

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
DORTMUND

ANFÄNGERPRAKTIKUM PHYSIK
WINTERSEMESTER
13/14

V355
Gekoppelte Schwingkreise

19. Dezember 2013

Johannes Schlüter
Joshua Luckey

johannes.schlueter@udo.edu
joshua.luckey@udo.edu

1 Einleitung

2 Theorie

3 Durchführung

4 Auswertung

Im Folgenden sind die während des Versuchs aufgenommenen Messwert und die aus diesen berechneten Größen tabellarisch aufgeführt. An entsprechender Stelle sind Erklärungen zu den Rechnungen und Messwerten gegeben.

4.1 Messung des Frequenzverhältnisses

Die durch Abzählen bestimmte Anzahl der Schwingungamplituden A_1 pro Schwebungsamplitude, das entsprechende Verhältnis sind in Tabelle 1 mit der jeweiligen Kapazität eingetragen dargestellt.

Kapazität C_K [nF]	Amplitudenzahl A_1	Amplitudenverhältnis $1/A_1$
$1,00 \pm 0,03$	2,000	0,500
$2,19 \pm 0,07$	3,000	0,333
$2,86 \pm 0,09$	4,000	0,250
$4,7 \pm 0,1$	7,000	0,143
$6,9 \pm 0,2$	9,000	0,111
$8,2 \pm 0,2$	11,000	0,091
$10,0 \pm 0,3$	13,000	0,077
$12,0 \pm 0,4$	15,000	0,067

Tabelle 1: Messwerte zur Bestimmung des Frequenzverhältnisses

Mit Hilfe von ?? und ?? können die Fundamentalfrequenzen ν^+ und ν^- aus den gegebenen Größen

$$C = (0,793\,20 \pm 0,000\,05) \text{ nF} \quad (1a)$$

$$C_{sp} = 0,028 \text{ nF} \quad (1b)$$

$$L = (23,95 \pm 0,05) \text{ mH} \quad (1c)$$

bestimmt werden. Diese Frequenzen sind in Tabelle 2 zu finden, in der auch das unter Verwendung von ?? und ?? jeweils bestimmte Verhältnis $\frac{2(\nu^- - \nu^+)}{\nu^- + \nu^+}$ eingetragen ist.

Die relativen Abweichungen der gemessenen von den berechneten Werten des Frequenzverhältnisses $N_t := \frac{2(\nu^- - \nu^+)}{\nu^- + \nu^+}$ und $N_m := \frac{1}{A_1}$ sind in Tabelle 3 enthalten.

Kapazitäten C_K [nF]	Fundamentalfrequenz ν^+ [kHz]	Fundamentalfrequenz ν^- [kHz]	Frequenzverhältnis $\frac{2(\nu^- - \nu^+)}{\nu^- + \nu^+}$
$1,00 \pm 0,03$	$35,88 \pm 0,04$	$56,3 \pm 0,5$	$0,442 \pm 0,008$
$2,19 \pm 0,07$	$35,88 \pm 0,04$	$46,6 \pm 0,3$	$0,259 \pm 0,006$
$2,86 \pm 0,09$	$35,88 \pm 0,04$	$44,3 \pm 0,2$	$0,210 \pm 0,005$
$4,7 \pm 0,1$	$35,88 \pm 0,04$	$41,2 \pm 0,2$	$0,138 \pm 0,004$
$6,9 \pm 0,2$	$35,88 \pm 0,04$	$39,7 \pm 0,1$	$0,100 \pm 0,003$
$8,2 \pm 0,2$	$35,88 \pm 0,04$	$39,1 \pm 0,1$	$0,085 \pm 0,002$
$10,0 \pm 0,3$	$35,88 \pm 0,04$	$38,52 \pm 0,09$	$0,071 \pm 0,002$
$12,0 \pm 0,4$	$35,88 \pm 0,04$	$38,10 \pm 0,08$	$0,060 \pm 0,002$

Tabelle 2: Berechnete Fundamentalfrequenzen und das Frequenzverhältnis der Schwebung

Relative Abweichung $\frac{ N_m - N_t }{N_t}$	
$0,13 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,03$
$0,29 \pm 0,03$	$0,07 \pm 0,03$
$0,19 \pm 0,03$	$0,08 \pm 0,03$
$0,03 \pm 0,03$	$0,11 \pm 0,03$

Tabelle 3: Relative Abweichung der gemessenen Frequenzverhältnisse

4.2 Messung der Fundamentalfrequenzen

Die gemessenen Fundamentalfrequenzen der gekoppelten Schwingkreise sind in Tabelle 4 zusammen mit den berechneten Fundamentalfrequenzen aus Tabelle 2 zu finden. Neben diesen sind dort auch die Verhältnisse von gemessener zu berechneter Frequenz angegeben.

