

Versuch 23: Schallwellen

(durchgeführt am 08.10.2018 bei Pascal Wunderlin)
Ye Joon Kim, Patrick Münnich
8. Oktober 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel des Versuchs	3
2	1. Versuchsteil: Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit einem Quinckeschen Rohr	3
2.1	Theorie	3
2.2	Aufbau	3
2.3	Durchführung	3
2.4	Auswertung und Fehleranalyse	3
3	Diskussion der Ergebnisse	3
4	2. Versuchsteil: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit durch die Messung der Wellenlänge.	4
4.1	Theorie	4
4.2	Aufbau	4
4.3	Durchführung	4
4.4	Auswertung und Fehleranalyse	4
4.5	Diskussion der Ergebnisse	6
5	3. Versuchsteil: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit durch die Messung der Laufzeit	6
5.1	Theorie	6
5.2	Aufbau	6
5.3	Durchführung	6
6	Anhang: Tabellen und Diagramme	6

Tabellenverzeichnis

1	Die berechneten Steigungen der linearen Regressionen von x gegen k	5
2	Die berechnete Schallgeschwindigkeit für alle Messreihe	5
3	XXXX	7

Abbildungsverzeichnis

1	Aufbau zum ersten Versuchsteil: Ein quinckeschen Rohr.	3
2	Aufbau zum zweiten Versuchsteil	4
3	Aufbau zum dritten Versuchsteil	6

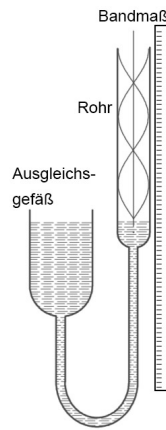


Abbildung 1: Aufbau zum ersten Versuchsteil: Ein quinckeschen Rohr.

1 Ziel des Versuchs

Das Ziel dieses Versuchs ist es, die Schallschallgeschwindigkeit von Luft auf drei Weisen zu bestimmen.

2 1. Versuchsteil: Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit einem Quinckeschen Rohr

2.1 Theorie

XXXX

2.2 Aufbau

Für den ersten Versuchsteil wurde ein Quinckesches Resonanzrohr verwendet (Siehe Abbildung 1).

2.3 Durchführung

Die Frequenzgenerator und der Oszillator wurden angeschaltet. Es wurde dann ein Frequenz zwischen 2 kHz und 7 kHz ausgewählt. Die Wasserhöhe in dem Rohr wurde dann verkleinert, indem man der Ausgleichsgefäß senkt. Als eine maximale Amplitude in dem Oszilloskop beobachtet wurde, wurde die Höhe des Wasserspiegels in dem Rohr mit einem Maßband gemessen. Dies wurde auch gemessen, als ein Minimum beobachtet wurde. Für jede Frequenz wurden die Wasserhöhe für 8-10 Maximum und Minimum gemessen. Es wurden drei Unterschiedliche Frequenzen untersucht.

2.4 Auswertung und Fehleranalyse

XXXX

3 Diskussion der Ergebnisse

XXXX

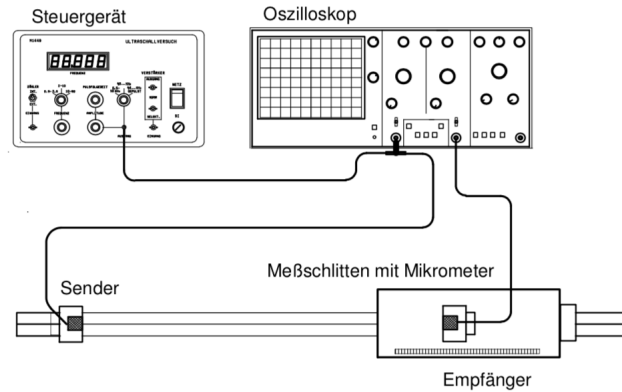


Abbildung 2: Aufbau zum zweiten Versuchsteil

4 2. Versuchsteil: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit durch die Messung der Wellenlänge.

4.1 Theorie

4.2 Aufbau

Für diesen Versuchsteil wurden ein Ultraschallsender und -empfänger, ein Oszilloskop, ein Signalgenerator und ein Mikrometerschraube (Siehe Abbildung 2).

4.3 Durchführung

Der Sender und der Empfänger (mit dem Mikrometerschraube) wurden auf beiden Seiten der Bank fixiert. Der Oszilloskop wurde angeschaltet und justiert, sodass beide Signale im Bildschirm zu sehen waren. Der Empfänger wurde dann mit dem Mikrometerschraube verschoben, sodass die zwei angezeigten Signalen in Deckung waren. Seine Position relativ zum Mikrometerschraube wurde dann aufgenommen. Der Empfänger wurde dann wiederum mit dem Mikrometerschraube verschoben, bis die zwei Signalen wieder in Deckung waren. Seine Position wurde dann aufgenommen. Die Positionen wurde 10-mal für jedes mal, dass die zwei Signalen in Deckung waren, gemessen. Dieser Prozess wurde für vier verschiedene Startpositionen des Empfängers wiederholt.

