# Computerversuch

Noah Hüsser <yatekii@yatekii.ch>

October 22, 2016

# 1 Auswertung

Dieses Kapitel befasst sich mit den Möglichkeiten und Tricks der Fehlerrechnung. Normalerweise würde dieses Kapitel separat geführt, jedoch ist das Ziel dieses Versuches, die Fehlerrechnung näher kennenzulernen.

## 1.1 Schallgeschwindigkeit

Die Schallgeschwindigkeit soll durch die Mittlere Laufzeit über eine bekannte Strecke bestimmt werden.

### 1.1.1 Messwerte

$$\text{Länge der Messstrecke} : s = 2.561 \pm 0.003m$$
$$\text{Raumtemparatur} : \theta = 23°C$$

Messprotokoll: TODO:

### 1.1.2 Mittlere Laufzeit und ihre Unsicherheit

$$\text{Mittlere Laufzeit} : \bar{t} = \frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20} t_i = 7.32ms$$
$$\text{Fehler der mittleren Laufzeit} : s_{\bar{t}} = \sqrt{\frac{\sum_1^{20}(t_i - \bar{t})^2}{20 \cdot 19}} = 0.000074ms$$
$$\text{Standardabweichung} : s = \sqrt{\frac{\sum_1^{20}(t_i - \bar{t})^2}{19}} = 0.00033ms$$

Mithilfe des zuvor ermittelten Mittelwertes kann die Mittlere Schallgeschwindigkeit als:

$$c = 349.74\frac{m}{s}$$

festgestellt werden. Die Unicherheit des Mittelwertes der Schallgeschwindigkeit kann mithilfe des Gauss'schen Fehlerfortpflanzungsgesetztes ersichtlich in (1) errechnet werden.

