelbewegungen des Hammers und Ambosses sind zwar möglich, aber als Folge der Schallwellen eben nicht sehr wahrscheinlich. Gewiss kann ihre Axe nicht im Processus longus mallei und seiner Verlängerung gesucht werden, sondern im Proc. brevis.

Stempelbewegungen des Steigbügels sind wegen der Form des Foramen ovale und des Fusstriets, ferner wegen seiner Befestigung anatomisch unmöglich und werden auch bei direkter Beobachtung nicht gefunden.

Der Apparat des mittleren Ohres dient der Fortpflanzung der Schallwellen, aber nicht durch bestimmte Bewegungen, sondern allein durch die Continuität seiner elastisch verbundenen und gespannten knöchernen Organe. Die pathologische Anatomie darf also nicht dabei stehen bleiben, mangelnde Beweglichkeit nachzuweisen, sondern sie muss diejenigen Punkte auffinden, in denen durch abnorme Beschaffenheit der Weichtheile die Stellung der knöchernen Theile gegeneinander alterirt ist. Diese Stellung zu Norm zurückzuführen (nicht aber die Beweglichkeit zu verbessern) wird unser therapeutisches Bestreben sein, wenn uns das Studium der pathologischen Anatomie in den Stand gesetzt haben wird, eine wohlgegründete Diagnose zu machen.

Die für solche Bestrebungen unentbehrlichen Vorstudien habe ich in dieser Darstellung normaler Verhältnisse niedergelegt, und übergebe sie der Oeffentlichkeit mit der Absicht, das Interesse für diesen Zweig der Medicin vielleicht auch bei Anderen anzuregen.

Erklärung der Abbildungen.

Die punktierten Stellen bedeuten Knochen, die gestreiften Membranen und Muskeln.

- Fig. 1. Embryonale Schuppe und Unterkiefer, in der ersten Hälfte des dritten Monats.
- Fig. 2. Schuppe und Paukenring nach Beendigung des dritten Monates (etwas grösser gezeichnet).
- Fig. 3. Paukenringe verschiedenen Alters. A Aeussere Fläche. B Innere Fläche: a die Vertiefung für den Proc. longus, c die äussere vordere Spitz, d Anlage der dreieckigen Leiste. C Der knorpelige Hammer heruntergeschlagen, lässt die Stelle des Paukenringes sehen, an welche er sich angelehnt hat.
- Fig. 4. A Der Hammer in situ, im 4ten Monat. a Proc. longus. i Der hintere Abschnitt seiner Befestigungsfalte (M. mallei superior, M. laxator minor, hintere Tasche). B Der Hammer (vergrössert). a Proc. longus (bogenförmig und platt). b Proc. brevis. c Gelenkfläche am Kopfe theilweise sichtbar.
- Fig. 5. Schematische Darstellung der beiden dreieckigen Leisten (d).
- Fig. 6. (Ende des dritten Monates). Gebirnknöchelchen knorpelig. a Proc. longus knöchern. b Unterkiefer. c Meckelscher Knorpel bis zum Kinn verfolgbar.
- Fig. 7. Mittleres Ohr eines Rehes. a Musc. tensor tympani losgelöst. b Das eckige Hammer-Amboss-Gelenk. c Tiefe Grube für den Proc. brevis incudis. d Befestigungspunkt des Malleus mit der dünnen vorderen Knochenplatte an der Paukenwand.
- Fig. 8. Pauke von oben und innen gesehen. S Schuppe. K Keilbein. P Pyramide. B Proc. mastoideus. g Muskelbauch des Tensor tympani. g' Das Zwischenband zwischen ihm und dem Hammer. s Lig. mallei superius in seiner vollkommenen Ausdehnung. k Die Sehne des Tensor tympani. t Die knöcherne Trochlea, in welcher er befestigt ist. i Befestigung ihres hinteren Endes im Sulcus tympani. h' Constantes Band zwischen diesem und dem Ambosschenkel. c Band und Grube des Proc. brevis incudis.
- Fig. 9. Foetus im 7ten Monat. a Grube am Proc. brevis incudis. t Die Trochlea knorpelig und die Sehne des Tensor in ihr fest verwachsen.

- Fig. 10. Anfang des dritten Monates. A Unterkiefer. B Paukenring. C Schuppe. a Paukenfell. g—i Erste Anlage des Bandapparates für den Hammer, eine Fascie darstellend, im Zusammenhang mit den benachbarten Weichteilen (vergrössert).
- Fig. 11. Dieselbe Figur mit deutlichen Insertionspunkten dieser Fascie am Manubrium mallei (h) und am Proc. longus incudis (h'). s Lig. m. superius in deutlicher Anlage.
- Fig. 12. Conf. Fig. 8. p Der Fusstritt des Steigbügels.
- Fig. 13. Der Tensor tympani aus dem rechten Ohr eines Erwachsenen, von oben und aussen seiner knöchernen Hülle beraubt. Der Hammer (m) zur Seite gezogen. g Der M. tensor tympani. g' Das Zwischenband. k Die Sehne des Tensor in der Trochlea fest verwachsen. k' k'' Feste Insertionen an der Trochlea und dem Sulcus muscularis.
- Fig. 14. Die Gelenkgrübchen auf dem langen Schenkel des Ambosses für das Os Sylvii (linker Amboss).
- Fig. 15. 1. Os Sylvii des Menschen. a c Die beiden Höckerchen auf seiner äusseren Fläche.
2. Os Sylvii des Rehes. A Gelenkfläche. B Längendurchschnitt, 35mal vergrössert.
- Fig. 16. 1. Linker Steigbügel von oben gesehen, v vorne, h hinten, a b der Umfang des Fusstrittes, schräge abgeschnitten.
2. Derselbe von unten gesehen. c Die Gelenkfläche für das Os Sylvii ist hier sichtbar.
3. Foramen ovale vom Vestibulum gesehen.
4. Dasselbe von der Pauke aus. Die punktierten Linien bedeuten die Grenzen, die dem Blick entzogen sind.
- Fig. 17. Steigbügelpinne mit einer abnormalen Verknöcherung des an dem vorderen Rande existirenden Bandes.