Inhalt

1 Zusammenfassung

Das Experiment am Drehtisch, welches im Folgenden beschrieben ist, diente dazu, das Massenträgheitsmoment J und die Federkonstante $k*$ eines Torsionspendels zu bestimmen. Es sollte gezeigt werden, dass dies auf unterschiedliche Weise möglich ist, wobei drei Verfahren ausgewählt und angewendet wurden.

Wie der Versuch gezeigt hat, war jedes dieser drei Verfahren durch besondere Vor- und Nachteile gekennzeichnet: Methode I etwa durch ihre Einfachheit bei allerdings großer Unsicherheit, Methode II durch verbesserte Genauigkeit bei immer noch akzeptablem Messaufwand, Methode III dagegen durch theoretisch höchste Genauigkeit, jedoch bei größtem (vor allem Rechen-) Aufwand.

Die Versuchsergebnisse im Einzelnen:

- Methode I: $k^* = 0{,}051 Nm \cdot (1 \pm 5\%)$ $J = 2{,}0 \cdot 10^{-3}\, kgm^2 \cdot (1 \pm 6\%)$
- Methode II: $k^* = 0{,}0505 Nm \cdot (1 \pm 1{,}3\%)$ $J = 1{,}98 \cdot 10^{-3}\, kgm^2 \cdot (1 \pm 1{,}7\%)$
- Methode III: $k^* = 0{,}0505 Nm \cdot (1 \pm 1{,}1\%)$ $J = 2{,}00 \cdot 10^{-3}\, kgm^2 \cdot (1 \pm 1{,}8\%)$

Ein wichtiges Anliegen des Experiments war aber auch die Anwendung verschiedener Auswerteverfahren. Insbesondere auf die Fehlerabschätzung und –bewertung war größter Wert zu legen. Außerdem besitzen die zu messenden Größen bei geeigneter Achseneinteilung einen linearen Zusammenhang, der in entsprechenden Diagrammen veranschaulicht werden konnte. Bei der Auswertung von Methode III wurde der grafischen Darstellung die lineare Regression gegenübergestellt, um die Anwendung (und Vorteile) dieses Rechenverfahrens zu zeigen.

2 Theorie und Versuchsaufbau

Das Torsionspendel ist das Herzstück vieler mechanischer Uhren und wird dort – wohl wegen der ständigen Hin- und Herbewegung – als „Unruhe“ bezeichnet. Ein besonderer Vorteil dieses Pendels ist, dass es gegenüber dem „klassischen“ (Feder-) Pendel konstruktionsbedingt dem Luftwiderstand nur sehr wenig Angriffsfläche bietet und somit sehr lange ausschwingt, bzw. nur sehr geringe Energiezufuhr („Aufziehen“ der Uhr) für eine (erzwungene) Dauerschwingung notwendig macht.

Grundprinzip ist eine spiralförmige Torsionsfeder, die an einem Ende (in unserem Versuch: außen) fest eingespannt, am anderen Ende jedoch mit einer drehbar gelagerten Masse (hier: Kreisscheibe mit Stabachse) verbunden ist. Wird die Scheibe („Drehtisch“) durch ein äußeres Drehmoment um einen Winkel φ gedreht und somit die Feder ausgelenkt, so erhält man ein rücktreibendes Drehmoment M_r, von dem man bei guter Näherung annehmen kann, dass es dem Drehwinkel φ proportional ist. Die Proportionalitätskonstante dabei ist das Richtmoment $k*$ (Federkonstante).

Es ist: $M_r = -M = -k * \cdot \varphi$

Nach dem Loslassen der Kreisscheibe führt diese Drehschwingungen aus, die wegen des geringen Luft- und Reibungswiderstandes über einen längeren Zeitraum (hier: ≤ 10 Perioden T) annähernd ungedämpft sind. Die Schwingungsdauer T bzw. die Kreisfrequenz ω wird jedoch noch durch eine weitere Größe bestimmt: der sich drehenden Masse m und ihre Verteilung über den Drehtisch – ausgedrückt durch das Massenträgheitsmoment J, sodass sich folgende Schwingungsgleichung ergibt:

$$J\ddot{\varphi} = -k * \varphi$$