Ueber

die Druckverhältnisse des inneren Ohres

von

Dr. **August Lucae** *).

(Hierzu Fig. IV auf Taf. I.)

Nachdem durch die klassischen Untersuchungen von *Helmholtz* der akustische Vorgang im innern Ohre unserer Erkenntniss bedeutend näher gerückt ist, dürfte es an der Zeit sein, mit wärmerem Interesse, als dies bisher geschehen, unsere Aufmerksamkeit auch auf die Druckveränderungen im Labyrinth zu lenken, welche durch Luftdruckschwankungen im äussern und mittleren Ohrtheile sowie durch die Binnenmuskeln des Ohres hervorgebracht werden.

Ehe jedoch die äusserst schwierige und delicate Frage nach dem Einfluss dieser Druckschwankungen auf die Endapparate des Gehörnerven aufgeworfen werden kann, ist es unbedingt nothwendig, zuvor die *Qualität* dieser Druckschwankungen im Labyrinth einer Prüfung zu unterziehen und möglichst sicher zu stellen.

Im Handbuche der Anatomie von *J. C. Rosenmüller* **) wird bereits die Vermuthung ausgesprochen, dass die Binnenmuskeln des

*) Vorgetragen im physiologischen Verein zu Berlin in der Sitzung vom 14. Dec. 1867.

**) Fünfte vermehrte Auflage, herausgegeben von *Ernst Heinrich Weber*, Leipzig 1833. S. 223.

Ohres (zu welchen auch noch die von den heutigen Anatomen als nicht muskulöse Gebilde erkannten MM. externus mallei und Laxator tympani gerechnet werden) Spannungsdifferenzen im Labyrinth hervorzubringen vermögen. Er sagt: „Der dritte Muskel (i. e. der Tensor tympani) zieht den Hammer nach innen und oben, vermehrt die Wölbung des Trommelfells, spannt es dadurch und schiebt die Reihe der Gehörknöchelchen wahrscheinlich so nach innen, dass der Steigbügel tiefer in die Fenestra ovalis hineingedrückt wird, *und dass die im vertibulo befindlichen Säckchen von dem in ihnen eingeschlossenen Wasser mehr gedrückt und gespannt werden.* Auf ähnliche Weise wirkt vielleicht auch der vierte Muskel (i. e. der Stapedius), der sich an den Steigbügel ansetzt.“

Während so die Wirkungsweise des Tensor tympani bereits richtig erkannt und vollständig in Uebereinstimmung mit den neuesten Untersuchungen geschildert wird, blieb die Rolle des Stapedius noch in Dunkel gehüllt. Erst den genauen Experimentaluntersuchungen *Toynbee's**) war es vorbehalten, diesen letzteren als einen Antagonisten des Tensor tympani zu erkennen. Da diese *Toynbee'sche* Arbeit in Deutschland nicht diejenige Berücksichtigung gefunden hat, die sie bei ihrer Wichtigkeit verdient, so sei es mir erlaubt, an dieser Stelle näher auf dieselbe einzugehen.

Toynbee öffnete an einem menschlichen Felsenbein die Paukenhöhle, legte den Steigbügelmuskel frei und trug mit einer Zange einen Theil der Schnecke ab, so dass die Labyrinthflüssigkeit sichtbar wurde. Zog er nun an dem Stapedius oder drückte er den Hals des Steigbügels nach unten, so sank die Flüssigkeit in die Scala vestibuli zurück und nahm eine concave Oberfläche an; liess er mit dem Zuge nach, und kehrte der Steigbügel auf seine frühere Stellung zurück, so stieg auch die Flüssigkeit wieder und nahm eine rundliche Oberfläche an. Gleichzeitig bemerkte er, dass bei jener Bewegung des Steigbügels der lange Ambossschenkel und Hammergriff eine Drehung nach aussen und somit das Trommelfell eine geringe Erschlaffung erfuhr. Er hält demnach den Stapedius für den directen Antagonisten des Tensor tympani: Während der Erstere den Druck auf die Labyrinthflüssigkeit herabsetzt und das Trommelfell und die Membran des runden Fensters erschlafft, erhöht der Tensor tympani den Labyrinthdruck und spannt die beiden Membranen. Endlich findet *Toynbee* eine Stütze für seine Ansicht in dem Factum, dass der Stapedius vom

*) On the functions of the muscles of the tympanum in the human ear; British and foreign Medico-Chirurgical Review. 1853 Bd. XI 237.

