

BLOCKPRAKTIKUM PHYSIK

RESONANZ

02.03.2018

Betreuer: Lukas Rauscher

Gruppe: 1

Michelle Schweizer, Stefanie Kunkel

1. Zielsetzung der Versuche

Schwingungen werden die, sich nach einer bestimmten Zeit wiederholenden, Bewegungen eines Körpers um eine Ruhelage genannt. Man unterscheidet zwischen freien und erzwungenen Schwingungen. Diese können gedämpft und ungedämpft verlaufen. Eine gewissen Dämpfung ist wegen Reibung stets vorhanden, wird aber bei den Versuchen nicht berücksichtigt. Im heutigen Versuch untersuchen wir freie Schwingungen mit verschieden starker Dämpfung, sowie eine erzwungene Schwingung unter zwei verschiedenen Dämpfungen.

2. Auswertung: Zur freien, gedämpften Schwingung

1.

1.1 Messergebnisse:

Anzahl Magnetpaare	Schwingungsdauer T [s]	A	B	C	D	r
0	2,491	0,29016	0,01721	22,497	-0,003907	0,9976
1	2,490	0,23273	0,07717	2,499	0,0020784	0,9993
3	2,512	0,27992	0,23237	2,527	-0,005162	0,9981
5	2,719	0,30403	0,39897	2,545	-0,0060581	0,9992
7	2,659	0,27707	0,57108	2,545	-0,0052282	0,9988

1.2 Berechnung von $\omega'(b)$

Die ungedämpfte Kreisfrequenz des Federpendels berechnet sich durch folgende Formel:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$$

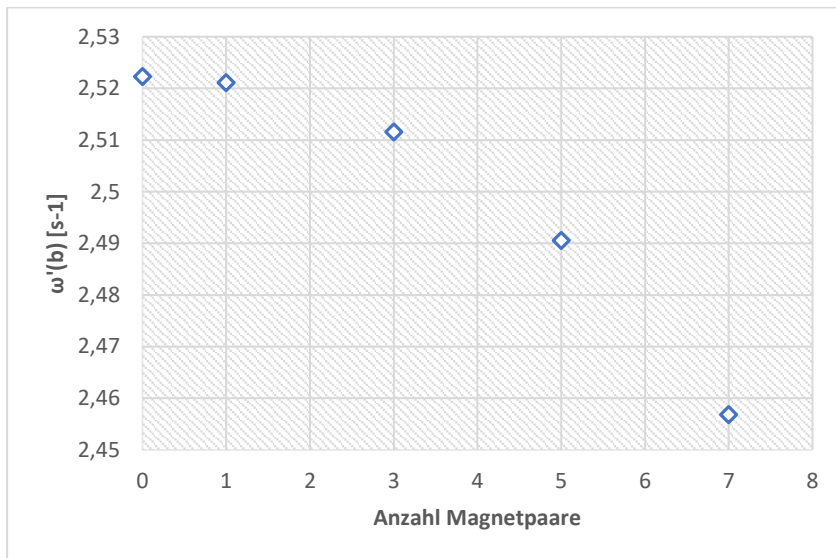
Mit den Messwerten ergibt sich:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{2,491s} = 2,52235 \frac{1}{s}$$

Die Kreisfrequenz $\omega'(b)$ des gedämpften Pendels ergibt sich wie folgt:

$$\omega'(b) = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}; \text{ mit } \beta = B \text{ (Abklingkonstante)}$$

Anzahl Magnetpaare	B	$\omega'(b) [s^{-1}]$
1	0,07717	2,52117
3	0,23237	2,51162
5	0,39897	2,49060
7	0,57108	2,45685



