

## XVII.

### Zwei physiologisch-akustische Vorträge, gehalten auf der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Hamburg im September 1901.

Von

August Lucae.

#### *I. Zur Function der Membran des runden Fensters.*

##### 1. Eine bisher unbekannte Wirkungsart des sogenannten künstlichen Trommelfells.

Es handelt sich hier nicht um die bekannte Application und Wirkungsweise des Wattekügelchens oder des Toynbee'schen aus Gummi elasticum angefertigten und vielfach modificirten künstlichen Trommelfells. Es sei nur daran erinnert, dass diese akustischen Hilfsapparate entweder gegen den Trommelfellrest oder gegen den freiliegenden Steigbügel angedrückt sehr häufig in überraschender Weise das Gehör verbessern. Wegen der sowohl im ersteren (Lucae) als im letzteren (Moos) Falle nach Entfernung des künstlichen Trommelfelles vielfach beobachteten Nachwirkung der Hörverbesserung hat man im Allgemeinen die Ansicht Toynbee's, dass es sich hierbei um einen akustischen Ersatz des natürlichen Trommelfelles handelt, fallen lassen und die zuerst von mir gegebene Erklärungsweise bestätigt, dass die Hörverbesserung auf eine Drucksteigerung im Labyrinth zurückzuführen sei. Nach der heutigen, besonders durch die Arbeiten von Helmholtz begründeten Lehre der Mechanik des Hörens dürfte es wohl richtiger sein, die Wirkung des künstlichen Trommelfells bei isolirtem Steigbügel durch einen Ersatz der durch Lahmlegung des Tensor tympani verloren gegangenen Dämpfung im Gehörorgan zu erklären.

Mein eigentliches Thema betrifft in erster Linie den eigenthümlichen Heilerfolg des Wattekügelchens und zwar vorzugsweise in mehr oder weniger abgelaufenen Fällen von chronischer Mittelohreiterung mit Verlust von Trommelfell, Hammer

und Amboss, freiliegendem Promontorium bei glatter nicht geschwollener Paukenschleimhaut. In einer Reihe solcher Fälle, unter denen sich drei mehrere Jahre von mir beobachtete Kranke befinden, konnte ich wiederholt die auffallende Tatsache constatiren, dass die plötzliche Hörverbesserung erst dann eintrat, wenn ohne jede Berührung des Steigbügels oder des runden Fensters der vordere Abschnitt des Promontoriums mit dem Wattekügelchen bedeckt wurde. Im Allgemeinen war die Wirkung die gleiche bei Benutzung trockener ziemlich fest zusammen geballter Watte oder nach Anfeuchtung derselben (meist mit einer Lösung von Liq. Aluminii acet.); hiermit stimmt auch die Beobachtung überein, dass, wenn in letzterem Falle das Wattekügelchen 1—2 Wochen im Ohre blieb, die Wirkung trotz der bald eintretenden Austrocknung ununterbrochen andauerte.

Sehr wichtig ist, dass im Gegensatz zu den obigen bekannten Fällen bei der Mehrzahl mit Hinwegnahme des Wattekügelchens die Hörweite für die Flüstersprache auf den Status quo ante zurückging; ebenso wichtig jedoch und mit der unten erfolgten Erklärung gut übereinstimmend, dass bei einigen Kranken nach monatelanger resp. jahrelanger Beobachtung auch ohne weitere Anwendung des Wattekügelchens allmählich eine dauernde, wenn auch geringere als die mit dem letzteren erzielte Hörverbesserung eintrat. Dies geschah gewöhnlich da, wo das Wattekügelchen längere Zeit liegen blieb und leichte Secretion mit Schwellung der Promontorial-Schleimhaut veranlasste. Es sei hier nur noch vorläufig bemerkt, dass nach Untersuchung einiger musikalischen Kranken neben der Flüstersprache besonders die höheren und höchsten Töne verstärkt wahrgenommen wurden.

Nach langer Ueberlegung fand ich endlich hierfür folgende Erklärung, die wenn richtig auch in diagnostischer Hinsicht einen Fortschritt zu versprechen scheint: In den vorliegenden Fällen müssen die Schallwellen gleichzeitig durch das Promontorium und die beiden Fenster — wobei wohl nur die Membran des runden Fensters<sup>1)</sup> in Betracht kommt — zum Inhalt der

---

1) Bezold hat nachgewiesen, dass die Beweglichkeit dieser Membran eine bedeutend grössere ist, als die der Ring-Membran der Steigbügelplatte, was ich durch Experimente an einem Gehörorgane, welches von einem vollständig normalhörenden Individuum herrührte, in noch genauerer Weise bestätigen konnte.

