

**VERSUCH NUMMER**

**TITEL**

Maximilian Sackel  
Maximilian.sackel@gmx.de

Philip Schäfers  
phil.schaefers@gmail.com

Durchführung: DATUM

Abgabe: DATUM

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Theoretische Grundlage</b>	<b>3</b>
1.1	Fehlerrechnung . . . . .	3
1.1.1	Mittelwert . . . . .	3
1.1.2	Gauß'sche Fehlerfortpflanzung . . . . .	3
1.1.3	Lineare Regression . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Durchführung und Aufbau</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Auswertung</b>	<b>3</b>
3.1	Funktionengenerator . . . . .	3
3.2	Phasenabhängigkeit der Ausgangsspannung . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>6</b>
	<b>Literatur</b>	<b>6</b>

# 1 Theoretische Grundlage

## 1.1 Fehlerrechnung

Sämtliche Fehlerrechnungen werden mit Hilfe von Python 3.4.3 durchgeführt.

### 1.1.1 Mittelwert

Der Mittelwert einer Messreihe  $x_1, \dots, x_n$  lässt sich durch die Formel

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k \quad (1)$$

berechnen. Die Standardabweichung des Mittelwertes beträgt

$$\Delta\bar{x} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2} \quad (2)$$

### 1.1.2 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung

Wenn  $x_1, \dots, x_n$  fehlerbehaftete Messgrößen im weiteren Verlauf benutzt werden, wird der neue Fehler  $\Delta f$  mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzung angegeben.

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{k=1}^N \left( \frac{\partial f}{\partial x_k} \right)^2 \cdot (\Delta x_k)^2} \quad (3)$$

### 1.1.3 Lineare Regression

Die Steigung und y-Achsenabschnitt einer Ausgleichsgeraden werden gegebenenfalls mittels Linearen Regression berechnet.

$$y = m \cdot x + b \quad (4)$$

$$m = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\overline{x^2y} - \bar{x}\overline{xy}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (6)$$

[1]

## 2 Durchführung und Aufbau

## 3 Auswertung

### 3.1 Funktionengenerator

Zunächst wird das Signal des Funktionengenerators auf dem Oszilloskop ausgegeben. Dort wird die Frequenz der gewählten Sinusfunktion auf 1 kHz justiert und eine Spannung von

$52 \cdot 10^{-3}$  Volt gewählt. Anschließend wird der Aufbau wie in der Beschreibung beschrieben aufgebaut. Dabei werden die Filter der Frequenz entsprechend auf 1 Kiloherz angepasst und die Vorerstärkung am Low-Pass Amplifier auf 200 eingestellt. Der Noise Generator wird zunächst einmal überbrückt indem er auf off gestellt wird.

### 3.2 Phasenabhängigkeit der Ausgangsspannung

Ziel des Versuchsteils ist es die Abhängigkeit der Ausgangsspannung  $U_{\text{out}}$  von der Phasendifferenz  $\phi$  der Eingangsspannung  $U_{\text{sig}}$  und der Referenzspannung  $U_{\text{ref}}$  genauer zu beobachten. Zunächst wird eine Art offset Messung der Phasenverschiebung der beiden Spannungen durchgeführt. Dafür wird der Phasenwinkel solange justiert bis ein Oszilloskopausschlag wie in Bild 1 erscheint, was einen Phasenwinkel von  $\phi = 0$  entspricht. Daran wird die Phasenskala für den weiteren Versuchsverlauf dran ausgerichtet. Mittels

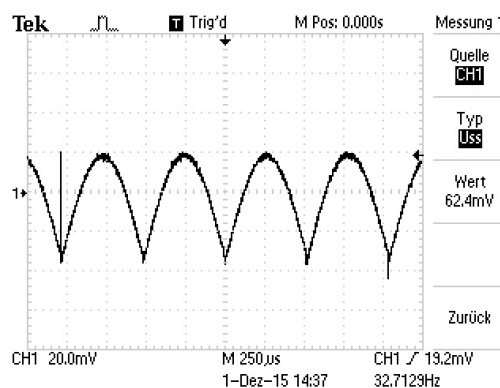


Abbildung 1:  $\phi = 0$  , offset Messung.

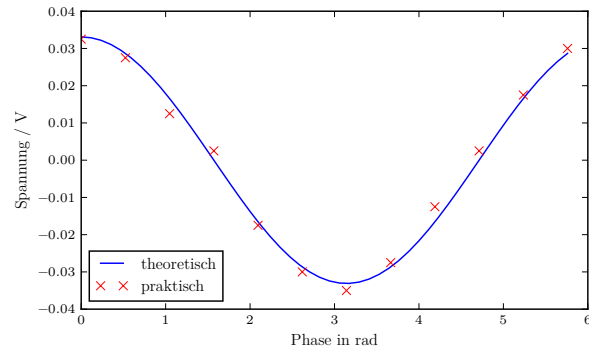
eines Tiefpasses wird die Spannung, durch den Innenwiderstand integriert und die zeitlich gemittelte Spannung auf einem Messgerät ausgegeben. Nach Berücksichtigung der Verstärkung ergibt sich nach Formel 7 für eine Phasenverschiebung von  $\phi = 0^\circ$  eine Spannung von

$$U_{\text{out}} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{52 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{200} = 33.1 \cdot 10^{-3} \text{ V} \quad (7)$$

Nach Formel ?? werden die theoretischen und praktischen Spannungswerte ausgerechnet und in Tabelle ?? mit dem dazugehörigen Phasenwinkel aufgelistet.

$\phi$	$U_{\text{theoretisch}}/10^{-3} \cdot \text{V}$	$U_{\text{praktisch}}/10^{-3} \cdot \text{V}$
0	33.1	32.5
30	28.6	27.5
60	16.5	12.5
90	0.0	2.5
120	-16.5	-17.5
150	-28.6	-30.0
180	-33.1	-35.0
210	-28.6	-27.5
240	-16.5	-12.5
270	0.0	2.5
300	16.5	17.5
330	28.6	30.0

**Tabelle 1:**  $U_{\text{out}}$  bei verschiedenen Phasen.



**Abbildung 2:** Spannungsverlauf

## **4 Diskussion**

### **Literatur**

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