

XXIII.

Zur Function der Tuba Eustachii und des Gaumensegels.

(Nach zwei im physiologischen Verein zu Berlin gehaltenen Vorträgen.)

Von Prof. Dr. August Lucae.

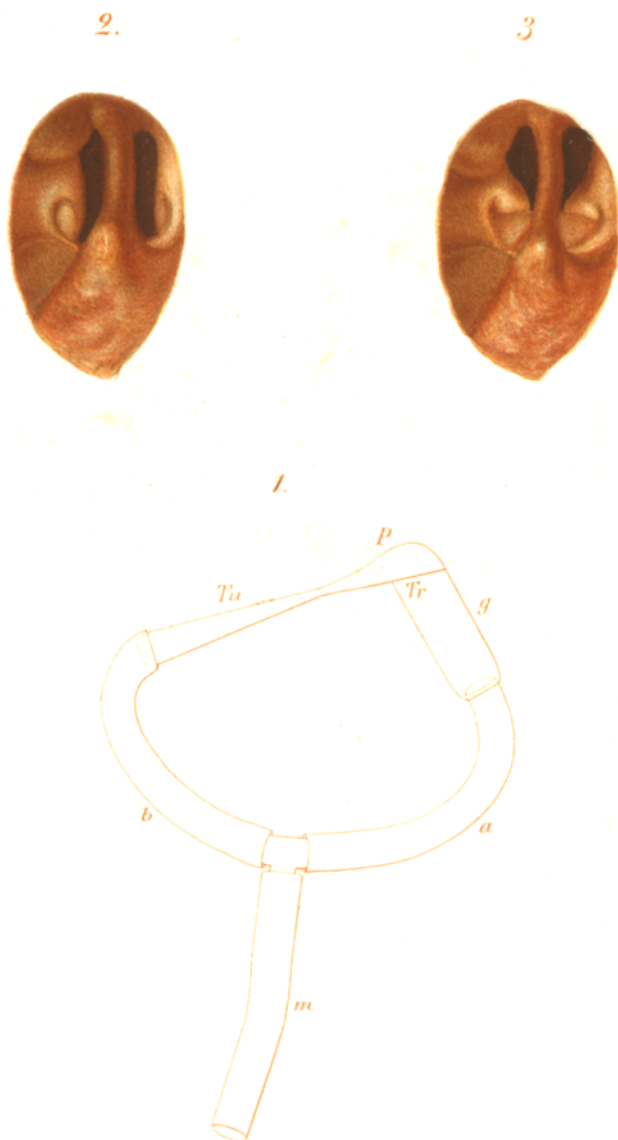
(Hierzu Taf. XV.)

I. Ist die Tuba Eust. als eine für gewöhnlich luftdicht oder nur lose geschlossene Röhre zu betrachten? Kritisches und Experimentelles vom physicalischen und vom physiologischen Standpunkte.

Die principiell so wichtige Frage, ob nur während des Schling-actes durch die Tuba Eust. eine Ventilation der Paukenhöhle stattfindet, oder ob dies auch bei anderen Bewegungen, z. B. während der Respiration, geschieht, ist immer noch Gegenstand eifriger Discussion. Man sollte bei dieser aber endlich einen Schritt vorwärts thun und nicht immer wieder von Neuem die nach meiner Ueberzeugung längst erledigte Frage stellen, ob die Tuba Eust. in der Ruhe geschlossen oder offen sei. Dass Letzteres im Normalen nicht der Fall sein kann, lehren einmal gewisse unten näher anzugebende acustische Erfahrungen, ferner einige bei abnorm offener Tuba zu beobachtende pathologische Erscheinungen, unter welchen namentlich das constante, quälende Hören der eigenen Stimme und Respiration zu nennen sind. Vor mehreren Jahren bereits habe ich die vermittelnde auf zahlreiche Untersuchungen¹⁾ gestützte Ansicht²⁾ aufgestellt, dass die Durchgängigkeit der Tuba Eust. bei Normalhörenden eine individuell sehr verschiedene ist, und dass dieselbe bei einer grossen Zahl der von mir untersuchten Personen schon für den bei ruhiger Respiration aus- und eingehenden Luftstrom sich durchgängig zeigte, während bei Anderen hierzu die

¹⁾ Ueber die Respirationsbewegungen des Trommelfells. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. I.; Zur Function der Tuba Eust. Ibid. Bd. III.

²⁾ Ueber einen bisher nicht erwähnten Zusammenhang zwischen Nasen- und Ohrenkrankheiten. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. IV.



forcirte Respiration, der Valsalva'sche Versuch oder der Schlingact, nothwendig erschien.

Wie getheilt aber und zum Theil auch schwankend noch die Ansichten der Autoren über diesen Punkt lauten, dafür will ich als Beleg nur die Angaben zweier namhafter Physiologen anführen. So sagt Helmholtz: (Tonempfindungen 1873. 3. Aufl. S. 199) „Man kann durch die Tuba Luft in die Trommelhöhle eintreiben oder herausziehen, wenn man Nase und Mund verschliesst, und die Luft im Munde entweder zusammenpresst oder durch Saugen verdünnt. Sowie die Luft in die Trommelhöhle eintritt oder austritt, fühlt man ein plötzliches Rucken im Ohr und hört ein Knacken. Dabei wird man (?) bemerken, dass die Luft nur in solchen Augenblicken vom Schlunde in das Ohr oder vom Ohre in den Schlund tritt, wo man eine Schlingbewegung macht.“ Hieraus und aus der weiteren subjectiven Beobachtung, dass die in die Trommelhöhle hierbei eingedrungene Luft erst während einer nachfolgenden Schlingbewegung bei offener Nase wieder austrete und das Gefühl der Spannung im Trommelfell aufhöre, schliesst Helmholtz, dass die Tuba für gewöhnlich „gar nicht offen“ sei, sondern nur beim Schlingen geöffnet werde.

Während also Helmholtz sogar den Valsalva'schen Versuch in Abrede stellt, äussert sich Czermak (Ueber das Ohr und das Hören. Aus der Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge von Virchow und v. Holtzendorff 1873) zunächst folgendermaassen: „So lange die Mündung der Ohrtrompete, wie dies normaler Weise in der Ruhe der Fall zu sein pflegt, geschlossen ist, wird die in der Paukenhöhle enthaltene Luft vollständig hermetisch abgeschlossen sein; so wie aber die wulstige Mündung geöffnet wird, was regelmässig bei jeder Schlingbewegung geschieht, so communicirt die Paukenhöhlenluft durch die Nase hindurch frei mit der Atmosphäre und etwaige Spannungsunterschiede beider Luftmassen können sich sofort ausgleichen.“ An einer andern Stelle seiner Arbeit (S. 25) schliesst er sich jedoch meiner Ansicht an, indem er sagt: „Bei verschiedenen Menschen ist die Ohrtrompete von sehr verschiedener Weite. Bei Manchen ist sie so weit, dass sie immer offen steht und es daher niemals zu den beschriebenen Erscheinungen (Schwerhörigkeit in Folge von Luftdruckdifferenzen, welche bei Schlingbewegungen schwindet) kommt, weil die ungehinderte Ausgleichung

das Zustandekommen etwaiger Spannungsunterschiede verhindert. Bei Anderen ist sie wieder so eng, dass sie bei der geringsten Schwellung der Schleimhaut ganz unwegsam wird.“

Die in neuester Zeit von Mach und Kessel¹⁾ über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen gingen zunächst von der Betrachtung aus, dass der grösste Nutzeffect der Schallwelle für die Trommelfellschwingung erzielt würde, wenn das Trommelfell von einer Seite möglichst gegen die Schallwellen geschützt, wenn also die Tuba Eust. für gewöhnlich geschlossen sei. Die Richtigkeit dieser Theorie wurde sowohl am anatomischen Ohrpräparat als am Schema durch Versuche erhärtet. Letztere geschahen in der Weise, dass der Schall einer Pfeife durch ein Gabelrohr von gleich langen und gleich weiten Zweigen sowohl in den äusseren Gehörgang als in die Trommelhöhle geleitet wurde. Durch ein Deckgläschen, mit welchem die zuvor geöffnete Trommelhöhle wiederum luftdicht verkittet wurde, konnten die mit Goldbronce bestäubten und durch Sonnenlicht beleuchteten Gehörknöchelchen mikroskopisch beobachtet werden. Es zeigte sich nun, dass dieselben nur dann in heftige Schwingungen versetzt wurden, wenn einer der Schallwege abgesperrt wurde²⁾.

Abgesehen von diesem physicalischen Postulate glauben die Verf. durch folgenden physiologischen Versuch zu beweisen, dass die Tuba Eust. für gewöhnlich geschlossen ist und nur durch den Schlingact zur Ausgleichung der Luftdruckdifferenzen in der Trommelhöhle zeitweise geöffnet wird:

Aus dem Innern eines luftdicht geschlossenen Kastens, in welchem sich die Versuchsperson (Mach, Kessel) befindet, führen 2 Schläuche zu einem saugenden und zu einem drückenden Blasebalg. Die Oeffnungen dieser Schläuche können von der eingeschlossenen Person durch Ventile abwechselnd zugedeckt werden.

1) Die Function der Trommelhöhle und der Tuba Eustachii. Sitzb. d. k. Acad. d. Wissensch. 1872.

