IV.

Das Oto-Stroboskop und seine physiologische diagnostische Bedeutung.

Von

August Lucae.¹⁾

(Mit 2 Abbildungen.)

Unlängst habe ich von Neuem auf die Schwierigkeiten hingewiesen²⁾, welche unserer Diagnose in den Fällen im Wege stehen, wo das Trommelfell in seiner Continuität vollständig erhalten ist; und zwar aus dem einfachen Grunde, weil der akustische und Trommelfell-Befund hier sich selten decken. Die Erfahrung, dass selbst bei erheblichen pathologischen Veränderungen am Trommelfell ein ganz gutes Gehör vorhanden sein kann, reicht sehr weit zurück. So erwähnt bereits Schwartz³⁾ im Jahre 1864, dass er bei ausgebreiteten Narben und Verkalkungen an beiden Trommelfellen normale Hörschärfe für die Flüsterversprache angetroffen habe, und citirt bei dieser Gelegenheit eine entsprechende Beobachtung Politzer's⁴⁾ aus dem Jahre 1863, wo es sich allerdings bloss um partielle Verkalkungen des Trommelfells ohne sonstige Gewebsveränderungen am Trommelfell handelte, ohne dass eine Hörstörung nachzuweisen war.

Meine eigenen Erfahrungen gehen bis auf das Jahr 1862 zurück, wo ich Gelegenheit hatte, in dem St. Mary's Hospital zu London bei Toynbee zu constatiren, dass bei einseitiger Schwerhörigkeit in nicht seltenen Fällen auch das andere normal hörende Ohr dieselben pathologischen Veränderungen, wie Trübungen und Einziehungen, bot wie das schwerhörende.

Von dieser Zeit an habe ich diesen Widerspruch zwischen

1) Nach einem in der Berliner otologischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage.

2) Die Ohrenheilkunde des neunzehnten Jahrhunderts. Berliner klin. Wochenschrift. 1901. Nr. 19.

3) Dieses Archiv. Bd. I. S. 142.

4) Pathologische Anatomie der Trommelfelltrübungen. Wien 1863. S. 19.

pathologischen Veränderungen am Trommelfell und der Hörschärfe mit Consequenz weiter verfolgt; in den späteren Jahren seit Gründung der Berliner Universitäts-Poliklinik für Ohrenkrankheiten (1874) in der Weise, dass ich in jedem einzelnen Falle von einseitiger Schwerhörigkeit, soweit sich dies bei der allmählich gewaltig anwachsenden Zahl der Kranken thun liess, jedesmal auch das andere, gesunde Ohr untersuchte, resp. untersuchen liess. Hierbei waren auf dem normal hörenden Ohre nicht selten sogar ausgebreitetere pathologische Veränderungen zu constataren, als auf dem kranken, eine Thatsache, welche ich wiederholt, u. a. namentlich in meiner Bearbeitung der Erkrankungen des Orlabyrinthes in der Encyklopädie von Eulenburg als ausserordentlich wichtig für die Diagnose der Labyrinthkrankheiten hervorgehoben habe.¹⁾

Diese Thatsachen im Verein mit der bekannten Beobachtung, dass andererseits bei anatomisch vollkommen normalen Trommelfellen Schwerhörigkeit, ja selbst Taubheit bestehen kann, haben mich seit einer langen Reihe von Jahren zu Versuchen geführt, den optischen Trommelfellbefund durch objective acustische Methoden zu controlliren. Zunächst construirte ich zu diesem Zweck das Interferenz-Otoskop²⁾, welches jedoch hierzu nicht genügen konnte; einmal wegen der dem Instrumente anhaftenden Fehlerquellen, vor Allem jedoch wegen der damals noch nicht von mir berücksichtigten Resonanz der lufthaltigen Räume des Ohres. Immerhin hat dies Instrument, welches auf den schönen Interferenzversuchen an T-förmigen Röhren von Georg Quincke beruht, den physiologisch wichtigen Nachweis geliefert, dass bereits im normalen Zustande ein grosser Theil der in das Ohr gelangenden Schallwellen nach aussen reflectirt wird.

