

# Versuch 29

Jun Wei Tan\*

*Julius-Maximilians-Universität Würzburg*

(Dated: June 30, 2024)

## I. BESTIMMUNG VON WECHSELSTROMWIDERSTÄNDE DURCH MESSUNG MIT DEM OSZILLOGRAPH

### A. Allgemeines

Die Phasendifferenz ist definiert durch

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T}$$

Am häufigsten brauchen wir die Phasendifferenz in Einheiten von  $\pi$ , also wir berechnen stattdessen

$$\frac{\Delta\varphi}{\pi} = \frac{2\Delta t}{T}$$

Dies kann ausgedrückt werden durch die Frequenz

$$\frac{\Delta\varphi}{\pi} = 2(\Delta t)f$$

und der Fehler ist nach Gauß

$$\Delta\left(\frac{\Delta\varphi}{\pi}\right) = 2\sqrt{f^2[\Delta(\Delta t)]^2 + (\Delta t)^2(\Delta f)^2}$$

Wenn wir einen Mittelwert aus unterschiedliche Werte bilden, werden wir einen gewichteten Mittelwert verwenden

$$\bar{x} = \frac{\sum \frac{x_i}{\sigma_i^2}}{\sum \frac{1}{\sigma_i^2}}$$

und

$$\Delta\bar{x} = \frac{1}{\sqrt{\sum \frac{1}{\sigma_i^2}}}$$

---

\* jun-wei.tan@stud-mail.uni-wuerzburg.de

## B. Ohmscher Widerstand

Es ist

$$R = \frac{U_{pp,CHII}}{U_{pp,CHI}} R_{vor}$$

und daher nach Gauß

$$\Delta R = R \sqrt{\left(\frac{\Delta U_{pp,CHI}}{U_{pp,CHI}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta U_{pp,CHII}}{U_{pp,CHII}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_{vor}}{R_{vor}}\right)^2}$$

Der Vorwiderstand ist nach Produktbeschreibung

$$R_{vor} = (6,85 \pm 0,17) \text{ k}\Omega$$

$f$ (Hz)	$100,0 \pm 1,1$	$1000 \pm 11$
$U_{pp,CHI}$	$(14,00 \pm 0,40) \text{ V}$	$(14,00 \pm 0,40) \text{ V}$
$U_{pp,CHII}$	$(3,70 \pm 0,10) \text{ V}$	$(3,70 \pm 0,10) \text{ V}$
$R$ ( $\Omega$ )	$(1,810 \pm 0,084) \text{ k}\Omega$	$(1,810 \pm 0,084) \text{ k}\Omega$
Abstand zwischen Maxima	$(0 \pm 50) \mu\text{s}$	$(0 \pm 50) \mu\text{s}$
Phasendifferenzen	$(0,000 \pm 0,010)\pi$	$(0,00 \pm 0,10)\pi$