4.4 Auswertung und Fehleranalyse

Für jede Messreihe wurde die x Werte gegen k aufgetragen (Siehe Anhang). Die lineare Regressionen wurden mithilfe eines Excel-Dokuments mit den folgenden Formel berechnet:

Die Steigung b ist:

$$b = \frac{n \sum k_i x_i - \sum k_i \sum x_i}{n \sum k_i^2 - (\sum k_i)^2}$$

und ihre Unsicherheit:

$$u_b = s \cdot \sqrt{\frac{n}{n \sum k_i^2 - (\sum k_i)^2}}$$

Mit $s = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum [x_i - (a + bk_i)]^2}$

Es wurde nur die Steigungen und deren Unsicherheiten berechnet, da der Achsenabschnitt ist irrelevant. Die berechneten Steigungen und deren Unsicherheiten für jede Messreihe sind in Tabelle 1 zu sehen.

Messreihe	b	u_b
	cm	cm
1	9,1	1,7
2	8,6	0,2
3	8,46	0,15
4	8,51	0,02

Tabelle 1: Die berechneten Steigungen der linearen Regressionen von x gegen k

Um die Schallgeschwindigkeit zu bestimmen wurde die folgende Formel benutzt:

$$c = \nu \lambda$$

Für ν wurde die Durchschnittliche Frequenz während der Messreihe benutzt. Seine Unsicherheit wurde mit der Standardunsicherheit berechnet nämlich:

$$u_\nu = \frac{s_\nu}{\sqrt{n}}$$

und

$$s_{\bar{\nu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\nu_i - \bar{\nu})^2}{n-1}}$$

Für die Unsicherheiten der Schallgeschwindigkeiten wurde die vereinfachte gaußsche Fehlerfortpflanzung für Produkte benutzt, aber da die Beträge von $\frac{u_\lambda}{\lambda}$ rund 100-mal größer als die von den $\frac{u_\nu}{\nu}$ Terme waren, wurde die Letzteren vernachlässigt. Die Unsicherheit von c ist deshalb:

$$u_c = \left| \frac{u_\lambda}{\lambda} \right|$$

Die berechnete Werte für die Schallgeschwindigkeiten und ihre Unsicherheiten sind in Tabelle 2 zu sehen.

Messreihe	c	u_c
	m/s	m/s
1	370	70
2	350	10
3	342	6
4	344,2	0,8

Tabelle 2: Die berechnete Schallgeschwindigkeit für alle Messreihe

Die c Werte wurden gemittelt und ihre Standardunsicherheit berechnet.

$$c = (351 \pm 6) \text{ m/s}$$

Die Unsicherheit wurde genau wie oben mit

$$u_{\bar{c}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}}$$

berechnet.

4.5 Diskussion der Ergebnisse

5 3. Versuchsteil: Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit durch die Messung der Laufzeit

5.1 Theorie

5.2 Aufbau

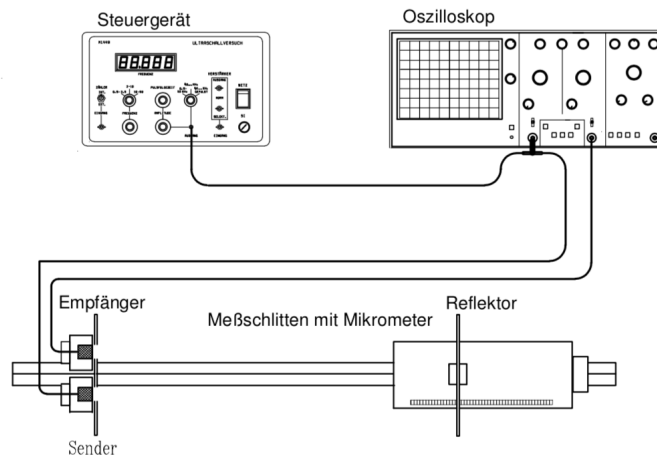


Abbildung 3: Aufbau zum dritten Versuchsteil

Für diesem Versuchsteil wurden dieselben Apparate wie in dem zweiten Teil und ein Reflektor benutzt (Siehe Abbildung 3).

5.3 Durchführung

Zu diesem Versuchsteil wurde der Empfänger und der Sender auf derselben Seite der Bank fixiert. Auf der anderen Seite wurde ein Reflektor installiert. Es wurde die Betriebsart 3 des Frequenzgenerators ausgewählt. Der Oszilloskop und Frequenzgenerator wurden angeschaltet und justiert, sodass zwei Pulse im Bildschirm des Oszilloskops zu sehen waren. Der Abstand zwischen dem Empfänger-Sender Komplex und dem Reflektor wurde mit einem Maßband gemessen. Der Zeitdauer zwischen dem ausgesandten Puls und empfangenen Puls wurde direkt mithilfe der Skala auf dem Oszilloskop gemessen.

6 Anhang: Tabellen und Diagramme

Literatur

- [1] "Correlations between variables are automatically handled, which sets this module apart from many existing error propagation codes." - <https://pythonhosted.org/uncertainties/>
- [2] Physikalisches Institut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Hrsg.) (08/2018): Versuchsanleitungen zum Physiklabor für Anfänger*innen, Teil 1, Ferienpraktikum im Sommersemester 2018.

Tabelle 3: XXXX

	XXXX/XX	XXXX/XX	XXXX/XX
	2	0.26	0.23
	4	0.33	0.25
Unsicherheiten:	5		0.3
XXXX: $\pm XXXX$	6	1.25	0.83
	8	3.9	0.83
	9	4.75	4.6
	10	4.7	