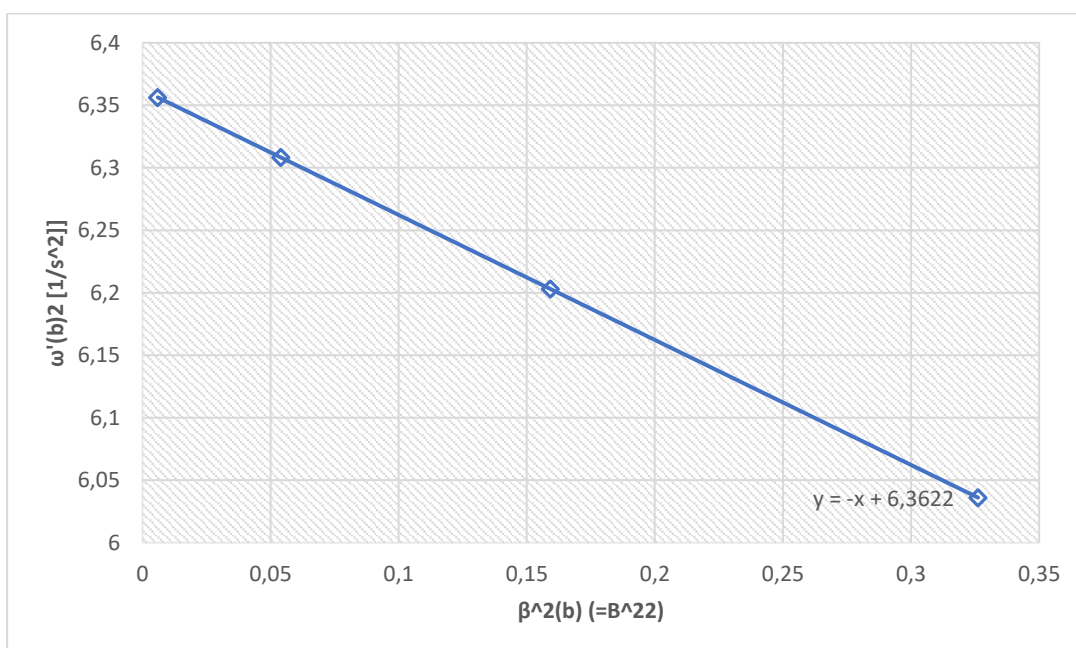
Wie erwartet, sinkt die Kreisfrequenz mit ansteigender Anzahl der Magnetpaare. Damit bestätigen sich die theoretischen Erwartungen.

2.

2.1 Werte

Anzahl Magnetpaare	$B=\beta$	$\beta^2(b) (=B^2)$	$\omega'(b) [s^{-1}]$	$\omega'(b)^2 [s^{-2}]$
1	0,07717	0,005955	2,52117	6,356294
3	0,23237	0,053996	2,51162	6,308254
5	0,39897	0,159177	2,49060	6,203072
7	0,57108	0,326132	2,45685	6,036117

2.2 Diagramm von $\omega'(b)^2 [s^{-2}]$ über $\beta^2(b)$



Die Ausgleichsgerade ist gegeben mit $y = -x + 6,3622$.