N. facialis, der Tensor hingegen vom Ganglion oticum seinen Nerven erhält*).

Diese Beobachtungen wurden im Wesentlichen durch die Untersuchungen *Politzer's***) bestätigt, welche den Lesern dieses Archives wohl noch so gegenwärtig sind, dass eine genaue Wiedergabe derselben an diesem Orte nicht nöthig erscheint. *Politzer* bediente sich bekanntlich ebenfalls der von *Toynbee* zuerst angeregten Methode, auch er öffnete das Labyrinth, um an den Bewegungen der Flüssigkeit des Letzteren die jeweiligen Bewegungen der Steigbügelplatte zu studiren.

Er ging aber weiter und dehnte diese Methode auch auf das Studium der Luftdruckschwankungen im äussern und mittleren Ohre aus, um deren Einfluss auf den Labyrinthinhalt kennen zu lernen, indem er ein feines Glasmanometer in den oberen halbcirkelförmigen Canal luftdicht einsetzte. Als wesentliches Ergebniss seiner Versuche können wir bezeichnen, dass er *positive* Schwankungen im Labyrinth beobachtete: bei Contraction des Tensor tympani, bei Luftverdichtungen im äussern und *mittleren* Ohre; *negative* Schwankungen: bei Contractionen des Stapedius, bei Luftverdünnungen im äussern und *mittleren* Ohre. Er fand ferner, dass die Schwankungen weit ergiebiger ausfielen bei Luftdruckschwankungen im Mittelohr, und dass das Verhältniss der Schwankung vom äussern Gehörgang zu der von der Tuba aus erzeugten sich bei allen Versuchen nahe wie 1 : 3 verhielt.

Es fragt sich nun, ob jene Methode wirklich eine so sichere ist, dass wir aus diesen Versuchen ohne weiteres auf die betreffenden Vorgänge im *lebenden Ohre* schliessen dürfen, wie dies von Seiten *Politzer's* geschehen ist.

Von vorneherein muss dieser manometrischen Methode der Vorwurf gemacht werden, dass durch die Eröffnung des Labyrinthes die normalen Druckverhältnisse des letzteren wesentlich alterirt werden. So lange es sich indess um Bewegungsvorgänge im Labyrinth handelt, welche ohne Bethheiligung der Membran des runden Fensters durch eine auf die Steigbügelplatte wirkende Kraft hervorgebracht werden, so wird der Vorgang im innern Ohre durch die manometrische Methode sehr anschaulich gemacht. Hierher gehören also zunächst die directen Bewegungen des Steigbügels bei Contractionen des Stapedius; ferner die auf letzteren übertragenen Bewegungen des Trommel-

*) Fast wörtlich hat *Toynbee* diese Untersuchungen in seinen „Diseases of the ear“ 1860, p. 178 wiedergegeben.

**) Berichte der Wiener Academie d. Wissensch. März 1861.

fells bei Contraction des Tensor tympani und bei Luftdruckschwankungen im äussern Gehörgange. Wenn wir nun hier von positiven und negativen Labyrinthdruckschwankungen reden, so ist dieser jetzt allgemein übliche Sprachgebrauch durchaus gerechtfertigt, insoferne wir hierunter Bewegungen der Labyrinthflüssigkeit verstehen, welche entweder in der Richtung vom ovalen zum runden Fenster oder in umgekehrter Richtung erfolgen.