1) Man könnte mir hier nun einwenden, dass diese Fälle nicht lange genug beobachtet seien, und dass vielleicht später auf den bis dahin gut hörenden Ohren eine Functionsstörung sich hätte nachweisen lassen. Um hier nur ein Beispiel hervorzuheben, führe ich als schlagenden Beweis für die geringe akustische Dignität des optischen Trommelfellbefundes einen jetzt 34 Jahre von mir beobachteten Fall an. Derselbe betrifft meine eigene Frau, bei welcher in Folge einer in der Kindheit erlittenen Otitis med. nach Masern beiderseits ausgebreitete Trübungen, Einziehungen und Narben bestehen, ohne dass das Gehör auch nur im Geringsten jemals gelitten hätte. So hört sie z. B. (worauf ich in der Praxis stets einen grossen Werth lege) auf der letzten Bank des Parquets der grossen Berliner Theater jedes auch leiser auf der Bühne gesprochene Wort.

2) Dieses Archiv. Bd. III (1867). S. 186.

Später ¹⁾ machte ich auf die durch ihre Resonanz auch in diagnostischer Hinsicht nicht zu unterschätzende Bedeutung der lufthaltigen Ohr Räume aufmerksam, wobei ich u. a. zeigte, dass man mit Hülfe eines einfachen kleinen Gummiröhrchens durch Anblasen des Gehörganges im normalen Zustande ein auch objectiv wahrnehmbares tieferes Geräusch hervorbringt, während bei Verdickungen, resp. Anspannungen des Trommelfells der Eigenton des Gehörganges sich durch ein hohes, nicht selten pfeifendes Geräusch bemerkbar macht.

Dieser Methode haftet jedoch der Mangel an, dass dieselbe nur zur Diagnose der Spannungsveränderungen des Trommelfells dienen und uns über die Function der Gehörknöchelchen nichts aussagen kann. Gleichwohl habe ich diesem, bei einigem Gehör leicht zu erlernenden Verfahren auch diagnostisch und therapeutisch Manches zu verdanken. Spielt doch die freie Trommelfellfläche, wie ich an einem anderen Orte zeigen werde, bei der Schallleitung zum Labyrinth eine wichtige, bisher noch wenig beachtete Rolle.

Es geht hieraus hervor, dass wir einer Methode bedürfen, welche uns in Stand setzt, sowohl die Bewegungen des Trommelfells als die des Hammergriffes objectiv zu prüfen, und dies glaube ich durch die Benutzung der elektrisch betriebenen Pumpe (die ich der Kürze wegen Pneumo-Motor nennen werde) kombiniert mit dem Siegle'schen Trichter und dem stroboskopischen Verfahren vorläufig bis zu einem gewissen Grade erreicht zu haben.

Ich ging hierbei zunächst von der einfacheren Verbindung des Siegle'schen Ohrtrichters mit dem Pneumo-Motor aus, welcher, wie ich schon seit Jahren erprobt habe, sich zur Controlle der Trommelfell und Hammergriff-Bewegungen sehr gut eignet. Dabei ist jedoch als ausserordentlich wichtig hervorzuheben, dass der pneumatische Trichter nicht luftdicht in den Gehörgang eingeführt wird, weil einmal hierdurch, ferner aber durch die Möglichkeit, die durch den Pneumo-Motor hervorgebrachten Vibrationen bis zu einer den Schwingungen der tiefsten Töne gleichkommenden Geschwindigkeit zu bringen, den natürlichen Verhältnissen der Schallaufnahme annähernd entsprochen wird.

Ich ging hierbei von der Annahme aus, dass es durchaus

1) Ueber die Resonanz der lufthaltigen Räume des Gehörorgans. Verhandl. der physiolog. Gesellschaft zu Berlin, 2. März 1883.

nicht genügt, nachzuweisen, dass das Trommelfell und der Hammergriff bei einigen mit dem Munde, mit dem Delstanche'schen Masseur oder dem Pneumo-Motor auszuführenden Luftstössen beweglich erscheint, sondern dass man bei der grossen Anzahl von Schwingungen, welche der schallleitende Apparat in einer Secunde bei der Schallaufnahme zu leisten hat, untersuchen muss, ob die genannten Theile fähig sind, eine relativ grosse Anzahl von Schwingungen auszuführen.

