

ANFÄNGERPRAKTIKUM DER FAKULTÄT FÜR PHYSIK,  
UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

---

# Wechselstromwiderstände

## Protokoll

---

Praktikant: Felix Kurtz  
Versuchspartner Michael Lohmann  
E-Mail: felix.kurtz@stud.uni-goettingen.de  
Betreuer: Björn Klaas  
Versuchsdatum: 08.09.2014

eingegangen am:
-----------------

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
2.1	Induktiver Widerstand . . . . .	3
2.2	Kapazitiver Widerstand . . . . .	3
2.3	Impedanz und Zeigerdiagramm . . . . .	3
2.4	Parallelschaltung . . . . .	3
2.5	Effektivwerte . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Auswertung</b>	<b>4</b>
4.1	Widerstand und Spule in Reihe . . . . .	4
4.2	RLC-Serienschaltung . . . . .	4
4.3	Parallelkreis . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>8</b>

## 1 Einleitung

Bei diesem Versuch sollen induktive und kapazitive Widerstände und die damit verbundene Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung untersucht werden.

## 2 Theorie

### 2.1 Induktiver Widerstand

$$X_L = i\omega L. \quad (1)$$

Außerdem besitzen Spulen meist einen nicht zu vernachlässigenden ohmschen Widerstand  $R_L$ , da sie aus sehr langem Draht bestehen.

### 2.2 Kapazitiver Widerstand

$$X_C = -i\frac{1}{\omega C}. \quad (2)$$

### 2.3 Impedanz und Zeigerdiagramm

Impedanz

$$Z = R + X_C + X_L. \quad (3)$$

Scheinwiderstand

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}. \quad (4)$$

Minimaler Widerstand bei der Resonanzfrequenz

$$\omega_R = \sqrt{\frac{1}{LC}}. \quad (5)$$

### 2.4 Parallelschaltung

### 2.5 Effektivwerte

Als *Effektivwert* eines Wechselstroms bezeichnet man den Wert, bei dem bei Gleichstrom die gleich Leistung abgegeben würde. Für eine Sinus-förmige Spannung der Amplitude  $U_0$  ergibt sich somit

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot U_0. \quad (6)$$

Analoges gilt für den Strom. Vom Multimeter, welches Wechselstrom misst, wird der Effektivwert und nicht die Amplitude der Messgröße angezeigt.

## 3 Durchführung

Zuerst wird der **Serienresonanzkreis** aus Abb. (??) aufgebaut. Dabei wird das Oszilloskop so angeschlossen und eingestellt, dass die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung abgelesen werden kann. Zur ersten Messung überbrückt man den Kondensator, indem man den Schalter schließt. Nun wird für mindestens 10 Frequenzen Spannung und Strom sowie die Phasenverschiebung gemessen. Daraus kann man später die Induktivität der Spule sowie den ohmschen Widerstand berechnen.

Die nächsten Messungen finden mit dem Kondensator statt, der Schalter wird also geöffnet. In Abhängigkeit der Frequenz werden jetzt der Strom  $I$ , die Spannung  $U$  sowie die Teilspannungen  $U_C$  und  $U_{L+R}$  und die Phasenverschiebung  $\varphi$  gemessen. Dabei sollen möglichst viele Messungen in der Nähe der Resonanzfrequenz  $\omega_R$  durchgeführt werden. Als nächstes wird die Schaltung zu einem **Parallelkreis** aus Spule und Kondensator umgebaut. Wieder wird die Spannung und der Strom in Abhängigkeit der Frequenz gemessen. Hier liegt der Fokus wie zuvor auf der Resonanzfrequenz.

Zum Schluss misst man mit dem Multimeter den Innenwiderstand des Amperemeters und die ohmschen Widerstände  $R_\Omega$  sowie  $R_L$ . Außerdem werden die Kapazität des Kondensators gemessen und die Spulendaten notiert.