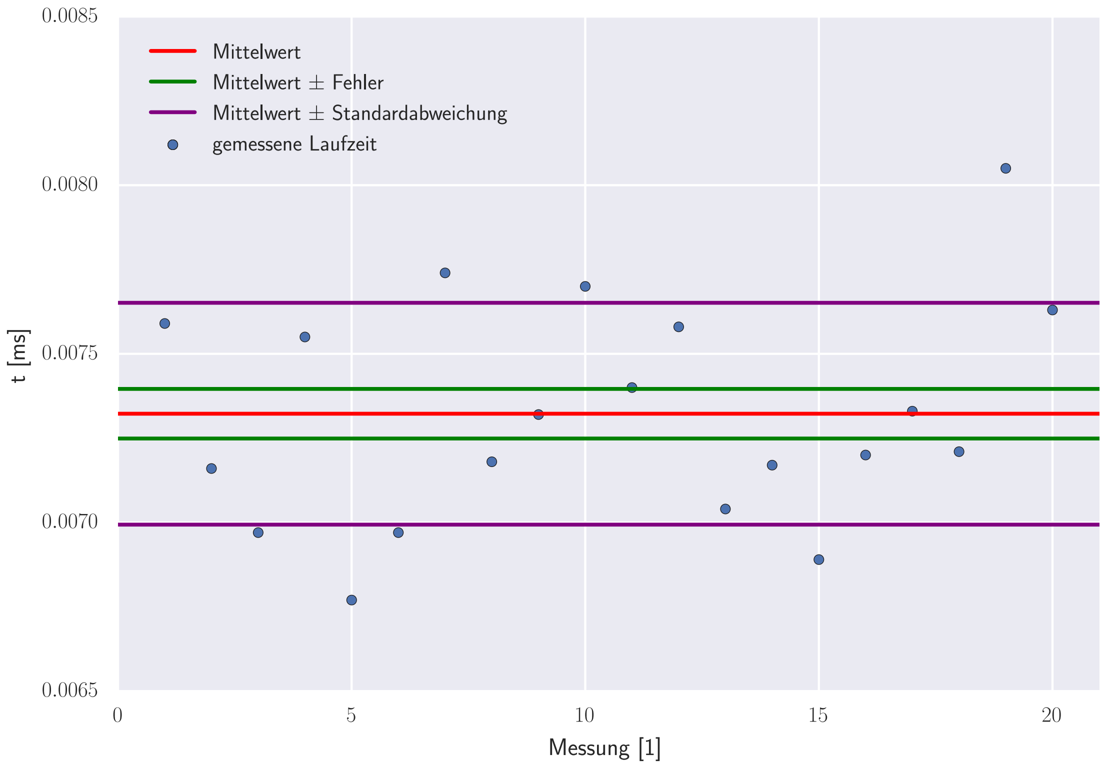


Figure 1: Laufzeiten des Schalls

$$R(x,y) = c(s,t) = \frac{s}{t}$$
$$S_{\overline{R}} = \sqrt{(\frac{\partial R}{\partial x}|_{\overline{R}} \cdot s_{\overline{x}})^2 + (\frac{\partial R}{\partial y}|_{\overline{R}} \cdot s_{\overline{y}})^2}$$
$$S_{\overline{R}} = \sqrt{(\frac{1}{\overline{t}} s_{\overline{s}})^2 + (-\frac{\overline{s}}{\overline{t}^2} s_{\overline{t}})^2}$$
$$s_{\overline{s}} = 3.54 \frac{m}{s}$$
$$\text{Relativer Fehler der Zeit}: 1.00\%$$
$$\text{Relativer Fehler der Geschwidigkeit}: 1.01\%$$

## 1.2 Eisengehalt

### 1.2.1 Messwerte

TODO:

### 1.2.2 Einfacher Mittelwert

Der einfache Mittelwert und sein Fehler ergeben sich analog zu Aufgabe 1. TODO:

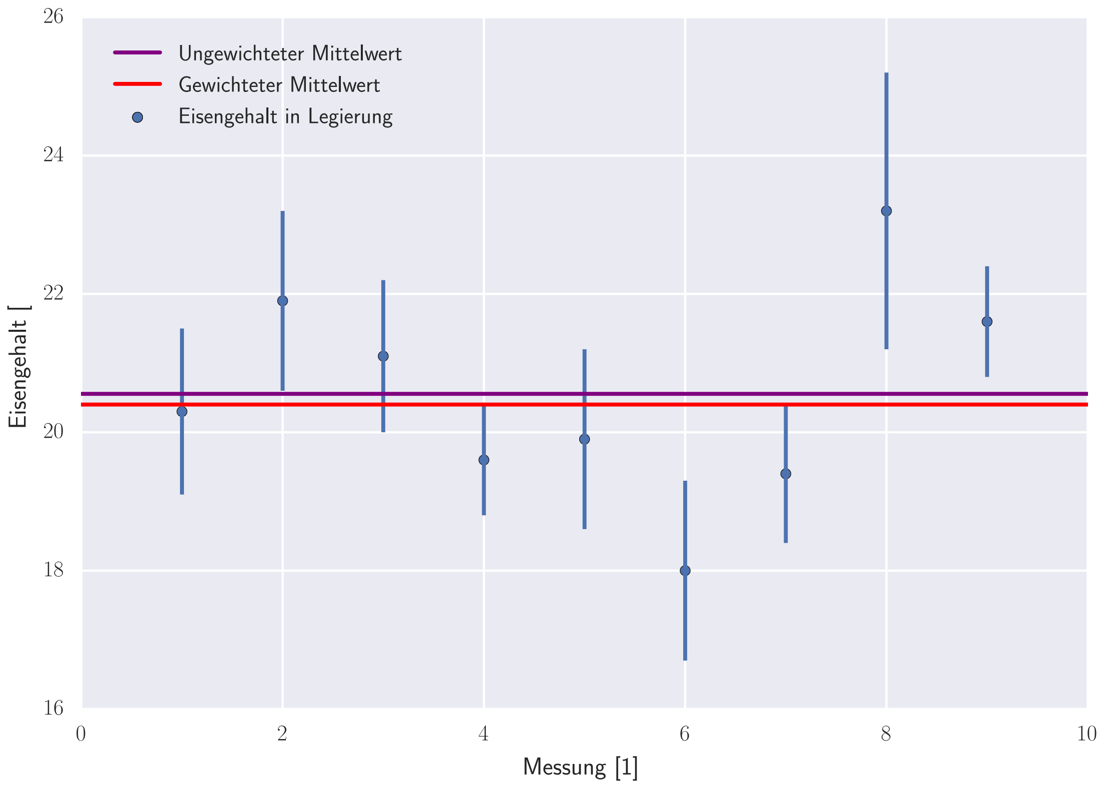


Figure 2: Eisengehalt in einer Legierung

$$\overline{x} = 20.56\%$$
$$s_{\overline{x}} = 0.52\%$$

#### 1.2.3 Gewichteter Mittelwert

Der gewichtete Mittelwert und sein Fehler werden als

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} g_{\overline{x_i}} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{n} g_{\overline{x_i}}} = 20.40\%$$
$$s_{\overline{x}} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} g_{\overline{x_i}}}} = 0.36\%$$

bestummen.

