

Versuche P1-12,22

Resonanz

Versuchsauswertung

Marco A. Harrendorf, Thomas Keck, Gruppe: Mo-3
Karlsruhe Institut für Technologie, Bachelor Physik

Versuchstag: 20.12.2010

1 Messung der Winkelrichtgröße D^* der Schneckenfeder des Drehpendels

Das Drehpendel wurde mit einer Probemasse von $m = 15\text{g}$ aus der Ruhelage ausgelenkt. Die Gewichtskraft der Masse griff dabei tangential am äußeren Rand des Drehpendels an $r = 95\text{mm}$. Das resultierende Drehmoment $D = m \cdot g \cdot r = 0.0139\text{N} \cdot \text{m}$ sorgte für eine Auslenkung von $\varphi = 0.7578947368\text{rad}$. Das Verhältnis von Drehmoment zur Auslenkung wird als Winkelrichtgröße $D^* = \frac{D}{\varphi} = 18.44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Nm}}{\text{rad}}$ bezeichnet.

In der Vorbereitung wurde bereits der Zusammenhang zwischen Winkelrichtgröße D^* Periodendauer $T_0 = 1.83\text{s}$ und Trägheitsmoment Θ des Pendels hergeleitet. Das Trägheitsmoment des Drehpendels beträgt damit:

$$\Theta = D^* \cdot \left(\frac{T_0}{2\pi} \right)^2 = 1.565 \cdot 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad (1)$$

Im Vergleich zur Abschätzung aus der Vorbereitung von $\Theta_1 = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ergibt sich also eine Abweichung von $\frac{\Delta\Theta_1}{\Theta_1} = \frac{\Theta - \Theta_1}{\Theta_1} = 11.8\%$. Das Ergebnis ist plausibel, da in der Abschätzung das Trägheitsmoment der Feder und der Speichen vernachlässigt wurde, es war zu erwarten, dass das experimentelle Ergebnis deshalb über dem errechneten Wert liegt.

2 Drehpendel, erzwungene Schwingungen

In Abhängigkeit von der Drehfrequenz des anregenden Motors f wurde die Amplitude nach dem Einschwingvorgang, des Drehpendels bestimmt, die Messung wurde bei 2 verschiedenen Strömen I_B die über die Wirbelstrombremse die Dämpfungskonstante linear beeinflussen durchgeführt.

Frequenz f [Hz]	2--Amplitude rad
0.132	0.095
0.236	0.116
0.431	0.263
0.438	0.273
0.438	0.284
0.495	0.536
0.518	0.742
0.531	1.026
0.543	1.111
0.543	1.075
0.545	1.073
0.561	0.829
0.598	0.419
0.800	0.084
1.515	0.011
1.639	0.011

Tabelle 1: Messdaten: Für $I_B = 400\text{mA}$

Frequenz f [Hz]	2--Amplitude rad
0.306	0.147
0.510	0.892
0.529	1.840
0.534	2.047
0.538	3.106
0.540	3.367
0.543	3.832
0.549	2.048
0.564	1.190
0.568	0.919
0.588	0.548
0.591	0.495
0.625	0.316
0.847	0.063
1.351	0.022
1.639	0.020

Tabelle 2: Messdaten: Für $I_B = 200\text{mA}$

Hieraus ergeben sich folgende Resonanzkurven:

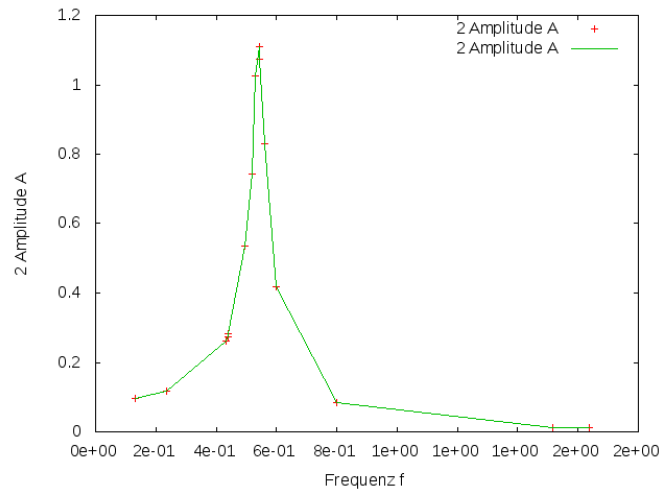


Abbildung 1: Resonanzkurve bei $I_B = 400\text{mA}$

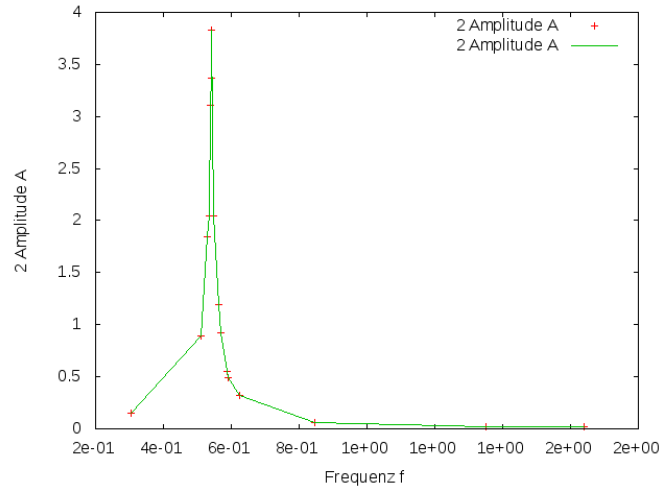


Abbildung 2: Resonanzkurve bei $I_B = 200\text{mA}$

Man erkennt deutlich die höhere und schmalere Resonanzkurve bei geringerer Dämpfung. Auch die beiden Flanken links und rechts der Resonanzspitze besitzen der theoretisch vorhergesagten Verlauf. Aus praktischen Gründen wurde jeweils die doppelte Amplitude gemessen und gezeichnet, dies ändert lediglich die Skalierung der y-Achse.

Im Praktikum war auch die Phasenverschiebung unterhalb (gleichphasig) und oberhalb (gegenphasig) der Resonanzfrequenz klar erkennbar, sobald der Einschwingvorgang beendet war. Messdaten wurden für die Phasenverschiebung nicht erhoben.

Gütebestimmung Aus den obigen Messdaten ergibt sich durch Interpolation entsprechend der Vorbereitung:

I_B	ω_0	$\Delta\omega$	$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$
200mA	$3.411 \frac{1}{s}$	$0.545 - 0.535 = 0.01\text{Hz} = 0.0628 \frac{1}{s}$	54.28
400mA	$3.411 \frac{1}{s}$	$0.57 - 0.52 = 0.05\text{Hz} = 0.314 \frac{1}{s}$	10.85

Tabelle 3: Güte des Resonators in Abhängigkeit von I_B

Im Rahmen der Messungengenauigkeit blieb dabei die Resonanzfrequenz im Experiment unverändert.

Literatur

[Aufgabenstellung] Aufgabenstellung der Versuche P1-12,22

[Vorbereitungshilfe] Vorbereitungshilfe zu den Versuchen P1-12,22