fellpartien sichtliche mit der Respiration einhergehende Bewegungen ausführen. Während Schwartz für das Sichtbarsein der Bewegungen nur atrophische Trommelfellpartien für geeignet hält und die Druckvariationen, welche durch die Respiration hervorgerufen werden, als ungenügend erachtet, um ein normales Trommelfell zu bewegen, will Lucae, gestützt auf eine manometrische Versuchsreihe, die Respirationsbewegungen als eine normale Erscheinung angesehen haben.

Ein Versuch von Rüdinger, das ständige Offensein der Tuba aus einer häufig vorhandenen capillaren Spalte im obersten Theil derselben zu erweisen, musste, abgesehen von sofort zu erwähnenden Gründen, schon deshalb Bedenken erregen, weil die Dimensionen dieser Spalte bei den einzelnen Individuen variiren.

7) Aus den von uns angestellten Versuchen geht mit Evidenz hervor, dass der Verschluss der Tuba für den günstigen Ablauf des Schwingungsvorganges im Mittelohr nicht bloß als nöthwendiges Postulat, sondern auch als in der That bestehend betrachtet werden muss. Die Beobachtungen von Schwartz und Lucae über die Respirationsbewegungen an stellenweise atrophischen Trommelfellen kann Kessel aus eigener Erfahrung nur bestätigen. Doch dürften dieselben keineswegs in Widerspruch stehen mit den von uns erzielten Resultate. Aus den Untersuchungen von Rüdinger über den Bau der Tuba geht hervor, dass im obern Theil derselben eine capillare Spalte besteht. Selbstverständlich kann dieselbe im Leben nicht lufthaltig sein. Sie muss sich vielmehr vermöge der Capillarität mit dem aus der Trommelhöhle und Tuba stammenden Secrete füllen. Bei der In- und Expiration wird aber die Luft in dem offen stehenden Halstheile der Tuba verdünnt und verdichtet und damit die Flüssigkeitssäule in der capillaren Spalte etwas hin- und hergeschoben, somit auch eine geringe Luftdruckschwankung in der Trommelhöhle bewirkt, die aber nach den Ergebnissen unserer verbesserten (anderwärts zu beschreibenden) Untersuchungsmethode nicht ausreicht, ein normales Trommelfell in sichtliche Bewegung zu setzen. Die geringen Verschiebungen dieser capillaren Flüssigkeitssäule dürften zur Erklärung der Respirationsbewegungen atrophischer Trommelfelltheile genügen, namentlich, wenn man auf die individuellen Schwankungen des Durchmessers der capillaren Spalte Rücksicht nimmt. An eine freie Communication der Luft der Trommelhöhle und des Rachens unter gewöhnlichen Umständen ist jedoch aus den erörterten Gründen und nach den angeführten Beobachtungen nicht zu denken.

13.

Versuche über Accommodation des Ohres

von

E. Mach und J. Kessel.

(Abdruck aus den Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. Jahrg. 1872.)

Unsere Versuche beschäftigen sich mit der Frage, ob durch Spannung der Binnenohrmuskeln eine Abstimmung des Gehörapparates

für verschiedene Tonhöhen eintritt. Sie zerfallen in zwei Gruppen: Versuche am Präparat und Versuche am lebenden unverletzten menschlichen Ohr.

1. Versuche am Präparat.

Die Präparation wurde derart vorgenommen, dass die Binnenohrmuskeln von möglichst vielen Seiten dem Auge zugänglich wurden. Zu diesem Zwecke nimmt man die Decke der Trommelhöhle hinweg, präparirt den Tensor tympani aus seiner Rinne heraus. Dann wird er mit einem Faden umschlungen, wieder in die Rinne, die zur Führung dient, zurückgebracht, der Faden über eine Rolle geführt und durch einen Haken zum Belasten eingerichtet. Um den Steigbügelmuskel zu erreichen und Einsicht von vorn und unten in die Trommelhöhle zu gewinnen, bricht man den carotischen Kanal auf, nimmt von seiner hintern obern Wand und der Fossa jugularis diejenige Knochenpartie weg, welche zwischen dem untern Trommelfellrand und dem Promontorium liegt. Darauf sägt man den Processus mastoideus ab und sucht vom Fallopischen Kanal aus den Kanal des Steigbügelmuskels auf. Nun wird ein dünner Seidenfaden in eine feine und kurze Nähnadel eingeführt und durch den Kanal hindurch um das Steigbügelköpfchen herum zum Kanal zurückgeführt. Der freie Theil der Sehne des Muskels giebt dem Faden Stütze und Richtung. Der Faden wird nun über eine Rolle geführt und zum Belasten eingerichtet. Entfernt man noch von der hintern Wand mit Schonung des Muskelkanals, der zur Führung nothwendig ist, ein kleines Stück, so wird auch das runde Fenster mit seiner Membran bei geeigneter Stellung des Präparates dem Mikroskop zugänglich.

