

VERSUCHSBERICHT ZU

E3 - ELEKTRISCHE RESONANZ

Gruppe 6Mi

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 17.01.2018
betreut von
Wladislaw Hartmann

23. Januar 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Methoden	3
3	Ergebnisse und Diskussion	3
3.1	Beobachtung	3
3.1.1	Serienresonanzkreis	4
3.1.2	Parallelresonanzkreis	7
3.2	Diskussion	9
4	Schlussfolgerung	9

Tabelle 1: Einstellungen der Resonanzkreise. Dabei entspricht S1 bis S3 den Messreihen im Serienresonanzkreis und P1 bis P3 den Messungen im Parallelresonanzkreis. „Spannung P-P“ bezieht sich auf die Spannung zwischen den Spitzen, die das Oszilloskop angab. „inf“ meint den Fall, bei dem kein Widerstand eingesetzt wurde und keine Verbindung zwischen den Anschlüssen, die ansonsten an den Widerstand angeschlossen waren, bestand.

	Spannung P-P fern (V)	Spannung P-P nah (V)	Widerstand (Ω)
S1	$4 \pm 0,012$	$3,6 \pm 0,012$	$200 \pm 0,58$
S2	$4 \pm 0,012$	$3,72 \pm 0,012$	$497,4 \pm 1,44$
S3	$4 \pm 0,012$	$3,36 \pm 0,012$	$0 \pm 0,02$
P1	$10 \pm 0,012$	$10,04 \pm 0,012$	inf
P2	$10 \pm 0,012$	$10,12 \pm 0,012$	$(9,930 \pm 0,029) \cdot 10^3$
P3	$10 \pm 0,012$	$10,04 \pm 0,012$	$(2,0010 \pm 0,0058) \cdot 10^3$

1 Kurzfassung

Dinge schwingen.

2 Methoden

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beobachtung

Für die Unsicherheit des Multimeters und des Kondensators war kein Fehler angegeben, im Folgenden wird ein Fehler von 1% des Messwerts (mit rechteckiger WDF) angenommen. Hierbei schwankten die Messwerte kaum. Zusätzlich besteht eine Unsicherheit von 0,02 mV aufgrund der Digitalanzeige. Diese wurde im Fall der Widerstandsmessung vernachlässigt, da sie im Vergleich zur Unsicherheit des Multimeters selbst verschwindet. In Tabelle 1 sind die Messwerte des Widerstands R_v bzw. R_p sowie die vom Oszilloskop angezeigte Spitze-Spitze-Spannung weit entfernt und am Resonanzfall angegeben. Für die Unsicherheit der Spannungsangabe des Oszilloskop wurde die Schwankung des Wertes (0,04 V mit rechteckiger WDF) zugrunde gelegt und vorausgesetzt, dass diese (weil sie relativ groß war) die Unsicherheit der Anzeige und des Messgerätes ihr gegenüber verschwinden lässt. Es wurde die Frequenz mithilfe des Oszilloskops auf 1000 Hz eingestellt. Hieraus ergibt sich mit rechteckiger WDF mit einer Breite von 1 Hz ein Wert von $(1000,0 \pm 0,3)$ Hz. Die Messung des Innenwiderstands der Spule ergab im Fall des Serienresonanzkreises einen Wert von $(52,30 \pm 0,15) \Omega$ und beim Parallelresonanzkreis $(19,10 \pm 0,06) \Omega$. Die Unsicherheit der Spannungsmessung über dem Widerstand von 10 Ω beträgt die kombinierte Unsicherheit von Multimeter und Display des Multimeters.

Die Stromstärke wurde gemäß

$$I = \frac{U}{R}$$

mit $R = (10,0 \pm 0,3) \Omega$ (Angabe auf dem Widerstand) berechnet. Die Unsicherheit der Stromstärke ergab sich durch Gleichung (1).

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=0}^N \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2} \quad (1)$$

3.1.1 Serienresonanzkreis

In Abb. 1 bis 3 ist die Stromstärke im Serienresonanzkreis gegen den Kehrwert der Kapazität bei unterschiedlichen Widerständen R_v aufgetragen.