Ganz andere Verhältnisse treten jedoch ein bei Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle, da dieselben, abgesehen von ihrem Einfluss auf das Trommelfell, nicht einseitig auf die Steigbügelplatte wirken, sondern gleichzeitig auf die Membran des runden Fensters gerichtet sind. Wenden wir nun auch hier die manometrische Untersuchungsmethode an, so wird uns das Manometer wohl die Summe des auf dem ovalen und runden Fenster lastenden Druckes anzeigen, ohne dass wir jedoch im Stande sind, uns Rechenschaft über die Richtung der betreffenden Bewegung der Labyrinthflüssigkeit zu geben. Somit dürfen wir auch nicht aus der hiebei zu beobachtenden Qualität der Schwankungen im Labyrinthmanometer auf eine gleiche Qualität der Schwankung im *ungeöffneten* Labyrinthe schliessen.

Der sicherste Weg, um durch Experimente am natürlichen Gehörorgan über den vorliegenden Punkt in's Klare zu kommen, wäre der, bei ungeöffnetem Labyrinthe die Bewegungen der Steigbügelplatte und der Membran des runden Fensters direct zu beobachten, in ähnlicher Weise, wie dies *A. Fick* *) that, um den Einfluss der Steigbügelbewegungen auf die Labyrinthflüssigkeit zu studiren. Beobachtete er nämlich an einem Ohrpräparate die Membran des runden Fensters, während er den Steigbügel mit der Hand in's ovale Fenster hineindrückte, so sah er hiebei mit blossen Auge eine Vorwölbung der Membran und schliesst hieraus mit Sicherheit, dass es sich bei diesem Vorgange um eine Verschiebung der Labyrinthflüssigkeit in der Richtung vom ovalen zum runden Fenster handelt.

So einfach dieser Versuch ist, so schwierig ist es jedoch, einen ähnlichen Weg zu den Versuchen über die Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle einzuschlagen.

Ich zog es daher vor, die Versuche zunächst an einem gläsernen, dem natürlichen in den physicalischen Principien möglichst treu nachgebildeten Ohre anzustellen, welches ich mir mit Hülfe unseres Glas-künstlers Geissler angefertigt hatte.

*) Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane II. Lahr 1864 S. 139.
Archiv f. Ohrenheilkunde. IV. Bd.

Fig. IV stellt dasselbe in zwei Dritttheilen der natürlichen Grösse vor. G ist der Gehörgang, Tr das Trommelfell aus Gummi, PP die Paukenhöhle, T die Tuba Eustachii. Der luftdichte Verschluss der Paukenhöhle durch das Trommelfell ist dadurch bewerkstelligt, dass die Gummimembran über die Oeffnung der engern Röhre G gezogen und letztere in die weitere Röhre hineingezwängt wurde.

Nach innen ist die Trommelhöhle durch eine starke, luftdicht verkittete Glasplatte geschlossen, in welche zwei gleichgrosse runde Oeffnungen für die Labyrinthfenster O und R hineingeschliffen sind. Das Labyrinth habe ich durch die zweischenkliche Röhre LLL darzustellen versucht, deren Schenkel in die Labyrinthfenster genau eingepasst und daselbst durch Gummimembranen luft- und wasserdicht verschlossen sind. Die Befestigung dieser Membranen geschah in derselben Art wie die des Trommelfells; ausserdem wurden die Ränder der Labyrinthfenster von aussen her sorgfältig verkittet*). Vermittelt einer am Vereinigungspunkte beider Schenkel vorhandenen Oeffnung wurde das Labyrinth mit ausgekochtem Wasser vollständig gefüllt, und die Oeffnung unter Vermeidung von Luftblasen verkorkt und verkittet. In dem Wasser sind Stäubchen von Samen *Lycopodii* suspendirt, um an deren Bewegung die des Labyrinthwassers zu studiren. Wie ferner in der Fig. IV ersichtlich, ist die Verbindung zwischen der „Membran des ovalen Fensters“ und dem Trommelfell durch einen an diese beiden Membranen angekitteten Glasstab (eine Art Columella) hergestellt.

Versuch 1.

Mit dem äussern Gehörgang wird mittelst eines durchbohrten Korkes ein Gummischlauch luftdicht verbunden und die Luft im äussern Gehörgang abwechselnd verdichtet und verdünnt. Das Trommelfell wird hiedurch in die bekannten Pendelbewegungen gesetzt und löst adäquate Bewegungen des Labyrinthwassers aus. Man sieht deutlich, dass bei einer jedesmaligen Anspannung des Trommelfells nach innen die Wassersäule in toto vom ovalen zum runden Fenster verschoben und die Membran des Letzteren nach der Trommelhöhle zu vorgewölbt wird, während bei der entgegengesetzten Bewegung des Trommelfells das Umgekehrte stattfindet.