Was die Instrumente betrifft, so habe ich bereits erwähnt¹⁾, dass ich seit dem Jahre 1874 einen kleinen, aus Hartgummi gefertigten Siegle'schen Trichter benutze, und will hier nur bemerken, dass ich als schliessende Glasplatte mit grossem Vortheil ein weit schwächeres Convexglas als früher, nämlich von zehn Dioptrien benutze. An Stelle meines früheren Verfahrens, den Trichter mit einem dünnen Gummiüberzug an sich luftdicht einzusetzen, dafür jedoch in dem Gummischlauche in der Nähe des Ohres eine kleine Seitenöffnung anzubringen, ziehe ich es zu diagnostischen Zwecken vor, den Trichter ohne diese Seitenöffnung lose einzuführen, weil bei obiger Anordnung der Trichter zur Erhaltung klarer Trommelfellbilder nicht tief genug in das Ohr eingeführt werden kann, und die Haare des Gehörganges der Untersuchung meist im Wege stehen.

A. a. O. habe ich bereits mitgetheilt, dass es schon mit dieser einfachen Methode gelingt, die Beweglichkeit der freien Trommelfellfläche und des Hammergriffes festzustellen. Wie ich wiederholt meinen Zuhörern demonstrieren konnte, kann hierbei die letztere sehr schwach erfolgen, ja gänzlich fehlen, während die erstere noch sehr gut von statten geht. In anderen Fällen zeigt das Trommelfell in Folge von Adhaesionen oder Verdickungen nur partielle Bewegungen; endlich giebt es Fälle, wo weder am Trommelfell noch am kurzen Fortsatze eine Bewegung zu erkennen ist. Tritt Letzteres ein bei einer auf 400—900 Pumpenstösse in der Minute gesteigerten Arbeit des Pneumo-Motors, so kann dies entweder daran liegen, dass das Auge die Geschwindigkeit der Trommelfellbewegungen nicht mehr verfolgen kann, oder in pathologischen Affectionen im schallleitenden Apparate, welche das Trommelfell verhindert, schnellere Bewegungen auszuführen.

1) Zuletzt in meiner Arbeit, „Vibratory massage in the treatment of progressiv deafness, with especial consideration of my elastic pressure-probe.“ The laryngoscop, September 1900.

Diese Frage löst uns nun in ausgezeichnete Weise das stroboskopische Verfahren, indem es die Trommelfellschwingungen scheinbar verlangsamt.

Bereits im Jahre 1873 habe ich bei Gelegenheit eines Referates über ein entsprechendes Werk von Mach¹⁾ auf den physiologischen und voraussichtlich auch diagnostischen Werth der stroboskopischen Methode für das Gehörorgan aufmerksam gemacht und zwar besonders auf Grund der schönen Untersuchungen von Mach und Kessel, denen es hiermit gelang, am todten Gehörorgan die durch eine Pfeife erregten Trommelfellschwingungen deutlich zu beobachten.²⁾

Da wohl die wenigsten meiner Leser den 7. Band dieses Archivs zur Hand haben, muss ich schon mit einigen Worten auf das Princip der stroboskopischen Methode hier eingehen, indem ich zunächst mein damaliges Referat abgekürzt wiedergebe.

Das Princip beruht darauf, dass ein in einer raschen periodischen Bewegung befindlicher Körper periodisch beleuchtet wird. Stimmt die Periode der Bewegung mit der der Beleuchtung genau überein, so erblicken wir den bewegten Körper stets in derselben Phase und glauben, ihn ruhen zu sehen. Ist die Periode der intermittirenden Beleuchtung etwas länger als die der Bewegung, so ist bei jedem folgenden Beleuchtungsmomente der Körper nicht nur in die Phase des früheren Beleuchtungsmomentes zurückgekehrt, sondern sogar etwas weiter gegangen, so dass wir den Körper bei jedem folgenden Beleuchtungsmomente in einer späteren Phase sehen. Der Körper scheint demnach seine ganze Bewegung in der natürlichen Folge durchzumachen. Ist die Beleuchtungsperiode etwas kürzer als die Bewegungsperiode, so scheint sich der Körper umgekehrt zu bewegen. Die scheinbare Bewegung des Körpers findet desto langsamer statt, je kleiner der Unterschied ist zwischen der Beleuchtungsperiode und der Bewegungsperiode.

Um das Quantitative dieser Vorgänge deutlich zu machen, wähle ich aus den Mach'schen theoretischen Auseinandersetzungen die folgende aus, zumal es sich bei dem von mir

1) Optisch-akustische Versuche. Die spectrale und stroboskopische Untersuchung tönender Körper. Prag 1873. Ref. dies. Arch. Bd. VII. S. 214.

