



V104

Der Doppler-Effekt

Pelle Ofenbach
pelle.ofenbach@udo.edu

Robert Appel
robert.appel@udo.edu

Durchführung: 13.12.16

Abgabe: 20.12.16

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
2	Durchführung	3
3	Auswertung	3
3.1	Mathematische Methoden	3
3.2	Geschwindigkeit des Wagens	3
3.3	Frequenz ν_0	4
3.4	Schallgeschwindigkeit c	4
3.5	Frequenzänderung des bewegten Senders	4
3.6	Frequenzänderung des bewegten Reflektors	5
4	Diskussion	5
	Literatur	5

1 Theorie

[sample]

2 Durchführung

3 Auswertung

3.1 Mathematische Methoden

In der folgenden Auswertung wurden die arithmetischen Mittel mit der Gleichung

$$\bar{x} := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

berechnet, dabei bezeichnet \bar{x} das arithmetische Mittel, n die Anzahl der Messwerte und x_i die einzelnen Messwerte.

Die Ausgleichsrechnungen, auch Fits genannt, wurden im folgenden mit der Formel

$$\Delta\nu \stackrel{!}{=} f(x) = a \cdot v \quad (2)$$

getätigt. Dabei bezeichnet $\Delta\nu$ die Frequenzänderung, v die Geschwindigkeit und a ist der zu berechnende Proportionalitätsfaktor zwischen $\Delta\nu$ und v . Laut Versuchsanleitung [1] gilt für den Proportionalitätsfaktor a der Zusammenhang

$$\Delta\nu = a \cdot v = v \cdot \frac{\nu_0}{c} \quad \text{daraus folgt} \quad a = \frac{\nu_0}{c}$$

3.2 Geschwindigkeit des Wagens

Der Wagen durchfuhr in der Messung eine Strecke s von 43 cm, als Messfehler wurde dafür ein Fehler von 0,2 mm angenommen. Die Zeit t die der Wagen braucht um diese Strecke hintersich zu bringen wurde gemessen. Nun wird die Geschwindigkeit für jeden Gang der Versuchsanlage mit der Formel

$$v = \frac{s}{t}$$

bestimmt. Das arithmetische Mittel der Geschwindigkeiten vorwärts und rückwärts ist für jeden Gang mit Fehler in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Arithmetisches Mittel der Gewindigkeiten v für jeden Gang, vorwärts und rückwärts

Gang	$v_{\text{vor}}/\text{ms}^{-1}$			$v_{\text{rück}}/\text{ms}^{-1}$		
1	$5.10 \cdot 10^{-2}$	\pm	$2.37 \cdot 10^{-5}$	$-5.08 \cdot 10^{-2}$	\pm	$2.36 \cdot 10^{-5}$
2	$1.02 \cdot 10^{-1}$	\pm	$4.75 \cdot 10^{-5}$	$-1.01 \cdot 10^{-1}$	\pm	$4.72 \cdot 10^{-5}$
3	$1.53 \cdot 10^{-1}$	\pm	$7.13 \cdot 10^{-5}$	$-1.49 \cdot 10^{-1}$	\pm	$6.94 \cdot 10^{-5}$
4	$2.05 \cdot 10^{-1}$	\pm	$9.51 \cdot 10^{-5}$	$-2.03 \cdot 10^{-1}$	\pm	$9.46 \cdot 10^{-5}$
5	$2.56 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.19 \cdot 10^{-4}$	$-2.53 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.18 \cdot 10^{-4}$
6	$3.07 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.43 \cdot 10^{-4}$	$-3.04 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.41 \cdot 10^{-4}$
7	$3.59 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.67 \cdot 10^{-4}$	$-3.55 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.65 \cdot 10^{-4}$
8	$4.11 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.91 \cdot 10^{-4}$	$-4.05 \cdot 10^{-1}$	\pm	$1.88 \cdot 10^{-4}$
9	$4.62 \cdot 10^{-1}$	\pm	$2.15 \cdot 10^{-4}$	$-4.54 \cdot 10^{-1}$	\pm	$2.11 \cdot 10^{-4}$
$1 \cdot 10^1$	$5.14 \cdot 10^{-1}$	\pm	$2.39 \cdot 10^{-4}$	$-5.05 \cdot 10^{-1}$	\pm	$2.35 \cdot 10^{-4}$

3.3 Frequenz ν_0

Bei der Messung der Ruhfrequenz wurde fünfmal der gleich Wert ermittelt, da keine explizierten Messungenauigkeiten angegeben waren wird dieser Wert fest mit $\nu_0 = 16593,3$ Hz angenommen.

3.4 Schallgeschwindigkeit c

Zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit wurde erst die Wellenlänge λ des Signals bestimmt. Dazu wird der Abstand Δl zwischen den Wellenbäuchen und Wellenbergen bestimmt. Dann gilt,

$$\lambda = \Delta l .$$

Das arithmetische Mittel der so errechneten Werte wird im folgenden als die Wellenlänge λ angenommen. Somit ist

$$\lambda \approx (1,736 \cdot 10^{-2} \pm 1,41 \cdot 10^{-4}) \text{ m} .$$

Durch die Beziehung

$$c = \lambda \cdot \nu_0$$

ergibt sich für die Schallgeschwindigkeit $c = (288.1 \pm 2.3) \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

3.5 Frequenzänderung des bewegten Senders

In der Abbildung 1 ist die Frequenzänderung $\Delta\nu$ eines bewegten Empfängers zu betrachten, der sowohl zur Quelle hin als auch von der Quelle des Signals weg fährt. Da die Messwerte im Bereich von ca. 0,3 bis 0,6 Meter pro Sekunde sehr stark schwanken, wurde nur Werte im Bereich von -40 bis 40 Hz für $\Delta\nu$ für den Fit (s. 2) betrachtet.

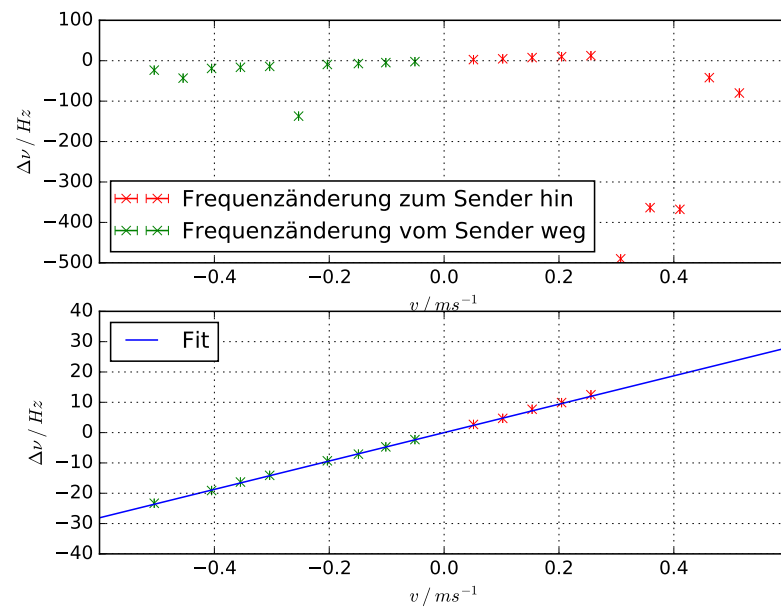


Abbildung 1: Frequenzänderung für einen bewegten Empfänger

3.6 Frequenzänderung des bewegten Reflektors

4 Diskussion

Literatur

- [1] TU Dortmund. *Versuch zum Literaturverzeichnis*. 2014.