## 4 Auswertung

### 4.1 Widerstand und Spule in Reihe

$$L = (386.3 \pm 0.6) \text{ mH} \quad (7)$$

$$R_{\text{ges}} = (77.3 \pm 1.1) \Omega \quad (8)$$

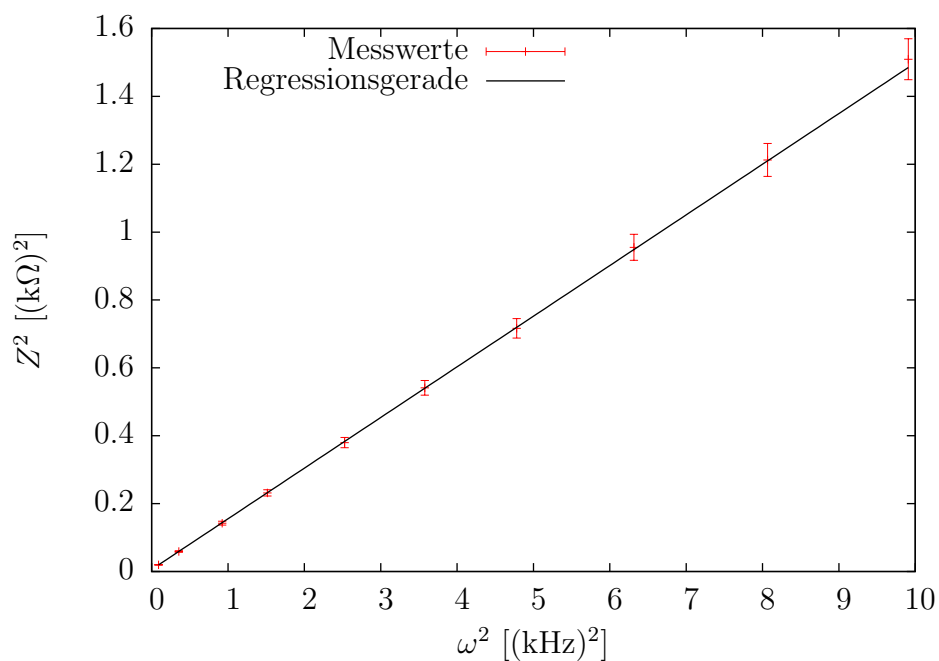
### 4.2 RLC-Serienschaltung

Aus

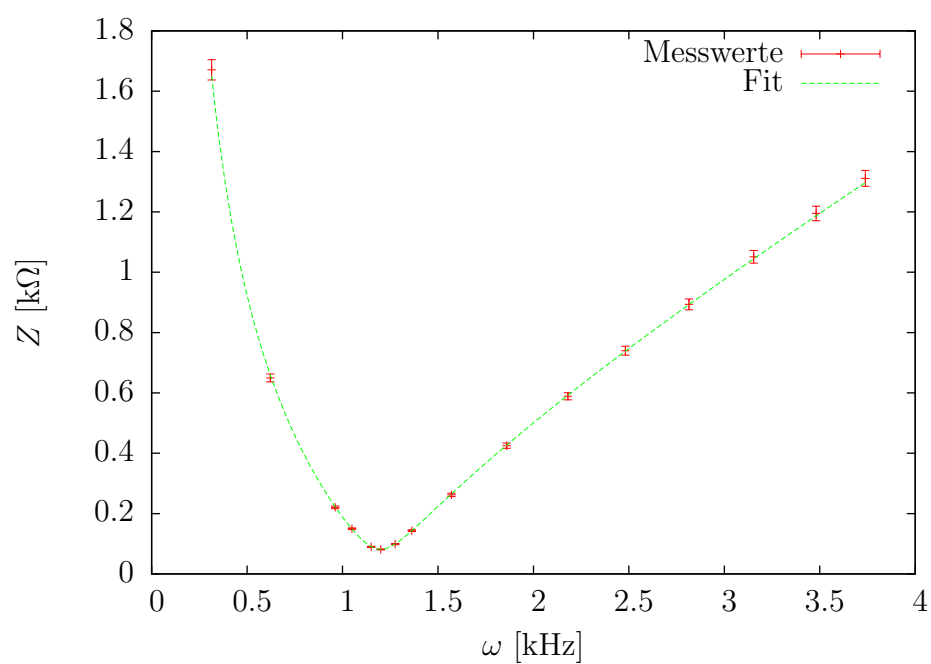
$$R = (80.9 \pm 0.5) \Omega \quad (9)$$

$$L = (386.1 \pm 1.0) \text{ mH} \quad (10)$$

$$C = (1.799 \pm 0.005) \mu\text{F} \quad (11)$$



**Abbildung 1:** Quadrat der Impedanz als Funktion der Kreisfrequenz



**Abbildung 2:** Impedanz des Serienresonanzkreis als Funktion der Kreisfrequenz

Mittelwerte aus allen Daten:

