

Helmholtzresonator

Lie.

Wird eine bauchige Flasche angeblasen, so ertönt ein tiefer Klang. Die Tonhöhe lässt sich nicht mit der Theorie der schlanken Pfeife erklären. Die Grundfrequenz f_1 einer Flasche mit Luftvolumen V , Halslänge l und Halsquerschnittsfläche A in Luft mit Schallgeschwindigkeit c ist:

$$f_1 = \frac{c}{2l} \sqrt{\frac{A}{V}}$$

Material: Computer mit geeignetem Frequenzanalyse-Programm, diverse Flaschen, Messbecher, Schublehren und Messbänder

Messungen

- 1) Lassen Sie sich das Programm vom Lehrer zeigen, falls nötig.
- 2) Notieren Sie sich die Temperatur im Zimmer.
- 3) Vermessen Sie die Weinflasche, insbesondere Länge und Durchmesser des Flaschenhalses sowie das Volumen der Flasche (Wasser einfüllen und in den Becher giessen).
- 4) Blasen Sie die leere Flasche mündlich an und messen Sie die Frequenzen des Grundtons (f_1) und einiger Obertöne ($f_2, f_3, f_4, f_5 \dots$).
- 5) Füllen Sie etwas Wasser in die Flasche und messen Sie die neue Grundfrequenz. Wiederholen Sie diese Messungen für zehn verschiedene Wassermengen.
- 6) Wiederholen Sie die Messungen für eine zweite Flasche mit deutlich anderer Form.

Aufgaben und Auswertungen

- a) Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit bei Zimmertemperatur ausgehend vom Wert bei 20 °C (FoTa). Welchen Einfluss hätte eine um 1 °C erhöhte Temperatur?
- b) Vergleichen Sie das Frequenzspektrum mit jenem einer gedackten Pfeife (Anzahl und Lage der Obertöne, Frequenzverhältnis zum Grundton und ähnliches).
- c) Berechnen Sie die Grundfrequenz für Ihre Flaschen mit der obigen Formel.
- d) Stellen Sie das Quadrat der Schwingungsdauer T_1 des Grundtons als Funktion des Wasservolumens dar. $T_1^2 = f_1^{-2}$ können Sie aus der gemessenen Grundfrequenz berechnen. Das Wasservolumen haben Sie ja mit dem Becher gemessen. Erklären Sie, warum die Messwerte auf einer Geraden liegen sollten. Führen Sie eine lineare Regression (Fit) durch. Welche Bedeutung haben die Regressionsparameter? Was kann man aus den Achsenabschnitten und der Steigung ausrechnen? Passen die Werte zu den anderen Messungen?