Schnecke gelangen. In letzterer wird es durch diese doppelte Zuleitung zu einer Interferenz beider Wellenzüge und somit zu einer verminderten Schallperception kommen; durch Auspolsterung des Promontoriums durch das Wattekügelchen wird hingegen die Labyrinthkapsel als Schallleiter ausgeschaltet, die Interferenz aufgehoben werden und somit eine Hörverbesserung erfolgen.

Im normalen Ohre liegen dagegen die Verhältnisse ganz anders. Es unterliegt keinem Zweifel — wie dies auch aus den vor langen Jahren von Politzer angestellten und von mir bestätigten Versuchen hervorgeht —, dass auch hier die auf das Trommelfell fallenden Schallwellen zum grossen Theil durch die Luft der Trommelhöhle auf die Labyrinthwand treffen werden. Diese Schallwellen müssen jedoch beim Durchgang durch das Trommelfell so gedämpft werden, dass vorzugsweise diejenigen, welche zum Promontorium gelangen, von diesem als einem von der Luft so differenten Medium schwerlich aufgenommen, sondern im Gegentheil zum grössten Theil reflectirt werden und zwar in ähnlicher Weise, wie wir dies von den in das Ohr fallenden Lichtstrahlen aus dem gelben Schein am Trommelfell kennen.

Zimmermann<sup>1)</sup> ist freilich der Ansicht, dass die verhältnissmässig sehr dünne Labyrinthkapsel gerade sehr geeignet sei zur Aufnahme von Schallschwingungen, während er dies der Membran des runden Fensters wegen der seitlichen Lage des letzteren abspricht; nach seiner Meinung soll diese Membran nur dazu dienen, den auf diese Weise in das Labyrinth gelangten Schwingungen auszuweichen. Hiergegen ist zunächst einzuwenden, dass der Druck in einem Hohlraum nach allen Seiten der gleiche ist und somit auch durch die Membran des runden Fensters Schallwellen aufgenommen werden müssen und zwar um so leichter, als, wie bereits aus den Versuchen von Joh. Müller ersichtlich, Luftschallwellen durch eine gespannte Membran sehr gut auf das Labyrinthwasser übergeführt werden. Was ferner das angebliche Ausweichen der etwa durch den Knochen in die Schnecke gelangenden Schallwellen am runden Fenster betrifft, so ist ein solches Ausweichen schon vom theoretischen Standpunkte unwahrscheinlich, da es sich hier vorzugsweise um Longitudinal-Schwingungen handelt. Ueberdies habe ich bereits 1864<sup>2)</sup> durch die Section eines bei Lebzeiten akustisch untersuchten Falles von Missbildung des Ohres (rudimentäre Ohr-

1) Die Mechanik des Hörens und ihre Störungen. Wiesbaden. 1900.

2) Virchow's Arch. Bd. XXIX.

muschel und Mangel des äusseren Gehörgangs) nachgewiesen, dass auch beim Fehlen beider Labyrinthfenster Töne durch die Kopfknochen deutlich percipirt werden, wo also überhaupt von einem solchen Ausweichen der Schallwellen gar keine Rede sein kann. In diesem Falle wurde die nur schwach angeschlagene, auf den rudimentären Ohrknorpel aufgesetzte a'-Gabel deutlich wahrgenommen. Die Section ergab an Stelle des Gehörgangs solide Knochenmasse, die Trommelhöhle als Schlitz ohne Fenster, vom Labyrinth den Gehörnerv, die Schnecke und die Bogengänge wohl erhalten.

Zu den vorliegenden Beobachtungen ist noch hinzuzufügen, dass die hier vorgetragene Erklärungsweise nach meiner Ansicht auch auf das aus Gummi elasticum angefertigte künstliche Trommelfell in vielen Fällen passen möchte, ferner auch in den Fällen, wo die Gehörknöchelchen noch in situ erhalten, aber durch grossen Defect des Trommelfells das Promontorium mehr oder weniger frei gelegt ist. Hiermit stimmt auch die alte Erfahrung überein, dass das sogen. künstliche Trommelfell bei grossen Trommelfell-Perforationen sich am wirksamsten erweist.

