bei wagrecht gehaltener Schallplatte bedeutet. Wie diese Werthe auf Grund von Vergleichen mit Schallen von bekannter absoluter Stärke in absolute Zahlen umgerechnet werden können, braucht vorerst nicht erörtert zu werden; zur Ermittlung der Gesetze, von welchen die Schwächung des Schalles bei dessen Durchgang durch Leiter abhängt, genügt in der That die Kenntniss der relativen Schallstärken.

XII. *Kleine akustische Versuche;* *von Dr. Fr. Fuchs,*

Professor der Jatrophysik in Bonn.

I. Zur Beobachtung der die Vocalklänge bestimmenden Resonanztöne der Mundhöhle nach der Methode von Helmholtz ist eine ganze Reihe von Stimmgabeln erforderlich, welche Laien und Lehrern im allgemeinen nicht zur Verfügung stehen. Es dürfte diesen daher vielleicht die Mittheilung des folgenden, zu demselben Zwecke dienenden Verfahrens nicht ganz unwillkommen sein, welches sich bequem mit Hülfe eines jeden musikalischen Instrumentes von genügendem Tonumfange ausführen lässt. Man versehe einen kleinen Kautschukschlauch mit einem in den Gehörgang passenden Ansatzstücke von Glas oder Horn, stecke dieses in das Ohr und das andere Ende des Schlauches in den Mund. Das andere Ohr werde, wenn man es nicht vorzieht, den zu beobachtenden Resonanzton durch einen verzweigten Schlauch beiden Ohren zuzuleiten, durch einen angefeuchteten Pfropfen von Seidenpapier verstopft. Man gebe jetzt der Mundhöhle die dem Vocale *A* entsprechende Configuration und schlage, mit den höchsten Tönen der Scala beginnend, die verschiedenen Tasten eines gut gestimmten Klavieres an.

Die Mundhöhle functionirt alsdann wie ein an das eigene Ohr gesetzter Resonator. Kommt man beim Fortgange von den höheren zu den tieferen Klängen zu einer Saite, deren

erster Partialton mit dem Eigentone der Mundhöhle übereinstimmt oder ihm genügend nahe liegt, so hebt sich dieser, durch Resonanz verstärkt, gesondert von der übrigen Klangmasse ab. Geht man dann weiter in der Scala fort, so tritt die Verstärkung successive für die höheren Partialtöne der Saiten in der Reihenfolge ihrer Rangordnung ein. Die Beobachtung wird erleichtert, wenn man, während die Saite klingt, die Mundstellung ändert, als wenn man Papa sagen wollte oder den Schlauch in die auf *A* gestellte Mundhöhle erst einführt, nachdem man die Saite angeschlagen hat.

Die Erregung der Resonanz durch den ersten Partialton trat bei einem Piano für die Mundstellung des *A* in dem Intervall *b''* bis *g''* ein, stark bei *gis''* und *a''*, schwach bei *g''* und *b''*; in der eingestrichenen Octave machte sie sich am deutlichsten bemerkbar bei *a'*, dessen zweiter, und bei *d'*, dessen dritter Partialton *a''* ist. In der ungestrichenen und noch mehr in der grossen Octave sind die Maxima und Minima der Resonanz schwieriger zu unterscheiden. Denn die tieferen Saitenklänge haben ausnahmslos einen oder mehrere Partialtöne, welche dem Eigentone der Mundhöhle genügend nahe liegen, um die Resonanz merklich erregen zu können. Sie nehmen daher durch Verstärkung jener Partialtöne sämmtlich die Klangfarbe des Vocales *A* an.

An einem zweiten Piano fand ich das Maximum der Resonanz in Uebereinstimmung mit den Untersuchungen von v. Helmholtz bei *b''*, an einem dritten ununterscheidbar bei *a'* und *b''*.

Für diejenigen, welche die Versuche nachmachen wollen, sind in der folgenden Zeile die Saitenklänge zusammengestellt, deren erster, zweiter, nter Partialton die Resonanz im Maximo erregen wird, wenn der Eigenton der Mundhöhle mit dem ersten Tone der Reihe übereinstimmt:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>b''</i>	<i>b'</i>	<i>dis'</i>	<i>b</i>	<i>fis</i>	<i>dis</i>	(—)	<i>B</i>	<i>Gis</i>	<i>Fis</i>	(—)	<i>Dis</i>

Liegt der Eigenton der Mundhöhle um ein gewisses Intervall, z. B. um einen halben Ton, höher oder tiefer, so sind die

sämtlichen Tonhöhen der Reihe um das gleiche Intervall zu erhöhen oder zu vertiefen.