2) Die von diesen beiden Forschern in Aussicht gestellten Versuche am lebenden Ohre sind, soweit mir bekannt, nicht ausgeführt oder wenigstens nicht publicirt worden.

construirten Instrumente ebenfalls um Kreisbewegungen handelt: Stellen wir uns die periodische zu beobachtende Bewegung als eine Kreisbewegung A in Fig. 1 und ebenso die Bewegung des die intermittirende Beleuchtung zu besorgenden Apparates als eine Kreisbewegung B vor. Erstere Bewegung findet $P + 1$ mal in derselben Zeit statt, in welcher letztere P mal stattfindet. Wenn also die Bewegung A mit der Lage a beginnt, und auf diese ein Lichtblitz in a von B fällt, so wird, wenn B nach a zurückkehrt und einen Lichtblitz giebt, A bis a zurück und noch etwas weiter bis b gelangt sein. Beim zweiten Umlauf von B gelangt A etwa bis c u. s. w. A wird also scheinbar einen vollen Umlauf d. h. eine stroboskopische Schwingung

Fig. 1.

ausgeführt haben, jedesmal wenn es eine Schwingung mehr gemacht hat als B. Macht also B in der Secunde P Schwingungen, A aber $P + 1$ Schwingungen, so findet eine stroboskopische Schwingung in der Secunde statt. Nehmen wir bei A und B die m -fache Schwingungszahl an, also $n^1 = m p + m$ und $n = m p$, so ist $m = n^1 - n$ die Zahl der stroboskopischen Schwingungen in der Secunde. Die Sache verhält sich ebenso, nur scheint sich der Körper umgekehrt zu bewegen, wenn $n^1 < n$ ist.

Praktisch lässt sich dieses an der einfachen aus Pappe gefertigten stroboskopischen Scheibe sehr hübsch beobachten, welche uns als Kinderspielzeug gedient und schliesslich zu dem wunderbaren Kinematographen geführt hat. Beobachtet man bei schneller Umdrehung der Scheibe das Spiegelbild derselben durch einen der an der Peripherie angebrachten Schlitzze, so sieht man statt des leuchtenden Ringes, in welchen die einzelnen Schlitzze durch die schnelle Umdrehung verwandelt sind, jeden einzelnen Schlitz deutlich, und es scheint die Scheibe ruhig zu stehen. Ein weiteres sehr hübsches aus obigen theoretischen Betrachtungen sich ergebendes Resultat erhält man, wenn man mit der stro-

boskopischen Scheibe einen vorüberfahrenden Wagen beobachtet. Bei abnehmender Geschwindigkeit der Scheibe scheinen die Räder bei einer gewissen Schwingungsperiode der Scheibe ruhig zu stehen oder sich ganz langsam zu bewegen, so dass man jede Speiche einzeln sieht, endlich eine rücklaufende Bewegung zu machen.

Unter den meist sehr complicirten von Mach beschriebenen stroboskopischen Apparaten sind zwei Arten zu unterscheiden, nämlich solche, bei denen es sich um eine intermittirende Beleuchtungsquelle handelt, und solche, wo die Beleuchtung selbst constant ist, jedoch die Beobachtung der beleuchteten schwingenden Körper periodisch unterbrochen wird. Zu der ersten Gruppe gehören die von Mach und Kessel bei ihren Versuchen benutzten König'schen Flammen, zu der letzteren die stroboskopische Scheibe, welche von Oertel¹⁾ und Spiess²⁾ zur Untersuchung der Schwingungen der Stimmbänder in Form einer Sirene benutzt wurde. Auch ich kam nach vielfachen Vorversuchen auf dies einfache vorläufig durch Handbetrieb in Bewegung zu setzende Instrument zurück, mit dem sich, wie ich am Schluss meines obigen Referats schon damals bemerkte, z. B. sehr gut die Schwingungen einer Stimmgabel durch scheinbare Verlangsamung ihrer Schwingungen beobachten lassen.

