Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

300. Transversalschwingungen von Stäben

urn:nbn:de:hbz:466:1-83789

des Grundtones. Um die Schwingungsformen B, C, D (Fig. 276) hervorzurufen, berührt man die Saiten bei m, n, p mit einem Pinsel und streicht oder zupft bei a. Die Schwingungsknoten können sichtbar gemacht werden, indem man an den Knoten sowohl als an den Bäuchen Papierreiterchen aufsetzt; an diesen Punkten werden sie abgeworfen, an jenen bleiben sie sitzen.

Die Schwingungszahl N des Grundtones einer Saite wird gegeben durch den Ausdruck

$$N = \frac{1}{l\,d}\sqrt{\frac{g\,S}{s\,\pi}},$$

wenn l ihre Länge, d die Dicke, S die Spannung, s das spezifische Gewicht bedeutet, und $g = 9{,}81$, $\pi = 3{,}14159$ ist (Taylorsche Formel, 1716).

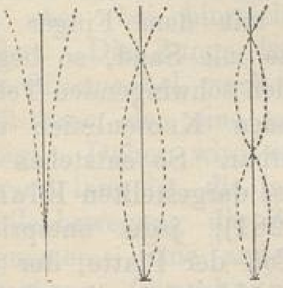

Fig. 278.
Schwingungsformen eines am einen Ende festgeklemmten Stabes.

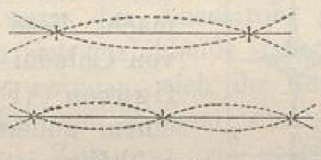

Fig. 279.
Schwingungsformen eines an beiden Enden freien Stabes.

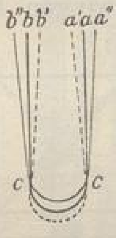

Fig. 280.
Stimmgabel.

300. **Transversalschwingungen von Stäben.** Während einer Saite die Fähigkeit, nach dem Anschlagen in ihre Gleichgewichtslage zurückzukehren, durch eine äußere Kraft, die Spannung, mitgeteilt werden muß, besitzen Stäbe in sich selbst schon die zum Schwingen erforderliche Elastizität. Am einen Ende eingeklemmt, ist ein Stab der in Fig. 278 dargestellten Schwingungsformen fähig, indem er entweder als Ganzes oder mit 1, 2, 3 . . . Knoten schwingt; an einem Glasfaden von geeigneter Länge, den man an einer Zinke einer Stimmgabel befestigt, lassen sich die Schwingungsknoten leicht beobachten. Sind beide Enden frei, so besitzt der Stab in seiner einfachsten Schwingungsart bereits zwei Knoten (Fig 279), welche etwa um $^1/_5$ der Stablänge von den Enden abstehen, und in welchen der Stab unterstützt werden muß, um ungehindert schwingen zu können. Die Schwingungszahl eines Stabes steht im geraden Verhältnis seiner Dicke, im umgekehrten Verhältnis des Quadrats seiner Länge, ist aber unabhängig von seiner Breite. Die Obertöne, welche den höheren Schwingungsformen entsprechen, sind zum Grundton nicht harmonisch, sondern steigen viel rascher in die Höhe. Die Längen gleichdicker Stäbe, deren Grundtöne die Noten der Tonleiter geben sollen, müssen sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzeln der Schwingungszahlen.

Die Schwingungszahl N eines Stabes wird ausgedrückt durch

$$N = C\frac{d}{l^2}\sqrt{\frac{gE}{s}},$$

wo E den Elastizitätsmodul, s das spezifische Gewicht und C einen konstanten Faktor bezeichnet, der von der Art der Einklemmung oder Unterstützung und von der Anzahl der Schwingungsknoten abhängig ist.

Bei einem gebogenen Stab liegen die beiden Knoten seiner Mitte näher als bei einem geraden; eine Stimmgabel ist ein hufeisenförmig gebogener Stab, der so stark zusammengebogen ist, daß die beiden Schwingungsknoten (Fig. 280 c, c) der Biegung nahe zu liegen kommen.

301. **Schwingende Platten.** Platten können sich in mannigfaltiger Weise durch Knotenlinien abteilen, wenn man sie am Rand mit dem Violinbogen streicht und gewisse Punkte der Platten durch Festklemmen oder durch Berühren mit dem Finger am Schwingen hindert. Bestreut man die Platte mit Sand, so begibt sich dieser von den schwingenden Teilen nach den ruhenden Knotenlinien und macht diese sichtbar. So entstehen die von Chladni zuerst dargestellten Klangfiguren (Fig. 281); jede entspricht einem anderen Ton der Platte, der um so höher ist, je zahlreicher die schwingenden Abteilungen der Platte sind. In der Zeichnung sind die Punkte, welche man, um die betreffende Figur zu erhalten, festhalten muß, mit a, der Punkt, wo der Violinbogen anzusetzen ist, mit b bezeichnet. Kreisförmige Platten, in der Mitte eingeklemmt und am Rande gestrichen, teilen sich durch ruhende Durchmesser in 4, 6, 8 . . . gleiche Sektoren. Zwei angrenzende Abteilungen einer Platte schwingen immer entgegengesetzt. Glocken sind als schalenförmig gekrümmte Platten zu betrachten; beim Tönen zerlegen sie sich ebenfalls in schwingende Abteilungen, welche durch ruhende Knotenlinien voneinander getrennt sind.

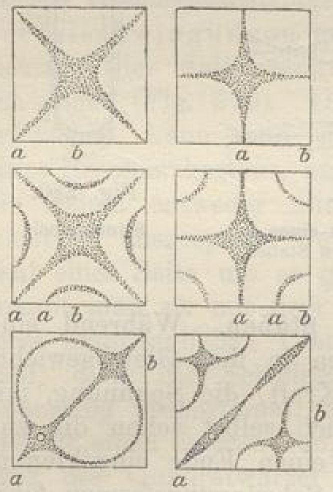

Fig. 281.
Chladnis Klangfiguren.

Bei Platten aus demselben Material, die ähnliche Formen, aber verschiedene Dimensionen haben, sind bei gleicher Schwingungsform die Schwingungszahlen proportional den Dicken und umgekehrt proportional den Flächen. Haben die Dimensionen nach allen drei Richtungen dasselbe Verhältnis, so kann man auch sagen, die Schwingungszahlen stehen im umgekehrten Verhältnis der linearen Dimensionen oder, da das Gewicht bei Platten aus demselben Stoff dem Volumen proportional ist, die Schwingungszahlen verhalten sich umgekehrt wie die Kubikwurzeln aus den Gewichten.

302. **Zungenpfeifen.** Unter einer Zunge versteht man einen elastischen Metallstreifen, der, an seinem einen Ende befestigt, nach dem Gesetz der Stäbe schwingt und durch seine Schwingungen einen