## 2. Ueber eine erfolgreiche Operation am runden Fenster.

Die Operation betrifft eine 41 jährige Frau B. Aufnahme 19. Mai 1900; progressive Schwerhörigkeit, wesentlich erhöht durch Schreck in Folge des Selbstmordes ihres Gatten, sehr nervöse Patientin. Beiderseits starke subjective Gehörsempfindungen, besonders rechts, wo sie neben einem fortwährenden Gellen und Dröhnen verschiedene Vogelstimmen hört. Fl. rechts 0,8 (3,5), links 1,3 (3,8). Beim Anblasen des äusseren Gehörgangs rechts tieferes, links pfeifendes Geräusch. Trommelfell rechts schlaff, links verdickt mit Adhäsion des Hammergriffes.

Es sollen hier nur die Beobachtungen am rechten Ohre geschildert werden, und sei hier bemerkt, dass beide Ohren ohne wesentlichen Erfolg bis zum 1. Juni 1900 mit der von mir angegebenen Wassermassage behandelt wurden. Wegen der starken subjectiven Gehörsempfindungen und der grossen Erregtheit der Patientin ist eine eingehende Tonuntersuchung rechts nicht möglich und nur sicher zu constatiren, dass an dem letztgenannten

Tage meine c<sup>4</sup>-Hammer-Gabel  $\frac{22''}{55''}$  wahrgenommen wurde.

Auf dringenden Wunsch der Patientin wird am 2. Juni 1900

die Excision des Trommelfells mit Hammer und Amboss vorgenommen und zwar lediglich als Versuch zur Heilung der subjectiven Beschwerden; die Blutung ist hierbei wegen der Atrophie des Trommelfells sehr gering, und finden sich keinerlei Adhäsionen an den Gehörknöchelchen. Der dem Gehörgang mehr als gewöhnlich zugewandte Eingang des runden Fensters ist durch zwei halbkuglige sich in der Mitte berührende Exostosen vollständig geschlossen, sodass es nicht möglich ist, mit einer Nadel zwischen dieselben einzudringen. Promontorial-Schleimhaut sklerotisch verdickt, Steigbügel auf Sondendruck ziemlich beweglich. Nach der Operation keine Reaction, aber auch keine Besserung. Die anfänglich scheinbar geringer gewordenen subjectiven Gehörsempfindungen kehren sehr bald als „schreckliches Gellen und Dröhnen“ in der früheren Stärke zurück.

Unter diesen Umständen gab ich den weiteren Bitten der Patientin, doch Alles zu thun, um sie von ihrem furchtbaren Leiden zu befreien, nach und unternahm, nach Vorbereitung am Ohrpräparate am 13. Juni 1900 in Narkose die Freilegung der Nische des runden Fensters mit einer stecknadelkopfgrossen elektromagnetisch betriebenen Fräse. Die Operation, bei welcher die Fräse kaum mehr als 1 mm tief eindrang, ging sehr schnell von Statten; einmal glitt das Instrument ab und verursachte eine leichte, bald heilende oberflächliche Verletzung des Promontoriums. Ein Abfluss von Labyrinthflüssigkeit fand bei der Operation nicht statt.

Mit Ausnahme kurz anhaltender ziemlich heftiger Schmerzen trat auch hier keine weitere Reaction ein als sehr grosse Empfindlichkeit gegen jedes stärkere Geräusch, welche jedoch nach 5 Tagen verschwand. Vom 24. Juni beginnt eine allmählich zunehmende Besserung des Gehörs für die Flüstersprache, welche am Tage der Entlassung (13. Nov. 1900) 3, 5 (3, 5, 8) weit gehört wird. Der Haupterfolg besteht aber in dem gänzlichen Schwinden des „Gellen und Dröhnen“, an dessen Stelle nur noch Sausen zurückbleibt. Das runde Fenster erscheint jetzt vollständig frei mit scharf contourirtem inneren Rande und grösser als das jetzt klarer zu sehende ovale Fenster mit Steigbügel. Bei der Entlassung hatte sich das Trommelfell bis auf eine etwa erbsengrosse Lücke narbig regenerirt.