Das nach diesem Principe von mir construirte Oto-Stroboskop besteht in einem gewöhnlichen Handreflector³⁾, an welchem, wie aus Fig. 2 ($\frac{1}{3}$ der natürlichen Grösse) ersichtlich, zur intermittirenden Beobachtung der Trommelfell-Bewegungen eine mit zehn Löchern versehene Drehscheibe excentrisch angebracht ist. Zu der wohl ohne Buchstaben verständlichen Erklärung der Figur bemerke ich, dass, um eine Berührung der Drehscheibe durch das Gesicht des Beobachters zu vermeiden, an der Metallfläche des Spiegels eine Metallscheibe angeschraubt ist, so zwar, dass hierdurch ein Schlitz gebildet wird, in welchem sich die

1) Das Laryngo-Stroboskop u. s. w. Arch. f. Laryngologie Bd. III. 1895.

2) Ebenda. Bd. VII. 1898.

3) Selbstverständlich lässt sich die stroboskopische Vorrichtung auch an jedem Stirn- oder Mundspiegel anbringen. Unter letzterem Worte verstehe ich den von mir angegebenen aus Aluminium gefertigten Spiegel mit einem Griff, welcher den Abdruck der Zähne des Beobachters trägt und ohne jede Anstrengung festzuhalten ist (dieses Archiv. Bd. XXVI). Die stroboskopische Vorrichtung wird von dem Optiker E. Sydow, Berlin, Albrechtstr. 17 für 5 Mark an jedem Spiegel angebracht.

Scheibe dreht. Sehr viel Schwierigkeit verursachte mir der bekannte in der Spiegelöffnung sich bildende Reflex, der hier um so störender wirkt, als es sich hier um eine fortwährend unterbrochene Beobachtung des Trommelfellbildes handelt, die schon an sich dem Anfänger eine jedoch bald zu überwindende

Fig. 2.

Störung bereitet. Auf Rath des Herrn Prof. Schweigger setzte ich zur Eliminirung dieses Reflexes an der Metallfläche in die Oeffnung einen ganz kurzen etwa 4 mm langen innen und aussen geschwärzten Cylinder ein. Aber auch hiermit gelangte ich nicht zum Ziele, welches schliesslich aber dadurch erreicht wurde, dass ich sowohl den innern Rand dieses Cylinders als auch den der Oeffnung an der Spiegelseite durch einen schmalen Streifen von schwarzem Tuch überziehen liess.

Wie man sich durch den beim Anblasen (mittelst eines Gummirohres) der Sirene hervorgebrachten Ton überzeugen kann, lässt sich die Scheibe durch Antrieb mit der Hand in eine Anfangsgeschwindigkeit von zehn und mehr Umdrehungen in der Secunde versetzen und bei allmählicherer Verlangsamung eine Geschwindigkeit erzielen, welche nicht erheblich von der der Luftstösse abweicht, so dass die scheinbar verlangsamten Bewegungen (stroboskopische Schwingungen) des Trommelfells und des Hammergriffes sehr deutlich in ihren einzelnen Phasen zu verfolgen sind.

Um nur ein Beispiel anzuführen, so würde bei einer 10maligen Umdrehung in der Secunde dadurch, dass die Löcher in der Scheibe und die dazwischen gelegenen Spatien¹⁾ 100 mal die Oeffnung im Reflector passiren, die Beobachtung des beleuchteten sich bewegenden Körpers eben so oft unterbrochen werden. Nehmen wir als letzteren eine A-Stimmgabel von 110 Schwingungen in der Secunde an, so würde diese Gabel

1) Wichtig ist, dass dieselben so breit sind, dass sie genau beim Passiren der Spiegelöffnung dieselbe decken.

scheinbar nur 10 deutlich zu beobachtende Schwingungen in der Secunde machen.

Bei obiger von mir vorläufig benutzten Versuchsanordnung haben wir den Vortheil, dass es sich um viel langsamere Schwingungen des Trommelfells handelt und daher schon bei einer langsamen Drehung der Lochscheibe stroboskopische Schwingungen zu beobachten sind. Nehmen wir z. B. den Fall an, dass wir bei mittlerer Einstellung des Rheostaten eine Geschwindigkeit der Trommelfellbewegungen von 400 in der Minute erzielen, so würde dies in der Secunde rund 7 Schwingungen ausmachen und bei einer allmählich verlangsamten Bewegung der Scheibe die zur scheinbaren Verlangsamung der Trommelfellbewegungen nothwendige Periode sich leicht ergeben.