### 1.3 Federkonstante

#### 1.3.1 Messwerte

#### 1.3.2 Rechnung mittels Taschenrechner

#### 1.3.3 Linear Regression

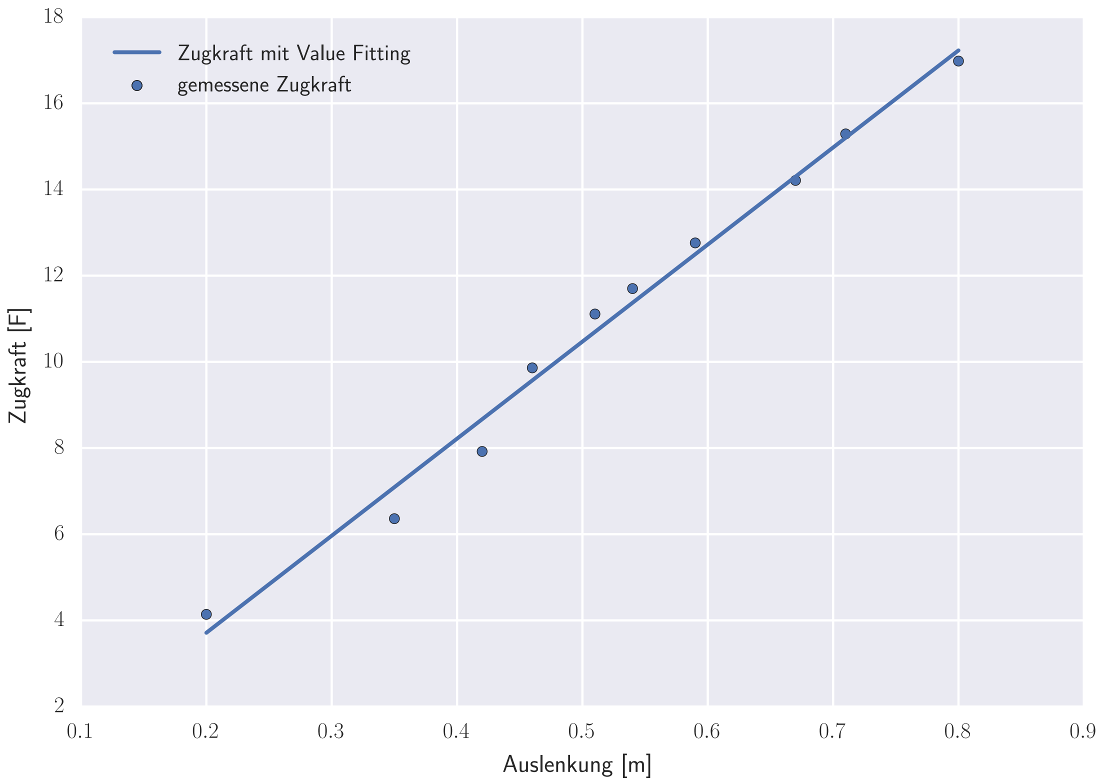


Figure 3: Federkraft im vorgespannten Zustand

**Mit dem Rechner** Die Steigung der Regressionsgeraden und somit die Federkonstante $k$ wird wie folgt erhalten:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{10}(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sum_{i=1}^{10}(x_i - \overline{x})^2} = 22.53\,\frac{N}{m}$$

Der zugehörige Achsenabschnitt und somit die Ruhekraft $F_0$ errechnet sich aus:

$$F_0 = \overline{y} - k \cdot \overline{x} = -0.79\,N$$

Die empirische Korrelation ist:

$$r_{xy} = \frac{\sum_1^{10}(x_i - \overline{x}) \cdot (y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_1^{10}(x_i - \overline{x})^2 \cdot \sum_1^{10}(y_i - \overline{y})^2}}$$

mit zugehörigem Bestimmtheitsmass:

$$R^2 = r_{xy}^2$$

**Mit scipy**

## 1.4 Offset, Amplitude, Frequenz und Phase eines Pendels

Von einem Pendel ist die Auslenkung in y-Richtung zu verschiedenen Zeitpunkten $t_i$ bekannt. Mithilfe der Methode der kleinsten Quadrate können Offset, Amplitude, Frequenz und Phase des Pendels bestimmt werden. Die Funktion des Pendels welche mit dem Fit angenähert wird schreibt sich wie folgt:

$$y(t) = A \cdot exp(-\Gamma \cdot t) \cdot sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t - \delta) + y_0$$

### 1.4.1 Messwerte

TODO:

### 1.4.2 Value Fitting

Mit der Methode der Chi-Quadrate (nichtlineare Regression) wurden durch scipy die folgenden besten Werte ermittelt:

$$A = 1.22m$$
$$\Gamma = 0.05\frac{1}{s}$$
$$f = 0.05Hz$$
$$\delta = -5.77$$
$$y_0 = 0.05m$$

## 1.5 Tiefpass

### 1.5.1 Messwerte

$$U_e = 4V_{pp} => \pm 2.0^V$$
$$R = 500\Omega$$

### 1.5.2 Berechnung von C

Die Kapazität C kann durch zwei verschiedene Funktionen bestimmt werden:

$$\measuredangle_a = \frac{\measuredangle_e}{\sqrt{1 + (2\pi f C R)^2}}$$
$$\phi = \arctan(-\omega RC)$$

Die Kapazität kann mit einem Fit an die Ausgangsspannung $U_a$ auf

$$C = 0.22\mu F$$

und mit einem Fit an die Phase $U_a$ auf

$$C = 0.20\mu F$$

bestimmt werden.