Damit ergibt sich ω_0^2 als y-Achsenabschnitt mit

$$\omega_0^2 = 6,3622 \frac{1}{s^2}$$

$$\omega_0 = 2,52234 \frac{1}{s}$$

$$\omega_{0,exp} = 2,52235 \frac{1}{s}$$

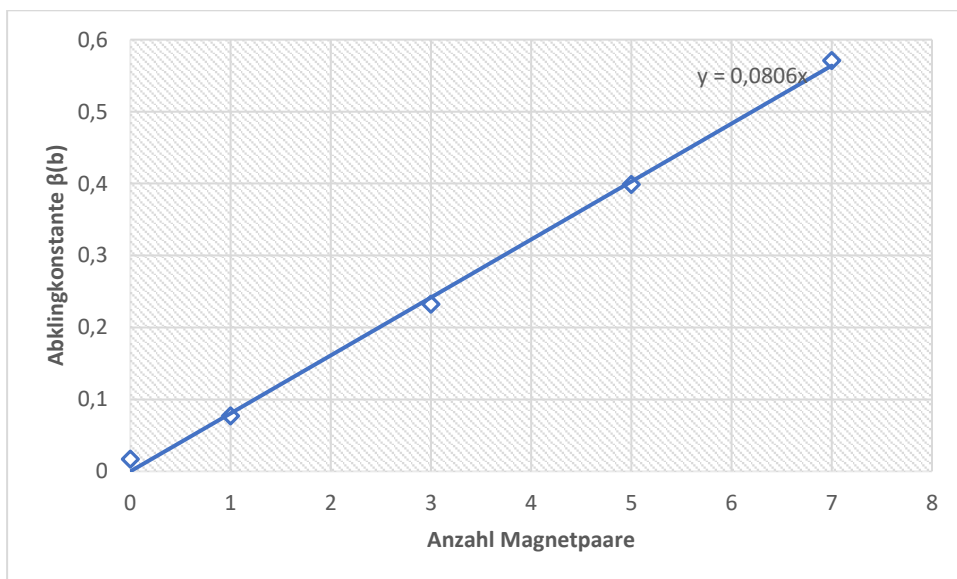
Die Werte sind fast genau gleich.

3.

3.1 Werte

Anzahl Magnetpaare	$\beta(b)$
0	0,01721
1	0,07717
3	0,23237
5	0,39897
7	0,57108

3.2 Diagramm von β über die Magnetpaaranzahl



Für die Ausgleichsgerade ergibt sich $y = 0,0806x$.

Der aperiodische Grenzfall tritt auf für $\omega_0^2 = \beta^2$

Daraus ergibt sich

$$\omega_0^2 = \beta^2$$

$$\omega_0^2 = (0,0806x)^2$$

$$\omega_0 = 0,0806x$$

$$x = \frac{\omega_0}{0,0806} = \frac{2,52234}{0,0806} = 31,3$$

Es braucht 32 Magnetpaare, damit der aperiodische Grenzfall auftritt.

3. Auswertung: Zur erzwungenen Schwingung

1.

Die Werte der Erreger-Frequenz lassen sich berechnen mit:

$$\omega_e = \frac{2\pi}{T_{Motor}}$$

Die Werte für ϕ_0 ergeben sich aus

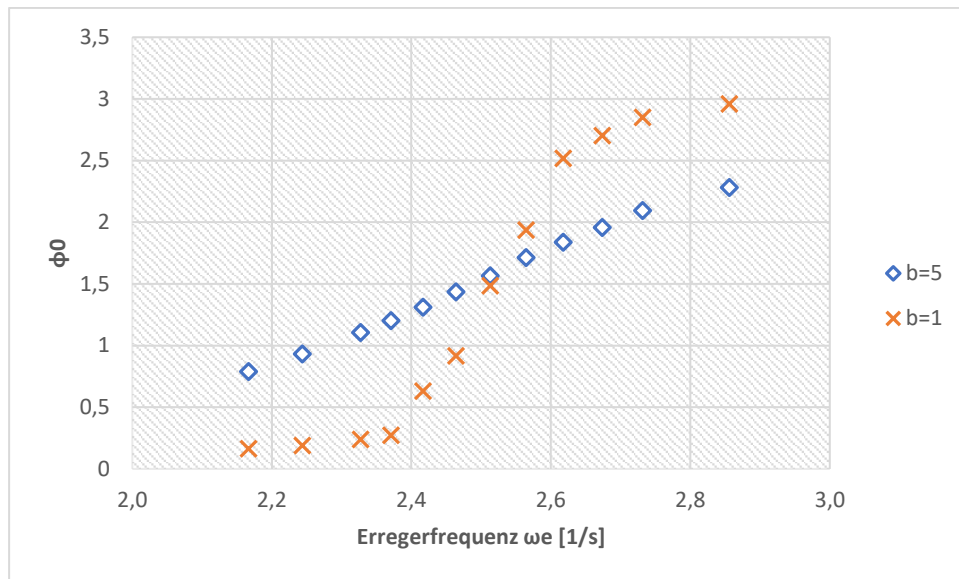
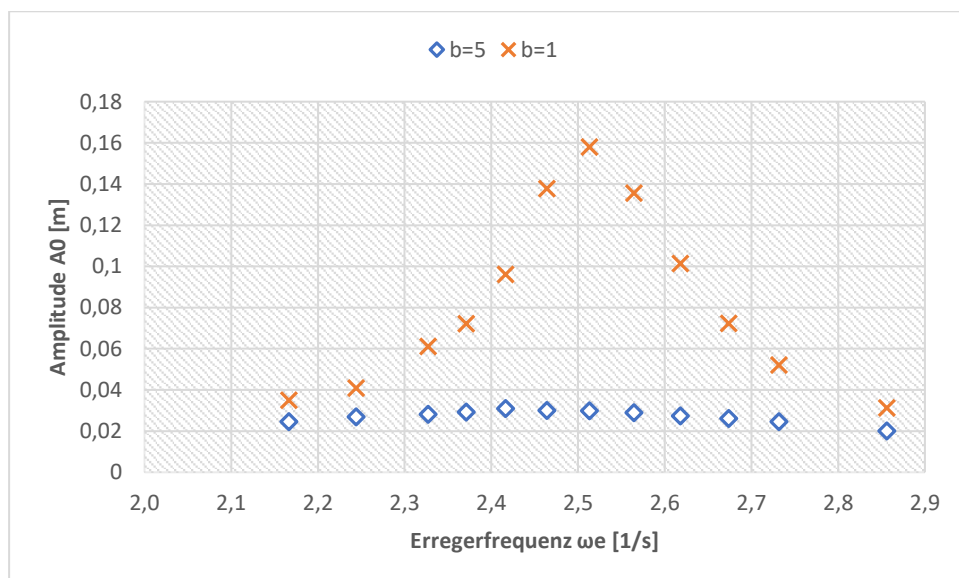
$$\phi_0 = \Delta T * \omega_e$$