Die Schwingungen wurden an dem mit Goldbronce bestäubten Hammerkopf mit Hilfe eines Hartnack'schen Mikroskopes (Objectivsystem Nr. II) beobachtet und die Länge der Fäden, in welche die Goldpunkte beim Schwingen ausgezogen wurden, konnten am eingesetzten Ocularmikrometer abgelesen werden. Die Vergrößerungszahl des Instrumentes (mit Rücksicht auf das starke Ocular) war 40. Bei dieser Vergrößerung bedeckte 1 Mm. des Objectes 50 Theilstriche des Ocularmikrometers.

Aus dem Knoten einer offenen Orgelpfeife von 256 einfachen Schwingungen führte ein Kautschukrohr in den Gehörgang des Präparates.

Die Schwingungsweite eines Punktes am Hammerkopf betrug nun bei mässigem Anblasen der Pfeife, dessen Stärke sich durch die Belastung des Blasebalgs reguliren liess, die dann durch die ganze Versuchsreihe unverändert beibehalten wurde, 5 Theilstriche des Ocularmikrometers. Durch eine Belastung von 3 Grammen am Tensor wurde diese Schwingungsweite auf 3 Theilstriche herabgesetzt. In einem Fall zeigte sich sogar eine Herabsetzung auf $2\frac{1}{2}$ Theilstriche und letzterer Versuch ist selbstverständlich der maassgebendste, weil in demselben die zufälligen Widerstände offenbar am meisten ausgeschlossen sind.

Bei dem folgenden Versuch bleiben alle Umstände dieselben. Es wird jedoch der Ton einer Pfeife von 1024 einfachen Schwingungen in den Gehörgang geleitet. Die Excursionen am Hammerkopf betragen $1\frac{1}{2}$ Oculartheilstriche. Belastung des Tensor mit 3 Grammen bringt eine kaum merkliche Verminderung der Excursion hervor. Nun wurde die Vergrößerung des Mikroskopes so weit gesteigert, dass die Excursionen wieder 5 Oculartheilstriche betragen. Man sieht nun deutlich, dass 3 Grammen Belastung des Tensor die Excursion noch nicht auf 4 Theilstriche herabbringen.

Dieselbe Spannung des Tensors setzt also die Excursionen höherer Töne merklich weniger herab als jene der tieferen. Bei Zug am Stapedius, welcher ebenfalls die Excursionen herabsetzt, ist ein solcher Unterschied nicht zu bemerken.

Bei einer weitem Versuchsreihe vereinigten sich zwei Röhren, von welchen die eine aus dem Knoten der Pfeife von 256 einfachen Schwingungen, die andere aus dem Knoten einer Pfeife von 1024 einfachen Schwingungen kam, in eine Röhre, welche in den Gehörgang des Präparates führte. Die Helmholtz'sche Unterbrechungsgabel von nahe 256 Schwingungen setzte ein Lissajous'sches Vibrationsmikroskop in Bewegung, welches zur Beobachtung der schwingenden Goldpunkte am Hammerkopf diente. Natürlich war dafür gesorgt, dass die Hammerkopfschwingungen und die Schwingungen des Vibrationsmikroskopes zu einander senkrecht ausfielen.

Die tiefe Pfeife für sich allein gibt nun eine Reihe von Schwingungsfiguren, von welchen wir eine in Fig. 1 darstellen. Es lässt sich aus derselben leicht die Schwingungsform der Pfeife ableiten und es mag nebenbei bemerkt sein, dass dieselbe mit der durch mehrere vollständig andere Versuche ermittelten Schwingungsform derselben Pfeife stimmt. Diese Curve verwandelt sich nun (bei verticalen Schwingungen des Vibrationsmikroskopes) durch Zug am Tensor in die Fig. 2. Die hohe Pfeife hingegen gibt die Fig. 3., welche sich durch Zug am Tensor nicht merklich ändert.

Wurden nun beide Pfeifen zugleich erregt, so erschienen die beiden Figuren 1 und 3 so zu sagen combinirt, wobei aber, weil hierbei eine kleine Verstimmung der beiden Pfeifen gegen einander eintrat, die kleinen Wellen nicht mehr genau in dem Umfang der grossen Schwingungsfigur aufgingen, und ausserdem sah man wegen der gleichzeitigen Verstimmung der kleinen Pfeife gegen die Stimm-

gabel die kleinen Wellen am Umfang der grössern Figur hinlaufen. Die ganze Schwingungsform hat nun etwa das Ansehen Fig. 4.

