W6

Noah Huesser <yatekii@yatekii.ch>

May 27, 2017

1 Theoretische Grundlagen

In diesm Versuch wird ein horizontal gelagertes Federpendel unter harmonischer Anregung untersucht. Durch den Wirbelstrombremseffekt wirkt eine geschwindigkeitsproportionale Reibkraft

$$F_{reib} = -\beta \cdot v \tag{1}$$

bremsend auf das Pendel. Wobei β durch die Anzahl Magneten auf dem Pendel konstant gegeben ist. Die Anregung kann mit

$$F_{anr}(t) = \hat{F}_e \cdot cos(\Omega t) \tag{2}$$

dargestellt werden, wobei

$$\hat{F}_e = \hat{y}_e \cdot k_1 \tag{3}$$

gilt.

1.1 Gedämpfte Schwingung

Für ein freies geschwindigkeitsproportional gedämpftes Pendel gilt

$$y(t) = \hat{y} \cdot e^{-\Gamma t} cos(\omega t - \delta) \tag{4}$$

mit

$$\Gamma = \frac{\beta}{2m}$$
$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \Gamma^2}$$
$$\omega_0^2 = \frac{K_{tot}}{m} \Gamma : Abklingkonstante$$
$$\omega : Kreisfrequenzdesgedaempften Pendels$$
$$\omega_0 : Kreisfrequenzdesungedaempften Pendels$$

1.2 Erzwungene Schwingung

Die erzwungene Schwingung hat die Form

$$\hat{y}(\gamma) = \frac{k_1 \cdot \hat{y}_e}{m \cdot \omega_0^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{(1-\gamma^2)^2 + 4\gamma^2\alpha^2}} \tag{5}$$

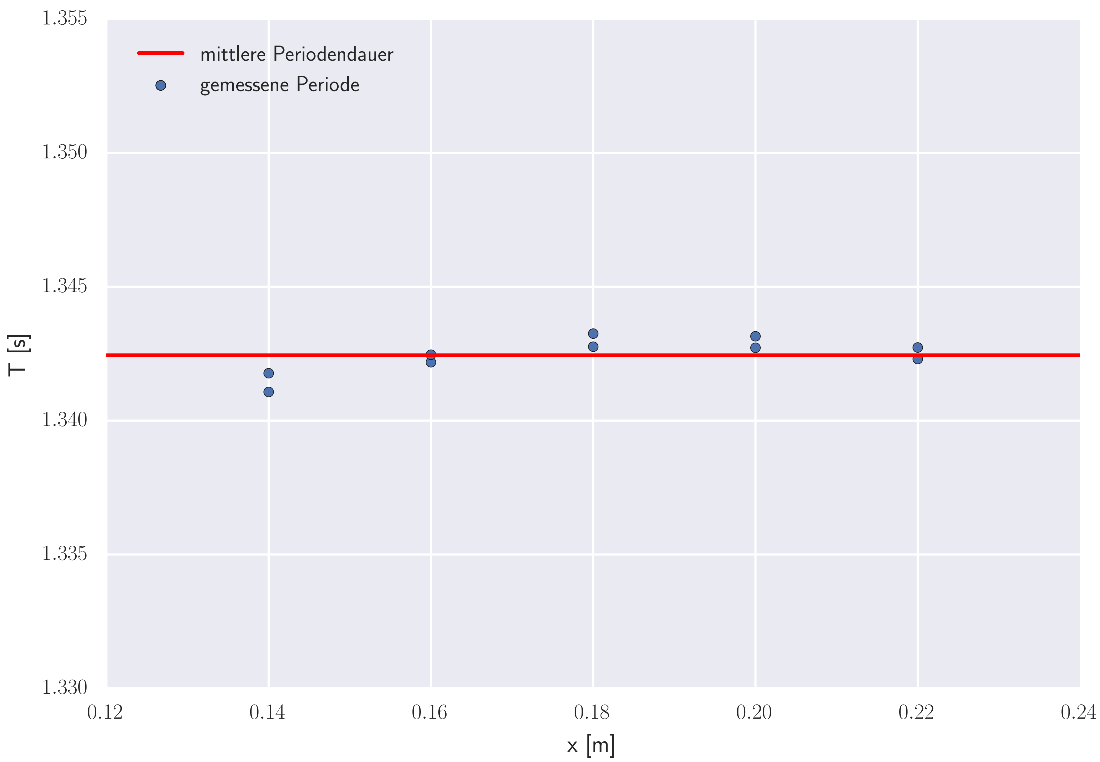
mit

$$\gamma = \frac{\Omega}{\omega_0} = \frac{f_e}{f_0}$$
$$\alpha = \frac{\Gamma}{\omega_0} = \frac{\Gamma}{2\pi f_0}$$
$$\hat{y}_N = \hat{y}_0 \cdot e^{-2\pi\alpha N}$$
$$tan\delta = \frac{2\gamma\alpha}{1-\gamma^2}$$