Wenn es sich nun, wie man mit *Helmholtz* annehmen muss, auch im natürlichen Ohr bei den Schallschwingungen um derartige Pendelbewegungen des schallzuleitenden Apparates handelt, so überzeugt

*) Zu allen diesen Verkittungen fand ich sehr zweckmässig eine Mischung aus 1 Theile *Guttapercha*, 1 Theile Wachs und 4 Theilen *Colophonium*.

man sich mit Hilfe dieses Modelles, dass der Vorgang im Labyrinth ganz derselbe ist, und dass im letzteren durch die Bewegungen des Steigbügels keineswegs eine Wellenbewegung im Labyrinthwasser eintritt, wie in den Lehrbüchern der Physiologie noch vielfach angenommen wird.

Versuch 2.

Der zur Hervorrufung der Luftdruckschwankungen dienende Gummischlauch wird jetzt mit der Tuba Eustachii in Verbindung gebracht.

Wird nun die Luft in der Trommelhöhle verdichtet (positives Experimentum Valsalvae), so wölbt sich das Trommelfell nach aussen; derselben Bewegung folgt die Columella und die Membran des ovalen Fensters (Steigbügel), während die Membran des runden Fensters nach dem Labyrinth zu eingedrückt wird. Die Labyrinthflüssigkeit zeigt hierbei eine Bewegung vom runden zum ovalen Fenster, demnach eine negative Schwankung. Durch Pfeile ist in der Fig. 1 diese hierbei im Ohr stattfindende Bewegung angedeutet.

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, dass bei Luftverdünnungen in der Trommelhöhle das Umgekehrte stattfindet, demnach also eine positive Druckschwankung im Labyrinth eintritt.

Dieser Versuch erklärt sich einfach folgendermassen: Die in der Trommelhöhle hervorgebrachte positive Luftdruckschwankung wirkt, wie Politzer zuerst hervorgehoben, nicht einseitig auf das Trommelfell, sondern gleichzeitig auf die Membran des runden und ovalen Fensters. Da diese beiden gleich grossen Membranen jedoch an die im Labyrinth eingeschlossene Wassersäule grenzen, so hebt sich der auf dieselben lastende Druck gegenseitig auf. Es würde demnach keinerlei Bewegung im Labyrinth erfolgen, wenn nicht die Membran des ovalen Fensters durch die Columella mit dem Trommelfell verbunden wäre, welches eine weit grössere Fläche darbietet, als beide Membranen zusammengenommen. Das Resultat der Druckwirkung ist daher schliesslich doch ein *einseitiges* und lediglich durch die Trommelfellbewegung bedingtes.

Von der Richtigkeit dieser Auseinandersetzung kann man sich zum Ueberfluss überzeugen, wenn man die Columella entfernt: in diesem Falle wölbt sich das Trommelfell bei einer positiven Luftdruckschwankung nach aussen, während die Fenstermembranen und das Labyrinthwasser sich vollständig ruhig verhalten. — Aus denselben Gründen muss es bei einer negativen Luftdruckschwankung zu einer positiven Schwankung der Labyrinthflüssigkeit kommen.

Wollte ich die Ergebnisse dieses Versuches direct auf das natürliche Ohr anwenden, so könnte man mir zunächst den Einwand machen, dass das Trommelfell und die beiden Fenstermembranen des

künstlichen Ohres nicht in demselben Grössenverhältniss stehen, wie dies am natürlichen Ohre der Fall ist. Hierauf wäre jedoch zu antworten, dass ich, um die natürlichen Verhältnisse zu erreichen, zunächst das Trommelfell noch weit grösser hätte herstellen, den Durchmesser fast doppelt so gross hätte nehmen müssen. Es ist klar, dass in diesem Fall der Versuch um so schlagender das von mir beschriebene Resultat zeigen würde.

