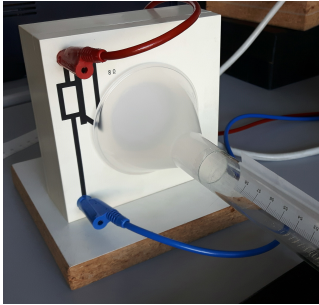


Kommentare und Beispielergebnisse zum Versuch stehende Schallwellen

Das Kundtsche Rohr wird klassisch mit Korkmehl darin gezeigt, das sich angeblich beim Vorhandensein einer stehenden Schallwelle in deren Knoten sammelt und so ein eindrucksvolles Streifenmuster zeigt. In der Tat klappt das bei Wahl der richtigen Frequenz. Unser Kundtsches Rohr ist 60 cm lang und hat nur einen Durchmesser von 2 cm. Von einem Lautsprecher kann eine Schallwelle über einen Trichter in das Rohr geführt werden.



Wird das andere Ende des Rohrs verschlossen, erscheint das Korkmehl-Streifenmuster bei einer Frequenz von ca. 380 Hz. Wird das andere Ende offen gelassen, bekommt man ein schönes Streifenmuster bei ca. 220 Hz. Für die Streifenabstände ist aber nicht eine stehende Schallwelle der Luft im Rohr verantwortlich. Es handelt sich vielmehr um Frequenzen, bei denen das Glasrohr in einer Art Eigenmoden schwingt. Der Abstand zwischen den Streifen beträgt nämlich einige Millimeter, und wenn es hochkommt, erhält man für den Abstand zum übernächsten Streifen - was einer Wellenlänge entsprechen müsste - knapp einen Zentimeter. Die Wellenlängen für Schall bei den genannten Frequenzen betragen $\lambda_1 = 340 \text{ m/s} : 380 \text{ Hz} = 89.5 \text{ cm}$ und $\lambda_2 = 340 \text{ m/s} : 220 \text{ Hz} = 1.55 \text{ m}$, liegen also in einer ganz anderen Größenordnung als die Abstände der Korkmehlstreifen.

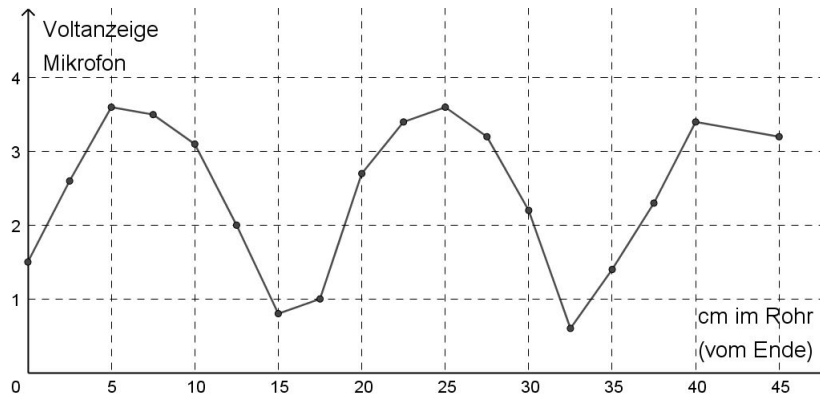
Der Korkmehlversuch mag eindrucksvoll sein, hat jedoch nichts mit dem üblicherweise quantitativ auszuwertenden Versuch zu tun, wo ein Stabmikrofon in das Rohr geschoben wird, um den Schalldruck auszumessen.

In einem Studentenpraktikum in meiner Zeit an der Uni wurde ein durchsichtiges Rohr mit ca. 5 cm Durchmesser benutzt. Da passte erstens an einem Ende ein Lautsprecher direkt darauf und zweitens nahm ein eingeführtes Stabmikrofon nur einen unwesentlichen Teil des Innenraums ein. Bei unserem dünnen Rohr könnte das Mikrofon die Geometrie doch beeinflussen. Außerdem stellte es sich als schwierig heraus, einen geeigneten Stopfen mit Loch zu finden, durch den das Mikrofon leicht zu verschieben ist, der aber andererseits noch einen harten, dichten und geraden Rohrabschluss bilden kann. Deshalb wird der Versuch zu den stehenden Schallwellen nicht mit dem dünnen durchsichtigen Rohr durchgeführt, sondern mit dem Papprohr (in dem das Stabmikrofon geliefert wurde).



