



HSB

Hochschule Bremen
City University of Applied Sciences

Labor für Technische Akustik

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus

Versuch 9:

Resonanzfrequenzen von Helmholtz Resonatoren



Abbildung 1: Experimenteller Aufbau zur Ermittlung charakteristischer Resonanzfrequenzen

1. Versuchsziel

Ziel des Versuchs ist es zu zeigen, dass ein akustischer Resonator eine spezifische Resonanzfrequenz besitzt und diese von seiner geometrischen Form abhängt. Als Resonator werden in diesem Versuch zwei Glaskolben verwendet, die in ihrer Form einen Helmholtz Resonator repräsentieren. Durch akustische Rückkopplung wird der Resonator zum Schwingen bei seiner Resonanzfrequenz angeregt. Die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz vom Volumen soll untersucht werden, in dem das Volumen des Glaskolbens durch auffüllen mit Wasser verringert wird.

2. Theoretische Grundlagen

Ein zylindrischer Hals in Verbindung mit einem kugelförmigen Körper repräsentiert einen Helmholtz Resonator in seiner generellen Form. Die folgende Gleichung gilt nur, sofern die Wellenlänge des Schalls viel größer ist als die Länge des Halses. Die natürliche Resonanzfrequenz eines solchen Resonators, kann unter der Annahme, dass die Luft im Körper wie eine Feder der Masse der Luft im Hals entgegenwirkt, hergeleitet werden. Mit der Mündungskorrektur für die Länge des Halses gilt für die Frequenz

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi r^2}{\left(l + \frac{1}{2}\pi r\right) V_0}} \quad (1)$$

wobei c die Schallgeschwindigkeit, r den Radius und l die Länge des Halses sowie V_0 das mit dem Hals verbundene Volumen des Hohlkörpers bezeichnet.

3. Versuchsaufbau

Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird der Messkopf durch eine Glasröhre 10 cm in den runden Kolbenkörper eingeführt.

Das Messmikrofon mit Verstärker wird mit dem differentiellen Eingang (IN2/S2) der Cobra3 Einheit verbunden.

Die Cobra3 Einheit wird mit dem COM-Port eines PC's verbunden.

Starten sie das Programm „measure“.

Aktivieren sie das Programm Modul „Frequenz Analyse“.

Starten sie eine neue Messung und legen sie folgende Parameter fest.

Frequenz:	1 kHz
Trigger:	+75% (fallend)
Messbereich:	+/- 1 V
Messung:	kontinuierlich
Offset:	unterdrücken

Zur Erzeugung eines konstanten Grundrauschens starten sie das Programm „Burminwave Generator 0.9“ (biwavegen.exe).

Wählen sie auf der Registerkarte „Generator“ die Funktion „White noise“. Starten sie den Generator mit „Play“.

Stellen sie die Pegel der Lautstärke und des Mikrofonverstärkers angemessen ein. In diesem Versuch werden Umgebungsgeräusche benötigt. Wenn sie zu leise sind, können keine klaren Spektren ermittelt werden.

Geräteliste:

1	Cobra3 Einheit	12150.00
1	Stromversorgung, 12 V	12151.99
1	RS232 Datenkabel	14602.00
1	Cobra3 Frequenz Analyse Software	14514.61
1	Mikrofon mit Verstärker	03543.00
1	Block-Batterie, 9 V, 6 F 22 DIN 40871	07496.10
1	Glasröhre, l = 300 mm, d = 12 mm	45126.01
1	Dreifuß „PASS“	02002.55
1	Support rod, l = 50 cm, round	02032.00
2	Universalklemme	37715.00
2	Doppelmuffe	02043.00
1	Maßband, l = 2 m	09936.00
1	Rundkolben, 1000 ml	36050.00
1	Rundkolben, 100 ml	36046.00
1	Verbindungsleitung, l = 50 cm, blau	07361.04
1	Verbindungsleitung, l = 50 cm, rot	07361.01
1	Messbecher 1l	
1	Messbecher 200 ml	
1	Waage	
1	PC- Lautsprecher	

Hinweis:

Zur Bestimmung des Volumens des zugeführten Wassers verwenden sie den Messbecher oder eine Waage. Da Abweichungen auftreten können, führen sie die Einzelmessungen mehrmals durch.

4. Versuchsdurchführung

250 ml und 500 ml Glaskolben:

- Messen sie Radius und Länge der zylindrischen Kolbenöffnung mit dem Maßband
- Ermitteln sie die Resonanzfrequenz des nur mit Luft gefüllten Kolbens
- Verändern sie die Parameter gegebenenfalls, um ein eindeutigeres Spektrum zu erhalten.
- Wiederholen sie die Messung, nachdem sie den Glaskolben zur Hälfte mit Wasser gefüllt haben.

1000 ml Glaskolben:

- Messen sie Radius und Länge der zylindrischen Kolbenöffnung mit dem Maßband
- Ermitteln sie die Resonanzfrequenz des nur mit Luft gefülltem Kolbens
- Verändern sie die Parameter gegebenenfalls, um ein eindeutigeres Spektrum zu erhalten.
- Füllen sie den Glaskolben sinnvoll in 100 ml Schritten und ermitteln sie die jeweiligen Resonanzfrequenzen
- Speichern sie zur Auswertung alle Spektren

5. Auswertung

- Legen Sie die theoretischen Grundlagen dar, die zu Gleichung (1) führen.

250 ml und 500 ml Glaskolben:

- Vergleichen sie die Messergebnisse mit den Berechnungen und erläutern sie Ursachen, wenn diese sich unterscheiden.

1000 ml Glaskolben:

- Zeichnen sie die Resonanzfrequenz als Funktion des Volumens unter Verwendung der Messwerte.
- Zeichnen sie die berechnete Resonanzfrequenz als Funktion des Volumens in das gleiche Diagramm.
- Vergleichen sie die Messergebnisse mit den Berechnungen und erläutern sie Ursachen, wenn diese sich unterscheiden.
- Vergleichen sie ihre Ergebnisse mit der Literatur