1.1 Messwerte für b=5 Magnetpaare

$T_{Motor} [s]$	$\omega_e [s^{-1}]$	$A_0 [m]$	$\Delta T [s]$	ϕ_0
2,2	2,85599	0,02015	0,799	2,28194
2,3	2,73182	0,0246	0,767	2,09531
2,35	2,67370	0,02625	0,732	1,95715
2,4	2,61799	0,02745	0,702	1,83783
2,45	2,56457	0,029	0,668	1,71313
2,5	2,51327	0,02995	0,623	1,56577
2,55	2,46399	0,03005	0,582	1,43404
2,6	2,41661	0,031	0,542	1,30980
2,65	2,37101	0,02935	0,507	1,20210
2,7	2,32711	0,02825	0,475	1,10538
2,8	2,24399	0,02695	0,415	0,93126
2,9	2,16662	0,0246	0,364	0,78865

1.2 Messwerte für b=1 Magnetpaare

$T_{Motor} [s]$	$\omega_e [s^{-1}]$	$A_0 [m]$	$\Delta T [s]$	ϕ_0
2,2	0,03135	1,036	2,85599	2,95881
2,3	0,0522	1,043	2,73182	2,84929
2,35	0,0723	1,011	2,67370	2,70311
2,4	0,10135	0,962	2,61799	2,51851
2,45	0,1356	0,755	2,56457	1,93625
2,5	0,158	0,591	2,51327	1,48535
2,55	0,13785	0,372	2,46399	0,91661
2,6	0,09615	0,261	2,41661	0,63074
2,65	0,07225	0,103	2,37101	0,24421
2,7	0,0611	0,115	2,32711	0,26762
2,8	0,04095	0,085	2,24399	0,19074
2,9	0,03505	0,075	2,16662	0,16250