Ergebnisbeispiele

Die folgende Messung wurde bei 969 Hz und offenem Rohrende durchgeführt.

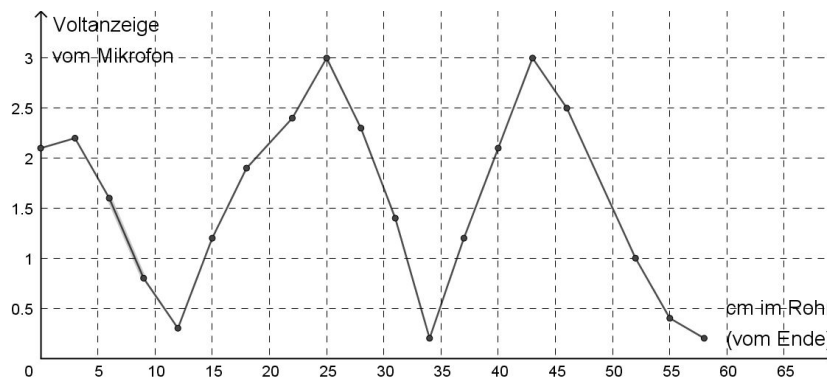


Die Werte wurden hier noch etwas grob in Abständen von 2.5 cm aufgenommen. Die absolute Skala der Messwerte ist natürlich willkürlich von Messreihe zu Messreihe, spielt aber auch für das Versuchsziel keine Rolle. Über welchen Voltbereich sich die Ausgabewerte erstrecken, hängt davon ab, welche Lautstärke für den Ton am Frequenzgenerator eingestellt wurde und wie die Pegelregelung an der Mikrofonbox eingestellt ist.

Zur Darstellung mit GeoGebra wurden die Punkte hier durch gerade Linien verbunden, per Hand sollte man keinen so eckigen Kurvenverlauf zeichnen.

Aus der Messung vom Minimum bei 15 cm oder kurz dahinter zum Minimum bei 32.5 cm kann man die halbe Wellenlänge zu 17 cm abschätzen. Der theoretisch ermittelte Wert für die Wellenlänge ist $\lambda = 340 \text{ m/s} : 969 \text{ Hz} = 35 \text{ cm}$. Der Abstand der Minima bzw. Maxima von einer halben Wellenlänge kommt also ganz gut heraus im Versuch.

Die zweite hier dargestellte Messung erfolgte bei 774 Hz und verschlossenem Rohrende.



Auch hier sind die Werte noch etwas grob in Abständen von 3 cm aufgenommen (irrtümlich einmal 4 cm und einmal ein Punkt ausgelassen). Die Minima liegen bei 12 cm, 34 cm und 58 cm. Diese beiden Abstände sind 22 cm und 24 cm, also gemittelt 23 cm als Wert aus der Messung für die halbe Wellenlänge. Der berechnete Wert für die ganze Wellenlänge ist $\lambda = 340 \text{ m/s} : 774 = 44 \text{ cm}$. Auch hier kann man von recht guter Übereinstimmung sprechen.

Stimmt es, dass wir am offenen Rohrende einen Druckknoten und am geschlossenen Rohrende einen Druckbauch vorfinden? Im Prinzip schon. Der Druckknoten beim offenen Ende liegt wohl noch ein wenig außerhalb des Rohres. Wenn wir beim geschlossenen Rohr den ersten Punkt bei 0 cm mal weglassen und die sonstige Kurve nach links extrapolieren, erwarten wir schon, dass es bei 0 cm eigentlich auf 3 V raufgehen sollte. Aber da bildet der Mikrofonkopf selber einen Teil der reflektierenden Wand, so dass nicht klar ist, was man an dieser Stelle eigentlich misst.