2) Dieser Versuch ist nicht neu. Es ist den Herren Verfassern entgangen, dass ich bereits vor mehreren Jahren bei einer anderen Gelegenheit im Princip völlig gleiche Versuche angestellt und auch zu denselben Resultaten gelangt bin. Vgl. meine Untersuchungen über die sogenannte Kopfknochenleitung etc. im Arch. f. Ohrenheilk. Bd. V. S. 86, sowie meine Monographie „die Schallleitung durch die Kopfknochen etc.“ Würzburg 1870. S. 9 mit Abbildung.

Arbeiten beide Blasebälge, und wird keine der Oeffnungen geschlossen, so befindet sich die Luft des Kastens einfach in Circulation; wird nun eine oder die andere Oeffnung geschlossen, so tritt entweder eine Druckerhöhung oder eine Druckverminderung ein.

Ueber die hierbei erzielten Resultate heisst es zunächst in der Arbeit wörtlich: „Bei diesen Druckschwankungen fühlt man nun deutlich wie das Trommelfell abwechselnd ein- und ausgetrieben wird, was ein Beweis ist, dass die Tuba gewöhnlich geschlossen ist. Für die grössten in Kasten herstellbaren Druckdifferenzen ist bei Mach die Tuba schwach durchgängig, denn die Trommelfelle kehren auch bei fortbestehender Druckdifferenz langsam in ihre natürliche Lage zurück.“

Es wird ferner die unter ähnlichen Verhältnissen (Taucherglocke, pneumatisches Kabinet, Luftballon) schon häufig beobachtete Thatsache angegeben, dass die in Folge der Druckdifferenzen wahrzunehmende Spannung im Trommelfell durch Schlingbewegungen momentan ausgeglichen wird. Ausserdem wird die bekannte Erfahrung von Kessel wiederum bestätigt, dass bei vermehrter Trommelfellanspannung die Wahrnehmung tieferer Töne gegen die der höheren in den Hintergrund tritt.

Den Widerspruch, in welchem die Ergebnisse dieser Versuche mit den von Kessel ebenfalls bestätigten Respirationsbewegungen atrophischer Trommelfelle¹⁾ stehen, glauben die Verf. durch die Hypothese zu heben, dass in derartigen Fällen während der Respiration in der von Rüdinger zuerst beschriebenen unter dem Knorpelhaken befindlichen capillären Spalte nicht etwa eine freie Luftcirculation, sondern nur eine Verschiebung der durch die Secretion der Schleimhaut hierselbst entstehenden Flüssigkeitssäule stattfinden soll. (!)

Durch folgende Versuche, welche an einem den natürlichen Verhältnissen des Ohres nachgebildeten Modell unternommen wurden, werde ich mich zu zeigen bemühen, dass der erwähnte Widerspruch nur ein scheinbarer ist, d. h. dass die von Mach und Kessel bei Luftdruckschwankungen in ihrem pneumatischen Kasten wahrgenommenen Trommelfellanspannungen auch bei relativ durch-

¹⁾ Zuerst von Schwartze (Arch. f. Ohrenheilk. Bd. I.) und mir (a. a. O.) beobachtet.

gängiger Tuba sehr wohl möglich sind. Die schematische Figur 1 zeigt in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse das von Geisler in Berlin aus Glas angefertigte Modell. G ist der Gehörgang, P die Paukenhöhle, Tu die Tuba Eustachii; an dem aus Kalbsblinddarm angefertigten Trommelfelle, Tr, welches in seiner natürlichen schrägen Lage im Grunde des Gehörganges ausgespannt ist, wurde nach der von Helmholtz ¹⁾ angegebenen Methode die dem natürlichen Trommelfell eigenthümliche (in der Fig. nicht wiedergegebene) Krümmung nachgeahmt. Der Durchmesser des Isthmus der Tuba Eust. beträgt in diesem künstlichen Ohre etwa 1 Mm.

Es lassen sich nun die von Mach und Kessel beschriebenen Versuche ohne jeden weiteren pneumatischen Apparat an diesem Modell wiederholen, wenn man dasselbe mit dem T-förmigen Gummirohr a m b in der in der Figur 1 angegebenen Weise in Verbindung setzt. Nimmt man das Rohrende m in den Mund, so kann man durch Druck- oder Saugbewegungen, je nachdem die beiden Schenkel a und b offen stehen, oder einer von beiden zugeedrückt wird, den Druck im Gehörgang und in der Tuba gleichzeitig oder isolirt erhöhen und vermindern und die hierdurch hervorgebrachten Trommelfellbewegungen studiren.

Es bedarf keiner näheren Auseinandersetzung, dass in dem ersten Falle — wenn also a und b vollständig offen stehen — die von m aus bewirkten, schnell auf einander folgenden pendelförmigen Druck- und Saugbewegungen keine merklichen Bewegungen des Trommelfells auslösen ²⁾; ferner, dass dieselben äusserst heftig auftreten, sobald entweder der Schenkel a oder b zugeedrückt, oder die Tuba Eust. mit Wachs luftdicht geschlossen wird.

Eine nähere Erläuterung bedarf jedoch der uns hier interessirende dritte Fall, dass die Tuba Eust. in soweit geschlossen wird, dass bei mässig starken nur durch die Röhre b einwirkenden Druckschwankungen deutliche Trommelfellbewegungen ausgelöst werden. Es geschieht dies am besten mit Hülfe eines Wattepfropfes, welcher in die Tuba bis zu deren Isthmus fest eingedrückt wird. Ich wiederhole ausdrücklich, dass die so verstopfte

¹⁾ Die Mechanik der Gehörknöchelchen und des Trommelfells. 1869. S. 52.

²⁾ Es sei jedoch bemerkt, dass bei sehr schnell auf einander folgenden Luftdruckschwankungen zuweilen ganz geringe Erzitterungen der Trommelfelloberfläche bei scharfer Beobachtung zu sehen sind.

Tuba für mässig starke von b allein aus einwirkende Luftdruckschwankungen völlig durchgängig bleibt, wie man an den entsprechenden Bewegungen des Trommelfelles deutlich sieht, und dabei constatirt, dass letzteres bei Nachlass des Druckes sofort in seine Gleichgewichtslage zurückkehrt. Lässt man jetzt durch a und b gleichzeitig auf den Gehörgang und die Tuba schnell auf einander folgende Druck- und Saugbewegungen einwirken, so beobachtet man sehr deutliche den Druckschwankungen entsprechende Pendelbewegungen des Trommelfelles, welche sich nur durch ihre geringere Excursion von denjenigen unterscheiden, welche durch einseitig vom Gehörgang her auf das Trommelfell einwirkenden Luftdruckschwankungen hervor gebracht werden. Geht man jedoch aus den pendelartigen Luftdruckschwankungen in den constanten, positiven oder negativen Druck über und lässt denselben wiederum gleichzeitig durch den Gehörgang und die Tuba auf das Trommelfell einwirken, so kehrt dasselbe sofort in seine Gleichgewichtslage zurück und beharrt in derselben.

Die Erscheinung erklärt sich aus dem grösseren Widerstande auf Seite der durch den Wattepfropfen verstopften Tuba, welcher bei den schnell aufeinanderfolgenden Luftdruckschwankungen keinen völligen Ausgleich des Druckes zu beiden Seiten des Trommelfelles gestattet, so dass der auf der äussern Trommelfellfläche lastende Druck ein grösserer ist als der auf die Innenfläche von der Trommelhöhle aus wirkende Druck. Bei anhaltendem gleichzeitig auf die Tuba und den Gehörgang einwirkenden Druck wird dieser Widerstand jedoch bald überwunden und tritt daher gleiche Spannung an der Innen- und Aussenfläche des Trommelfelles ein.

Hiermit steht die von Mach in dem pneumatischen Kasten an sich selbst beobachtete oben citirte Erscheinung in völligem Einklang, dass nämlich bei fortbestehender Druckdifferenz die Trommelfelle in ihre natürliche Lage zurückkehren. Grade diese eigene Beobachtung Mach's zeigt sehr deutlich die grossen individuellen Verschiedenheiten der Durchgängigkeit des Tubalunns und berechtigt daher keinesweges zu dem Schlusse, dass „unter gewöhnlichen Umständen“ an eine freie Communication der Luft der Trommelhöhle und des Rachens nicht zu denken sei.

Die von Mach und Kessel aufgestellte Hypothese, dass bei den Respirationsbewegungen des Trommelfelles eine capilläre Flüssig-

keitssäule in der Tuba sich hin- und herschieben soll, ist die Consequenz einer zu directen Ausnutzung jener physicalischen Thatsache, dass das Trommelfell nur durch einseitige vom Gehörgang aus wirkende Druckschwankungen in starke Schwingungen gesetzt wird. Die Herbeiziehung eines derartigen „nothwendigen Postulates“ zur Lösung einer rein anatomisch-physiologischen Frage, um die es sich hier doch handelt, hat erfahrungsgemäss stets etwas Missliches. Die an dem künstlichen Ohr mit lose geschlossener Tuba von mir angestellten Versuche ergeben aber, dass, wenn gleichzeitig im Gehörgang und in der Tuba pendelförmige Luftdruckschwankungen einwirken, diejenigen, welche vom Gehörgange aus das Trommelfell treffen, überwiegen und in ihrem Sinne das Trommelfell in adäquate Schwingungen versetzen. Da es sich nun bei den Schallschwingungen ebenfalls um pendelförmige Luftdruckschwankungen handelt, so wird durch einen nur losen Verschluss der Tuba Eust. die Perception der Schallschwingungen wohl etwas abgeschwächt, keinesweges jedoch aufgehoben. Am natürlichen Ohr sind die Verhältnisse hierfür noch weit günstiger, da die Schallschwingungen, welche etwa durch die Rachenmündung der Tuba Eust. eintreten könnten, auf dem relativ langen Wege durch Mund oder Nase erheblich abgeschwächt werden müssen. Die scheinbare Unvollkommenheit des Gehörorganes, welche aus dem nur losen Verschluss der Tuba resultirt, wird aber reichlich dadurch ausgeglichen, dass nicht nur durch die Schlingbewegungen, sondern auch durch die Respiration eine Erneuerung der in der Trommelhöhle befindlichen Luft ermöglicht werden kann.

