

# Praktikum: Kundt'sches Rohr

## (Mechanische Wellen)

Von: Fabian Faller, Dominic Waßner, Georg Amann und Dorothea Uhrig  
Durchgeführt am 17.01.2003

12.1

### 1.) Theorie:

#### Grundlagen & Grundvorwissen:

**Frequenz  $f$**  : sie gibt uns an, wie oft pro Zeiteinheit ein Massenelement eine Schwingung um seine Gleichgewichtslage durchführt.

**Wellenlänge  $\lambda$**  : Der Abstand von einem Wellenberg (Wellental) zum nächsten Wellenberg (Wellental) beträgt  $\lambda/2$

**Schallgeschwindigkeit  $c$** : Die starre Form der Welle und damit die Phase schreitet mit der Geschwindigkeit  $c$  fort. Innerhalb einer Periodendauer legt sie dabei eine Wellenlänge fort. 340 m/s.

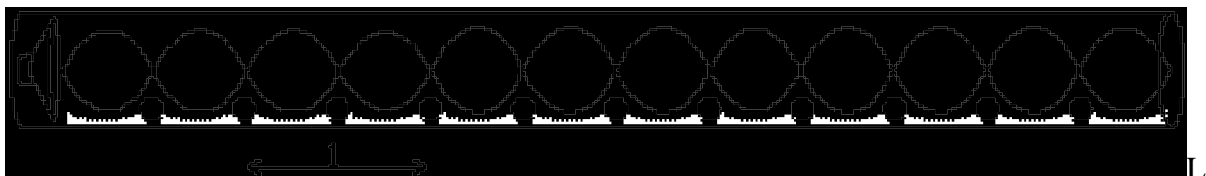
Mit der Wellenlänge  $\lambda$  und der Erregerfrequenz  $f$  kann man nun die Schallgeschwindigkeit  $c$  mit folgender Formel bestimmen :

$$c = \lambda * f$$

Das Kundt'sche Rohr ist eine waagrecht gelagerte Glasröhre, die möglichst gleichmäßig innen mit Korkmehl gefüllt wird.

An einem Ende wird ein Lautsprecher (mit Sinusgenerator) aufgestellt, der sich wie ein freies Ende verhält. Das andere Ende kann man entweder offen lassen (weiteres offenes Ende), oder mit einem verschiebbaren Stopfen (festes Ende) verschließen. Wir behandelten nur den Fall mit zwei offenen Enden.

Da sich die Schallwellen bei einem freien Ende in alle Richtungen ausbreiten können ist dort der Druck am niedrigsten. Dort befindet sich ein Druckminimum und somit ein Schnellemaximum (s.Abb.1)



Lautsprecher

Festes oder freies Ende möglich **Abb.1**

Also kann bei zwei freien Enden mindestens eine halbe Wellenlänge durch die Frequenz erreicht werden.( s. Tabelle)

Wellenbild (2 freie Enden)	Bäuche	Knoten	Wellenlänge ( $\lambda$ )	Frequenz (f)
	2	1	$\lambda = 2l$	$f = c/(2 \lambda)$
	3	2	$\lambda = l$	$f = 2 * c/(2 \lambda)$
	4	3	$\lambda = 2/3 * l$	$f = 3 * c/(2 \lambda)$
<b>Allgemein</b>	K+1	k	$\lambda = 2/k * l$	$f = k * c/(2 \lambda)$

Bei dem Kundt'schen Rohr kann man nur die Schnellemaxima (Druckminima) in Form von einem angehäuften „Korkmehlberg“ erkennen. Der Abstand von einem Korkmehlberg zum Nächsten beträgt immer eine halbe Wellenlänge. Somit kann man die Wellenlänge mit Hilfe eines Lineals abmessen. Ebenso gegeben ist die Frequenz, die man an dem Sinusgenerator selbst einstellen kann. Die Schallgeschwindigkeit beträgt in der Luft, und bei 20°C, 340 m/s.

## 2.) Aufbau und Durchführung in der Praxis

### a) Interessante Fragestellungen:

- Um wie viel Prozent weicht die Schallgeschwindigkeit in der Theorie von der Praxis ab?