Berechnete Fundamentalfrequenzen ν_{theo}^+ [kHz] ν_{theo}^- [kHz]		Gemessene Fundamentalfrequenzen ν^+ [kHz] ν^- [kHz]		Frequenzverhältnis ν^+/ν_{theo}^+ ν^-/ν_{theo}^-	
$35,88 \pm 0,04$	$56,3 \pm 0,5$	$35,65 \pm 0,01$	$40,68 \pm 0,01$	$0,993 \pm 0,001$	$0,723 \pm 0,006$
$35,88 \pm 0,04$	$46,6 \pm 0,3$	$35,65 \pm 0,01$	$39,61 \pm 0,01$	$0,993 \pm 0,001$	$0,851 \pm 0,005$
$35,88 \pm 0,04$	$44,3 \pm 0,2$	$35,65 \pm 0,01$	$39,06 \pm 0,01$	$0,993 \pm 0,001$	$0,881 \pm 0,005$
$35,88 \pm 0,04$	$41,2 \pm 0,2$	$35,65 \pm 0,01$	$39,25 \pm 0,01$	$0,993 \pm 0,001$	$0,952 \pm 0,004$
$35,88 \pm 0,04$	$39,7 \pm 0,1$	$35,63 \pm 0,01$	$37,83 \pm 0,01$	$0,993 \pm 0,001$	$0,954 \pm 0,003$
$35,88 \pm 0,04$	$39,1 \pm 0,1$	$35,62 \pm 0,01$	$37,22 \pm 0,01$	$0,993 \pm 0,001$	$0,952 \pm 0,002$
$35,88 \pm 0,04$	$38,52 \pm 0,09$	$35,62 \pm 0,01$	$37,15 \pm 0,01$	$0,993 \pm 0,001$	$0,964 \pm 0,002$
$35,88 \pm 0,04$	$38,10 \pm 0,08$	$35,60 \pm 0,01$	$37,09 \pm 0,01$	$0,992 \pm 0,001$	$0,974 \pm 0,002$

Tabelle 4: Berechnete und gemessene Fundamentalfrequenzen mit jeweiligem Verhältnis

4.3 Fehlerrechnung

5 Diskussion

Im folgenden Abschnitt werden die in Abschnitt 4 erarbeiteten Ergebnisse, durch Vergleich mit den theoretisch berechneten Werten auf Richtigkeit beziehungsweise Plausibilität hin untersucht. Dabei wird auch auf den verwendeten Versuchsaufbau und die Versuchsdurchführung Bezug genommen.

Die in Abschnitt 4.1 erhaltenen Amplitudenverhältnisse in Tabelle 1 stimmen mit den, aus den berechneten Werten der Fundamentalschwingung bestimmten, Frequenzverhältnissen in Tabelle 4 nicht exakt, jedoch in plausibler Weise überein. Wie aus den Werten in Tabelle 3 zu berechnen ist weichen die gemessenen Werte im Mittel um weniger als 13 % ab. Dabei sind die erhalten Messwerte jeweils größer als der theoretisch bestimmte Wert, es handelt sich demnach um eine allgemeine Abweichung nach oben.

Eine Erklärung für dies Abweichung ist die verwendete Messmethode, da sich durch Abzählen der Schwingungsamplituden pro Schwebungsamplitude nur Frequenzverhältnisse bestimmen lassen die als Bruch mit ganzzahligem Nenner beschreibbar sind, wodurch nicht ganzzahlige Verhältnisse nicht bestimmbar sind. Eine Erhöhung der Genauigkeit erhielte man durch mitteln der Anzahl an Schwingungsamplituden über mehrere Schwebungsamplituden.

Die in Abschnitt 4.2 gemessenen Fundamentalfrequenzen stimmen vom Verlauf mit den theoretischen Fundamentalfrequenzen der gekoppelten Schwingkreise überein. So ist die gemessene Fundamentalfrequenz ν^+ aus Tabelle 2 genau wie die berechnete Frequenz bis auf geringe Änderungen konstant und mit einer Abweichung von unter 1 % vom Theoriewert sehr genau. Die gemessenen Fundamentalfrequenzen ν^- zeigen für die ersten drei Messungen mit durchschnittlich 18 % größere Abweichungen als die der folgenden Messungen bei denen die Abweichung bei durchschnittlich 4 % liegt. Auch bei dieser Messung haben alle Abweichungen das selbe (negative) Vorzeichen, wodurch auch hier wieder von einem systematischen Fehler auszugehen ist.