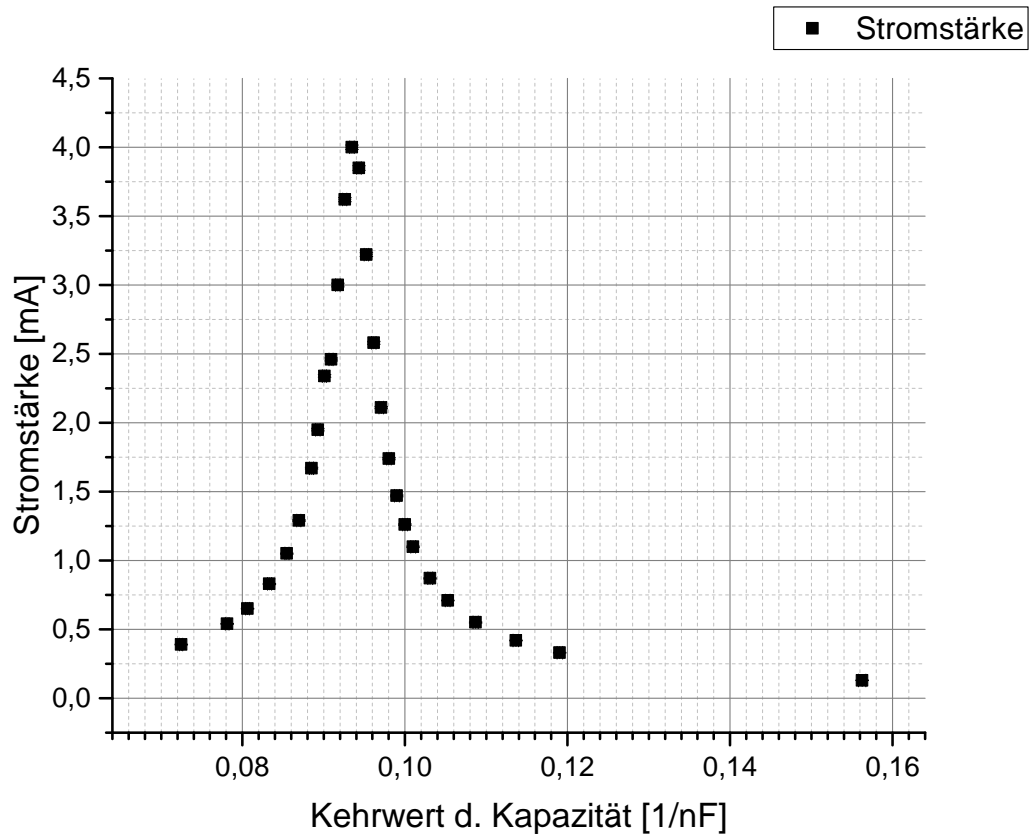


Abbildung 1: Hier ist die Stromstärke $|I|$ gegen den Kehrwert der Kapazität bei $R_v = 0 \Omega$ aufgetragen. Die Fehlerbalken sind kleiner als die Symbolgröße.