II. Versuche dieser Art lassen sich auch leicht am Monochord anstellen, wo man die Schwingungszahlen der Partialtöne direct mit Hilfe einer Stimmgabel bestimmen kann.

Man verschiebe z. B. unter einer stark gespannten, dünnen Stahlsaite, von dem einen Ende her, einen Steg, bis das zwischen ihm und jenem Ende liegende Saitenstück (l_1), in der Mitte angerissen, die Resonanz der Mundhöhle möglichst kräftig erregt, was bei successiver Verlängerung des anzureissenden Saitenstückes zunächst wieder durch den ersten Partialton geschieht. Dann führe man den Stiel einer angeschlagenen Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl s vom Stege her über die Saite bis zu dem Punkte, welcher, von dem Stimmgabelstiel berührt, das zwischen ihm und dem Stege liegende Saitenstück (l_2) zum Mittönen bringt. Aus den Daten l_1 , l_2 , s ergibt sich dann die Schwingungszahl x des Eigentones der Mundhöhle:

$$x = \frac{l_2}{l_1} s.$$

So fand sich bei einem Versuche, in dem eine Stimmgabel von 444,5 Schwingungen angewendet wurde:

$$l_1 = 18,5; \quad l_2 = 38,5.$$

Mithin war:

$$x = \frac{38,5}{18,5} 444,5 = 925 \text{ (nahezu } b'').$$

III. Für den Laien dürfte der folgende Versuch einigermaßen überraschend sein, in welchem der Klang einer fremden Stimme durch Resonanz der eigenen Mundhöhle abgeändert wird. Man stecke wiederum das eine Ende des Kautschuk-schlauches in das Ohr, das andere in den Mund; der Mundhöhle gebe man abwechselnd die verschiedenen Stellungen des a , o , $ä$, während eine andere Person einen bestimmten Vocal, z. B. a , singt oder gedehnt spricht. Man hört dann bei geeigneter Tonhöhe der sprechenden Stimme je nach der Stellung des eigenen Mundes abwechselnd die Vocale a , o , $ä$.

IV. Ein anderes Mittel, um die Klangfarbe einer Stimme zu verändern, besteht darin, dass man den Stimmklang mit Hülfe des Quincke'schen Interferenzrohres dem Ohre auf zwei Wegen von ungleicher Länge zuleitet. Hr. Wirtz, Fabrikant musikalischer Instrumente in Bonn, hat mir ein Interferenzrohr hergestellt, welches sich bequem nach Art einer Posaune ausziehen lässt. Die beiden Wege vereinigen sich in zwei kurzen Ansatzstücken, wovon das eine zur Aufnahme des Schalles mit einem Trichter, das andere durch einen Kautschukschlauch mit dem Ohre verbunden wird. Das letztere ist ein Doppelrohr, welches so eingerichtet ist, dass man den einen der Wege absperren und dem Ohre folglich abwechselnd den unveränderten und den durch Interferenz veränderten Stimmklang zuführen kann. Lässt man, während der eine Schallweg langsam verlängert oder verkürzt wird, den Vocal *O* in den Apparat singen, so bemerkt man eine continuirliche Veränderung des Stimmklanges. Bei einem Gangunterschiede von 36 cm, welcher bei einer Temperatur von 15° C. der halben Wellenlänge des eingestrichenen *b* entspricht, ist der specifische Charakter des *O* fast gänzlich verschwunden, da alsdann der Partialton, der die Klangfarbe dieses Vocale bedingt, durch Interferenz nahezu beseitigt ist. In analoger Weise kann auch die Klangfarbe der anderen Vocale geändert werden.

**XIII. Bemerkungen zu der zweiten Abhandlung
des Hrn. C. Bohn „Ueber absolute Maasse“¹⁾;
von Paul Volkmann.**

Im Interesse der so vielfach in Anspruch genommenen Annalen präcisire ich meine Entgegnung in folgende Punkte:

1) Die Nothwendigkeit der Homogeneität der Gleichungen zu bestreiten, ist mir nie eingefallen. Bestritten habe ich —

1) C. Bohn, Wied. Ann. 20. p. 690. 1883.