Ein Zug am Tensor bewirkt nun, dass der Raum *a* der Fig. 4 sich zusammenzieht, ohne dass jedoch eine Abflachung der secundären Zacken zu merken wäre. Es verschwindet so zu sagen aus der Combination 4 zum grossen Theil die Fig. 1, während 3 übrig bleibt.

Combinirt man Pfeifen von 256 und 512 einfachen Schwingungen, so ist die Verschiedenheit in der Wirkung des Tensorzuges auf die Excursionen des höhern und tiefern Tones noch nicht merklich.

Auffallend ist, dass das Präparat, wenn es schon die grössern Excursionen eines tiefern Tones ausführt, den Anregungen des höhern Tones leichter, stärker und merklicher folgt, als wenn dieser höhere Ton allein angegeben wird. Diese Erfahrung, welche sich vielleicht durch die Gesetze des Widerstandes, vielleicht zum Theil auch durch die erhöhte Spannung beim Schwingen aufklären lässt, kann man auch bei Schreibversuchen mit dem Phonautographen wiederholt bestätigt finden.

Bei Zug am Stapedius konnte wieder ein Unterschied in der

Wirkung auf hohe und tiefe Töne nicht bemerkt werden. Hiernach hat der Tensor die Fähigkeit, in sehr beschränkter Weise eine Accommodation des Ohres herbeizuführen, so zwar, dass von mehreren weit von einander abliegenden Tönen durch Spannung des Tensor zwar alle geschwächt werden, die höhern aber merklich weniger. Letztere können also scheinbar hervortreten.

II. Versuche am lebenden Ohr.

Um das lebende Ohr bequem und genau beobachten zu können, haben wir einen eigenthümlichen Ohrenspiegel Fig. 5 construiert. Derselbe besteht aus dem gewöhnlichen Trichter, einem um 45° gegen die Trichteraxe geneigten Planspiegel *bb*, dessen Belegung bei *c* entfernt ist, und einer Linse *d*. Trichter, Planspiegel und Linse bilden mit dem Gehörgang der zu untersuchenden Person einen abgeschlossenen Raum, in welchen nur von unten ein Rohr zur Schalleinleitung einmündet, dessen Oeffnung durch *e* angedeutet ist. An diesen Apparat schliesst sich ein Rohr *ff* an, in welchem sich eine aplanatische Lupe *g**) befindet, die durch einen Trieb *h* verschoben werden kann. An *ff* stösst noch ein leicht trichterförmig

*) Letztere wurde im August 1871 von den Herren Merz für uns angefertigt.

erweitertes Rohr *ii*. Selbstverständlich ist der Apparat an allen inneren nicht optisch wirkenden Theilen geschwärzt.

Das Sonnenlicht des Heliostaten fällt auf die Linse *d*, wird von dem Planspiegel *b* reflectirt und auf dem Trommelfell gesammelt. Von diesem intensiv beleuchteten Trommelfell *t*, welches mit Goldbronze leicht bestäubt ist, wird durch die Linse *g*, da es sich bei-läufig in der doppelten Brennweite befindet, ein reelles verkehrtes gleich grosses Bild bei *t'* erzeugt. Letzterem kann man mit einem Mikroskop beliebig nahe kommen. Dasselbe lässt sich daher bequemer und bei stärkeren Vergrösserungen untersuchen, als das Original.

Lässt man durch die Linse *d* von der Unterbrechungsgabel unterbrochenes Licht einfallen, während man eine nahe gleichgestimmte Pfeife durch *e* einwirken lässt, so beobachtet man an *t'* mit dem Mikroskop leicht die stroboskopische Bewegung des Trommelfells. Wir wollen jedoch hier zunächst andere Versuche beschreiben.

Durch ein vor das Bild *t'* gesetztes Hartnack'sches Mikroskop mit Ocularmikrometer von 40facher Gesamtvergrösserung wurden die Excursionen der Goldpunkte an verschiedenen Trommelfelltheilen abgelesen. Der Kopf der untersuchten Person befand sich in der dem aufrechten Stehen oder Sitzen entsprechenden natürlichen Lage.