2 Versuchsaufbau

3 Versuchsdurchführung

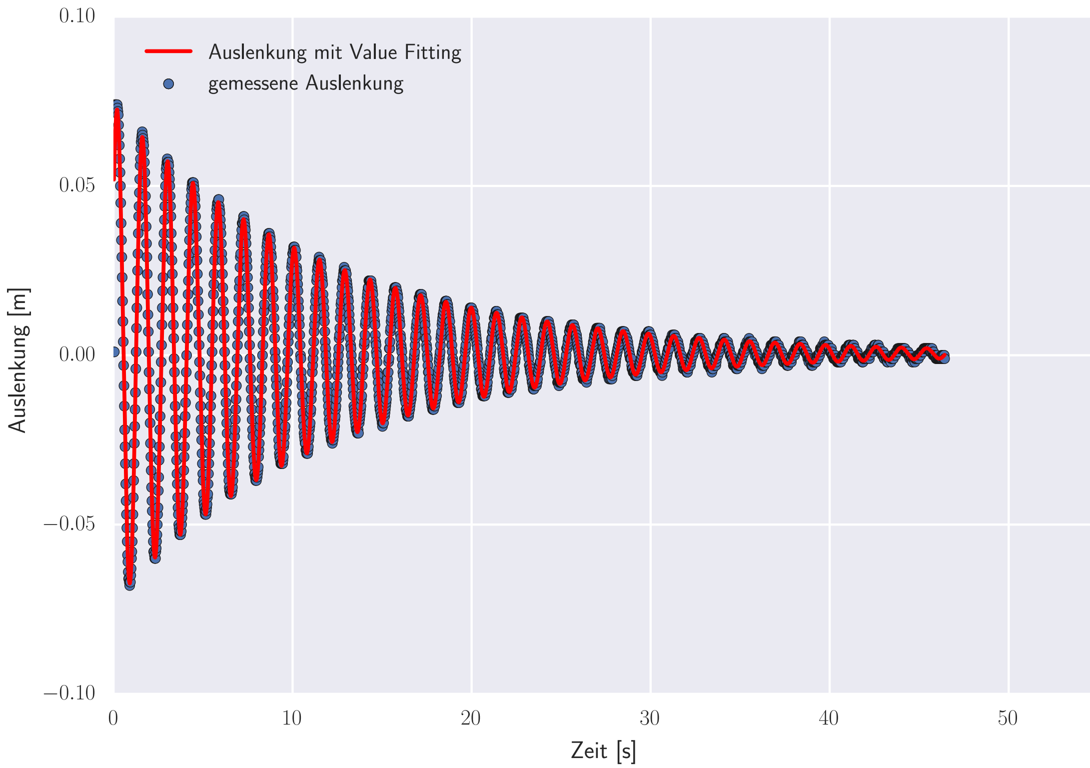
Zuerst wurde die Schwingungsdauer des Pendels bestimmt. Dazu wurde das Pendel um verschiedene Distanzen x_0 ausgelenkt und dann losgelassen. Eine Lichtschranke registriert dabei jeden zweiten Nulldurchgang und stoppt dabei die Zeit. Für jede Auslenkung x_0 wurde zweimal gemessen. Die Triggerschwelle wurde dabei nicht zwischen 1-4 Volt gewählt wie im Versuchsbeschrieb empfohlen sondern nach der Empfehlung von Prof. Minamisawa auf 0.6 V eingestellt.