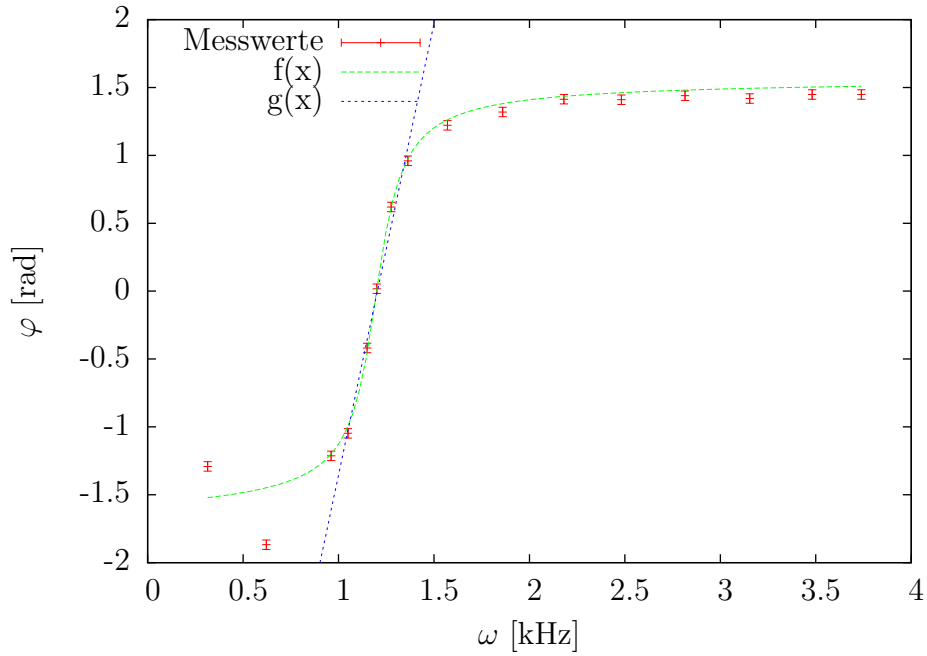
$$\bar{L} = (386.2 \pm 0.6) \text{mH} \quad (12)$$

$$\bar{R} = (80.2836 \pm 0.455183) \Omega \quad (13)$$

$$\omega_{\text{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (14)$$

$$\sigma_{\omega_{\text{LC}}} = \frac{\sqrt{\frac{\sigma_L^2}{L^2} + \frac{\sigma_C^2}{C^2}}}{2 \cdot \sqrt{C} \cdot \sqrt{L}} \quad (15)$$