# 2 Resultate und Diskussion

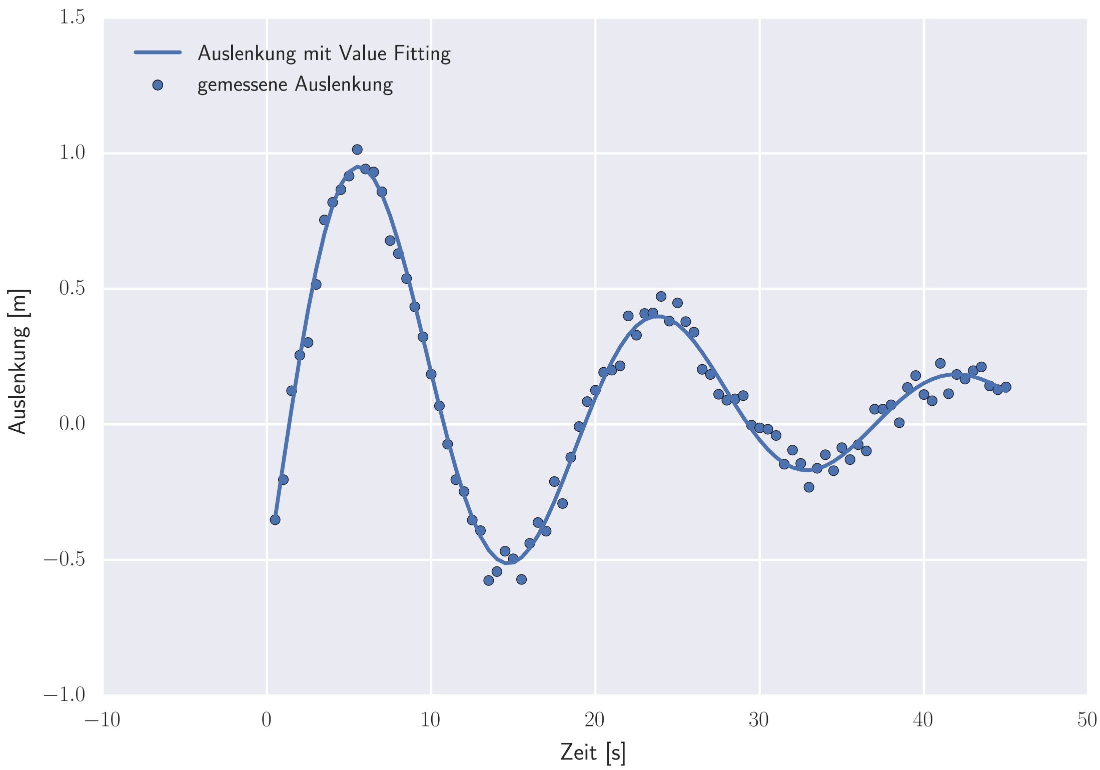


Figure 4: Auslenkung eines Pendels über Zeit