Dann bilden wir den Mittelwert

$$R = (1,810 \pm 0,059) \text{ k}\Omega$$

Die Phasendifferenz ist

$$\Delta\varphi = (0,000 \pm 0,010)\pi$$

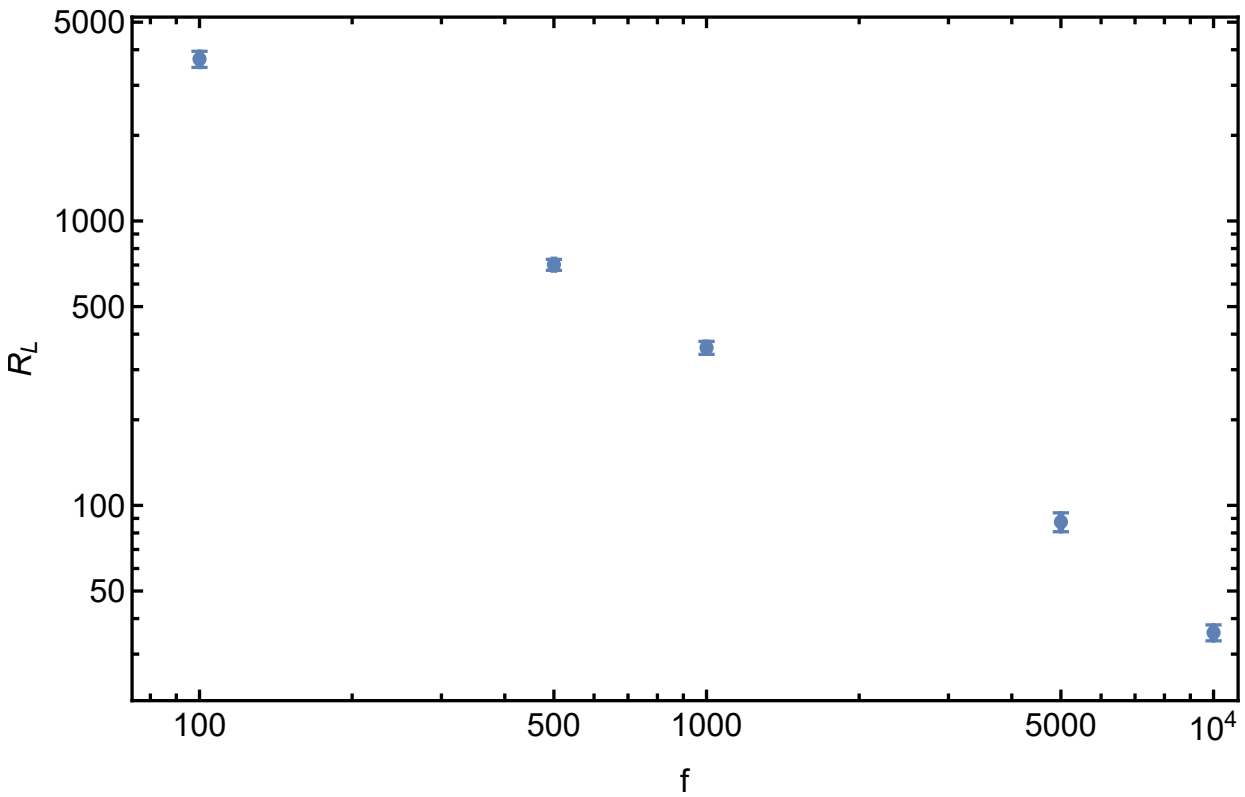
## C. Kondensator

Der Vorwiderstand ist

$$R = (226,4 \pm 3,9) \Omega$$

$f$ (Hz)	$100,0 \pm 1,1$	$500,0 \pm 3,9$	$1000 \pm 11$	$5000 \pm 39$	$10000 \pm 110$
$U_{pp,CHI}$ (V)	$1,160 \pm 0,040$	$4,00 \pm 0,10$	$4,80 \pm 0,20$	$4,40 \pm 0,20$	$5,20 \pm 0,20$
$U_{pp,CHII}$ (V)	$19,0 \pm 1,0$	$12,40 \pm 0,40$	$7,60 \pm 0,20$	$1,70 \pm 0,10$	$0,820 \pm 0,040$
$R$ ( $\Omega$ )	$3710 \pm 240$	$702 \pm 31$	$358 \pm 19$	$87,5 \pm 6,7$	$35,7 \pm 2,3$
Abstand zwischen Maxima ( $\mu s$ )	$2500 \pm 200$	$500 \pm 50$	$260 \pm 20$	$50,0 \pm 5,0$	$25,0 \pm 2,0$
Phasendifferenz / $\pi$	$0,500 \pm 0,040$	$0,500 \pm 0,050$	$0,520 \pm 0,040$	$0,500 \pm 0,050$	$0,500 \pm 0,040$