### b) Benötigte Materialien:

- Glasrohr (Kundt'sche Rohr)
- Korkmehl
- Lautsprecher (mit Sinusgenerator)
- Halter, der waagerechten Aufbau der Glasröhre ermöglicht
- Metermass um die Wellenlänge abzumessen
- Ohrenstöpsel (je nachdem wie der Sinusgenerator eingestellt ist können sehr unangenehme Töne entstehen)

### c) Ablauf

- 1.) - Glasrohr wird in einer waagerechten Position aufgebaut und gleichmäßig mit Korkmehl gefüllt
  - Nun werden Lautsprecher und Sinusgenerator miteinander verbunden
  - Ohropax einführen
  - Lautsprecher einschalten und Frequenzen so einstellen, dass das Korkmehl an den Schnelleminima aufgewirbelt wird
  - Frequenz ablesen
  - Wellenlänge ablesen
  - Ausrechnen der Abweichung der Praxisergebnisse von den Theoriewerten

#### 2.) Tabelle für zwei freie Enden

Abgelesene Frequenz	Wellenlänge (Theorie)	Wellenlänge (Praxis)	Schallgeschwindigkeit (Theorie)	Schallgeschwindigkeit (Praxis)	Wellenlängen insgesamt	Abweichung in Prozent
1000 Hz	34 cm	35 cm	340 m/s	350 m/s	$\lambda$	2,8
1050 Hz	33 cm	36 cm	340 m/s	378 m/s	$2 \lambda$	11,2
1500 Hz	23 cm	25,5cm	340 m/s	382,5 m/s	$3 \lambda$	12,5

1800 Hz	19 cm	22 cm	340 m/s	396 m/s	4 $\lambda$	16,5
---------	-------	-------	---------	---------	-------------	------

Mittelwert des Fehlerquotienten : 10,7 %

### **3.) Fehlerquellen**

Die größte Fehlerquelle waren vermutlich die Messergebnisse bei der Wellenlänge. Sie war durch das Glasrohr und die eigene fehlende Genauigkeit nicht genau zu ermitteln.

Außerdem lag die Glasröhre nur grob waagrecht, da wir sie mit Hilfe von verschiebbaren Haltern befestigten. Dadurch lag natürlich auch nicht überall gleich viel Korkmehl. Insgesamt war es sehr schwierig das Korkmehl gleichmäßig zu verteilen.

Ein weiterer, nicht ganz so schlimmer, Störfaktor war die Zimmertemperatur, da die Schallgeschwindigkeit in der Luft und bei 20°C genau 340 m/s beträgt. Die Zimmertemperatur betrug jedoch keine 20°C ( eher mehr → schnellere Schallgeschwindigkeit!).

Da die Frequenz nur in grösseren Abständen abzulesen war, haben wir auch die Frequenz nur grob geschätzt.

Unsere persönlichen Probleme:

Zunächst einmal hatten wir uns zu Beginn des Praktikums keine interessante Fragestellung überlegt, sodass wir Wellenlänge maßen und die Frequenz ablesen ohne ein Ziel vor Augen zu haben. Vor allem maßen wir anfangs nicht die Wellenlänge, sondern die Korkmehlhaufen, die dadurch entstanden, dass keine absolute destruktive Interferenz zwischen den Knoten entsteht. Aus diesem Grund ging uns sehr viel Zeit, die uns später fehlte, verloren. Dadurch haben wir nur sehr wenige Messergebnisse und vor allem konnten wir den Versuch nur mit zwei freien Enden durchführen.

Ein weiteres Versagen war, dass wir das Mehl nicht hundertprozentig gleich in dem Glasrohr verteilen konnten.

### **4.) Zusammenfassung**

Insgesamt waren wir alle nicht sehr zufrieden mit dem Praktikum. Erst einmal ist der Aufbau des Versuchs sehr mühsam und mit einfachen Geräten fast unmöglich, da das Korkmehl in der Glasröhre gleichmäßig verteilt werden muss. Nicht gut zu erkennen ist auch, wo ein Schnelleminimum eigentlich genau liegt. Das erschwert die Messung.

Interessant ist der Versuch auf jeden Fall. Man sieht „live“ wie solche Schallwellen verlaufen. Deutlich zu erkennen sind die Schwingungen die ein einziger Lautsprecher erzeugt. Man muss nur sehr gut vorbereitet sein und sich auch speziell mit der Kundt'schen Röhre befasst haben, bevor man mit dem Praktikum beginnt. Aber gut vorbereitet sollte man schließlich bei jedem Praktikum sein!