

# Labor Physik - Versuch S2

## Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit dem Resonanzrohr

Marius Neumann                      &                      Nico Herkner

17. November 2017

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Theorie</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Versuch</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Versuchsdurchführung</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Auswertung</b>	<b>2</b>
4.1	Berechnung von $\overline{\Delta l_n}$ . . . . .	2
4.2	Berechnung der Wellenlänge $\lambda$ . . . . .	2
4.3	Berechnung der Schallgeschwindigkeit $c$ . . . . .	3
4.4	Korrektur des Temperatureinflusses . . . . .	3
4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse und Vergleich mit Literaturwert . . . . .	4
4.6	Diskussion der Ergebnisse . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Geräteliste</b>	<b>5</b>
	<b>Anhang</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Messprotokoll</b>	<b>6</b>

## 1 Theorie

Wir haben uns anhand [1, 2, 3] mit den genannten Themen vertraut gemacht und uns die Versuchsanleitung sorgfältig durchgelesen. Uns sind keine weiteren Fragen offengeblieben. Des weiteren haben wir uns die Vorbereitungstichpunkte genau angeschaut.

## 2 Versuch

Wir haben uns sorgfältig mit dem Versuchsaufbau beschäftigt. Die Skizze zum Versuchsaufbau befindet sich in der Versuchsanleitung.

## 3 Versuchsdurchführung

Wir haben die Messung, wie im Laborumdruck beschrieben, für vier verschiedene Messungen durchgeführt und die Messwerte im Messprotokoll eingetragen. Siehe Tabelle 6.1 bis 6.5.

## 4 Auswertung

### 4.1 Berechnung von $\overline{\Delta l_n}$

Die Tabellen 4.1 bis 4.4 zeigen unsere Messergebnisse mit den dazu gehörigen Differenzen.  $\Delta l_n$  wurde wie folgt berechnet:

$$\Delta l_n = l_{\max,n} - l_{\min,n} \quad (4.1)$$

Tabelle 4.1: Messwerte mit berechneten Differenzen für die 1. Messung (500 Hz)

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mittelwert
$l_{\max,1}$	98,5	98,5	98,4	98,6	98,6	98,8	98,7	98,5	98,8	98,8	98,6
$l_{\min,1}$	6,0	6,0	6,1	6,0	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,1	6,1
$\Delta l_1$	92,5	92,5	92,3	92,6	92,5	92,7	92,6	92,5	92,8	92,7	92,6

Tabelle 4.2: Messwerte mit berechneten Differenzen für die 2. Messung (1000 Hz)

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mittelwert
$l_{\max,1}$	98,5	98,5	98,4	98,6	98,6	98,8	98,7	98,5	98,8	98,8	98,6
$l_{\min,1}$	6,0	6,0	6,1	6,0	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,1	6,1
$\Delta l_1$	92,5	92,5	92,3	92,6	92,5	92,7	92,6	92,5	92,8	92,7	92,6

Tabelle 4.3: Messwerte mit berechneten Differenzen für die 3. Messung (1500 Hz)

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mittelwert
$l_{\max,1}$	98,3	98,2	98,1	98,2	98,3	98,4	98,4	98,3	98,5	98,5	98,3
$l_{\min,1}$	7,5	7,5	7,5	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,8	7,7
$\Delta l_3$	90,8	90,7	90,6	90,6	90,7	90,7	90,7	90,5	90,7	90,7	90,7

Tabelle 4.4: Messwerte mit berechneten Differenzen für die 4. Messung (2000 Hz)

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mittelwert
$l_{\max,1}$	98,4	98,5	98,6	98,3	98,1	98,1	98,1	98,0	97,8	98,0	98,2
$l_{\min,1}$	3,7	3,6	3,6	3,6	3,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6
$\Delta l_4$	94,7	94,9	95,0	94,7	94,4	94,6	94,6	94,5	94,3	94,4	94,6

### 4.2 Berechnung der Wellenlänge $\lambda$

Abbildung 4.1 zeigt die stehende Welle im Resonanzrohr mit den dazugehörigen Längenbeziehungen. Die Anzahl der Resonanzen ist in blau eingezeichnet, wobei bei der Resonanz  $l_{\min}$  mit eins zu zählen begonnen wurde.

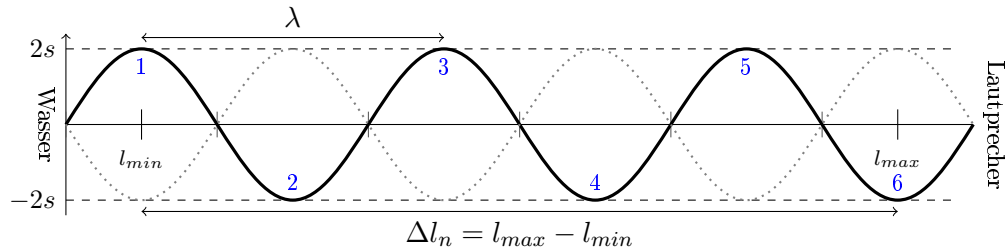


Abbildung 4.1: Veranschaulichung der Stehenden Welle im Resonanzrohr mit Wellenparametern

Aus der Abbildung lässt sich folgender Zusammenhang ableiten:

$$\lambda_n = \frac{\Delta l_n}{n-1} \cdot 2 \quad (4.2)$$

Mit dem Mittelwert aus 4.1 und der Gleichung wurden für jede der vier Messung die Wellenlänge  $\lambda$  berechnet und in Tabelle 4.5 dargestellt.