Am 8. Juli 1901 sah ich die Kranke wieder. Der Erfolg war ein dauernder geblieben, sowohl in Hinsicht der subjectiven Gehörsempfindungen, als der Function, wobei noch zu bemerken,

dass die Hammer- c<sup>4</sup> Gabel, deren Hörzeit bereits 8 Tage nach der Operation zugenommen hatte, jetzt 32'' wahrgenommen wurde, also um 10'' mehr als vor der Operation. Das Trommelfell zeigte sich jetzt bis auf eine ganz kleine Lücke regenerirt, welche sich nach 17 Tagen vollständig schloss, mit Abnahme der Hörweite für die Fl. auf 2,0 (3, 5, 8), offenbar bedingt durch die sehr dicke narbige Membran. Sofort wurde durch Cirkelschnitt letztere wieder entfernt. Als Patientin am 8. Aug. 1901 nach Hause reisen musste, betrug die Hörweite für die Fl. 3,0 (3, 5, 8); das Trommelfell hatte sich bereits wieder bis auf eine Oeffnung von mehr als Erbsengrösse regenerirt. Die immerhin geringe Abnahme der Hörweite erklärt sich wohl durch einen mit der Nachoperation verbundenen kleinen Bluterguss in die Nische des runden Fensters. Hinsichtlich der subjectiven Gehörsempfindungen hatte keine Veränderung stattgefunden. —

Es ist ein eigenthümliches Zusammentreffen, dass Zimmermann in seiner oben citirten Schrift<sup>1)</sup> eine ähnliche Operation empfiehlt und auch bereits, wenn auch erfolglos, am Lebenden ausgeführt hat. Ich sage „ähnliche“, da es sich bei Zimmermann um die Wegnahme der pathologisch verdickten Membran, demnach also unter Abfluss des Labyrinthwassers, bei meiner Operation jedoch nur um die Eröffnung der Nische des runden Fensters handelt. Es ist hierzu zu bemerken, dass nach meinen anatomischen Untersuchungen an vier von Normalhörenden stammenden Präparaten die Membran des runden Fensters etwa 1,5 mm von dem Eingang des letzteren entfernt liegt.

Der zufällige von selbst zur Operation auffordernde Befund in diesem Falle erinnert sehr an den gleichartigen Verschluss des äusseren Gehörgangs durch Exostosen und dürfte nach meiner Ueberzeugung sehr bald nicht mehr vereinzelt dastehn. Hat doch schon Cassebohm<sup>2)</sup> knöcherne Verengerungen des runden Fensters als Vorkommnisse bei Greisen beschrieben. Wie mein Fall lehrt, kommen solche knöcherne Verschlüsse auch im mittleren Lebensalter vor und nach einer zufälligen von Zaufal<sup>3)</sup> am Schädel eines neunjährigen Knaben gemachten Beobachtung

1) Nach brieflicher Mittheilung des Herrn Verlegers Bergmann ist dieselbe im November 1900 ausgegeben worden. Es konnte mir daher, als ich im Juni desselben Jahres die Operation vornahm, von dem Vorschlage Zimmermann's nichts bekannt sein.

2) Tractatus quatuor anatomici de aure humana etc. 1734, p. 39.

3) Dieses Archiv. II. S. 48.

sogar bei Kindern. Es ist daraus anzunehmen, dass derartige Verschlüsse des runden Fensters in jedem Lebensalter vorkommen können, und es wird somit die Aufgabe sein, besonders in Fällen von sog. Sklerose den Zustand der Nische des runden Fensters genauer zu prüfen und eventuell die beschriebene, ungefährliche Operation vorzunehmen.

## *II. Beobachtung der Tonschwingungen des Trommelfells am lebenden Ohr.*

Seit langer Zeit liegen bereits directe Beobachtungen der akustischen Schwingungen des Trommelfells am todten Gehörorgane vor. Es handelt sich dabei besonders um die nach verschiedenen Methoden erreichte optische Darstellung der Schwingungen. Ohne auf diese Untersuchungen näher einzugehen, will ich hier nur die so interessante stroboskopische Methode hervorheben, mit der es Mach und Kessel bereits im Jahre 1873 gelang, durch scheinbare Verlangsamung der Schwingungen die Bewegung des Trommelfells am Ohrpräparate sichtbar zu machen; als Tonquellen dienten hierzu Pfeifen und zur intermittirenden Beleuchtung König'sche Flammen.

Diese Methode nunmehr auch am lebenden Gehörorgan vorzunehmen, schien um so nothwendiger, als bei den Versuchen am todten Ohr durch Oeffnung der Paukenhöhle, des Vorhofes u. s. w. die natürlichen Resonanz-Verhältnisse des Gehörorganes erheblich alterirt werden.