Die Punkte der hintern Trommelfellfalte gaben beim Anblasen der Pfeife von 256 einfachen Schwingungen eine Excursion von 15 Oculartheilstreichen und führten scheinbar fast verticale Schwingungen aus. Ein Goldpunkt hart ober dem Lichtkegel, welcher also die Bewegungen des Hammergriffendes repräsentirte, zeigte 4 Theilstriche Excursion fast vertical. Der Processus brevis hingegen gab kaum 2 Theilstriche in fast horizontaler Richtung. Diese Excursionen, welche nahe dieselben waren, wie am Präparat unter gleichen Umständen, erlitten nun nicht die geringste merkliche Veränderung, wenn ausser dem in das Ohr geleiteten Pfeifentöne noch andere Töne, z. B. viel höhere Pfeifen oder die König'schen Klangstäbe, angegeben wurden.

Die grösste Sorgfalt wurde natürlich auf die Beobachtung des Hammergriffes, als eines die Bewegung weiter übertragenden Theiles verwendet, weil ja hier eine allfällige Umstimmung, die für den Hörprocess von Bedeutung gewesen wäre, sich jedenfalls hätte äussern müssen. Man wird bemerken, dass die beobachteten Excursionen doch so gross waren, dass eine Veränderung derselben, die ja, wenn sie überhaupt wirksam sein sollte, nach den Versuchen sub I bedeutend sein musste, nicht gut der Beobachtung entgehen konnte.

Wenn man bei diesen Versuchen, während etwa die Goldpunkte des Trommelfells vertical schwingen, das Mikroskoprohr horizontal anstösst, so erhält man schöne glänzende Curvenreihen, an welchen sich, wenn sie gut gelingen, auch die Schwingungsform absehen lässt.

Setzen wir nun vor das Bild *t'* statt des gewöhnlichen Mikroskopes ein passend gestimmtes Vibrationsmikroskop. Wir beobachten den fast vertical schwingenden Punkt am Hammergriffende durch das horizontal schwingende Mikroskop. Die Schwingungsfiguren, welche man durch die tiefe Pfeife hervorbringt, sind genau dieselben, welche

man unter gleichen Umständen am Präparat erhält. Sie erfahren wieder keine merkliche Aenderung beim Horchen auf höhere Töne.

Auch die combinirte Fig. 4 haben wir am lebenden Ohr hervorgebracht, ohne jedoch eine Veränderung derselben beim Horchen wahrzunehmen.

Hiernach treten also die Erscheinungen, welche man künstlich durch Spannung der Binnenohrmuskeln am Präparat hervorrufen kann, am lebenden Ohr beim Hören und Horchen nicht ein. Natürlich wird hiemit nicht behauptet, dass eine Accommodation anderer Art an andern Theilen des Gehörapparates nicht stattfindet.

Sollen die Versuche am lebenden Ohr gut gelingen, so ist hiezu eine vorzügliche Fixirung des beobachteten Kopfes und der Apparate nothwendig. Wir bedienen uns eines dreibeinigen massiven Tisches von Holz. Auf demselben steht ein schwerer eiserner Träger, welcher den Ohrenspiegel und seine Gabel für das Kinn der beobachteten Person fixirt. Vor dem Ohrenspiegel auf einem Stativ mit mehreren Trieben befindet sich das Mikroskop. Die beobachtete Person sitzt nun vor dem Tisch auf einem Drehstuhl und schiebt ihr Ohr über den Trichter des festgestellten Spiegels. Nachdem die passende Stellung erreicht ist, wird das Kinn durch die Gabel fixirt.

Wir bemerken zum Schluss, dass unsere Resultate mit den Ergebnissen der älteren Versuche in sehr gutem Einklang stehen. Die Beobachter stimmen darin überein, dass künstliche oder natürliche Spannung des Tensor ein Vortreten der höhern Töne bewirke. Dies zeigen z. B. die Versuche von Politzer. Wenn Schapringier findet, dass alle Töne durch willkürliche Spannung des Tensor in der Intensität herabgesetzt werden, so stimmt dies ebenfalls mit unsern Versuchen, denn das Vortreten der Obertöne ist nach denselben bloß relativ, weil sie weniger geschwächt werden wie die tiefern.

Alle älteren Versuche, welche darauf abzielen, eine etwa vorhandene Veränderlichkeit der Spannung am lebenden Ohr nachzuweisen (wie die von Mach, Schapringier u. s. w.) haben ein negatives Resultat geliefert.

14.

Erster Bericht aus der Heilanstalt für Augen- und Ohrenkranke

von

Dr. F. Bezold in München.

(Aerztl. Intelligenzblatt 1872 Nr. 40 und 41.)

Die Zahl der Ohrenkranken betrug 310, davon wurden geheilt 105, gebessert 94, ungeheilt entlassen 47, ohne Behandlung ent-