Versuch 101

Das Trägheitsmoment

Jonah Nitschke Sebastian Pape

Durchführung: 08.11.2016
Abgabe: 15.11.2016

0.1 Auswertung

0.1.1 Bestimmung der Winkelrichtgröße und des Eigenträgheitmomentes der Drillachse

Für die Bestimmung der Winkelrichtgröße wurde folgende Formel verwendet:

$$D = \frac{|F| \cdot |r|}{\phi} \tag{1}$$

Unsere Messergebenisse der Winkel und der jeweilig wirkenden Kraft sind in Tabelle 1 eingetragen.

Tabelle 1: Wirkende Kraft [N] in Abhängigkeit des Drehwinkels bei verschiedenen Abständen.

$Abstand[m]$	60°	120°	180°	240°
0.10	0.31	0.61	0.89	1.20
0.15	0.20	0.40	0.595	0.89
0.20	0.16	0.30	0.44	0.59

Mithilfe der Messdaten werden die jeweiligen Winkelrichtgrößen berechnet und gemittelt, sodass sich folgender Wert für die "statische" Winkelrichtgröße ergibt:

$$D_{stat} = (0.029088 \pm 0.000329)\text{Nm} \tag{2}$$

Die Winkelrichtgröße kann auch dynamisch bestimmt werden. Die Messergebnisse dazu befinden sich in Tabelle 2. Zur Bestimmung von D_{dyn} wird in einem Graphen T^2 gegen a^2 aufgetragen, wobei a dem jeweiligen Abstand zum Drillachsenmittelpunkt $|r|$ entspricht und T der jeweilig gemessenen Schwingungsdauer. Mittels linearer Regression wird dann die Steigung m sowie der y-Achsenabschnitt b berechnet. Mithilfe dieser Werte wird dann ebenfalls die Winkelrichtgröße mit folgender Formel berechnet:

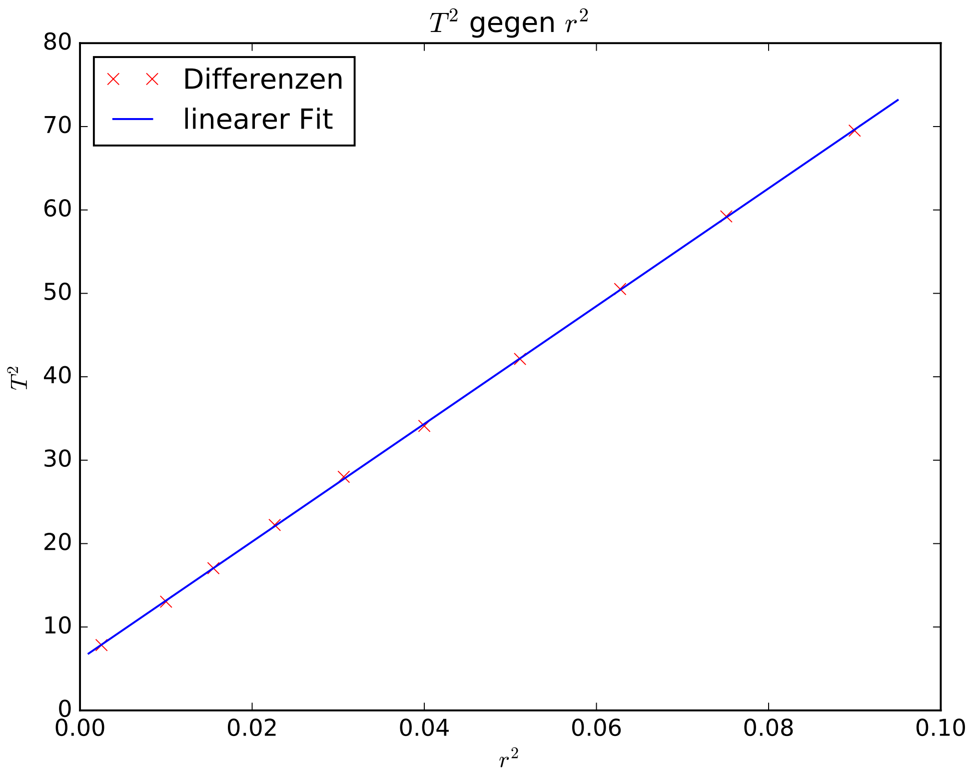
$$D_{dyn} = \frac{8\pi^2 \cdot m_{zyl}}{m} \tag{3}$$

Die Steigung der Regressionsgerade beträgt $m = (705.90543 \pm 1.89267)\frac{s^2}{m^2}$ und der y-Achsenabschnitt hat einen Wert von $b = (6.11521 \pm 0.09211)s^2$. So ergibt sich für die "dynamische" Winkelrichtgröße folgender Wert:

$$D_{dyn} = (0.02925 \pm 0.00008)\text{Nm} \tag{4}$$

Tabelle 2: Schwingungsdauern bei jeweiligen Abständen.

$Laenge[m]$	$Schwingungdauer[s]$	$Fehler[s]$
0.0500	2.79867	0.00696
0.1000	3.61067	0.01157
0.1245	4.12933	0.00267
0.1504	4.71533	0.00786
0.1751	5.29200	0.00399
0.2000	5.84000	0.00800
0.2261	6.49133	0.00657
0.2505	7.10800	0.02230
0.2740	7.69600	0.00721
0.3000	8.33733	0.01790



Zu sehen ist, dass D_{dyn} im Fehlerbereich von D_{stat} liegt, dies aber anders herum nicht gilt. Da D_{dyn} den geringeren Fehler hat, wird im folgenden mit diesem Wert weitergerechnet.

Mithilfe von D_{dyn} und des y-Achsenabschnittes von Abbildung 1 kann nun mit folgender Formel auch das Trägheitsmoment der Drillachse bestimmt werden:

$$\begin{aligned} I_D &= I_{ges} - 2 \cdot I_Z && (5) \\ &= \frac{b \cdot D_{dyn}}{4\pi^2} - 2 \cdot I_Z && (6) \end{aligned}$$

Dabei wird das Trägheitsmoment der Stange vernachlässigt, da diese als Masselos angenommen werden soll. Das Trägheitsmoment der Zylinder muss vorher allerdings berechnet werden und hinterher abgezogen werden. Dabei ergibt sich für I_Z folgender Wert:

$$I_Z = m_{zylinder} \cdot (\frac{R_Z^2}{4} + \frac{H_Z^2}{12}) \tag{7}$$

Bei R_Z und H_Z handelt es sich dabei um Radius und Höhe des Zylinders. Da wir in unserer Formel den y-Achsenabschnitt verwenden, muss der Satz von Steiner nicht beachtet werden, da wir sozusagen mit einer Schwingungsdauer bei $r = 0$ rechnen. Mit dem obigen y-Achsenabschnitt ergibt sich dann für das Trägheitsmoment der Drillachse folgender Wert:

$$I_D = (0.0045 \pm 0.0007) \tag{8}$$