Ich habe bereits oben erwähnt, dass bei einer grossen Anzahl Normalhörender sich Respirationsbewegungen des Trommelfelles nachweisen lassen. Nach dem Vorgang von Politzer stellte ich meine Untersuchungen mit dem sogenannten Ohrmanometer vom Gehörgange aus an. Die Ausgiebigkeit der Bewegungen, welche durch die Sperrflüssigkeit im Manometer registriert wird, ist aber von zwei Factoren abhängig, einmal von der Durchgängigkeit der Tuba, zweitens von der Beweglichkeit des Trommelfelles. Ist demnach an letzterem während der Respiration keine Bewegung nachzuweisen, so ist hieraus noch nicht der Schluss zu ziehen, dass die Tuba für den Respirationsdruck undurchgängig ist, sondern es kann dies eben so gut darin seinen Grund haben, dass die mano-

metrische Methode zur Wahrnehmung minimaler Trommelfellbewegungen nicht ausreicht. Andererseits wurde bereits früher von mir betont, dass Individuen mit starkem Nasen- und Rachenkatarrh, in dessen Folge erfahrungsgemäss so häufig Schwellung der Tubenschleimhaut auftritt, zu den genannten manometrischen Versuchen aus den erörterten Gründen sich nicht eignen.

In neuer Zeit habe ich mich nun durch eine grosse Anzahl von Versuchen an Normalhörenden überzeugt, dass ein Expirationsdruck, welcher hinsichtlich seiner Stärke zwischen der gewöhnlichen Expiration und dem Valsalva'schen Versuche die Mitte hält, bei jedem ohrgesunden Individuum ohne gleichzeitigen Schlingact das Trommelfell in deutlich wahrnehmbare Bewegung versetzt. Beobachtet man nämlich das Trommelfell irgend eines Normalhörenden und lässt denselben bei gut fixirtem Kopfe die Nase schnäuzen, so sieht man bei jedem Expirationsstoss eine deutliche ruckweise erfolgende Hervorwölbung des Trommelfelles, namentlich am hinteren oberen Quadranten. Man bemerkt dabei ferner, dass das Trommelfell mit Nachlass des Druckes schneller oder langsamer, ohne dass hierzu eine Schlingbewegung erforderlich ist, in seine natürliche Lage zurückkehrt. Diejenigen Versuchspersonen, bei welchen dies sofort geschah, bei welchen demnach die Tuba Eust. als nahezu offen stehend angenommen werden muss, zeigten bei genauer Functionsprüfung eher ein feineres, niemals jedoch ein schlechteres Gehör als diejenigen, bei welchen das Trommelfell weniger schnell die Gleichgewichtslage wieder einnahm.

Dieser Versuch lehrt also nicht nur, dass während des Schnäuzens in der Richtung vom Rachen zur Trommelhöhle Luft in dieselbe eingepumpt wird, sondern auch, dass die Kräfte, welche das Trommelfell in die Gleichgewichtslage zurück zu bringen streben, vollständig genügen, um die in die Trommelhöhle eingeblasene Luft durch die Tuba wieder zu entleeren.

Ich bemerke hierzu, dass die Mehrzahl meiner Versuchspersonen während des Schnäuzens durchaus keine Empfindung von Anspannung des Trommelfelles wahrnahmen, während dieselbe doch objectiv auf das Deutlichste mit dem Ohrenspiegel zu constatiren war. Es geht hieraus hervor, dass jedem durch Beobachtung an sich selbst gewonnenen negativen Resultate bei diesen und ähn-

lichen Versuchen über die Durchgängigkeit der Tuba jede Bedeutung abgesprochen werden muss, da ja die Selbstbeobachtung sich lediglich auf das Gefühl der Trommelfellanspannung stützt ¹⁾.

Aus den bisherigen Untersuchungen ergibt sich, dass die Tuba Eust. nicht als eine für gewöhnlich vollständig geöffnete Röhre anzusehen ist. Es sprechen hiergegen sowohl acustische Bedenken, als auch pathologische Beobachtungen an Kranken mit abnorm offener Tuba, bei welcher aber noch keine Schwerhörigkeit beobachtet worden ist. Ebenso wenig haltbar ist aber die Annahme eines luftdichten Abschlusses der Tuba Eust.; dieselbe ist vielmehr lose geschlossen und öffnet sich mit individueller Verschiedenheit bald leichter, bald schwerer bei Luftdruckschwankungen im Nasenrachenraume und in der Trommelhöhle. Die Annahme eines derartigen nur losen Verschlusses verträgt sich nicht allein sehr gut mit der acustischen Theorie des Hörens; sie wird durch die angeführten physiologischen Experimente auch zur Thatsache erhoben.

II. Ueber das Verhältniss des Gaumensegels zur Rachenmündung der Tuba Eust. in Ruhe und Bewegung. Directe Beobachtung in einem Falle von Verlust der Nase. — Versuche mit dem Ohrmanometer bei perforirtem Trommelfell.

Die in neuester Zeit von Michel²⁾ und Zaufal³⁾ veröffentlichten Beobachtungen über die Bewegungen der Schlundmündung

¹⁾ Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich dem Ausschnauben der Nase eine nicht unwichtige Rolle in der Ventilation des Ohres zuerkenne. Bei Personen, welche wegen fortwährend bestehendem Nasenkatarrh häufig das Taschentuch brauchen müssen, wird das jedesmalige Schnäuzen der Nase eine wohlthätige Ventilation des Ohres herbeiführen und hierdurch einen etwaigen durch Schwellung eintretenden Verschluss der Tuba verbindern.

Es ist hier nicht der Ort die pathologischen Erweiterungen der Tuba und Erschlaffungen des Trommelfelles und andere hierbei in Betracht kommende Erscheinungen eingehender zu erörtern, welche durch übermässiges Ausschnauben hervorgebracht werden. Starke Schnupfer sind hierfür redende Beispiele.

²⁾ Das Verhältniss der Tubenmündung zum Gaumensegel, am Lebenden betrachtet durch die Nase! Berlin. klin. Wochenschr. 1873. No. 34.

³⁾ Die normalen Bewegungen der Rachenmündung der Eustachischen Röhre. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. IX. S. 133 u. 228.

der Eustachi'schen Ohrtrumpete in Füllen, wo es bei ungewöhnlich geräumiger Nasenhöhle gelang, die Tubamündung mit ihrer Umgebung mehr oder weniger deutlich von der Nase aus zu beleuchten und den Mechanismus dieser Theile zu studiren, mussten namentlich zu einer Revision der augenblicklich herrschenden Ansicht über den Einfluss des Schlingactes auf die Tuba Eust. auffordern.

Ich fühle mich hierzu um so mehr veranlasst, als ein glücklicher Zufall mir unlängst ein Individuum zuführte, welches in Folge von Lupus sowohl die knorpelige als knöcherne äussere Nase vollständig eingebüsst hatte, und mir daher die seltene Gelegenheit bot, ohne jede künstliche Beleuchtung einen vollständig freien Blick in den oberen Rachenraum zu thun und den Mechanismus des Gaumensegels und dessen Beziehung zur Rachenmündung der Tuba auf das Bequemste zu studiren.

Da meine Beobachtungen diejenigen von Michel und Zaufal im Wesentlichen bestätigen und ergänzen und nur in der Deutung von denen Zaufal's abweichen, so gehe ich, um Wiederholungen zu vermeiden, zunächst zur Beschreibung des betreffenden Falles über.

Im Voraus bemerke ich, dass es sich hier um ein für sein Alter vollständig gut hörendes Individuum mit vollständig erhaltenem und gesunden harten und weichen Gaumen handelt; ferner, dass der Kranke nicht etwa als Ohrenkranker meine Hülfe suchte, sondern mir aus reiner Gefälligkeit die Untersuchung gestattete. Ich hebe dies ausdrücklich hervor, weil schon wiederholt der Versuch gemacht ist, dergleichen pathologische Fälle, wo jedoch gleichzeitig Deformitäten des Gaumensegels vorhanden waren, für die vorliegende Frage physiologisch zu verwerthen ¹⁾).

¹⁾ So namentlich in einer neueren Beobachtung von Magnus. („Der Nasen-Rachen-Raum. Eine Studie, an einem Lebenden gemacht.“ Arch. f. Ohrenheilkunde. Bd. VI. S. 246.) Abgesehen von einem grossen Defecte im harten Gaumen war in diesem Falle von Defect der Nase von dem linksseitigen vorderen Gaumenbogen nur ein dünner Rest „von der Stärke eines dünnen Bindfadens“ vorhanden, und das Zäpfchen von dem anscheinend wohl erhaltenen rechten Gaumenbogen nach rechts hinübergezogen. Endlich handelte es sich hier um ein doppelseitiges schweres Ohrenleiden. Weil nun Magnus weder beim Schlucken, noch beim Athmen, Gähnen und Sprechen bei diesem Individuum trotz gespanntester Aufmerksamkeit und bester Beleuchtung mit reflectirtem Lichte die leiseste Veränderung der Tubamündung bemerken konnte, so nimmt er keinen Anstand dies als normalen Zustand zu be-

Der Kaufmann Gustav Lademann, 70 Jahr, aus Stettin, ein sonst gesunder Mann von sehr kräftigem Körperbau, hatte sich bis etwa vor 2 Jahren, zu welcher Zeit die Nase ohne bekannte Ursache erkrankte, stets einer guten Gesundheit erfreut. Er suchte endlich Hülfe in der hiesigen chirurgischen Universitäts-Klinik und war vor einigen Tagen aus derselben von seinem Lupus vollständig geheilt entlassen worden. Die nach seiner Angabe ärztlicherseits beabsichtigte plastische Operation zur Bildung einer Nase war vom Patienten verweigert worden.