Was ferner das Verhältniss der beiden Fenstermembranen zu einander betrifft, so sind die Steigbügelplatte und die Membran des runden Fensters im natürlichen Ohre allerdings nicht selten verschieden gross. In Anbetracht der grossen Fläche des Trommelfelles kommen jedoch diese geringen Grössenverschiedenheiten jener beiden winzigen kleinen Flächen bei unserm Versuche gar nicht in Betracht.

Ein dritter und berechtigter Einwand wäre endlich der, dass in dem künstlichen Ohre das Trommelfell mit der Membran des ovalen Fensters durch einen festen Glasstab verbunden ist, während im natürlichen Ohre diese Verbindung durch eine Kette von in Gelenken beweglichen Knöchelchen hergestellt wird, so dass also Trommelfell und Steigbügel sich einigermassen unabhängig von einander bewegen können.

Um diese Frage endgültig zu entscheiden, bedurfte es daher noch weiterer Versuche am natürlichen Gehörorgan selbst, bei welchen ich mir die Aufgabe stellte, die etwaigen Bewegungen des Steigbügels bei Luftdruckschwankungen in der geschlossenen Trommelhöhle direct zu beobachten. Nach vielen vergeblichen Bemühungen gelang mir dies endlich an zwei menschlichen, frischen Gehörorganen, welche für die beabsichtigten Versuche hinreichend geräumige Trommelhöhlen darboten. Das eine zeigte durchaus keine Abnormität, das andere leichte Schwellung und Röthe der Paukenschleimhaut mit mässiger Schleimabsonderung. Die Versuche wurden folgendermassen angestellt: Das Schläfenbein wurde sammt vollständiger Tuba aus dem Schädel entfernt und die dabei zum Theil geöffneten Warzenzellen mit der oben angegebenen Mischung luftdicht zugekittet. Darauf wurde die Decke der Trommelhöhle vorsichtig soweit geöffnet, dass Hammer, Amboss und Steigbügel deutlich sichtbar wurden. Hierauf ging ich unter Beleuchtung mittelst eines Reflexspiegels mit einer feinen englischen Nadel zwischen den langen Ambossschenkel und äusseren Bogengang in die Trommelhöhle und senkte die Spitze der Nadel in das Köpfchen des Steigbügels ein, so zwar, dass die Nadel, ohne die Wandungen der Trommelhöhle irgendwo zu berühren, aus letzterer eben hervorblickte. An das Oehrende der Nadel wurde ein zwei Zoll langer

dünner Glasfaden angekittet, so dass jetzt also ein etwa drei Zoll langer Fühlhebel mit dem Steigbügelköpfchen in Verbindung stand, und die Bewegungen des Steigbügels somit bequem abgelesen werden konnten. Ueber diesen Fühlhebel wurde ein Reagenzgläschen gestülpt und durch Verkittung des Randes desselben mit der Paukenhöhlendecke die Oeffnung in letzterer luftdicht geschlossen. Es wurde hierbei Sorge getragen, dass der Fühlhebel die innern Wandungen des Reagenzgläschens nirgends berührte. Das Präparat wurde darauf an einem Stativ so befestigt, dass das Reagenzgläschen sich in senkrechter Lage befand und somit die bei Luftdruckschwankungen eintretenden Bewegungen des Fühlhebels leicht beobachtet werden konnten.

Versuch 3.

Es wurde wie in Versuch 1 zur Hervorbringung von Luftdruckschwankungen im äussern Gehörgange ein Gummischlauch mit letzterem verbunden. Bei positiven Luftdruckschwankungen beobachtete man hiebei eine nach *innen* gerichtete ergiebige Bewegung des Fühlhebels. Bei negativen Schwankungen zeigte der Fühlhebel eine Bewegung nach *aussen*. Nachdem somit die normale Beweglichkeit von Trommelfell und Gehörknöchelchen constatirt war, ging ich zum

Versuch 4

über, indem ich von der Tuba aus Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle hervorbrachte. Es geschah dies einmal so, dass durch den in die Pharyngealöffnung lose eingelegten Ohratheter Luft in die Trommelhöhle geblasen wurde, somit also nur *schwache* Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle hervorgebracht wurden. Ferner wurde eine konisch zulaufende Glasröhre mit Hülfe einer über die Spitze derselben gezogenen kurzen Gummiröhre möglichst luftdicht in der Tuba befestigt und durch Compressionen eines an der Röhre befestigten Gummiballons *starke* Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle hervorgebracht.