$$\omega_{\text{LC}} = (1199.9 \pm 2.3) \text{Hz} \quad (16)$$

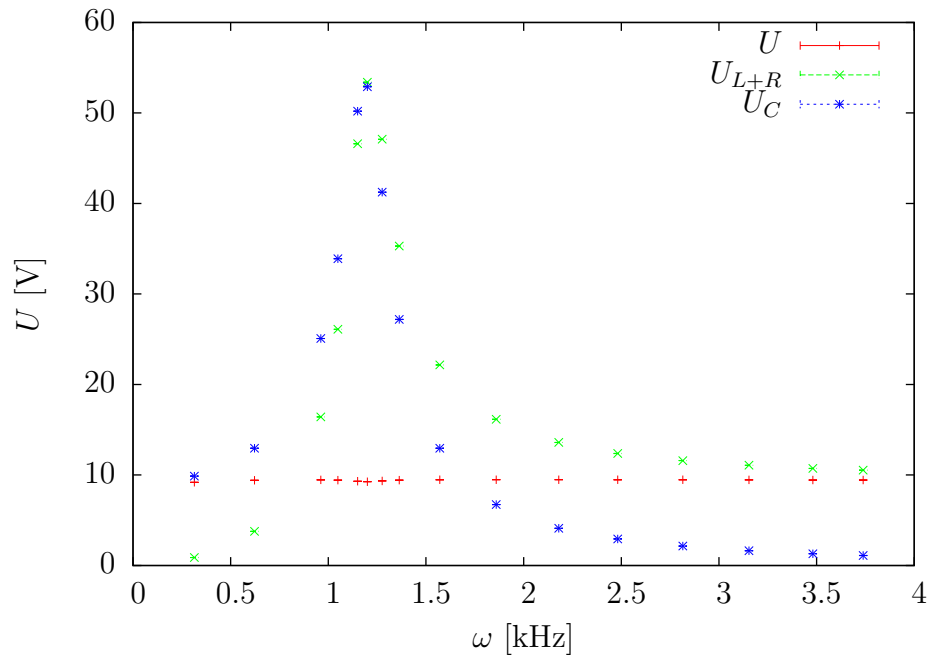


**Abbildung 3:** Phasenverschiebung des Serienresonanzkreises

$$\omega_{\text{Phase}} = -\frac{b}{m} \quad (17)$$

$$\sigma_{\omega_{\text{Phase}}} = \frac{1}{m^2} \cdot \sqrt{b^2 \cdot \sigma_m^2 + m^2 \cdot \sigma_b^2} \quad (18)$$

$$\omega_{\text{Phase}} = (1200 \pm 120) \text{Hz} \quad (19)$$



**Abbildung 4:** Teilspannungen des Serienresonanzkreises

### 4.3 Parallelkreis

Aus Fit von Messung 3:

$$R = (68 \pm 5) \text{ k}\Omega \quad (20)$$

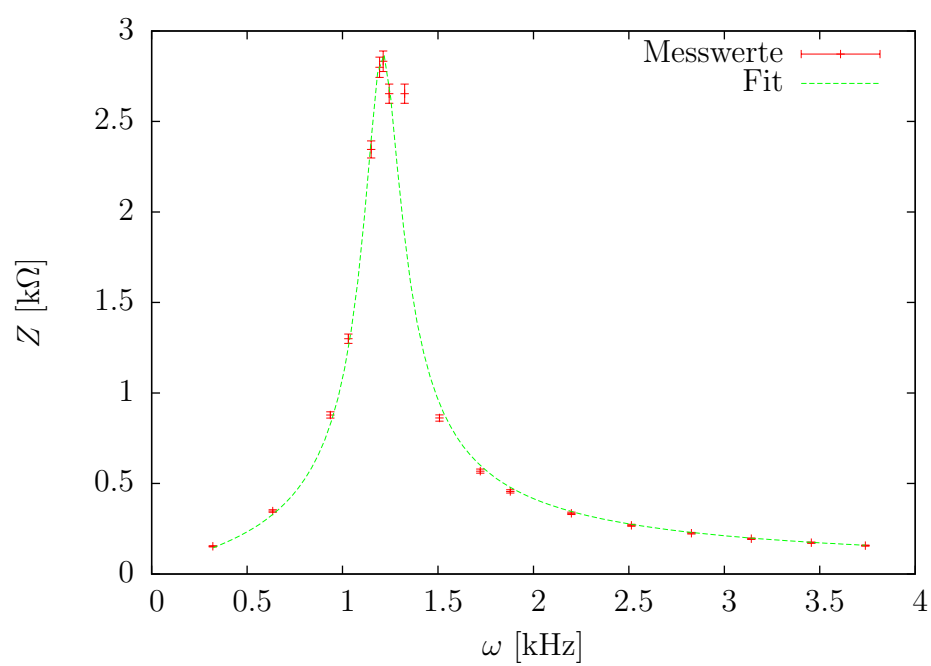
$$L = (370 \pm 10) \text{ mH} \quad (21)$$

$$C = (1.88 \pm 0.05) \mu\text{F} \quad (22)$$

Daraus ergibt sich eine Resonanzfrequenz

$$\omega_R = (1200 \pm 20) \text{ Hz} . \quad (23)$$

## 5 Diskussion



**Abbildung 5:** Impedanz des Parallelkreises als Funktion der Kreisfrequenz