Das Plot von  $R_L$  in Abhängigkeit von  $f$  ist



D. Induktivität

Der Vorwiderstand ist

$$R = (14,80 \pm 0,54) \, \Omega$$

Der Spulwiderstand ist

$$R_{Sp} = (2,40 \pm 0,34) \Omega$$

Wir berechnen den Scheinwiderstand analog wie vorher. Ferner brauchen wir

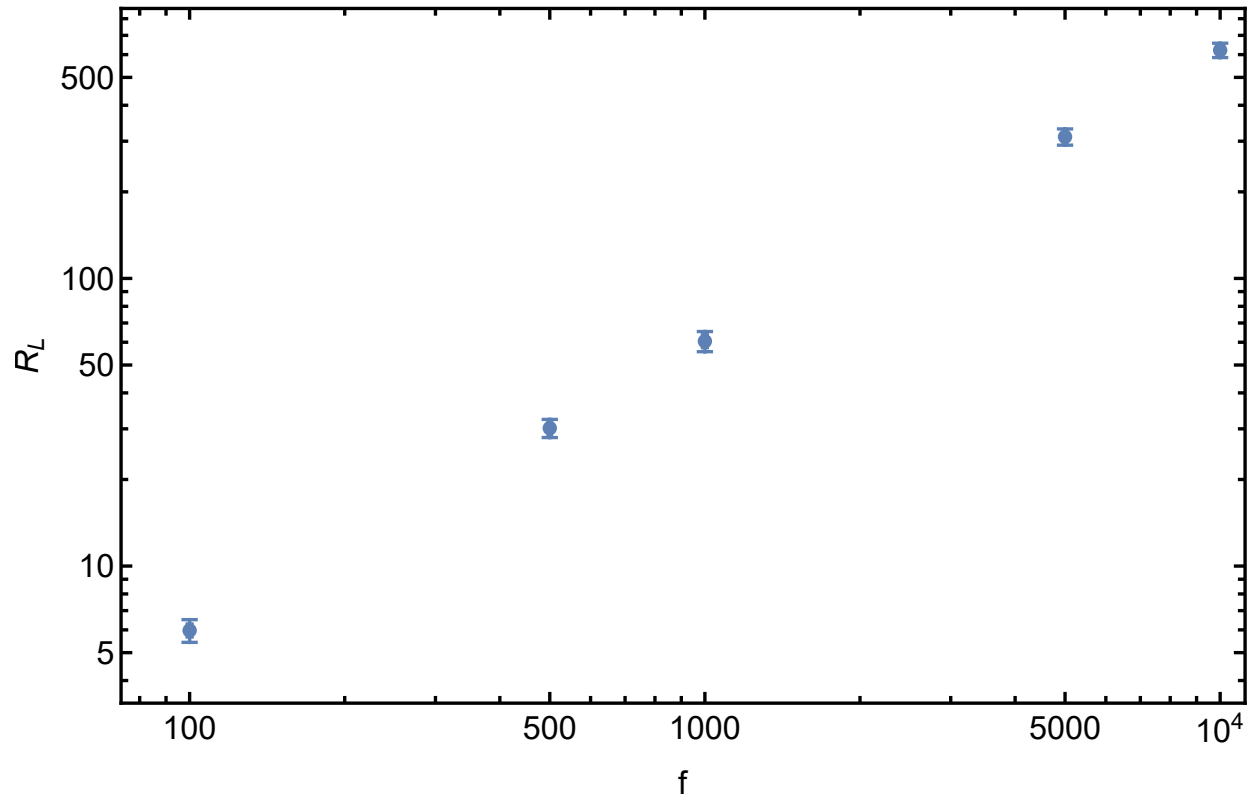
$$R_L = \sqrt{R_z^2 - R_{Sp}^2}$$

Dessen Fehler ist gegeben durch

$$\Delta R_L = \sqrt{\frac{R_z^2}{R_z^2 - R_{Sp}^2} (\Delta R_z)^2 + \frac{R_{Sp}^2}{R_z^2 - R_{Sp}^2} (\Delta R_{Sp})^2}$$