Die Untersuchung, welche sowohl von mir allein als in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Dennert in hiesiger Königlichler Poliklinik für Ohrenkrankheiten wiederholt vorgenommen wurde, ergab Folgendes:

An Stelle der äusseren Nase, welche mit Einschluss der Nasenbeine vollständig zu Grunde gegangen, erblickt man ein etwa wallnussgrosses ovales Loch mit scharf abgeschnittenem Rande. Von der Nasenscheidewand ist der knöcherne Abschnitt nahezu vollständig erhalten, von dem knorpeligen ist nur unten ein Theil übrig geblieben, welcher mit einem dreieckigen Wulst nach vorn in den Boden der Nasenhöhle übergeht. Auf der rechten Seite sind alle drei Nasenmuscheln vollständig erhalten, mit normaler röthlicher Schleimhaut bedeckt. Links die obere und untere Nasenmuschel normal, aber weniger entwickelt als rechts, mit normaler Schleimhaut bekleidet; von der mittleren nur noch rudimentäre Muschel entspringt ein kleiner bohnergrosser Polyp, welcher — wie ich gleich bemerken will — von mir entfernt wurde. Der Boden der Nasenhöhle bis zu den Choanen durchaus normal. Bei geöffnetem Munde erblickt man den vollständig normalen harten und weichen Gaumen, die beiden Bogen des letzteren wohl gebildet, die Uvula genau in der Mitte, ohne jede Abnormität. Die Bewegungen des Gaumensegels und der wohlgeformten Zunge erfolgen durchaus normal.

Die Respiration kräftig und tief; Sprache stark und klangvoll, ohne jede Abnormität; der Schlingact geht vollständig normal von statten; Geruch äusserst scharf. Die Prüfung des Gehörs ergibt

zeichnen. So interessant die Magnus'sche pathologische Beobachtung auch ist, so scheint es doch sehr gewagt dieselbe zu einer physiologischen stempeln zu wollen.

rechts eine Hörweite von etwa 8 Fuss, links von etwa 12 Fuss für leises Flüstern. Die Trommelfelle zeigen beiderseits eine leicht grauliche totale Trübung, der Lichtkegel rechts etwas matter als links.

Bei Anfertigung der beigegeführten Abbildungen, welche durch Herrn Maler Dworzaczek geschah, wurde der grösseren Deutlichkeit halber hauptsächlich auf eine Darstellung der Umgebung der Tubamündungen und der hinteren Fläche des Gaumensegels Rücksicht genommen. Die Aufnahme geschah von vorn und etwas von rechts aus, um wegen der rechterseits weiteren Choane einen möglichst tiefen Blick in die Mündung der rechten Ohrtrumpete thun zu können. Man sieht auf dieser Seite in den Abbildungen die obere und untere Nasenmuschel zum Theil wiedergegeben, während links nichts von denselben zu bemerken ist.

Betrachtet man zunächst Fig. 2, welche die fraglichen Organe im Zustande der Ruhe resp. bei gewöhnlicher Respiration darstellt, so erblickt man durch die Choanen hindurch beiderseits die länglich ovalen Tubenmündungen, nach aussen und vorn durch die schmale sichelförmige vordere Lippe („Hakenfalte“ nach Zaufal), nach hinten und innen durch den knorpeligen Tubenwulst begrenzt, welcher die dahinter liegende Rosenmüller'sche Grube dem Auge verdeckt, endlich die tief dunkle hintere Pharynxwand; sämtliche Theile von normaler blasseröthlicher Schleimhaut bekleidet, die Tubenmündungen selbst leicht gelblich gefärbt.

Beim ruhigen Athmen bemerkt man nun für gewöhnlich keine irgendwie auffallende Veränderung an den Tubenmündungen; die Oeffnungen derselben zeigen sich hierbei — namentlich bei seitlicher Beobachtung der rechten — durchaus frei. Wie weit sich dieses Offenstehen der Mündungen in die Tuben hinein erstreckt, lässt sich hierbei natürlich nicht bestimmen, da man ja kaum mehr als eine Profilansicht gewinnt.

Ein durchaus verändertes Bild stellt sich dem Beschauer dar bei einer Reihe von Bewegungen, unter denen ich namentlich folgende vier hervorhebe, welche eine constante Veränderung der fraglichen Theile hervorbringen:

- 1) die Sprache (Phonation), 2) der Schlingact,
- 3) das Saugen (Aspiration), 4) die tiefe Inspiration.

Alle diese Bewegungen bringen ein und dieselbe in Fig. 3 dargestellte Veränderung des Bildes hervor.

Am Schönsten und Bequemsten ist die Beobachtung während der Phonation, da man das Bild hierbei längere Zeit festhalten kann, und ist die Fig. 3 daher auch während derselben aufgenommen. Lässt man den Kranken einen beliebigen Vocal intoniren, so schnellst das Gaumensegel sofort empor, legt sich in horizontaler Stellung mehr oder weniger innig an die hintere Rachenwand an und geht nach vorn in das Niveau des Bodens der Nasenhöhle über. Gleichzeitig sieht man, dass der untere Abschnitt des Tubenwulstes, welcher die Tubamündung nach hinten begrenzt, von der vorderen im Wesentlichen unveränderten Lippe nach oben, hinten und innen abgezogen wird und sich ebenfalls der hinteren Rachenwand nähert. In diesen sich so bildenden dreieckigen Raum drängt sich die hintere Fläche des Gaumensegels („Levator-Wulst“ nach Zaufal) hinein, so dass in dem Moment des höchsten Ausschlages die beiderseitigen Lageveränderungen mit dem Gaumensegel vereint ein Bild geben, welches etwa die Gestalt eines liegenden Halbmondes hat, dessen ausgeschweifte Spitzen von den Tubenmündungen eingenommen werden. So lange der Kranke intonirt, bleibt dieses Bild unverändert, mit Ausnahme geringer an dem Gaumensegel zuweilen zu beobachtenden Vibrationen, und geht beim Nachlass der Phonation sofort in Fig. 2 zurück.

In Bezug auf die Wirkung, welche die verschiedenen Vocale und Consonanten hervorbringen, lässt sich eine wesentliche Verschiedenheit nicht sicher constatiren. Es scheint allerdings, dass bei diesem oder jenem Laute das Gaumensegel sich mehr oder weniger emporhebt und die beschriebene Veränderung der Tubenmündung mehr oder weniger deutlich sich ausprägt. Bei genauerer Beobachtung überzeugt man sich jedoch, dass dies wesentlich von der Intensität der Aussprache abhängt, so dass schon beim wiederholten Angeben eines und desselben Lautes die betreffenden Bewegungen mit verschiedener Energie erfolgen können — eine Beobachtung, die im Allgemeinen mit der Zaufal's übereinstimmt.

Höchst überraschend und eigenthümlich ist das ohne Unterlass auf einander folgende Steigen und Fallen des Gaumensegels beim Aussprechen ganzer Wörter und Sätze.

Eine Bewegung an der hinteren Pharynxwand konnte ich niemals bei der Phonation beobachten. —

Ganz dasselbe — natürlich schnell vorübergehende — Bild — zeigt sich beim Schlingacte. Auch hierbei lässt sich eine wesentliche Lageveränderung der sichelförmigen vorderen Tubarlippe nicht constatiren; der Vorgang besteht vielmehr in einem Emporschnellen des Gaumensegels und in einer gleichzeitigen Rückwärts- und Innen-Bewegung des unteren Abschnittes des Tubenwulstes mit sofortiger Rückkehr in die Ruhelage. Im Allgemeinen erfolgen die Bewegungen mit grösserer Energie als bei der Phonation, so dass das Gaumensegel sich mitunter dachförmig an die hintere Rachenwand anlegt und mit dem Boden der Nasenhöhle einen stumpfen Winkel bildet; doch hängt dies auch hier von der Intensität der Schlingbewegung ab und beobachtet man beim sogenannten leeren Schlingen z. B. häufig nur eine horizontale Erhebung des Gaumensegels.

Eine Bewegung an der hinteren Rachenwand konnte auch beim Schlingacte bei genauester Beobachtung und bester Beleuchtung nicht constatirt werden.

Sehr deutlich und constant zeigt sich das in Fig. 3 wiedergegebene Bild auch bei der Aspiration. Ich kam auf diese meines Wissens noch nirgends beschriebene Beobachtung zufällig, als ich dem Kranken zur Erleichterung des Schlingactes Wasser zu trinken gab, und sah jedes Mal, so lange das Einschlürfen der Flüssigkeit dauerte, das Gaumensegel in der horizontalen Lage verharren, ganz in derselben Weise wie bei der Phonation. Dasselbe geschah, wenn man die Saugebewegung ohne gleichzeitige Zuführung einer Flüssigkeit längere Zeit hindurch vornehmen liess. —

Es wurde schon oben bemerkt, dass für gewöhnlich bei ruhiger Respiration das in Fig. 2 wiedergegebene Bild sich darstellt. Bei sehr tiefer Inspiration durch den Mund beobachtet man jedoch sehr häufig ein energisches Heben des Gaumensegels, so dass es auch hier zu der in Fig. 3 dargestellten Veränderung der Tubamündung kommt. Doch tritt dieselbe nicht constant ein; auch kehren sämmtliche Theile sehr häufig vor Beendigung der Inspiration in die Ruhelage zurück.