Was den Pneumo-Motor betrifft, so habe ich bereits mitgetheilt ¹⁾, dass der von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall bezogene und von mir seit Jahren benutzte Apparat nach directer Berechnung der damit ausgeführten Trommelfellschwingungen bei mittlerer Einstellung des Rheostaten solche von ca. 400, bei maximaler ca. 900 in der Minute liefert. Ich habe bereits damals bemerkt, dass die Geschwindigkeit wesentlich vom Verbrauch des Accumulators abhängt und daher eine sehr variable ist, und kann hinzufügen, dass nach neueren Untersuchungen die Anfangsgeschwindigkeit, wenn der Rheostat bei frischer Füllung des Accumulators auf Null eingestellt ist, etwa 180, bei mittlerer Einstellung auf 4—500 und bei maximaler auf 900—1000 in der Minute betragen kann. In neuerer Zeit hat die genannte Firma viel stärker resp. schneller arbeitende Motoren in den Handel gebracht, deren Anfangsgeschwindigkeit bereits 1200, die mittlere 1500, die maximale 2000 in der Minute beträgt, so dass sich beide Apparate darin gut ergänzen, Trommelfellbewegungen von der geringsten bis zur grössten Geschwindigkeit zu beobachten. ²⁾

Im Allgemeinen wird man sich vorläufig damit begnügen

1) Dieses Archiv. Bd. LI. S. 3.

2) Während dieser Arbeit erhalte ich von genannter Firma einen ganz neuen Apparat zur Probe, welcher alle Anforderungen erfüllen dürfte, da seine sehr langsame mit dem Auge leicht zu verfolgende Anfangsgeschwindigkeit etwa bis 2000 in der Minute gesteigert werden kann. Auch ist die Firma jetzt damit beschäftigt, einen einfachen Apparat zur Messung der Geschwindigkeit an dem Motor anzubringen, womit einem grossen Bedürfniss endlich abgeholfen wird.

können, mit Hülfe des alten Apparates eine geringere Geschwindigkeit anzuwenden. Zur diagnostischen Verwerthung ist es selbstverständlich, wie auch bei meiner zuletzt citirten Arbeit hervorgehoben, stets mit derselben Hubhöhe der Pumpe zu arbeiten, und bei stets nur allmählicher Steigerung der Geschwindigkeit bei vergleichenden Versuchen jedesmal dieselbe Einstellung des Rheostaten inne zu halten. Im Allgemeinen habe ich bei Benutzung des alten Instruments, je nach der Füllung des Accumulators, eine Hubhöhe von 5—6 mm in Anwendung gezogen. Bei grösseren Geschwindigkeiten bis 2000 in der Minute wird man vorsichtshalber zunächst mit 3 mm anfangen müssen.

Zur leichteren Beobachtung der Trommelfellbewegungen habe ich in Fällen, wo kein Lichtkegel vorhanden, denselben durch Aufpinseln echter Goldbronze künstlich hergestellt. In derselben Weise wurde in den meisten Fällen zur deutlicheren Registrirung der Schwingungen des Hammergriffes der kurze Fortsatz behandelt.

Kommen wir jetzt zu den mit dieser Methode erzielten Resultaten, so sind zunächst die an dem normal hörenden Ohre erzielten physiologischen Beobachtungen von Wichtigkeit. Was die Versuchspersonen betrifft, so habe ich sowohl solche mit beiderseits normalem Gehörorgan als auch (zur zweifellosen Feststellung des normalen Gehörs des zu untersuchenden Ohres) solche untersucht, bei denen das andere Ohr meist nach früher vollzogener Radicaloperation bei Verschluss des Ohres annähernd vollständig ausgeschlossen werden konnte.

Ich begann zunächst mit der Untersuchung solcher Fälle, in denen das Trommelfell eine anatomisch vollständig normale Beschaffenheit zeigte. Es fand sich hierbei, dass schon bei gewöhnlicher Inspection mit dem Reflector sowohl bei langsamen wie schnelleren Umdrehungen des Pneumo-Motors die ergiebigsten Schwingungen sich am Hammergriff und am hinteren oberen Quadranten zeigten, während die Bewegungen der unteren Partie sich meist nur durch eine Kräuselung des Lichtkegels bemerkbar machten. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass individuell verschieden bei einer mittleren, resp. maximalen Geschwindigkeit von 900—1000 in der Minute die Bewegungen am Trommelfell in ihren einzelnen Phasen nicht mehr zu erkennen waren. Wohl aber war dies der Fall mit Hülfe des Oto-Stroboskopes, wobei wiederum und jetzt weit deutlicher constatirt werden konnte, dass die ergiebigsten, besonders gut durch den kurzen

Fortsatz registrirten Bewegungen am hinteren oberen Quadranten stattfanden.

