



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

309. Klangfarbe

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

ist, so daß auch noch die Luft im Kasten wie in einer gedeckten Pfeife mitschwingt. Bringt man die eine von zwei einander gegenüberstehenden genau gleichgestimmten Gabeln zum Tönen und alsbald durch Berührung mit der Hand wieder zum Schweigen, so tönt die andere fort, und stößt ein Elfenbeinkügelchen, das in Berührung mit einer ihrer Zinken aufgehängt ist, von sich ab.

309. Klangfarbe. Die Klänge unterscheiden sich außer durch ihre Tonhöhe und Stärke auch noch durch ihre Klangfarbe (*timbre*); man bezeichnet mit diesem Ausdruck den eigentümlichen Charakter, den ein und dieselbe Note besitzt, je nachdem sie durch die Violine, Klarinette, das Piano, die menschliche Stimme usw. wiedergegeben wird. Während die Stärke eines Klanges nur von der Weite (Amplitude) seiner Schwingungen abhängig und deren Quadrat proportional ist (20), die Höhe aber nur von der Schwingungszahl abhängt, ist die Klangfarbe durch die Schwingungsform bedingt. Die Schwingungsform findet ihren Ausdruck

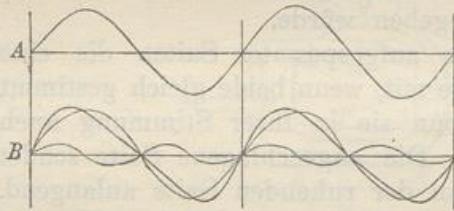


Fig. 289.
Schwingungsformen.

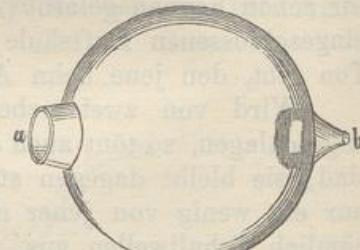


Fig. 290.
Resonator.

in der Gestalt der Wellenlinie, durch welche sich das Gesetz der durch den tönenden Körper erzeugten Verdichtungen und Verdünningen (etwa mittels des Phonautographen) darstellen läßt. In Fig. 289 *A* und *B* stellen die stärker ausgezogenen Wellenlinien zwei Schallbewegungen von gleicher Tonhöhe, aber verschiedener Schwingungsform dar: die erstere entspricht der einfachen, nach dem Pendelgesetz erfolgenden Bewegung einer Stimmgabel; die letztere ist aus zwei durch die schwach ausgezogenen Wellenlinien angedeuteten pendelartigen Bewegungen, dem Grundton und der Oktave, zusammengesetzt; die an jeder Stelle von den beiden Wellen einzeln hervorgebrachten Verschiebungen fügen sich zueinander, indem die längere Welle die kürzere gleichsam auf ihren Rücken nimmt, und bringen dadurch eine neue, durch die stärker ausgezogene Linie dargestellte Wellenform hervor, welche zwar selbst nicht mehr dem Pendelgesetz entspricht, in welcher aber zwei pendelartige Schwingungen innig miteinander verschmolzen sind. In dieser Weise läßt sich jede nicht pendelartige Schwingungsbewegung aus solchen einfachen pendelartigen Schwingungen zusammengesetzt oder in dieselben zerlegt denken (Fourier), deren Schwingungszahlen sich wie die Zahlen der

natürlichen Reihe 1, 2, 3, 4 . . . verhalten. Diese Zerlegung ist aber nicht bloß eine gedachte, sondern sie wird von unserem Ohr in der Tat unbewußt vorgenommen. Denn nach einem von G. S. Ohm zuerst aufgestellten Satz empfindet das Ohr nur eine pendelartige Schwingung der Luft als einfachen Ton und zerlegt jede andere schwingende Bewegung in pendelartige Schwingungen, welche als eine Reihe einfacher Töne aus dem zusammengesetzten Klang herausgehört werden. Der tiefste in einem Klang enthaltene einfache Ton heißt sein Grundton, die höheren die Obertöne (Teiltöne, Partialtöne). Die große Mannigfaltigkeit der Klangfarben ist nun dadurch bedingt, daß sich zu dem Grundton bald diese, bald

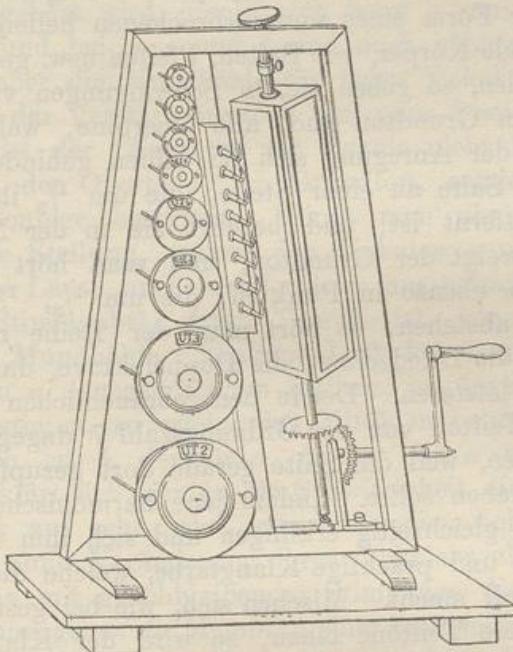


Fig. 291.
Klanganalysator.