Bei forcirter Expiration wurde für gewöhnlich keine Bewegung wahrgenommen, dieselbe bewirkte jedoch in der Regel ein schnelleres Sinken des Gaumensegels, wenn dieses durch eine unmittelbar vorausgehende tiefe Inspiration gehoben worden war. —

Es fragt sich nun: Wie sind diese an der Tubamündung zu

beobachtenden Veränderungen zu deuten und mit dem von der Mehrzahl der Physiologen und Otologen als vollgültig angenommenen Satze zu vereinigen, dass die Tuba beim Schlingacte sich öffnet?

Zuerst lehrt ein unbefangener vergleichender Blick auf die beiden mit grosser Treue angefertigten Figuren, dass die Tubamündung einerseits in der Richtung nach hinten und innen sich erweitert, andererseits in der Richtung von unten nach oben eine Verengerung erfährt. Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, ob durch die Gesamtwirkung beider Bewegungen die Tubamündung geöffnet oder im Gegentheil geschlossen wird.

Was die oben angeführten Beobachtungen Michel's und Zaufal's betrifft, so spricht sich nur der Erstere auf Grund zahlreicher Beobachtungen sehr präzise über diesen Punkt aus, indem er den Vorgang beim Schlucken folgendermaassen beschreibt: „Das Gaumensegel erscheint vor der Choane, zwingt sich anscheinend mit einer Schleimhautfalte zwischen dem Tubenwulste und dem äusseren Rande der Choane in die Tubenöffnung hinein. Zu gleicher Zeit hebt sich der Tubenwulst beträchtlich hervor und zwar in etwas bogenförmiger Linie, indem das untere Ende des Tubenwulstes der Mitte des Schlundkopfkanales genähert wird. Sobald das Gaumensegel heruntersinkt, fällt auch der Tubenwulst zurück, wird die Tubenmündung wieder frei.“ Bei der Schilderung eines Falles, wo beide Tubenmündungen ganz frei von der Nasenhöhle übersehen werden konnten, sagt er ferner: „Schluckt der Knabe, lass ich ihn einen Ton anheben, so sehe ich die erste Bewegung an der Insertionsstelle des Gaumensegels am unteren Ende der äusseren Wand der Choane, alsdann kommt die hintere Fläche in Sicht, steigt empor und die Tubenmündung wird vollständig geschlossen und zwar so dicht, dass zwischen der verschliessenden Schleimhautfalte, die hier ausschliesslich dem Gaumensegel anzugehören schien und dem Tubenwulste nur eine feine halbmondförmige Furche blieb.“

Trotz der weit umfassenderen Arbeiten Zaufal's spricht sich dieser Autor über den fraglichen Punkt nicht deutlich aus. Nur einmal¹⁾ erwähnt er bei der Beschreibung der durch die Intonation des Vocals A stattfindenden Veränderungen: „Das Ostium der Tuba

¹⁾ a. a. O. S. 136.

erweitert sich und zwar vorwiegend nach unten, indem der Zwischenraum zwischen unterem Ende der Hakenfalte und dem Wulste, beziehungsweise der von ihm nachgezogenen Falte annäherungsweise die Länge von 12—14 Mm. gewinnt.“ An einer anderen Stelle¹⁾ findet Zaufal, dass beim Schlingacte der „Levatorwulst“, d. h. die hintere (resp. obere) den Boden der Tubenmündung bildende Fläche des Gaumensegels den Rahmen des Ostium nicht ausfülle, und dass derselbe nur unter pathologischen Verhältnissen bei Hypertrophie der Tonsillen bis zum Haken hinaufgedrängt werde. Ich bemerke hierzu noch einmal, dass in meinem Falle durchaus keine pathologische Affection des Schlundes, auch keine Hypertrophie der Tonsillen vorlag. Die zuletzt angeführte eine Beobachtung Michel's ist allerdings eine zum Theil pathologische, da der betreffende Knabe mit einem Nasalklang der Stimme, herrührend von einer Parese des Gaumensegels, behaftet war und letzteres bei der Intonation eines Vocales nicht luftdicht an der hinteren Rachenwand anlag. „Trotz dieser Parese also — fügt Michel hinzu — ward die Tubenmündung vollständig geschlossen, der Tubenwulst stark gehoben, freilich ist auch der Weg zu diesen ein viel kürzerer, die Punkte sind leichter zu erreichen, als die weit zurückliegende hintere Wand des Schlundkopfes.“

Was übrigens die der zweiten Arbeit Zaufal's beigelegten Figuren betrifft, welche zum ersten Male Abbildungen der Tubamündung, aufgenommen bei der Besichtigung durch die Nase, bringen, so sprechen die Figuren 5 und 6 (Ruhelage und Schlingact) durchaus nicht ohne Weiters für eine eröffnende Wirkung des Schlingactes. Von den beiden starkvergrösserten „halbschematischen“ Figuren 1 und 2 stellt Figur 1 die Ruhelage, Figur 2 eine „Mittel-lage zwischen Phonation und Schlingbewegung“ dar. In der letzteren bemerkt man allerdings ein stärkeres Klaffen der Tubamündung, indem das Gaumensegel nur etwa bis zur Mitte der Tubamündung hinauf steigt. Weitere Beobachtungen werden zeigen, ob diese unter weit ungünstigeren Umständen von einem Cand. med. angefertigten halbschematischen Figuren, oder ob meine von einem Maler vorurtheilslos und ohne jede weitere Instruction naturgetreu aufgenommenen Abbildungen die richtigeren sind.

¹⁾ S. 232.

Ich hege die Ueberzeugung, dass jeder objective Beobachter, welcher Gelegenheit haben sollte, den Herrn Lademann oder einen ähnlichen Fall nach mir zu untersuchen, sich unbedingt der Ansicht Michel's anschliessen wird, dass durch den Schlingact und durch die Phonation vielmehr eine Verengerung resp. ein Verschluss der Tubamündung bewirkt wird.

Als ich meine Beobachtungen zu Protocoll dictirte, während Herr Dr. Dennert dieselben wiederholt controlirte, wurden wir beide trotz anfänglicher theoretischer Bedenken immer wieder zu dieser Ansicht zurückgeführt. Es mag aber von Interesse sein, hier auch die naive Meinungsäusserung zweier Nichtmediciner zu citiren, welche durch tägliche Uebung in ihrem Berufe an scharfe Beobachtung gewöhnt sind, nemlich des Herrn Maler Dworzaczek und des Photographen Prümm¹⁾: Beide sprachen sich für einen Verschluss der Tubamündung während der Phonation und des Schlingactes aus.

Um endlich jeden Zweifel hierüber zu beseitigen, stellte ich unter freundlicher Assistenz des Herrn Dworzaczek folgenden wohl entscheidenden Versuch an: Der bei der Untersuchung sitzende Kranke musste sein rechtes Ohr in vollkommen horizontaler Lage des Kopfes auf die Stuhllehne legen. Es wurden darauf mit Hülfe eines Ohrkatheters einige Tropfen Wasser in die Tubamündung eingebracht und dieselbe scharf beobachtet: Liessen wir jetzt den Kranken schlingen oder einen Ton angeben, so sahen wir jedes Mal, dass die Flüssigkeit aus der Tubamündung heraus in den Schlund und in die Nasenhöhle geschleudert wurde. Es leuchtet ein, dass dies nur durch einen Verschluss der Tuba geschehen kann; fände ein Oeffnen derselben statt, so müsste die Flüssigkeit im Gegentheil in die durch die horizontale Kopfhaltung nach abwärts gekehrte Tuba hineindringen.

Man wird also nach diesen Beobachtungen zugeben müssen, dass es sich während der betreffenden Bewegungen um einen Verschluss der Tubamündung handelt.

¹⁾ Derselbe gab sich die grösste Mühe mittelst reflectirten Sonnenlichtes die Tubamündung sowohl in der Ruhelage, als auch während der Phonation zu photographiren, ein Versuch, der leider wegen der tiefen Lage der betreffenden Theile völlig misslang.

Um womöglich zu ermitteln, wie tief sich dieser Verschluss in das Innere der Tuba erstreckte, führte ich einen Kehlkopfspiegel mit nach rechts gewendeter Spiegelfläche in die linke Nasenhöhle bis zur Tubamündung ein und beobachtete von hier aus die rechte Tubamündung während jener Bewegungen. Es schien mir hierbei, dass der Verschluss der Tuba sich etwa $1\frac{1}{2}$ Ctm. in dieselbe als spaltförmige Verengung fortsetzte. Leider konnte dieser Versuch wegen der grossen Reizbarkeit des Patienten nicht häufig genug wiederholt werden, und will ich demselben daher auch keinen allzu grossen Werth beilegen.

Ich könnte hier meine Arbeit schliessen, wenn mir nicht noch die Pflicht obläge, den Widerspruch aufzuklären, welchen die Ergebnisse dieser Untersuchungen gegenüber den früheren Arbeiten und Ansichten anerkannter Forscher darbieten.