Es wurden dann solche Fälle untersucht, wo bei vollständig normalem Gehör des zu untersuchenden Ohres ein pathologischer Trommelfellbefund vorlag, und besonders erwähne ich hier einen Fall, wo auf dem linken Ohr die Radicaloperation von mir vor Jahren vollzogen war, und auf dem rechten nach beiderseitiger in der Kindheit erlittener Scharlach-Otitis Selbstheilung mit Zurücklassung von Trübungen, leichter Einziehung und einer grossen, an Stelle des Lichtkegels liegenden dreieckigen Narbe eingetreten war. Da der Accumulator in diesem Falle soeben frisch gefüllt war, benutzte ich hier nur eine Hubhöhe von 4 mm, und ergab sich hier das interessante Resultat, dass bei $\frac{1}{3}$ Geschwindigkeit des Pneumo-Motors bei gewöhnlicher Untersuchung mit dem Ohrenspiegel nur der obere, hintere Theil mit dem Hammergriff sich deutlich bewegte, während der von der Narbe ausgehende Lichtreflex scheinbar ruhig hlieb, jedoch bei der stroboskopischen Untersuchung ziemlich kräftige, doch immerhin nicht so ausgiebige Bewegungen machte als die obere Trommelfelhälfte.

Den Schluss der physiologischen Untersuchungen machten solche Fälle, wo bei einseitiger Schwerhörigkeit ausserordentlich ausgedehnte „catarrhalische Einziehungen“, theils mit Narben verbunden, vorhanden waren, und kann ich hier nicht genug hervorheben, dass das Trommelfell schon ohne Stroboskop ausserordentlich ausgiebige Schwingungen zeigte, deren Amplitude wiederum, wie namentlich das Oto-Stroboskop lehrte, an der unteren Trommelfelhälfte eine weit geringere war als an den genannten Theilen der oberen Hälfte.

Was die pathologischen, mit Schwerhörigkeit mittleren und höheren Grades verbundenen Fälle betrifft, so wähle ich zunächst einen Fall heraus mit mehr oder weniger bestimmter Diagnose auf Sklerose und im Wesentlichen normalem Trommelfellbefunde. Die genannte Diagnose wurde hier wesentlich dadurch erweitert, dass selbst bei einer auf 7 mm gesteigerten Hubhöhe und bei halber Geschwindigkeit des Motors ohne Oto-Stroboskop am Trommelfell überhaupt keine Schwingungen, mit diesem Instrumente jedoch deutlich, wenn auch wenig ergiebig zu erkennen waren und zwar besonders durch die scheinbar ganz langsam vor sich gehenden Schwingungen des vergoldeten kurzen Fortsatzes.

Im Gegensatz hierzu konnte ich bei einer Patientin mit

ausgesprochener, vom Vater vererbter Sklerose und bedeutenderer Schwerhörigkeit als im vorigen Falle selbst mit Hilfe des Stroboskopes auch bei grösster Geschwindigkeit des Motors und einer von 5—7 mm gesteigerten Hubhöhe keinerlei Bewegung am Trommelfell und Hammergriff beobachten.

Unter den Fällen mit starker Einziehung des Trommelfells will ich hier nur als charakteristisch einen Fall ebenfalls von hereditärer progressiver Schwerhörigkeit hervorheben, wo die Auscultation (Katheter) ein hartes Blasegeräusch ergab und die Luftdouche keine Hörverbesserung bewirkte. Entsprechend dem bereits früher von mir hervorgehobenen Werthe des Pneumo-Motors als Controlle der therapeutischen Einwirkung der Vibrations-Massage war hier von besonderem Interesse, dass der Pneumo-Motor zunächst nur wenig ausgiebige Bewegungen am Trommelfell nachwies, während nach einer anfänglichen Anwendung der Drucksonde, dann einer längeren Wasser-Massage bei zunehmender Hörverbesserung die Bewegungen weit ausgiebiger wurden und bei maximaler Einstellung des Pneumo-Motors mit dem Oto-Stroboskop wiederum in der Umgebung des kurzen Fortsatzes am deutlichsten zu verfolgen waren.