Ich benutzte zu meinen Versuchen zunächst die bekannte stroboskopische Drehscheibe in Form einer kleinen an dem Beleuchtungsspiegel excentrisch angebrachten Sirene mit 10 Löchern nach dem Vorgang von Oertel und Spiess, welche das gleiche Verfahren zur Beobachtung der Schwingungen der Stimmbänder anwandten.

Da es sich bei meinen Versuchen <sup>1)</sup> in erster Linie um die Diagnose der Bewegungen des schallleitenden Apparates handelte, wurde das Trommelfell mit Hilfe eines Pneumomotors (sog. pneumatische Massage) in kräftige Vibrationen gesetzt, deren Geschwindigkeit bis 2000 in der Minute gesteigert werden konnte. Dem Ohre zugeführt und beobachtet wurden diese Luftdruckschwankungen durch einen nicht luftdicht im Ohre sitzen-

<sup>1)</sup> Zuerst demonstrirt in der Juli-Sitzung 1901 der Berliner otologischen Gesellschaft. Die ausführliche Arbeit erschien im LIII. Bande dieses Archives.

den Siegle'schen Ohrtrichter unter einer Vergrösserung von 10 Dioptrien. Diese Versuche, welche in ihrer Anordnung der natürlichen Aufnahme tiefer Töne einigermaßen nahe kommen, ergaben zunächst mit grosser Constanz das Resultat, dass im normalen Zustande die Trommelschwingungen hierbei vorzugsweise am hinteren oberen Quadranten und am Hammergriff auftraten, während am unteren Trommelfell-Abschnitt (Lichtkegel) nur geringe Bewegungen zu sehen waren. — Selbstverständlich war es zu genaueren physiologischen Zwecken nöthig, diese Versuche auf musikalische Töne auszudehnen und zur bequemeren Beobachtung der Schwingungen die stroboskopische Scheibe elektromagnetisch in Betrieb zu setzen. Diese Aufgabe bot mancherlei Schwierigkeiten, welche einem befriedigenden Resultat bisher im Wege standen.

Indessen gelang es mir, mit Hilfe einer dem stroboskopischen Verfahren sehr verwandten Methode in leichter Weise das Ziel zunächst für tiefere Töne zu erreichen. Es geschah dies unter Benützung der durch Interferenz zweier Töne hervorgebrachten Schwebungen oder besser Stösse, wie sie einer ihrer ersten Beobachter Scheibler sehr treffend bezeichnete. Wie die Anzahl der stroboskopischen Schwingungen = der Differenz zwischen der Schwingungsperiode des beobachteten Körpers und der intermittirenden Beleuchtung resp. Beobachtung desselben, so ist hier bekanntlich die Zahl der Stösse = der Differenz in der Schwingungsperiode beider Klänge. Der wesentliche Unterschied ist jedoch, dass es sich dort nur um eine scheinbare, hier jedoch um eine wirkliche Verlangsamung der Schwingungen handelt. Wie Helmholtz hervorhebt, bieten die Schwebungen eben den Vortheil, dass sie sehr kräftig vom Ohre wahrgenommen werden, besonders bei Benützung von Stimmgabeln oder gedackten Pfeifen, weil hier der Ton in den Pausen wirklich ganz verschwindet. Am todten Ohre wurden die Schwebungen zuerst von Politzer<sup>1)</sup> unter Benutzung zweier Pfeifen durch Ankittung von Fühlhebeln auf die Gehörknöchelchen graphisch dargestellt, während ich<sup>2)</sup> dieselbe graphische Methode anwandte, um mit Hilfe zweier um einen Halbton differirender Stimmgabeln die Mitschwingung des schallleitenden Apparates bei der Schallleitung durch die Kopfknochen nachzuweisen.

Bei den vorstehenden Versuchen geschah die Tonzuführung

---

1) Dieses Archiv. I. S. 66.

2) Ebenda. S. 310.



zum Ohre und die Beobachtung der Schwingungen wie oben durch den Siegle'schen Trichter. Als Tonquellen dienten zwei auf  $c = 128$  V. d. abgestimmte gedackte Pfeifen, von denen die eine mittelst eines ausziehbaren Stopfens in der Tonhöhe beliebig geändert werden konnte. Am zweckmässigsten fand ich es, letztere etwa um einen Viertelton höher zu stimmen, wodurch etwa 5 noch bequem zu zählende Stösse in der Secunde hervorgebracht wurden. Die Pfeifen standen neben einander auf einem Blasetisch; in jeder war in der Mitte einer Wand eine Oeffnung angebracht, in welcher je ein Schenkel eines gabelförmigen T-Rohres luftdicht eingefügt war, dessen dritter Schenkel durch ein längeres Gummirohr die Verbindung mit dem Siegle'schen Trichter herstellte.