Es fragt sich vor Allem: Auf welchen objectiven Untersuchungen gründet sich denn die Lehre, dass der Schlingact die Tuba öffnen soll? Denn die blossе ohne weitere Begründung ausgesprochene Ansicht selbst hervorragender Männer kann doch unmöglich ins Gewicht fallen; ebensowenig verdienen gewisse, beim Schlingacte wahrgenommene subjective Empfindungen im Ohre, welche ohne Weiters zu Gunsten jener Lehre gedeutet werden, irgend eine Berücksichtigung. Es können vielmehr hier nur diejenigen Arbeiten discutirt werden, welche entweder vom anatomischen oder vom experimentell-physiologischen Standpunkte die vorliegende Frage eingehend in Betracht gezogen haben.

Die grosse Reihe der anatomischen Untersuchungen beschäftigen sich vorzüglich mit dem Verhältniss der MM. tensor et levator palati molliis zur knorplig-membranösen Tuba¹⁾.

Was zunächst den Tensor palati molliis betrifft, so stimmen alle Autoren, welche nach dem Vorgange von Rüdinger diesen Gegenstand mit Hülfe von Querschnitten der Tuba untersucht haben, in ihren Angaben darin überein, dass durch den theilweisen Ursprung dieses Muskels „von der äusseren und unteren Fläche des lateralen Knorpelhakens der Ohrtrumpete, sowie

¹⁾ Ich verschone den Leser mit einer detaillirten Wiedergabe der Literatur. Dieselbe findet sich in der neuesten Monographie von Moos (Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie und Physiologie der Eustachi'schen Röhre, Wiesbaden 1874) ziemlich genau angegeben.

von dem dicht angrenzenden obersten Theile der häutigen Tubenwand¹⁾, ferner durch seinen schrägen Verlauf zur Axe der Tuba bei seiner Contraction eine Erweiterung der Tuba entstehen muss. So lehrt bereits der Entdecker dieses Muskels, Valsalva, dessen klassische Beschreibung in seinem berühmten Tractatus de aure humana, pag. 32, trotz der neueren Arbeiten noch immer eine mustergültige ist: „nam si musculus iste leviter digitis trahatur; tunc nasi interna foramina, tubaque Eustachiana dilatantur. Für die dilatirende Wirkung dieses Muskels sprechen ausserdem einige von Politzer²⁾ an lebenden Thieren in dieser Richtung vorgenommene Experimente.

Nach dem Vorgange von Valsalva hat man diesen Muskel daher sehr zweckmässig Dilator tubae genannt³⁾.

Ueber die Wirkung des Levator palati molliis, welcher parallel mit der Tuba und unterhalb der Tubenspalte verläuft, sind die Autoren weniger einig; indessen spricht sich die Mehrzahl dafür aus, dass bei der Contraction dieses Muskels eine Verengerung der Tubamündung erfolgen muss. Namentlich spricht hierfür die zuerst von Semeleder durch Rhinoscopie an Lebenden gemachte Beobachtung, dass beim Heben des Gaumensegels eine Verengerung der Tubamündung eintritt, eine Thatsache, welche nicht lange darauf von mir bestätigt und dahin erweitert wurde, dass durch diese Verengerung eine positive Luftdruckschwankung in der Trommelhöhle erfolgen kann, welche sich bei partieller Atrophie und daher abnormer Beweglichkeit des Trommelfelles durch eine Aussenbewegung des letzteren deutlich kund thut⁴⁾.

Es kann daher keinem Zweifel unterworfen sein, dass der Levator palati molliis in seinen Beziehungen zur Tuba Eust. als Antagonist des Tensor palati molliis aufzufassen ist, welche An-

¹⁾ v. Tröltsch, Lehrbuch der Ohrenheilkunde. 5. Aufl. Leipzig 1873. S. 176.

²⁾ Zeitschrift der Würzburger physikalisch-medicinischen Gesellschaft. 1861. Bd. II.

³⁾ Weniger bezeichnend erscheint der von v. Tröltsch gewählte Ausdruck Abductor tubae; man müsste denn wenigstens die etwas langathmige Bezeichnung Abductor tubae membranaceae gebrauchen.

⁴⁾ Vgl. a. a. O. meine Arbeit über „die Respirationsbewegungen des Trommelfells“, S. 97 Fall 1.

sicht u. A. von Tortual, v. Tröltsch und Politzer getheilt wird.

Was nun die Thätigkeit dieser beiden Muskeln beim Schlingact anlangt, so sprach man sich zunächst für den Levator dahin aus, dass derselbe, indem er im Moment des Schlingactes das Gaumensegel hebt, die Tubamündung verengert; eine Annahme, welche durch Michel's, Zaufal's und meine Beobachtung an Lebenden zur Thatsache erhoben wird; denn es geht aus denselben zur Evidenz hervor, dass durch das Aufsteigen des Gaumensegels (resp. des Zaufal'schen „Levatorwulstes“) der verticale Durchmesser der Tubamündung erheblich verkürzt resp. auf ein Minimum reducirt wird.

Was indessen den Tensor betrifft, so liegt es in der Natur seines anatomischen Verhaltens zur knorpelig-membranösen Tuba, dass seine Wirkungsweise, selbst bei der Untersuchung von der Nase aus, der directen Beobachtung am Lebenden während des Schlingactes durchaus unzugänglich bleibt. Man betrat daher hier das Feld der Hypothese und nahm an, indem man sich einerseits auf die isolirte Wirkung des Tensor stützte, andererseits auf Grund der unten näher zu discutirenden Experimente sich von der eröffnenden Wirkung des Schlingactes überzeugt glaubte, dass diese Eröffnung der Tuba durch den Tensor geschehe. Ja, man ging weiter und schrieb diesen Einfluss nicht bloß dem Tensor, sondern auch dem Levator palati molliß beim Schlingacte zu, indem man jener Hypothese zu Liebe die doch so klare verengernde Wirkung des letzteren Muskels hintenan setzte. Es sei mir erlaubt, die in dieser Beziehung von Politzer¹⁾ aufgestellte Theorie anzuführen, welche von v. Tröltsch²⁾ und den anderen neueren Autoren im grossen Ganzen als maassgebend angenommen wird: „Beim Schlingacte hingegen ändert sich der Mechanismus dieser zwei Muskeln in einer anderen Weise. Das Gaumensegel wird nemlich durch die beim Schlingact wirkenden Musc. glosso-palat., insbesondere aber durch die M. pharyngo-palatini an die hintere Pharynxwand angedrückt, wodurch nun das Cavum pharyngo-ovale

¹⁾ „Ueber ein neues Heilverfahren gegen Schwerhörigkeit in Folge von Unwegsamkeit der Eustachi'schen Ohrtrompete“. Wiener med. Wochenschr. 1863. No. 6.

²⁾ Lehrbuch der Ohrenheilkunde. 1873. S. 178.

vom Cavum pharyngo-nasale abgeschlossen wird. Durch die Contraction der zum Gaumensegel gehenden Rachenmuskeln erhält daher das Gaumensegel eine fixirtere Stellung und da sich gleichzeitig auch die *Musc. levator et tensor. palat. mollis* contrahiren, so werden nun fixe und Angriffspunkte so wechseln, dass jetzt das Gaumensegel der (relativ) fixe, der membranöse Theil der Tuba der Angriffspunkt der Muskeln wird. Die Wirkung dieser Muskeln wird sich daher nicht nur auf das Gaumensegel erstrecken, sondern es wird der frühere fixe Punkt der Muskeln, die vordere membranöse Tubawand gleichzeitig von der inneren hinteren knorpeligen Wand rasch abgezogen, und so der Tubarkanal durchgängig gemacht.“

Diese Vorstellung erweist sich nun bei directer Beobachtung von der Nase aus als eine irrthümliche; die Bewegung, welche während des Schlingactes am Gaumensegel und an der Tubamündung zu beobachten ist, spricht durchaus nicht für ein derartiges Wechseln der Angriffspunkte jener beiden Muskeln; es legt sich vielmehr unter gleichzeitiger Verengerung der Tubenöffnung das Gaumensegel horizontal an die hintere Rachenwand, um nach im oberen Rachenraume abgelaufenem Schlingacte unter gleichzeitiger Wiedereröffnung der Tuba in die Ruhelage herabzusinken. Es bleibt daher eine unerwiesene Hypothese, dass der Tensor während des Schlingactes die Tuba öffnen soll, dagegen halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass dieser Muskel nach erfolgtem Schlingacte, sobald der Levator in seiner Action nachlässt, und das Gaumensegel wieder sinkt, sich an der hiermit gleichzeitigen Wiedereröffnung der Tuba theiligt. —

Prüfen wir nun die physiologischen Versuche, welche zu Gunsten jener früheren Lehre über den Einfluss des Schlingactes auf die Tuba Eust. angezogen werden, so müssen wir zunächst auf einen von dem unvergesslichen Toynbee ¹⁾ zuerst beschriebenen Versuch näher eingehen, welcher, nach meinem Vorschlage ²⁾ der Toynbee'sche Versuch genannt, den Ohrenärzten wohl bekannt ist: Macht man bei geschlossener Mund- und Nasenöffnung eine Schlingbewegung,

¹⁾ On the muscles which open the Eustachian tube; Proceedings of the Royal Society 1853. Diseases of the ear 1860. p. 190.

²⁾ Vgl. „Ueber einen bisher nicht erwähnten Zusammenhang“ etc. a. a. O. S. 188.

so nimmt man eine Druckempfindung in den Ohren und bei einiger Aufmerksamkeit eine deutliche Anspannung des Trommelfelles wahr. Toynbee erklärte sich letztere dadurch, dass hierbei die Luft, durch die Schlundmuskeln leicht comprimirt, in die Trommelhöhle eintrete, und zog aus dem Umstande, dass jenes Gefühl von Anspannung erst nach einer bei offenen Nasenöffnungen wiederholten Schlingbewegung nachlasse, den Schluss, dass die Tuba im Zustande der Ruhe geschlossen sei und sich nur während des Schlingactes durch die Action des Tensor und Levator palati molliis öffne.