Von besonderem diagnostischen Interesse war in letzterem Falle die mit den Ergebnissen dieser objectiven Beobachtung übereinstimmende noch relativ gute Perception der musikalischen Töne besonders des c^4 . Ich hebe dies besonders im Gegensatz zu einem Falle mit ähnlichem doppelseitigen Trommelfellbefunde hervor, wo gerade auf dem linken, schlechteren Ohr die Trommelfellbewegungen weit ausgiebiger waren als auf dem besser hörenden rechten Ohre, und gleichzeitig auf dem linken Ohre die Perception des c^4 sehr herabgesetzt war. Auch hatte hier die lokale Behandlung keinerlei Erfolg.

Ich schliesse meine Arbeit mit dem interessanten Fall eines 31jährigen viel Musik treibenden Volksschullehrers, bei welchem ohne bekannte Ursache auf dem rechten Ohre vor einigen Wochen plötzlich ein Doppelhören eintrat, so dass er neben jedem Ton die tiefere Terz, z. B. beim Anblasen einer kleinen auf a^4 abgestimmten Zungenpfeife das tiefere fis wahrnahm. Dieser Fall ist von besonderer Wichtigkeit, weil bei nur mittlerem Grade von Schwerhörigkeit auf dem betreffenden Ohre starke Trübungen und Einziehungen des Trommelfells vorhanden waren und trotzdem schon bei der gewöhnlichen Untersuchung mit dem Pneumo-Motor bei vollständig freier Tuba E. sich ausserordent-

lich lebhafte Schwingungen des Trommelfells bei mittlerer Geschwindigkeit wahrnehmen liessen. Da ich gerade für die Klinik den oben genannten neuen Apparat erhalten hatte, steigerte ich die Schnelligkeit auf 1500 in der Minute, womit die Schwingungen scheinbar sistirten, jedoch mit Hilfe des Oto-Stroboskop wiederum in ihren einzelnen Phasen in derselben Weise wie oben deutlich zu verfolgen waren. Dieser Fall scheint darum von so grosser Bedeutung, weil nach Uebereinstimmung aller Physiologen und Otologen ein derartiges Doppelhören nur durch eine Erkrankung des Labyrinthes bedingt sein kann, womit auch die beschriebenen mit dem Stroboskop erhaltenen diagnostischen Resultate übereinzustimmen scheinen. Ich will hier nur kurz hinzufügen, dass ich den Kranken einer Pilocarpin-Schwitzkur unterzog, welche ihn in kurzer Zeit von seinem Doppelhören befreite.¹⁾

Diese Beispiele mögen vorläufig genügen, um den physiologisch-diagnostischen Werth des Oto-Stroboskopes in Verbindung mit dem Pneumo-Motor und dem Siegle'schen Trichter darzulegen. Inwieweit wir berechtigt sind, mit dieser Methode aus den Bewegungen des Hammers auch auf die Function der beiden anderen Gehörknöchelchen einen Schluss zu ziehen, muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Es wird ferner auch die Frage aufzuwerfen sein, ob die bis jetzt übliche Construction des Pneumo-Motors resp. dessen technische Einwirkung auf die Bewegungen des Trommelfells uns eine genügende Aufklärung hierüber wird geben können.

Ich bemerke schliesslich, dass ich augenblicklich damit beschäftigt bin, die stroboskopische Scheibe zur bequemen und längeren Beobachtung der stroboskopischen Trommelfell-Schwingungen nach dem Vorgange von Oertel und Spiess electromotorisch in Betrieb zu setzen. Vom physiologischen Standpunkte wird es ferner von Wichtigkeit sein, die Untersuchungen auf musikalische Töne auszudehnen, welcher Aufgabe, soweit ich nach einigen Voruntersuchungen sehe, mancherlei Schwierigkeiten im Wege stehen.²⁾

1) Wie lange sich die Heilung gehalten, kann ich vorläufig nicht angeben, da Pat. nach Hause reisen musste. Wenn möglich, werde ich auf diesen Fall später zurückkommen.

2) Während des Druckes dieser Arbeit ist es mir gelungen, dieser Aufgabe durch Abänderung der vorliegenden Methode gerecht zu werden, wie ich an einem anderen Orte zeigen werde.