Es zeigte sich hiebei, dass der Fühlhebel sowohl bei starken als bei schwachen *positiven* Luftdruckschwankungen eine Bewegung nach *aussen* machte, welche je nach der Stärke des angewandten Druckes verschieden gross ausfiel.

Wurde mit dem positiven Druck nachgelassen, so kehrte der Fühlhebel mit einer nach *innen* gerichteten Bewegung auf seine frühere Stellung zurück. Wurden mit Hülfe des Gummiballons *negative* Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle hervorgebracht, so zeigte der Fühlhebel ebenfalls eine Bewegung nach *innen*.

Aus diesen Versuchen geht auf das Unzweideutigste hervor, dass — in dem oben bezeichneten Sinne — durch *positive* Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle *negative* Druckschwankungen im Labyrinth, durch *negative* Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle *positive* im Labyrinth ausgelöst werden.

Dass *Politzer* in seinen Untersuchungen zu einem andern Resultat gekommen, ist um so unerklärlicher, als er sich bereits des Einflusses

bewusst ist, den das Trommelfell bei seiner Bewegung nach aussen auf den Steigbügel auszuüben vermag. Er sagt a. a. O. S. 437: „Es wurde die Trommelhöhle von oben geöffnet und das Stapes-Amboss-Gelenk durchschnitten. Wird dann die Trommelhöhle wieder geschlossen, so erhalte ich vom äussern Gehörgange nur während des positiven Druckes, während welches die getrennten Gelenkflächen zusammenschlagen, eine positive Schwankung im Manometerröhrchen (des obern Halbcirkelganges) von höchstens $\frac{1}{4}$ Millim. *Von der Tuba aus bekomme ich jedoch eine Schwankungsvermehrung um $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Millim. und darüber, als Folge des aufgehobenen Widerstandes, den das Amboss-Stapes-Gelenk durch gleichzeitige Bewegung des Trommelfells und somit auch des Hammers und Ambosses nach aussen, früher dem weiteren Hinanrücken der Stapesplatte in das ovale Fenster entgegengesetzte. Aus demselben Grunde fallen die Schwankungen bei nicht getrenntem Amboss-Stapes-Gelenke grösser aus, wenn der äussere Gehörgang luftdicht geschlossen wird, wodurch bei geänderten Luftdrucke in der Trommelhöhle die Bewegungen des Trommelfelles möglichst beschränkt werden.*“

Da meine Versuche gezeigt haben, dass die durch Luftdruckschwankungen in der Trommelhöhle hervorgebrachten Bewegungen des Steigbügels durchaus durch die des Trommelfelles bestimmt werden, so leuchtet es ein, dass bei einer Trennung des Amboss-Steigbügel-Gelenkes oder bei einer Feststellung des Trommelfelles durch luftdichten Verschluss des Gehörgangs oder dgl. *gar keine* Bewegung der Labyrinthflüssigkeit in der Richtung vom runden zum ovalen Fenster oder in umgekehrter Richtung erfolgen wird.

Eine andere Frage ist, ob der in solchem Fall gleichmässig auf beiden Labyrinthfenstern lastende Druck von irgend einem Einfluss auf die Contenta des Labyrinthes sein wird. Wegen der Incompressibilität des Labyrinthwassers ist dies nicht sehr wahrscheinlich, man müsste denn annehmen, dass durch den Druck ein Theil der Flüssigkeit resorbirt würde, wie ich eine solche bereits früher annahm, um mir die Nachwirkung des „künstlichen Trommelfells“ zu erklären*).

Die vorliegenden Untersuchungen waren bereits beendet, als ich eine Arbeit *Toynbee's***)) kennen lernte, in welcher ähnliche Ansichten bereits ausgesprochen werden. *Toynbee* erinnert an die bekannten subjectiven Erscheinungen während des *Valsalva'schen* Versuches und

*) Virchow's Archiv Bd. XXIX, S. 55, Anmerkung.