Zu demselben Endresultate wurde Politzer¹⁾ geführt und zwar durch Beobachtungen an Manometerröhren, welche er zum Studium der Luftdruckschwankungen sowohl in den Nasen-Rachenraum als in den äusseren Gehörgang einführte. Seine manometrischen Beobachtungen ergaben indessen, abweichend von Toynbee, dass durch jenen Versuch eine negative Luftdruckschwankung im Ohr hervorgerufen wird. Es trat nemlich eine negative Schwankung des Tropfens im Ohrmanometer um 1—3 Mm., im Rachenmanometer im Beginne des Schlingactes eine positive von 5—10 Mm. und im Verlaufe des Schlingactes eine negative von 60—120 Mm. Wasserdruck ein. Die negative Schwankung im Ohrmanometer glich sich beim Oeffnen der Nase nicht aus, sondern nur durch eine Schlingbewegung bei geschlossenem Munde und offener Nase.

Während demnach nach Toynbee durch jenen Versuch eine ähnliche Wirkung auf das Ohr ausgeübt wird, wie sie beim Val-salva'schen Versuche eintritt, wird nach Politzer durch den Toynbee'schen Versuch die Luft gewissermaassen aus dem Ohr ausgepumpt.

Politzer hat später²⁾ seine Beobachtungen dahin modificirt, dass in der That, jedoch nur „im ersten Momente des Schlingactes“ eine geringe Luftverdichtung, im weiteren Verlaufe jedoch eine beträchtliche Verdünnung in der Trommelhöhle eintritt. Diese Beobachtung kann ich, gestützt auf zahlreiche manometrische Untersuchungen an Normalhörenden nur bestätigen und hinzufügen, dass die der negativen vorangehende positive Schwan-

¹⁾ Beiträge zur Physiologie des Gehörorganes. Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissenschaften. 1861.

²⁾ Beleuchtungsbilder des Trommelfelles. 1865. S. 138.

kung im Ohrmanometer oft sehr erheblich ausfällt. Dasselbe berichtet Peter Allen ¹⁾.

Wir sahen also sowohl im Rachen- als Ohrmanometer zunächst eine positive und dann eine negative Schwankung erfolgen, eine Thatsache, welche die Richtigkeit des aus diesen manometrischen Versuchen gezogenen Schlusses von vornherein erheblich erschüttert: Wie will man bei der Annahme, dass die Tuba im Zustande der Ruhe geschlossen ist, diese völlige Uebereinstimmung der im Rachen und im Ohre erfolgenden Luftdruckschwankungen erklären, wie die zuerst zu beobachtende positive Schwankung im Ohrmanometer, wenn die Tuba sich erst durch den Schlingact öffnen soll? Scheint es nicht auf Grund der in dem ersten Theile dieser Abhandlung gewonnenen Anschauung weit natürlicher und logischer, anzunehmen, dass die im Nasenrachenraume entstandene zusammengesetzte Luftdruckschwankung durch die Tuben nach dem Ohr sich fortsetzt?

Prüft man ferner diese Frage an der Hand der durch die directe Beobachtung von der Nase aus und mit Hülfe der oben angegebenen rhinoskopischen Befunde erhaltenen Resultate, so wird man bei vorurtheilsloser Betrachtung unwillkürlich zu folgendem Resultat gelangen: Bei Anstellung des Toynbee'schen Versuches entsteht während des Schlingactes durch das Emporschnellen des Gaumensegels und durch den hierdurch erfolgenden Abschluss des oberen Rachenraumes nach unten in demselben zunächst eine positive Luftdruckschwankung, welche sich durch die Tuba zur Paukenhöhle fortpflanzt; die in der letzteren erfolgende positive Luftdruckschwankung kann durch den hierbei gleichzeitig erfolgenden Verschluss der Tubamündung noch gefördert werden. Kehrt das Gaumensegel nach Beendigung des Schlingactes im oberen Rachenraume unter gleichzeitiger Wiedereröffnung der Tubamündung in die Ruhelage zurück, so übt jetzt die durch das Hinabschlucken der Luft im unteren Abschnitte des Pharynx entstandene negative Schwankung ihren Einfluss auf die Tuba und die Trommelhöhle aus, und es entsteht somit im Ohrmanometer eine negative Schwankung, bedingt durch Einziehung des Trommelfelles, ganz in derselben

¹⁾ On some of the functions of the middle and internal ear; and their analogies. Lancet No. 1, 3, 6, 10 u. 18. 1869.

Weise, als dies beim negativen Valsalva'schen Versuch beobachtet wird.

Was die von Politzer als Hauptbeweis für seine Ansicht herbeigezogene Beobachtung betrifft, dass diese negative Schwankung im Ohrmanometer sich nur durch eine Schlingbewegung bei geschlossenem Munde und offener Nase ausgleicht, so findet diese Erscheinung im Gegentheil erst eine richtige Erklärung durch die Thatsache, dass die Tuba durch den Schlingact geschlossen wird: Man muss nemlich bei allen derartigen, vom Gehörgang aus vorgenommenen manometrischen Untersuchungen vor Allem berücksichtigen, dass es sich doch zunächst hierbei um die Beobachtung der Bewegungen des Trommelfelles handelt, einer keineswegs frei beweglichen Membran, welche durchaus nicht geeignet ist, jede beliebige Luftdruckschwankung im Mittelohre zu registriren und auf das Ohrmanometer zu übertragen. So giebt bereits Politzer¹⁾ selbst an, dass im normalen Zustande beim einfachen Schlingacte keine Bewegungen am Trommelfelle erfolgen sollen, indem die hierbei von ihm beobachtete momentane Luftverdünnung im Rachen eine zu geringfügige sei, um den Widerstand des Trommelfelles zu überwinden.

Das Trommelfell besitzt aber ausserdem eine die Sicherheit jener manometrischen Beobachtungen nicht gerade fördernde Eigenthümlichkeit: Es wird nemlich schon bei normalem ruhigen Verhalten sowohl durch die Gehörknöchelchen, als durch den Tensor tympani nach innen gezogen. Die Folge dieser Anordnung ist, dass ein nach aussen aufgeblasenes Trommelfell weit leichter auf seine frühere Stellung zurückkehrt, als ein nach innen abnorm eingesunkenes. Man darf sich daher nicht wundern, dass die nach dem Toynbee'schen Versuche erfolgende negative Schwankung im Ohrmanometer sich nicht sofort ausgleicht, obwohl die Tuba wieder geöffnet ist. Erfolgt aber darauf eine gewöhnliche Schlingbewegung bei offener Nase, so wird durch den gleichzeitigen momentanen Verschluss des Ostium phar. Tubae in letzterer eine positive Luftdruckschwankung hervorgerufen, welche sich in die Trommelhöhle fortsetzt und das Trommelfell in seine Gleichgewichtslage zurück

¹⁾ „Beleuchtungsbilder des Trommelfelles,“ S. 138, vgl. Lucae, „Zur Function der Tuba Eustachii,“ a. a. O., wo dieser Punkt bereits eingehend erörtert ist.

führt. Auf dieselbe Weise erklärt sich der ganz analoge Vorgang während des negativen Valsalva'schen Versuches: Macht man bei geschlossener Mund- und Nasenöffnung eine kräftige Inspiration, so wird im normalen Zustande eine Anspannung des Trommelfelles nach innen hervorgebracht; dieselbe gleicht sich, wie man an sich selbst wahrnehmen und an anderen mit dem Ohrenspiegel beobachten kann, schnell und vollkommen wieder aus, sobald man eine Schlingbewegung darauf folgen lässt.

Zur Erhärtung des Gesagten will ich hier noch eine Reihe von manometrischen Versuchen anführen, welche ich, um die Trommelfellbewegungen möglichst auszuschliessen, an relativ gut hörenden Kranken mit grösseren Trommelfelldefecten vornahm. Bei den hierzu ausgewählten fünf Personen im Alter von 13 bis 20 Jahren handelte es sich viermal um eine nach Ablauf einer eitrigen Trommelhöhlenentzündung zurückgebliebene Perforation, in einem Falle um eine Zerreissung des Trommelfelles in Folge einer Ohrfeige. Weitere Complicationen fehlten. Die Tuben und die Trommelhöhlen waren vollständig frei und für den Luftstrom durchgängig, die Gaumenmuskeln in ihrer Function vollkommen intact.

Um in diesen Versuchen den Widerstand von Seiten der Luftsäule im äusseren Gehörgange nicht ohne Noth zu vergrössern, wurde ein nur kurzes, grades, an dem Obrende mit Gummi belegtes Glasröhrchen in den Gehörgang eingeführt. Als Sperrflüssigkeit wählte ich, wie in meinen früheren Versuchen über die Respirationsbewegungen des Trommelfelles, Schwefeläther wegen des leichteren specifischen Gewichtes desselben; doch erhält man auch bei Benutzung von Alkohol oder Wasser ganz gute Resultate. Ich brauche wohl nicht erst zu bemerken, dass die bekannten Vorsichtsmaassregeln — luftdichtes Sitzen des Ohrmanometers, Vermeidung von Kieferbewegungen — sorgfältig beobachtet wurden.