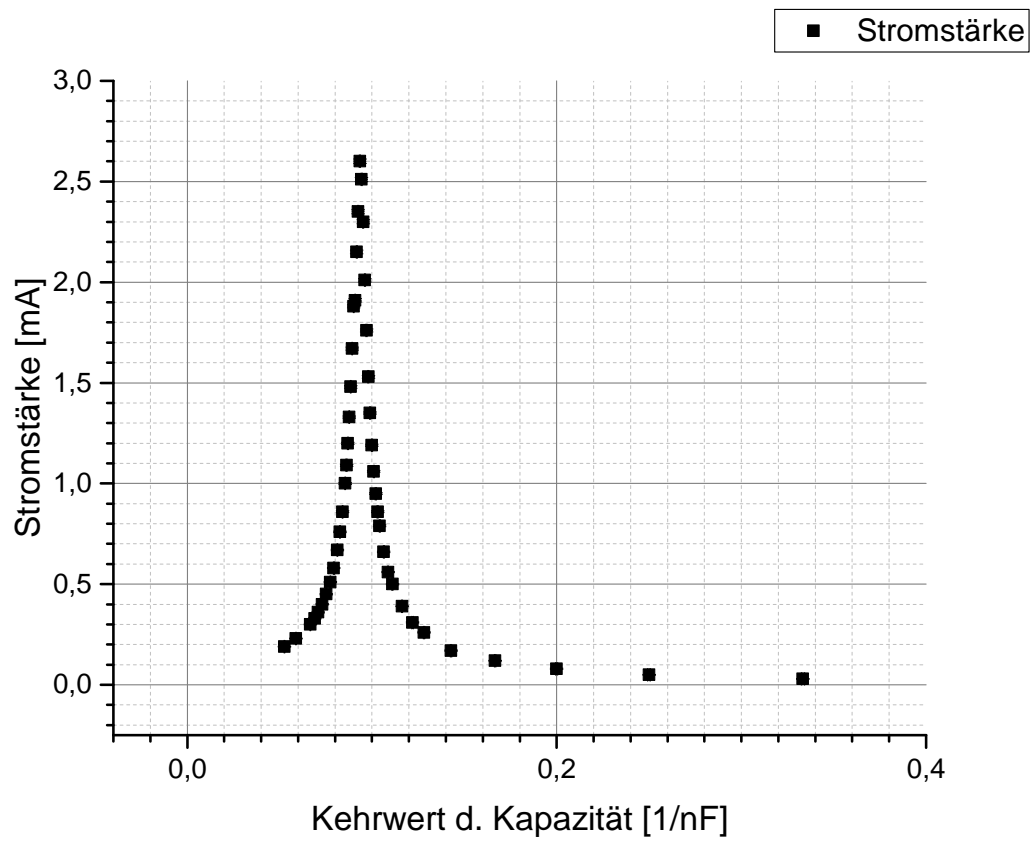


Abbildung 2: Hier ist die Stromstärke $|I|$ gegen den Kehrwert der Kapazität bei $R_v = 200\,\Omega$ aufgetragen. Die Fehlerbalken sind kleiner als die Symbolgröße.

