

VERSUCH NUMMER

TITEL

Antonia Joëlle Bock
antoniajoelle.bock@tu-dortmund.de

Rene-Marcel Lehner
rene.lehner@tu-dortmund.de

Durchführung: 21.1.2020

Abgabe: 28.1.2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
2	Durchführung	3
3	Auswertung	3
3.1	Bestimmung der Winkelrichtgröße	3
3.2	Bestimmung des Eigenträgheitsmoments der Drillachse	3
3.3	nächste section	5
4	Diskussion	6
	Anhang: originale Messdaten	6

1 Theorie

2 Durchführung

3 Auswertung

3.1 Bestimmung der Winkelrichtgröße

Die Messung wird mit einem senkrechten Abstand von $r = 4,0 \text{ cm}$ durchgeführt. Der Auslenkwinkel φ und die aufgewendete Kraft F sind in 1 dargestellt, ebenso wie die sich daraus ergebenden Werte für die Winkelrichtgröße D . Sie berechnet sich, wie aus der Theorie zu entnehmen ist, über

$$D = \frac{Fr}{\varphi} . \quad (1)$$

Tabelle 1: Messwerte zur Bestimmung der Winkelrichtgröße.

φ	φ / π	F / N	$D / 10^{-3} \text{ N m}$
26°	0,14	0,19	17,3
30°	0,17	0,21	15,7
37°	0,21	0,29	17,6
45°	0,25	0,41	20,9
60°	0,33	0,49	18,9
70°	0,39	0,61	19,9
81°	0,45	0,70	19,8
93°	0,52	0,74	18,1
100°	0,56	0,91	20,7
110°	0,61	0,97	20,2

Somit ergibt sich als experimenteller Wert $D = (18,9 \pm 0,5) \cdot 10^{-3} \text{ N m}$ für die Winkelrichtgröße. Der Fehler des Mittelwerts berechnet sich über

$$\Delta D = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (D_i - \bar{D})^2} \quad (2)$$

mit dem arithmetischen Mittel \bar{D} .

3.2 Bestimmung des Eigenträgheitsmoments der Drillachse

Im Folgenden sei die Annahme eines nahezu masselosen Stabs, an dem zwei Punktmassen – demnach ohne Ausdehnung – gleicher Masse $m = 222,89 \text{ g}$ befestigt sind. In 2 sind die Messwerte entsprechend dargestellt. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den Quadraten der Periode T und dem Abstand a der Massen:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{D}(I_D + m(a_1^2 + a_2^2)) =: \frac{4\pi^2}{D}(I_D + ma^2) \quad (3)$$

Tabelle 2: Messwerte zur Bestimmung des Eigenträgheitsmoments I_D .

a_1 / cm	a_2 / cm	$(a_1^2 + a_2^2) / \text{cm}^2$	T / s	T^2 / s^2
4,5	5,5	50,5	2,50	6,25
6,5	7,5	98,5	2,93	8,58
8,5	9,5	162,5	3,21	10,30
10,5	11,5	242,5	3,83	14,67
12,5	13,5	338,5	4,16	17,31
14,5	15,5	450,5	4,70	22,09
16,5	17,5	578,5	5,27	27,77
18,5	19,5	722,5	5,79	33,52
20,5	21,5	882,5	6,27	39,31
22,5	23,5	1058,5	6,78	45,97

Nun werden diese Werte in einem Diagramm aufgetragen. Mithilfe linearer Regression lässt sich aus dem Y-Achsenabschnitt b der Eigenträgheitsmoment I_D bestimmen. Die Steigung c ergibt sich unter Vergleich mit (3) aus

$$y = b + cx \quad (4)$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{D}(I_D + ma^2) \quad (5)$$

$$\Rightarrow y = T^2, \quad b = \frac{4\pi^2}{D}I_D, \quad c = \frac{4\pi^2}{D}m, \quad x = a^2 \quad (6)$$

Unter Zuhilfenahme von *Python 3.7.3* wird die lineare Regression durchgeführt, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, und es ergibt sich der y-Achsenabschnitt $b = (4,42 \pm 0,25) \text{ s}^2$ und eine Steigung von $c = (396,0 \pm 4,4) \text{ kg/J}$. Daraus lässt sich das Eigenträgheitsmoment zu

$$I_D = \frac{D}{4\pi^2}b = \frac{m}{c}b = (2,49 \pm 0,14) \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2 \quad (7)$$

bestimmen.

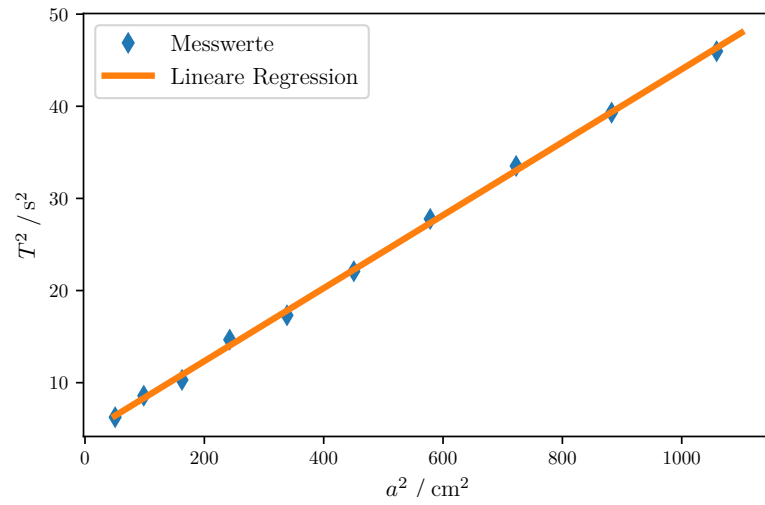


Abbildung 1: Lineare Regression zur Bestimmung des Eigenträgheitsmoments.

3.3 nächste section

Tabelle 3: Messwerte aller Schwingungsdauern.

$T_{\text{zyl,gross}} / \text{s}$	$T_{\text{zyl,klein}} / \text{s}$	$T_{\text{pose1}} / \text{s}$	$T_{\text{pose2}} / \text{s}$
1.08	2.31	0.38	0.92
1.27	2.23	0.41	0.89
1.13	2.17	0.43	0.94
1.18	2.30	0.39	0.91
1.16	2.26	0.41	0.91

Tabelle 4: Messwerte zur Bestimmung der Eigenträgheit.

T_{eigen} / s	a_{m1} / cm	a_{m2} / cm
2.50	4.5	5.5
2.93	6.5	7.5
3.21	8.5	9.5
3.83	10.5	11.5
4.16	12.5	13.5
4.70	14.5	15.5
5.27	16.5	17.5
5.79	18.5	19.5
6.27	20.5	21.5
6.78	22.5	23.5

Tabelle 5: Messunsicherheiten aller Schwingungsdauern.

	T / s
Zylinder _{gross}	2.25 ± 0.05
Zylinder _{klein}	1.16 ± 0.06
Holzfigur Pose 1	0.40 ± 0.02
Holzfigur Pose 2	0.91 ± 0.02

4 Diskussion

Anhang: originale Messdaten