$f$ (Hz)	$100,0 \pm 1,1$	$500,0 \pm 3,9$	$1000 \pm 11$	$5000 \pm 39$	$10000 \pm 110$
$U_{pp,CHI}$ (V)	$0,460 \pm 0,020$	$0,450 \pm 0,020$	$0,440 \pm 0,020$	$0,400 \pm 0,010$	$0,310 \pm 0,010$
$U_{pp,CHII}$ (V)	$0,200 \pm 0,010$	$0,920 \pm 0,040$	$1,80 \pm 0,10$	$8,40 \pm 0,40$	$13,02 \pm 0,40$
$R_z$ ( $\Omega$ )	$6,43 \pm 0,49$	$30,3 \pm 2,2$	$60,5 \pm 4,9$	$311, \pm 20,$	$622, \pm 36,$
$R_L$ ( $\Omega$ )	$5,97 \pm 0,54$	$30,2 \pm 2,2$	$60,5 \pm 4,9$	$311, \pm 20,$	$622, \pm 36,$
Abstand zwis- chen Maxima ( $\mu s$ )	$2800 \pm 200$	$475 \pm 50$	$260 \pm 20$	$50,0 \pm 5,0$	$24,0 \pm 2,0$
Phasendifferen- z / $\pi$	$0,560 \pm 0,040$	$0,475 \pm 0,050$	$0,520 \pm 0,040$	$0,500 \pm 0,050$	$0,480 \pm 0,040$

Das Plot von  $R_L$  in Abhängigkeit von  $f$  ist



Zur Bestimmung vom Induktivität verwenden wir

$$L = \frac{R_L}{2\pi f}$$

$$\Delta L = L \sqrt{\left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f}{f}\right)^2}$$

Jetzt die Induktivität mit Eisenkern. Die Messwerte mit Fehler sind

$$U_{PP,CHI} = (0,380 \pm 0,020) \text{ V}$$

$$U_{PP,CHII} = (10,40 \pm 0,40) \text{ V}$$

und analog ist

$$f = (1000 \pm 11) \text{ Hz}$$

$$R_z = (405 \pm 30) \Omega$$

$$R_L = (405 \pm 30) \Omega$$

$$L = (0,0644 \pm 0,0049) \text{ H}$$

Wenn das Eisenkern geschlossen ist, sind die Messwerte

$$U_{PP,CHI} = (0,220 \pm 0,020) \text{ V}$$

$$U_{PP,CHII} = (12,80 \pm 0,40) \text{ V}$$

und die berechnete Werte

$$f = (1000 \pm 11) \text{ Hz}$$

$$R_z = (861 \pm 88) \Omega$$

$$R_L = (861 \pm 88) \Omega$$

$$L = (0,137 \pm 0,014) \text{ H}$$

## II. INDUKTION

### A. Sinusförmiger Strom

$f \text{ (Hz)}$	$100,0 \pm 1,1$	$300,0 \pm 2,5$	$1000 \pm 11$	$3000 \pm 25$	$10000 \pm 110$
$U_{pp,R} \text{ (V)}$	$0,440 \pm 0,020$	$0,440 \pm 0,020$	$0,440 \pm 0,020$	$0,440 \pm 0,020$	$0,310 \pm 0,010$
$U_{pp,ind} \text{ (V)}$	$0,0420$ $0,0020$	$\pm 0,1120$ $0,0040$	$\pm 0,400 \pm 0,020$	$1,200 \pm 0,040$	$3,00 \pm 0,10$
$\frac{U_{pp,ind}}{U_{pp,R}}$	$0,0955$ $0,0063$	$\pm 0,255 \pm 0,015$	$0,909 \pm 0,061$	$2,73 \pm 0,15$	$9,68 \pm 0,45$