Sämmtliche Individuen wurden zunächst auf den Einfluss des Schlingactes wiederholt untersucht. Es ergab sich hierbei das bei Allen übereinstimmende Resultat, dass durch den Toynbee'schen Versuch im Manometerröhrchen zunächst eine positive, sodann eine negative Schwankung hervorgerufen wurde, welche letztere sich nach beendigtem Schlingacte sofort ausglich. Ich betone hierbei, dass die vorangehende positive Schwankung häufig

ebenso gross ausfiel als die negative, ja zuweilen so ergiebig und stürmisch erfolgte, dass die Sperrflüssigkeit aus dem Manometer-Röhrchen herausgeschleudert wurde.

Ein besonderes Verhalten zeigte hierbei einige Mal der Fall von traumatischer Perforation des Trommelfelles, indem die der positiven nachfolgende negative Schwankung in einer und derselben Versuchsreihe sich zuweilen nicht ausglich, auch nicht bei nachfolgendem Schlingacte mit geöffneter Nase; diese Erscheinung findet wohl darin ihre Erklärung, dass durch katarrhalische Schwellung in der Tuba eine momentane Verklebung derselben stattfand. Als eine Woche später dieselben Versuche bei vollständig vernarbtem Trommelfelle wiederholt wurden, zeigte sich das auffallende Resultat, dass jene negative Schwankung sich jedesmal sofort ausglich, ohne dass hierzu ein Schlingen bei geöffneter Nase nöthig war¹⁾.

Die während des gewöhnlichen Schlingactes bei offener Nase zu beobachtende Bewegung der Flüssigkeit im Ohrmanometer ist eine sehr schnell vorübergehende und meistens so wenig ausgiebig, dass sie auf ihre Qualität nicht sicher zu untersuchen ist. Indessen war bei drei meiner Versuchspersonen sicher zu constatiren, dass diese Bewegung sich ebenfalls aus einer positiven und negativen Schwankung zusammensetzte.

In vier Fällen wurde der Einfluss der Phonation geprüft, wobei die Kieferbewegungen durch einen zwischen die Zähne genommenen Pfropfen vermieden wurden. Es zeigte sich hierbei während der Intonation des Vocale A jedesmal eine mehr oder weniger ausgiebige sehr deutliche positive Schwankung im Ohrmanometer, welche mit Nachlass der Phonation sofort in die Gleichgewichtslage zurückkehrte.

Der Einfluss der Saugbewegungen (Aspiration) wurde nur in drei Fällen untersucht und hierbei bei zwei Versuchspersonen (jungen Leuten von 14 und 20 Jahren) eine kräftige positive Schwankung beobachtet, während bei einem Mädchen von 13

¹⁾ In der bereits oben citirten Arbeit („Ueber einen bisher nicht erwähnten Zusammenhang zwischen Nasen- und Obrenkrankheiten“) habe ich angegeben, dass auch bei normalem intacten Trommelfelle die durch den Toynbee'schen Versuch im Ohrmanometer hervorgerufene negative Schwankung nach Öffnung der Nase nicht selten sich sofort ausgleicht.

Jahren nur eine undeutliche, nicht näher zu bezeichnende Bewegung erfolgte.

Es erübrigt endlich noch, eine Erscheinung klar zu legen, welche von Seiten der neueren Ohrenärzte mit Vorliebe ebenfalls zu Gunsten der herrschenden Ansicht über den Mechanismus der Tuba gedeutet wurde. Wird nemlich durch den in die Tubamündung eingeführten Ohrkatheter Luft in das Ohr eingeblasen, so vernimmt sowohl der Kranke als der auscultirende Arzt ein stärkeres Anprallen der Luft gegen das Trommelfell ¹⁾. Auch diese Thatsache erklärt sich sehr gut durch die in dieser Abhandlung von mir nachgewiesene Compression der Tuba während des Schlingactes. Nur bei Kramer findet sich bereits die nach meiner Ueberzeugung allein richtige Deutung dieses Vorganges: „Fühlt der Kranke den Luftandrang nicht im Ohre, aber auch nicht im Halse, so lasse man, wenn auch das stärkste Blasen sich nicht bemerklich macht, den Speichel in dem Augenblicke hinabschlucken, in welchem man von Neuem in den Ohrkatheter einbläst. Beim Schlucken legt sich nemlich das Gaumensegel so dicht um den Katheter, dass alle eingeblasene Luft in das Ohr mit verdoppelter Macht hineingedrängt, folglich auch das Gefühl des Eindringens derselben in's Ohr um so bemerklicher gemacht wird ²⁾.“ — Die Richtigkeit dieser Anschauung wurde durch Einführung des Katheters in die Tuba Eust. bei jenem nasenlosen Manne vollkommen bestätigt.

Wenn ich nach allen diesen Auseinandersetzungen das Irrthümliche der bisherigen Anschauung über den Mechanismus der Tuba dargelegt zu haben glaube, so kommt es mir jedoch nicht in den Sinn, leugnen zu wollen, dass durch die Wirkung der Tubenmuskeln während des Schlingactes eine „physiologische Ventilation“ des Ohres ³⁾ stattfindet. Nicht diese Thatsache, sondern nur ihre bisherige Deutung fechte ich an, wenn ich die Ueberzeugung ausspreche, dass diese Ventilation nicht dadurch zu Stande kommt, dass die für gewöhnlich geschlossene

¹⁾ Vgl. v. Tröltsch, Lehrbuch der Ohrenheilkunde. 1873. S. 176.

²⁾ Wilhelm Kramer, Die Erkenntniss und Heilung der Ohrenkrankheiten. 2. Aufl. 1849. S. 493 u. 494.

³⁾ Vgl. v. Tröltsch, Beiträge zur anatomischen und physiologischen Würdigung der Tuben- und Gaumenmuskulatur. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. I. S. 15.

Tuba während des Schlingactes sich öffnet, sondern vielmehr dadurch, dass die für gewöhnlich offen stehende Mündung der im weiteren Verlaufe ganz lose geschlossenen knorpelig-membranösen Tuba durch den Schlingact kräftig zusammengedrückt und nach demselben wieder geöffnet wird. Man wird ferner zugeben müssen, dass ein ähnlicher ventilirender Einfluss durch eine Reihe anderer Bewegungen auf das Ohr ausgeübt wird, unter denen namentlich die forcirte Respiration, die Phonation und die Aspiration zu nennen sind.

III. Practische Consequenzen.

Betrachtet man auf Grund dieser neu gewonnenen Anschauungen das von Politzer angegebene bekannte Verfahren, durch Verdichtung der Luft im Nasen-Rachenraum während des Schlingactes Luft in das Mittelohr einzublasen, so erkennt man deutlich, dass das wesentliche Moment in diesem Verfahren darin zu suchen ist, dass durch das emporschnellende und sich an der hinteren Rachenwand anlegende Gaumensegel ein luftdichter Abschluss der Rachenhöhle nach unten erzielt wird. Durch den gleichzeitigen künstlichen Verschluss beider Nasenöffnungen wird in dem somit nach allen Seiten abgeschlossenen Nasen-Rachenraume die eingeblasene Luft stark verdichtet, so zwar, dass sie die in demselben Momente erfolgende Verengerung der Tubenmündungen leicht überwindet und in die Trommelhöhlen hineinstürzt.

Dass dies wirklich der Fall ist, lehrt die Thatsache, dass wir auf ähnliche Art Luft in das Mittelohr einblasen können, wenn wir hierzu eine Bewegung benutzen, bei welcher ebenfalls durch das Gaumensegel ein, wenn auch weniger hermetischer, Abschluss des Nasen-Rachenraumes zu Stande kommt. Einen solchen Vorgang haben wir namentlich während der Phonation kennen gelernt, welche sich nach meinen an zahlreichen katarrhalischen Ohrenkranken gewonnenen Erfahrungen in folgender einfachen Weise sehr gut zu diesem Zwecke anwenden lässt: Man nehme eine gewöhnliche mittelgrosse Gummispritze mit gut passendem olivenförmigen Nasenstück, welches in das eine Nasenloch des Kranken luftdicht eingesetzt wird, schliesse das andere Nasenloch mit dem Finger und drücke während der Kranke den Vocal a laut

und **anhaltend** intonirt, den Ballon kräftig zusammen. Während der Kranke die hierbei in die Trommelhöhlen eindringende Luft mehr oder weniger deutlich wahrnimmt, hört man bei reichlicher Secretion im oberen Rachenraume ein krächzendes Geräusch, welches dadurch entsteht, dass die im Nasen-Rachenraum verdichtete Luft den durch das emporgehobene Gaumensegel entstandenen Verschluss durchbricht und das Secret herabschleudert. Wie beim Politzer'schen Verfahren beobachtet man hiernach die bekannte Ausbuchtung des Trommelfelles, nur ist dieselbe bei dem weit schwächeren hier wirkenden Seitendrucke eine nicht so gewaltsame. Trotz des weit geringeren Druckes sieht man nach diesem Verfahren bei Mittelohrkatarrhen die Hörfähigkeit oft in überraschender Weise zunehmen.

Die Vortheile, welche dies neue Verfahren vor der Politzer'schen Methode gewährt, ganz besonders in den Fällen, wo im oberen Rachenraume enorme Schleimmassen angehäuft sind, werde ich an einem anderen Orte eingehender darlegen und will ich hier nur noch hinzufügen, dass es namentlich bei Behandlung von kleinen Kindern grosse Vorzüge darbietet. —

Die Aspiration scheint sich nach meinen bisherigen Erfahrungen zu dem gedachten Zweck weniger zu eignen, doch habe ich mich ebenfalls wiederholt davon überzeugt, dass die während einer Saugbewegung im Nasen-Rachenraum verdichtete Luft in die Trommelhöhlen eindringt.