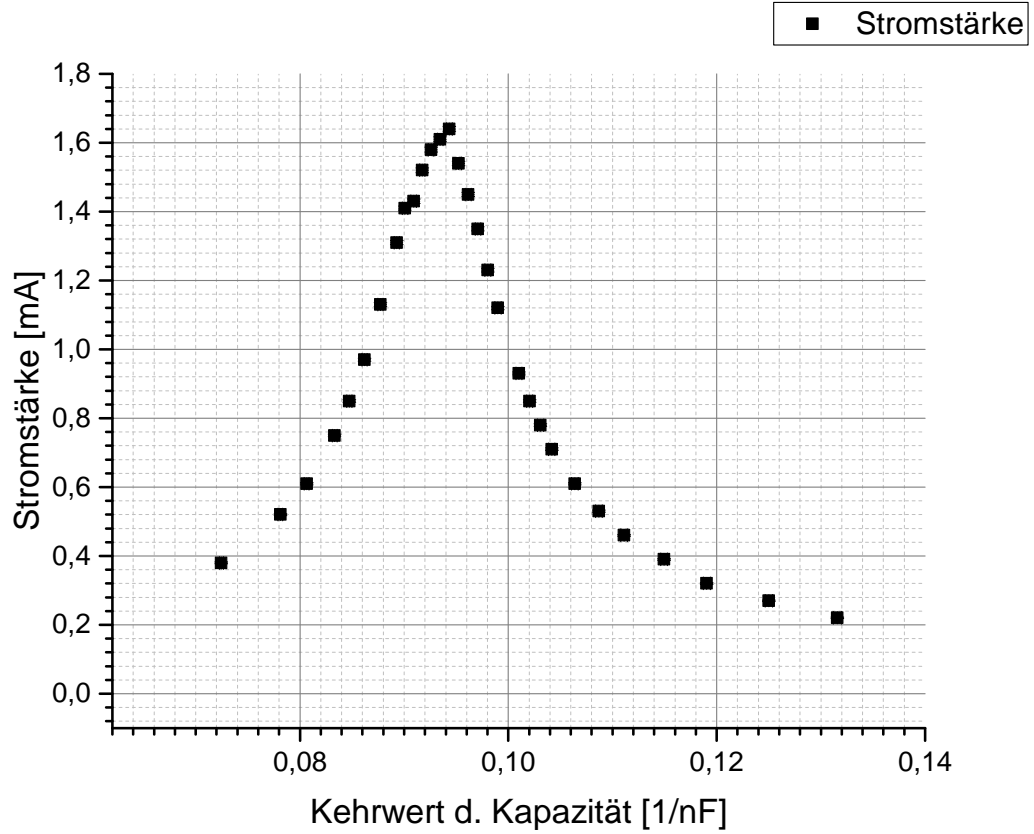


Abbildung 3: Hier ist die Stromstärke $|I|$ gegen den Kehrwert der Kapazität bei $R_v = 500 \Omega$ aufgetragen. Die Fehlerbalken sind kleiner als die Symbolgröße.

Es gilt nach der Thomsonschen Schwingungsformel:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \quad (2)$$

Daraus ergibt sich im Fall der Variation von C und festem ω am Maximum C_{\max} :

$$L = \frac{1}{\omega^2 C_0} \quad (3)$$

Für den Verlustwiderstand R gilt für die Orte C_i an denen der Strom das $1/\sqrt{2}$ -fache des Maximums annimmt:

$$R = \frac{2}{2\omega_0 \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)} \quad (4)$$

Für Verlustwiderstand und Induktivität ergibt sich die Unsicherheit gemäß Gleichung (1). In Tabelle 2 sind die Ergebnisse aus Ablesen der Maxima und die daraus folgenden Induktivitäten der Spule sowie die Verlustwiderstände für die drei Messungen dargestellt.

Tabelle 2: Abgelesene Maxima der Resonanzkurven und daraus berechnete Induktivitäten L der Spule sowie Verlustwiderstände R des Serienresonanzkreises bei den drei Messungen. Als Unsicherheit wurde hier eine nach oben abgeschätzte Ableseungenauigkeit (dreieckige WDF) gewählt. Es ist deutlich erkennbar, dass die Unsicherheiten der Messpunkte demgegenüber verschwinden.

	S1	S2	S3
$ I _{\max} / \text{mA}$			
$1/C_{\max} / \text{nF}^{-1}$	$0,095 \pm 0,004$	$0,092 \pm 0,004$	$0,0942 \pm 0,003$
L			
R			

3.1.2 Parallelresonanzkreis

In Abb. 4 bis 6 ist die Stromstärke im Serienresonanzkreis gegen die Kapazität bei unterschiedlichen Widerständen R_v aufgetragen.