Als Versuchsindividuen dienten junge Leute mit vollkommen normalem Gehör und auch anatomisch normalem Trommelfelle. Besonders ist hervorzuheben, dass auch hier der Siegle'sche Ohrtrichter nicht luftdicht in das Ohr eingesetzt wurde. Als Lichtquelle diente eine Gas-Glühlampe mit abblendendem Thoncylinder und zur Beleuchtung ein einfacher Hand-Reflector.<sup>1)</sup>

Als Resultat ergab sich hierbei Folgendes: Man sieht sofort beim Anblasen der Pfeifen eine wallende Bewegung des hinteren oberen Trommelfell-Quadranten dicht hinter dem Hammergriff, während die übrigen Trommelfelltheile sich ruhig verhalten. Ein noch genaueres Resultat erhält man, wenn man (wie dies auch bei den obigen stroboskopischen Versuchen geschah) zuvor mit Goldbronce auf die verschiedenen Trommelfell-Abschnitte, auf den kurzen Hammerfortsatz und auf den Lichtkegel kleine Pünktchen aufpinselt: An dem oberen hinteren Quadranten scheinen jetzt die einzelnen Goldpünktchen dem beobachtenden Auge ziemlich langsam entgegen zu springen. Wählt man statt der benützten Vergrösserung von 10 Dioptrien eine solche von 14, so zeigen sich an den genannten Stellen die einzelnen Punkte als feine Goldstreifen, welche sich saitenförmig zu bewegen scheinen. Auch bei Anwendung dieses Hilfsmittels verhielten sich bei öfterer Wiederholung der Versuche die übrigen Theile ruhig; nur einmal schien oberhalb des Lichtkegels eine kleine Bewegung aufzutreten.

Es ist hiermit auch am Lebenden erwiesen, dass das Trommelfell die Stösse zweier Töne mitmacht. Von weiterem Interesse ist die Thatsache, dass für tiefe Töne diese Mitschwingung allein am

1) Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle hervorzuheben, dass Herr Dr. Heine, erster Assistent an der Berliner Universitäts-Ohrenklinik, mich in dankenswerther Weise hierbei unterstützte.

hinteren oberen Quadranten zu erfolgen scheint, wobei zu bemerken, dass die Pfeifen stets unter möglichst gleichem Druck angeblasen wurden. Dies Resultat stimmt sowohl mit der Theorie der Mitschwingung als auch mit der anatomischen Beschaffenheit des genannten Trommelfell-Abschnittes gut überein. Nach Helmholtz können Schwebungen in einem elastischen Körper durch Mitschwingen nur zu Stande kommen, „wenn die beiden erregenden Töne dem Grundton des mitschwingenden Körpers nahe genug liegen, dass derselbe von beiden Tönen in merkliches Mitschwingen versetzt wird.“ Wir wissen ferner, dass gerade der hintere obere Theil des Trommelfells am wenigsten gespannt ist, so dass er sich z. B. bei pathologischen Einziehungen der Membran leicht in Falten legt und somit von vornherein zur Aufnahme tieferer Töne geeignet erscheint. Von Bedeutung ist ausserdem, dass diese Beobachtungen auch mit den obigen mit Hilfe des stroboskopischen Verfahrens erzielten Resultaten gut übereinstimmen. Es wird die weitere Aufgabe sein, diese Versuche auch auf die höheren Töne auszu dehnen. —

Am Schlusse dieser Mittheilung muss ich dem Herrn Prof. Edlefsen und Herrn Prof. Boeger vom Realgymnasium in Hamburg noch meinen Dank aussprechen für die vielfachen Vorbereitungen, welche es mir möglich machten, die Demonstration der vorliegenden Versuche mit Erfolg auszuführen. Letzterer hatte die besondere Liebenswürdigkeit, die Installation meiner Apparate vorzunehmen, mir einige seiner Schüler für die Demonstrationen zur Verfügung zu stellen und den zeitraubenden Vorversuchen, bei denen mich auch Herr College Dr. Feigner aus Altona freundlichst unterstützte, beizuwohnen.

---