Tabelle 4.5: Berechnete Wellenlänge für die vier Messungen

Messung	$\overline{\Delta l_n}$ in cm	n	$\lambda$ in cm
1	92,57	4	61,71
2	68,04	5	34,02
3	90,67	9	22,67
4	94,61	12	17,20

### 4.3 Berechnung der Schallgeschwindigkeit $c$

Die Schallgeschwindigkeit  $c$  wurde wie folgt berechnet und ist in Tabelle 4.6 für jede Messung zu finden.

$$c_n = f_n \cdot \lambda \quad (4.3)$$

Tabelle 4.6: Ergebnisse der Berechnung der Schallgeschwindigkeit

Messung	$f$ in Hz	$\lambda$ in cm	$c$ in m/s
1	500	61,7	308,6
2	1000	34,0	340,2
3	1510	22,7	342,3
4	2000	17,2	344,0

### 4.4 Korrektur des Temperatureinflusses

Die Schallgeschwindigkeiten bei 20 °C der vier Messungen wurde mit Gleichung (11) berechnet und sind in Tabelle 4.7

Tabelle 4.7: Werte der Schallgeschwindigkeit bei 20 °C der einzelnen Messungen

Messung	$T_v$ in °C	$T_n$ in °C	$c$ in m/s	$c_{exp}(20\text{ °C})$ in m/s
1	20,0	20,1	308,57	308,54
2	20,1	20,0	340,20	340,17
3	20,0	20,1	342,28	342,25
4	20,1	19,9	344,02	344,02

#### 4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse und Vergleich mit Literaturwert

Tabelle 4.8 zeigt den Vergleich des experimentellen Wertes  $c_{exp}$  und dem Literaturwert  $c_{lit} = 343,14$  in Luft bei 20 °C.

Tabelle 4.8: Vergleich der Messwerte mit dem Literaturwert bei 20 °C

Messung	$c_{exp}(20\text{ °C})$	$c_{lit}(20\text{ °C})$	abs. Abweichung	rel. Abweichung
1	308,540 m/s	343,14 m/s	−34,600 m/s	−10,083 %
2	340,171 m/s	343,14 m/s	−2,969 m/s	−0,865 %
3	342,250 m/s	343,14 m/s	−0,890 m/s	−0,259 %
4	344,018 m/s	343,14 m/s	0,878 m/s	0,256 %
Mittelwert	333,745 m/s	343,14 m/s	−9,395 m/s	−2,738 %

#### 4.6 Diskussion der Ergebnisse

## 5 Geräteliste

Tabelle 5.1: Geräteliste

Nr.	Gerät
1	Lautsprecher
2	Resonanzrohr
3	Rohr mit Wasser
4	Frequenzgenerator
5	Mikrofon
6	Verstärker
7	Digitaloszilloskop
8	Thermometer

## Literatur

- [1] Bleckwedel, Axel: *Vorlesung Analysis und Statistik: Mitschrift von Nico Herkner*, Sommersemester 2017, Wolfenbüttel, Ostfalia, Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Elektrotechnik.
- [2] Dorn, Friedrich und Bader, Franz: *Physik - Gymnasium Sek II*. Schroedel, Hannover, 2008.
- [3] Turtur, Claus Wilhelm: *Vorlesung Physik: Mitschrift von Nico Herkner*, Sommersemester 2017, Wolfenbüttel, Ostfalia, Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Elektrotechnik.

## Anhang

## 6 Messprotokoll

Tabelle 6.1: Temperatur vor der ersten Messung

$T_0$ in $^{\circ}C$	
----------------------	--

Tabelle 6.2: Messwerte der 1. Messung

$f_1$ in $Hz$										
$T_1$ in $^{\circ}C$										
Resonanzen $n_1$										
Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_{max,1}$										
$l_{min,1}$										

Tabelle 6.3: Messwerte der 2. Messung

$f_2$ in $Hz$										
$T_2$ in $^{\circ}C$										
Resonanzen $n_2$										
Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_{max,2}$										
$l_{min,2}$										

Tabelle 6.4: Messwerte der 3. Messung

$f_3$ in $Hz$										
$T_3$ in $^{\circ}C$										
Resonanzen $n_3$										
Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_{max,3}$										
$l_{min,3}$										

Tabelle 6.5: Messwerte der 4. Messung

$f_4$ in $Hz$										
$T_4$ in $^{\circ}C$										
Resonanzen $n_4$										
Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_{max,4}$										
$l_{min,4}$										

Zusätzliche Bemerkungen:

---



---

Nico Herkner, 70452700  
Marius Neumann, 70453277  
D1, 17. November 2017

Frau Dr. Nicolaus  
Labor Physik - Versuch S2  
Messprotokoll