**)) Cerebral symptoms occurring in certain affections of the ear. St. George's hosp. reports 1866 I, p. 117.

glaubt, dass es sich hierbei nicht um eine Steigerung des Labyrinthdruckes, sondern um eine „Alteration der normalen Verhältnisse des Labyrinthes“ handelt, welche in Folge der nach aussen gerichteten Bewegung des Trommelfells und des Steigbügels eintritt.

Auf alle Consequenzen, welche sich aus meinen Untersuchungen sowohl in physiologischer als practischer Beziehung ziehen lassen, will ich an dieser Stelle nicht näher eingehen und nur folgende Punkte hervorheben.

Zunächst dürfte folgende an mir selbst in jüngster Zeit gemachte Beobachtung von Interesse sein:

Bei angestrengten, besonders nächtlichen Arbeiten bemerkte ich sehr häufig in meinem linken Ohre ein hohes, leises Klingen. Dasselbe scheint namentlich gern bei Rachencatarrh aufzutreten, ohne jedoch ein regelmässiger Begleiter des letzteren zu sein. Es gelang mir sehr leicht, die Höhe des in der subjectiven Gehörsempfindung deutlich vorherrschenden Tones mit f''' zu bestimmen. Beim jedesmaligen Auftreten der Erscheinung ist die Tonhöhe immer dieselbe.

Wie ich sagte, ist das f''' nur ein vorzugsweise dabei wahrnehmbarer Ton und könnte man die ganze Erscheinung mit folgender immer wiederkehrender Figur bezeichnen:

Beim Anschlagen der entsprechenden objectiven Töne auf dem Klavier tritt eine Verstärkung der subjectiven Gehörsempfindung, wie sie Czerny*) an sich beobachtete, bei mir nicht ein.

Sobald ich nun mittelst des Valsalva'schen Versuches das linke Trommelfell nach Aussen anspanne, verschwindet die Erscheinung sofort. In der Regel genügt die einmalige Impression von Luft, um mich auf mehrere Tage von der subjectiven Gehörsempfindung zu befreien, vorausgesetzt, dass das Ohr während dieser Zeit durch Untersuchungen nicht zu sehr angestrengt wird. Ganz dieselbe aus denselben Tönen zusammengesetzte Erscheinung kann ich willkürlich erzeugen durch festes Zudrücken des äussern Ohrorgans — also während des gesteigerten positiven Labyrinthdruckes — und tritt dieselbe dann als ein

*) Virchow's Archiv XLI, S. 299.

Begleiter des dabei bekanntlich wahrzunehmenden viel tieferen, rhythmisch summenden Geräusches auf.

Es ist demnach wohl mehr als wahrscheinlich, dass auch das ohne Verschluss des Gehörganges unwillkürlich in meinem Ohre auftretende Klingen durch eine momentane Zunahme des positiven Druckes im Labyrinth bedingt ist. Welche Ursache hier zu Grunde liegt, ist natürlich schwer zu sagen, zumal da die Funktion des in jeder Hinsicht normalen Ohres dabei durchaus nicht alterirt ist, und will ich mich daher auch jeder weiteren Hypothese enthalten. Jedenfalls ist die Thatsache von Interesse, dass in dem Augenblicke, wo der Steigbügel während des *Valsalva's*chen Versuches nach aussen rückt, das Klingen verschwindet und dass andererseits der letztere niemals im Stande ist, diese Erscheinung hervorzubringen. Nimmt man dagegen mit *Politzer* eine positive Druckschwankung während des *Valsalva's*chen Versuches im Labyrinth an, so bleibt es unerklärlich, wie durch denselben in diesem Falle die subjective Gehörserscheinung zum Verschwinden gebracht werden könnte. —

Für die practische Ohrenheilkunde ist der vorliegende Gegenstand von um so grösserer Wichtigkeit, als die Luftdouche bei den Krankheiten des Mittelohres bekanntermassen eine bedeutende Rolle spielt.