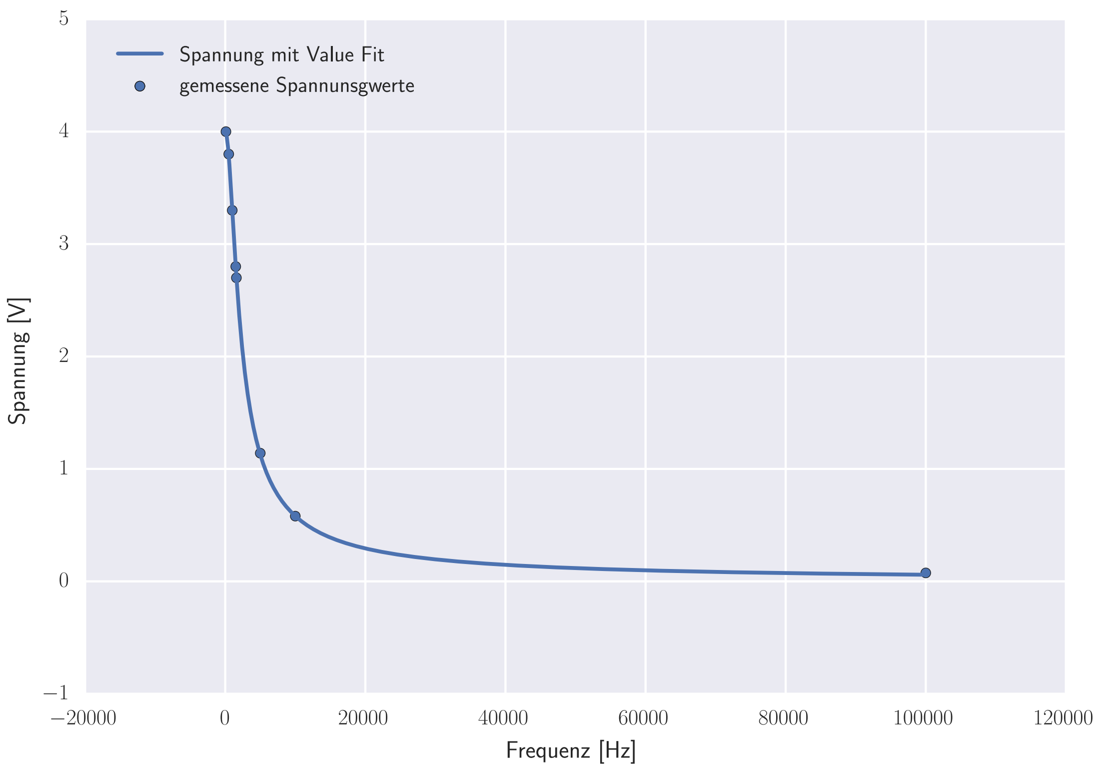


Figure 5: Spannung eines Tiefpasses

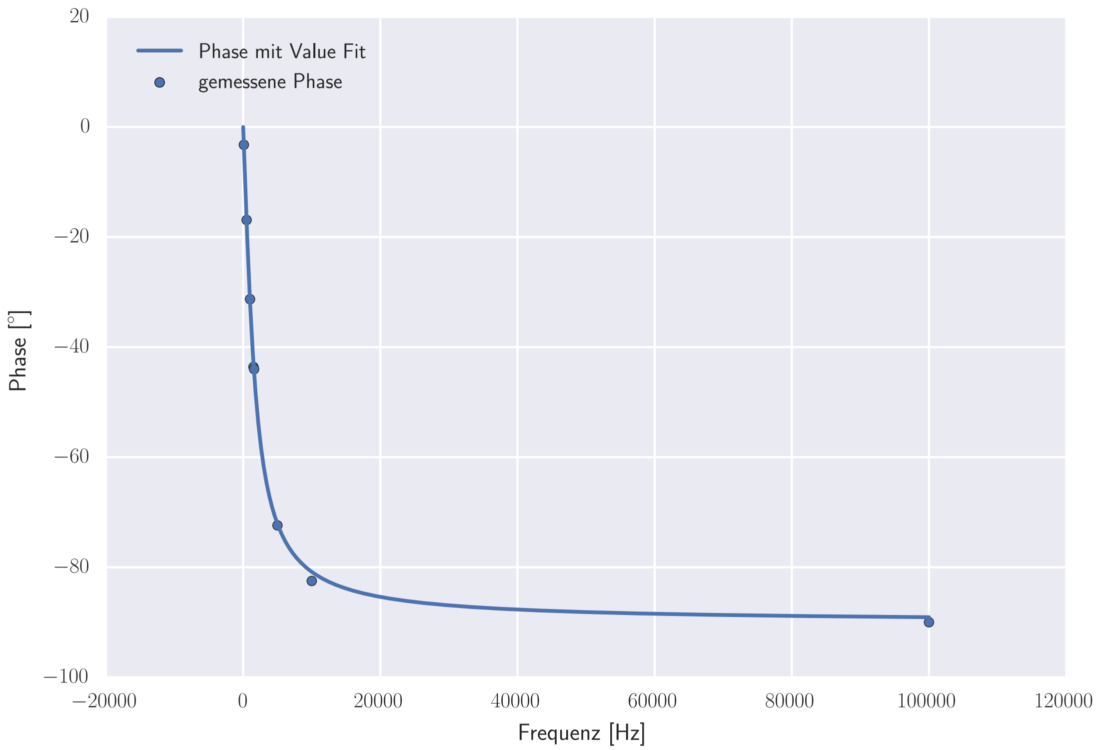


Figure 6: Phase eines Tiefpasses