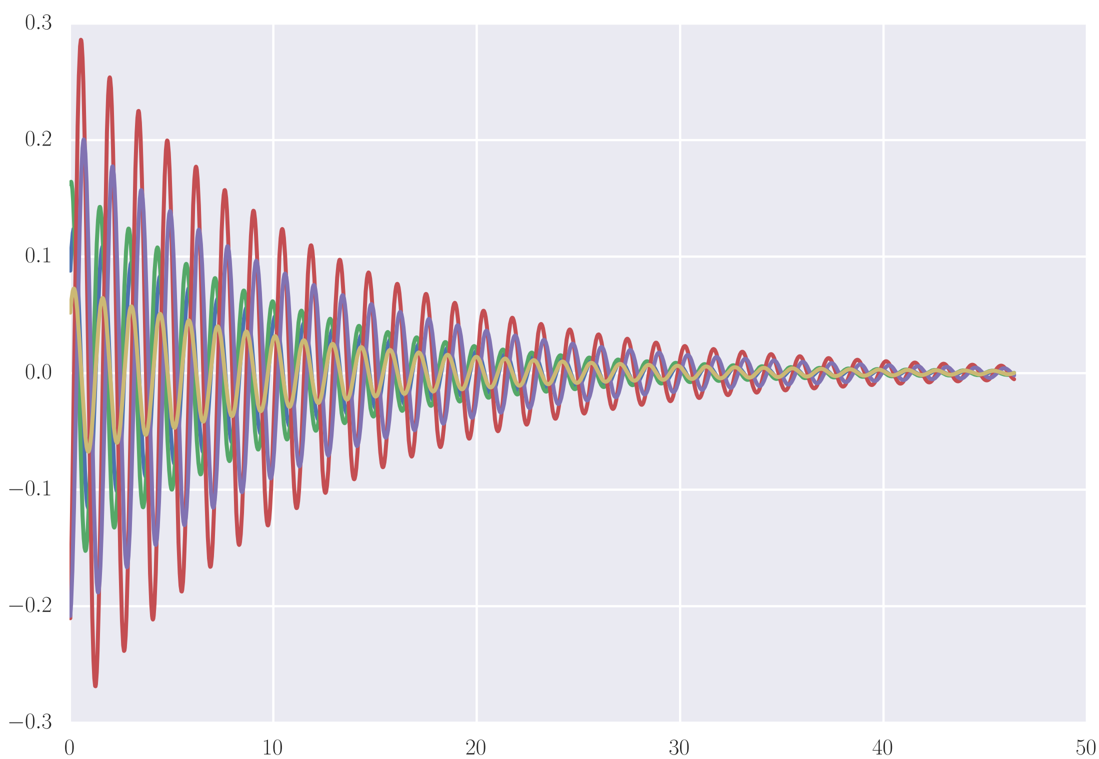


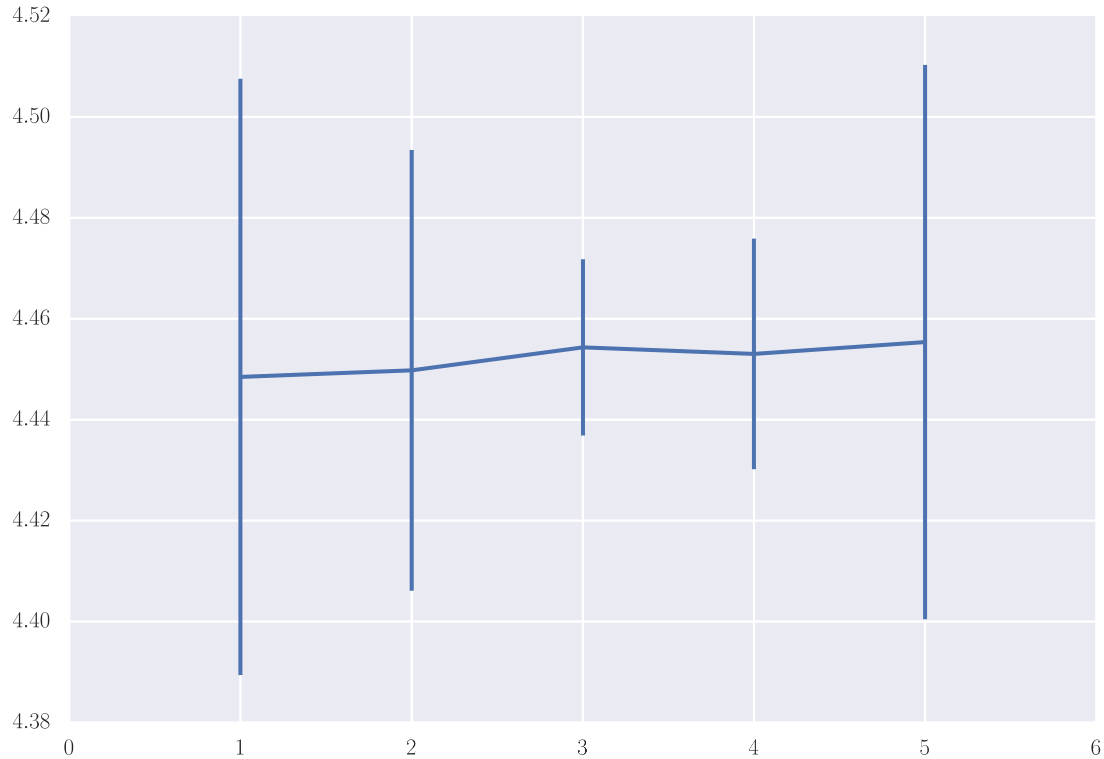
Damit ergibt sich ein ω von 0.74 s^{-1}.