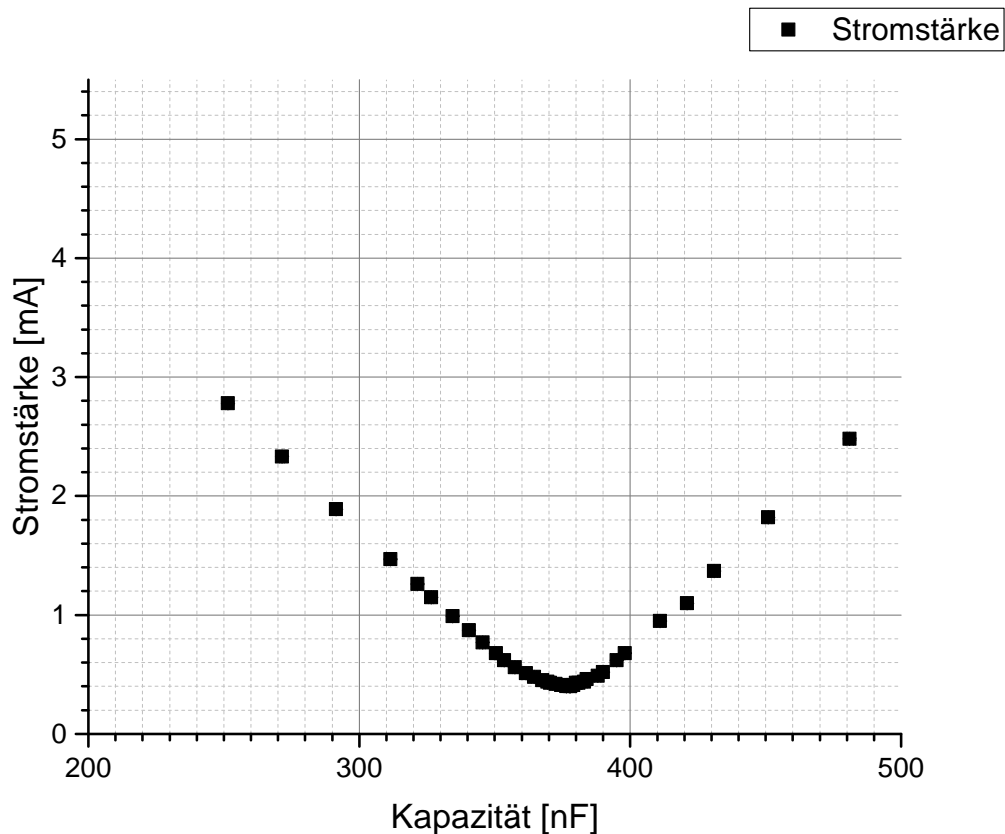


Abbildung 4: Hier ist die Stromstärke $|I|$ gegen die Kapazität bei $R_v = 0 \Omega$ aufgetragen. Die Fehlerbalken sind kleiner als die Symbolgröße.

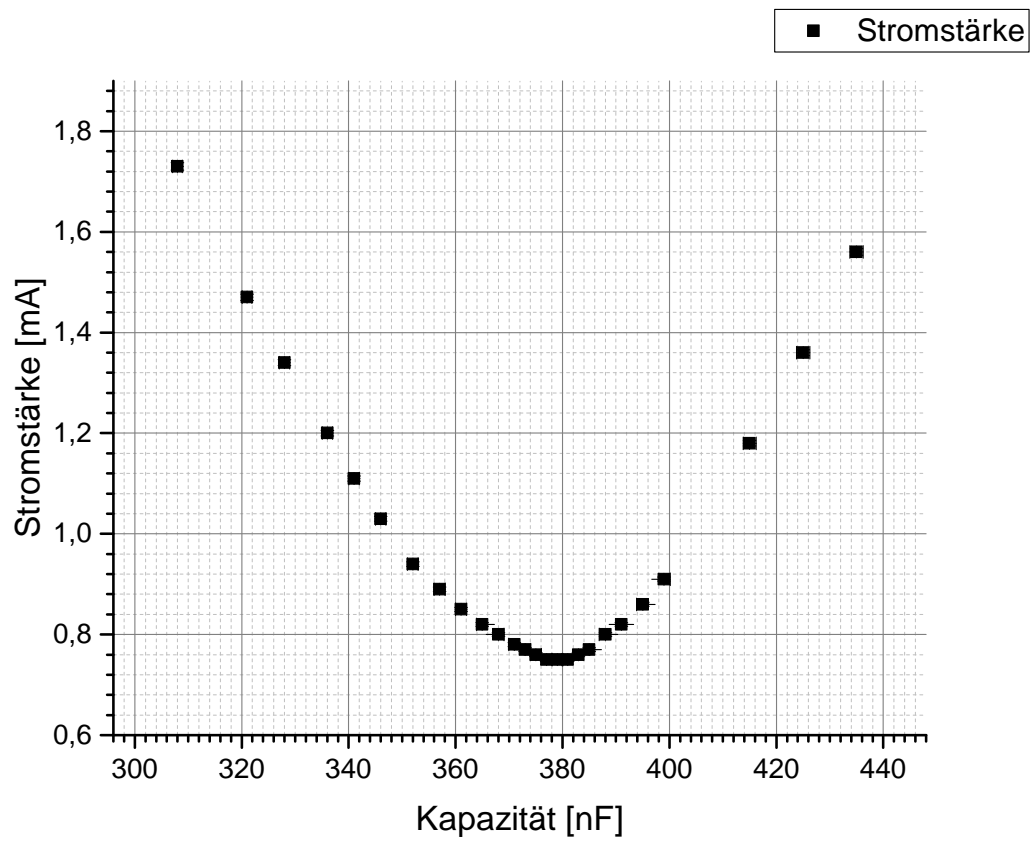


Abbildung 5: Hier ist die Stromstärke $|I|$ gegen die Kapazität bei $R_v = 0\,\Omega$ aufgetragen. Die Fehlerbalken sind kleiner als die Symbolgröße.