1.3 Diagramm von ϕ_0 über ω_e 1.4 Diagramm von A_0 über ω_e 

2. Resonanzfrequenzen

Aus den Diagrammen lassen sich Kreisfrequenzen der Resonanzstellen ablesen:

$$\omega_{R,abgelesen}(1) = 2,51 \frac{1}{s}$$

$$\omega_{R,abgelesen}(5) = 2,42 \frac{1}{s}$$

Die Resonanzkreisfrequenz lässt sich wie folgt berechnen:

$$\omega_R = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$$

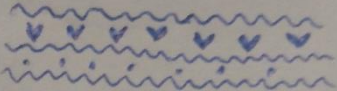
$$\omega_{R,theo}(1) = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{2,491s}\right)^2 - 2(0,07717)^2} = 2,52 \frac{1}{s}$$

$$\omega_{R,theo}(5) = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{2,491s}\right)^2 - 2(0,39897)^2} = 2,46 \frac{1}{s}$$

Die berechneten Werte ähneln den aus den Diagrammen abgelesenen Werte. Besonders für die Magnetpaaranzahl $b=5$ stimmen die Werte fast überein.

4. Anhang

1. Magnetenpaar	$A = 0,23273$ $B = 0,077173$ $C = 2,4988$ $D = 0,0020784$ $R = 0,9993$	Kunkel, schwer $T = 2,4$
3. Magnetenpaare	$A = 0,27992$ $B = 0,23289$ $C = 2,5273$ $D = -0,005162$ $R = 0,9981$	$T = 2,512$
5. Magnetenpaare	$A = 0,30403$ $B = 0,39897$ $C = 2,5448$ $D = -0,0060581$ $R = 0,9992$	$T = 2,719$
7. Magnetenpaare	$A = 0,27707$ $B = 0,57108$ $C = 2,5968$ $D = -0,0052282$ $R = 0,9988$	$T = 2,659$
9. Magnetenpaare	$A = 0,29016$ $B = 0,017210$ $C = 2,497$ $D = -0,003907$ $R = 0,9976$	$T = 2,491$

2,2	$\sigma = 0,0142$ $u = -0,0261$	0,799	$\phi = b=5$
2,3	$\sigma = 0,0201$ $u = -0,0291$	0,756	$\phi =$
2,4	$\sigma = 0,0244$ $u = -0,0335$	0,702	$\phi =$
2,5	$\sigma = 0,0234$ $u = -0,0365$	0,623	
2,6	$\sigma = 0,024$ $u = -0,038$	0,542	$\phi =$
2,7	$\sigma = 0,0220$ $u = -0,0345$	0,475	$\phi =$
2,8	$\sigma = 0,0213$ $u = -0,0326$	0,415	$\phi =$
2,9	$\sigma = 0,0189$ $u = -0,0303$	0,364	$\phi =$
2,85	$\sigma = 0,0243$ $u = -0,0344$	0,507	$\phi =$
2,45	$\sigma = 0,0231$ $u = -0,0349$	0,668	$\phi =$
2,55	$\sigma = 0,0247$ $u = -0,0354$	0,582	$\phi =$
2,35	$\sigma = 0,0204$ $u = -0,0321$	0,732	$\phi =$
	σ		

Julius Kunkel

Kunkel, Schweizer

T_{Motor}	A_0 in m	ΔT	$b = 1$
2,2	oben: 0,0265 unten: -0,0362 $\emptyset$:	1,036	
2,3	oben: 0,0455 unten: -0,0589 $\emptyset$:	1,043	
2,4	oben: 0,0961 unten: -0,1066 $\emptyset$:	0,962	
2,5	oben: 0,1528 unten: -0,1632 $\emptyset$:	$\Delta T = 0,591$	
2,55	oben: 0,1304 unten: -0,1453 $\emptyset$:	0,372	
2,6	oben: 0,0902 unten: -0,1021 $\emptyset$:	0,251	
2,65	oben: 0,0663 unten: -0,0782	0, 0,95 103	
2,7	oben: 0,0559 unten: -0,0663	0,115	
2,8	oben: 0,035 unten: -0,0469	0,085	
2,9	oben: 0,0291 unten: -0,0410	0,075	
2,45	oben: 0,1304 unten: -0,1407	0,755	
2,35	oben: 0,0678 unten: -0,0768	1,011	