Um ω und Γ zu berechnen wird das Pendel ausgelenkt und dann schwingen gelassen. Mit einem Fit an den Amplitudenverlauf können die gewünschten Werte durch den LSQ-Algotithmus ermittelt werden.

```
/Library/Frameworks/Python.framework/Versions/3.5/lib/python3.5/site-packages/ipykernel/__r
  from ipykernel import kernelapp as app
```


Auslenkung mit Value Fitting
gemessene Auslenkung
Auslenkung [m]
Zeit [s]
0.10
0.05
0.00
−0.05
−0.10
0
10
20
30
40
50

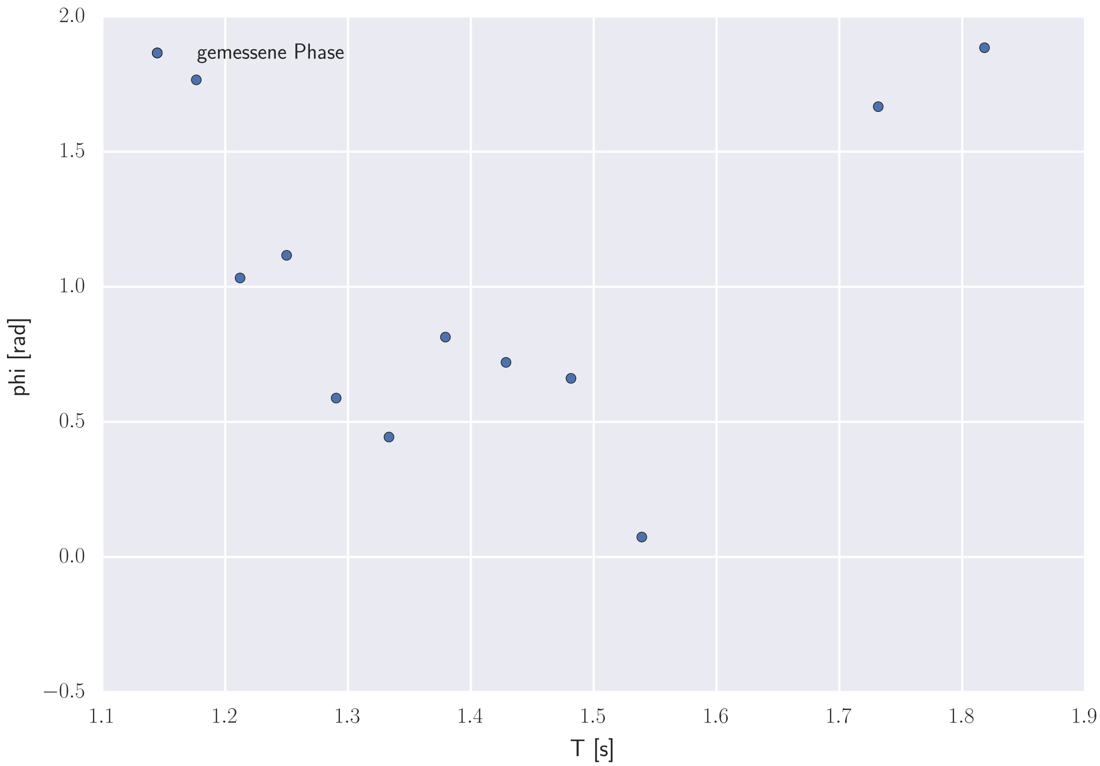

0.3
0.2
0.1
0.0
−0.1
−0.2
−0.3
0
10
20
30
40
50



Wenn wir die Formel

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \Gamma^2}$$

benutzen um w_0 zu ermitteln erhalten wir einen Mittelwert von $4.45 \pm 0.04\ s^{-1}$



x [m]	T [s]
0.14	1.34177
0.14	1.34107
0.16	1.34218
0.16	1.34246
0.18	1.34276
0.18	1.34325
0.2	1.34272
0.2	1.34315
0.22	1.3423
0.22	1.34273

Table 1: Messwerte der Periode bei verschiedenen Anfangsauslenkungen.

T [m]	phi [rad]
1.17647	1.7658

T [m]	phi [rad]
1.2121	1.0326
1.24999	1.1164
1.29033	0.588
1.33331	0.4438
1.37928	0.8137
1.42859	0.72022
1.48149	0.661
1.53915	0.0736
1.73162	1.6666
1.81815	1.8847

Table 2: Messwerte der Phase bei verschiedenen Erregerfrequenzen.