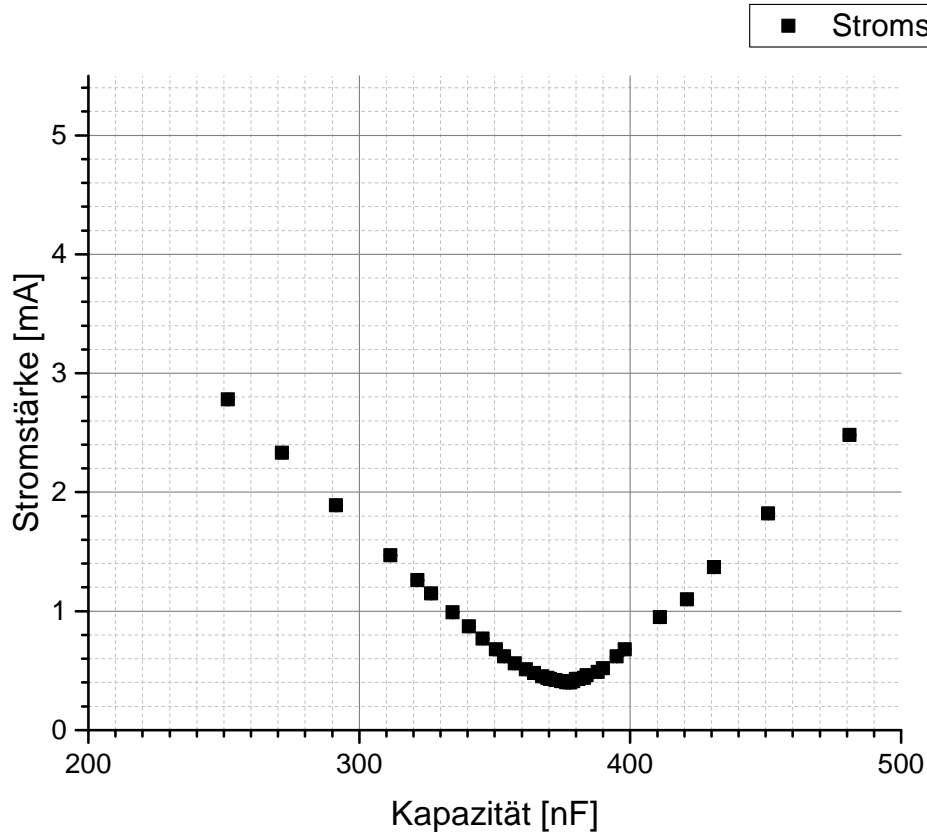


Abbildung 6: Hier ist die Stromstärke $|I|$ gegen die Kapazität bei $R_v = 0\,\Omega$ aufgetragen. Die Fehlerbalken sind kleiner als die Symbolgröße.

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse aus Ablesen der Maxima und die daraus folgenden Induktivitäten der Spule sowie die Verlustwiderstände für die drei Messungen dargestellt. Auch hier gilt Gleichung (3). Für den Verlustwiderstand R gilt für die Orte C_i an denen der Strom das $\sqrt{2}$ -fache des Minimums annimmt:

$$R = \frac{2}{2\omega_0(C_2 - C_1)} \quad (5)$$

3.2 Diskussion

4 Schlussfolgerung

Tabelle 3: Abgelesene Minima der Resonanzkurven und daraus berechnete Induktivitäten L der Spule sowie Verlustwiderstände R des Parallelresonanzkreises bei den drei Messungen. Als Unsicherheit wurde hier eine nach oben abgeschätzte Ableseungenauigkeit (dreieckige WDF) gewählt. Es ist deutlich erkennbar, dass die Unsicherheiten der Messpunkte demgegenüber verschwinden.

	S1	S2	S3
$ I _{\min}/\text{mA}$			
C_{\min}/nF	380 ± 2	379 ± 2	376 ± 2
L			
R			