jene seiner Obertöne mit größerer oder geringerer Stärke hinzugesellen. Um das Ohr, welches durch Gewohnheit leicht geneigt ist, jeden Klang als ein einheitliches Ganze aufzufassen, in der Wahrnehmung der einfachen Teiltöne zu unterstützen, dienen die von Helmholtz angegebenen Resonatoren (Fig. 290), nämlich gläserne oder messingene Hohlkugeln, deren eine Öffnung *a* der Schallquelle zugekehrt ist, während die andere kegelförmig gestaltete *b* in das Ohr eingesetzt wird. Jeder Resonator verstärkt nur denjenigen einfachen Ton, auf welchem die in ihm enthaltene Luftmasse infolge der Dimensionen und der Gestalt des Hohlraumes abgestimmt ist, und befähigt so das mit ihm bewaffnete Ohr, diesen Ton aus einem Tongemisch oder Klang deutlich herauszuhören. Durch eine Reihe auf einen Grundton und die zugehörigen Obertöne abgestimmter Resonatoren vermag

man daher die Zusammensetzung eines Klanges von gleichem Grundton zu erforschen, indem man ihn in seine einfachen Teiltöne zerlegt. Diese Klanganalyse kann sogar für das Auge sichtbar durchgeführt werden mittels Rud. Königs Klanganalysator (Fig. 291); acht Resonatoren sind übereinander auf einem Gestell befestigt, die hintere Öffnung eines jeden steht durch einen Kautschukschlauch mit einer manometrischen Kapsel (s. oben Fig. 272) in Verbindung. Die Gasflammen dieser Kapseln sind seitwärts längs einer geneigten Linie übereinander angebracht und werden in einem drehbaren Spiegel betrachtet. Diejenigen Flammen, deren Resonatoren durch den zu untersuchenden Klang in Tätigkeit gesetzt werden, geben im Spiegel eine Reihe getrennter Flammenbilder; jene dagegen, auf deren Resonatoren jener Klang nicht einwirkt, erscheinen in der Form eines ununterbrochenen hellen Streifens.

Sind tönende Körper, wie Saiten, Pfeifen usw. geneigt, sich durch Knoten abzuteilen, so geben sie, in Schwingungen versetzt, gleichzeitig mit dem Grundton auch alle Obertöne, welche nicht etwa durch die Art der Anregung sich zu bilden gehindert sind. Zupft man z. B. eine Saite an einer Stelle, die um $\frac{1}{7}$ ihrer Länge vom einen Ende entfernt ist, und berührt sie in der Mitte mit einem Pinsel, so schweigt der Grundton, und man hört dessen Oktave; berührt man sie ebenso in Punkten, die um $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ vom anderen Ende abstehen, so hört man der Reihe nach die Quinte dieser Oktave (die Duodecime), die Doppeloktave, dann die Terz und die Quinte der letzteren. Der in den gebräuchlichen Tonleitern nicht vorkommende Teilton von der Ordnungszahl 7 dagegen konnte nicht zustande kommen, weil die Saite gerade dort gezupft wurde, wo er einen Knoten haben sollte. Indem jene harmonischen Obertöne mit dem Grundton gleichzeitig erklingen und sich ihm beimischen, entsteht die reiche und prächtige Klangfarbe, welche die Saiten für die Musik so wertvoll macht. Mischen sich, wie bei gestrichenen Saiten, auch noch höhere Teiltöne hinzu, so wird der Klang zwar rauher und schärfer, gewinnt aber noch an Ausdrucksfähigkeit. Die offenen Pfeifen geben dieselbe Reihe harmonischer Obertöne, jedoch vorzugsweise die niedrigeren. Sind, wie bei gedeckten Pfeifen, nur ungeradzahlige Obertöne vorhanden, so erscheint der Klang dumpf und hohl. Einfache Töne, wie diejenigen von Stimmgabeln, klingen angenehm und weich, aber leer und ausdruckslos, und sind daher zu musikalischen Zwecken kaum brauchbar. Noch weniger musikalisch sind die klirrenden Klänge von Stäben und Platten, deren Grundton von hohen unharmonischen Obertönen begleitet ist. Die Konsonanz zweier Klänge ist um so vollkommener, je mehr gemeinschaftliche Teiltöne sie enthalten (Helmholtz, 1865).

310. Vokale. Die menschliche Stimme entsteht durch die Schwingungen der beiden Stimmbänder, welche im Kehlkopf von vorn nach hinten ausgespannt sind und so die Ränder einer schmalen Spalte, der Stimmritze bilden. Durch die Schwingungen der Stimmbänder wird die Stimmritze abwechselnd geöffnet und geschlossen