Es kann hiebei durchaus nicht gleichgültig sein, ob man schwache oder starke Luftströme auf das Ohr einwirken lässt. So erinnert *Toyne* a. a. O. an die durch heftige Einwirkung einer Luftpumpe plötzlich eingetretenen Todesfälle (*Turnbull*) und glaubt, dass in diesen Fällen durch Ruptur der Membrana tym. secundaria oder durch Dislocation des Steigbügels vom ovalen Fenster die Luft in das Labyrinth eindrang. Obwohl es mir nicht recht verständlich ist, wie hiedurch der Tod hervorgerufen sein soll, so ist es doch immerhin möglich, dass bei grosser Zartheit der Umsäumungsmembran des Steigbügels oder der Membran des runden Fensters bei einer plötzlichen und gewaltsamen Bewegung des Trommelfells nach aussen die eine oder andere der Fenstermembranen einreiss, und es somit zur Taubheit kommt. Es muss daher auf das Eindringlichste vor jeder Anwendung zu starken Luftdruckes gewarnt werden, und sind meine Ansichten*) in diesem Punkte durchaus dieselben geblieben und durch die jüngsten Ausführungen *Politzer's***) in keiner Hinsicht erschüttert worden.

*) Vgl. „Apparat zur diagnostischen und therapeutischen Anwendung der Luftdouche bei Ohrenkrankheiten.“ Deutsche Klinik 1866 Nr. 8.

**) Ueber die günstigen Resultate der durch Luftdruck erzeugten Rupturen dünner Trommelfellnarben.“ Wien. med. Presse Nr. 1, 2, 4 u. 5 1868. Eine eingehende Beleuchtung dieser Arbeit behalte ich mir vor.

Aus dem Gesagten erhellt, dass bei einer geringen Beweglichkeit oder vollständigen Unbeweglichkeit des Trommelfells der Luftdruck wenig resp. gar keinen Einfluss auf die Fenstermembranen ausüben wird. Es erscheint daher auch der auf den *Politzer*'schen Anschauungen basirende Vorschlag von *v. Troeltsch**) etwas problematisch, die Excursionsfähigkeit des Trommelfells während des Luftdruckes durch Zustopfung des äussern Gehörganges oder durch Füllung des letzteren mit Wasser zu beschränken, um einen um so stärkeren Druck auf die Membran des runden Fensters und die Steigbügelplatte mit ihrer Umsäumungsmembran auszuüben.

Nachtrag. Neuerdings ist eine unsern Gegenstand eng berührende Arbeit von *Helmholtz***) erschienen, welche mir leider erst nach Abschluss der vorliegenden Untersuchungen bekannt geworden ist. Nach *Helmholtz* ist das Hammerambossgelenk einem Uhrschlüsselgelenk mit Sperrzähnen zu vergleichen. Diese eigenthümliche Vorrichtung hat zur Folge, dass bei einer Innenbewegung des Trommelfelles der Hammer den Amboss mit sich fortreisst, dass jedoch der Hammer durch Luft, die in die Trommelhöhle dringt, ziemlich weit nach aussen getrieben werden kann, ohne den Amboss und Steigbügel mitzunehmen und ohne den Letzteren aus dem ovalen Fenster auszureissen.

Ich muss zugeben, dass die Verhältnisse am lebenden Ohre für eine unabhängige Aussenbewegung des Hammers bedeutend günstiger sein müssen, als dies am todten, schon etwas ausgetrockneten Ohre der Fall sein wird. Doch scheint mir nach meinen Versuchen (3 und 4) am todten Ohre die Annahme eine wohlberechtigte zu sein, dass auch am Lebenden bei einer einigermassen ergiebigen Bewegung des Hammers nach aussen Amboss und Steigbügel dieser Bewegung ebenfalls folgen werden.

*) „Vorläufige Mittheilung.“ Dieses Arch. Bd. III. S. 240.

**) „Ueber die Mechanik der Gehörknöchelchen“, Verhandl. d. naturh. medic. Vereins zu Heidelberg. Heidelberger Jahrbücher d. Literatur, 1867, S. 898. (Vgl. auch die wissenschaftliche Rundschau dieses Archivs Bd. IV Heft 1.)