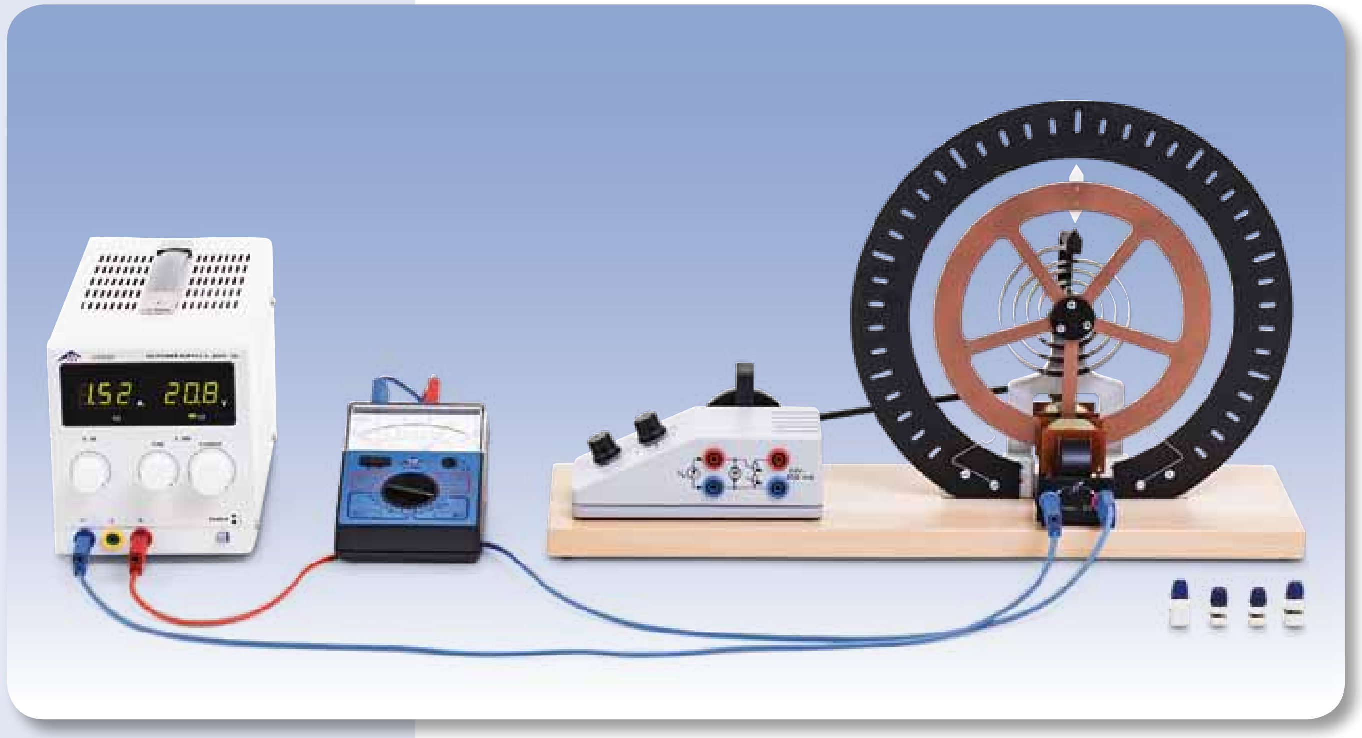
UE1050500 DREHPENDEL NACH POHL



AUFGABEN

- **Messung der Schwingungsdauer T für verschiedene Anfangsauslenkungen und Anfangsgeschwindigkeiten.**
- **Bestimmung der Dämpfungskonstante δ des gedämpften Drehpendels.**

ZIEL

Messung und Analyse von freien harmonischen Drehschwingungen

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Drehpendel nach Pohl können freie harmonische Drehschwingungen untersucht werden. Dabei wirken nur das rückstellende Drehmoment einer Schneckenfeder und das dämpfende Drehmoment einer Wirbelstrombremse mit einstellbarem Strom auf das Drehpendel. Im Experiment wird die Unabhängigkeit der Schwingungsdauer von der Anfangsauslenkung und von der Anfangsgeschwindigkeit nachgewiesen und die Dämpfung der Schwingungsamplituden analysiert.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.	
1	Drehpendel nach Pohl	**1002956**	
1	Mechanische Stoppuhr, 15 min	**1003369**	
1	DC-Netzgerät 0-20 V, 0-5 A (230 V, 50/60 Hz)	**1003312**	**oder**
	DC-Netzgerät 0-20 V, 0-5 A (115 V, 50/60 Hz)	**1003311**	
1	Analog-Multimeter AM50	**1003073**	
1	Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm	**1002843**	

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Mit dem Drehpendel nach Pohl können freie harmonische Drehschwingungen untersucht werden. Dabei wirken nur das rückstellende Drehmoment einer Schneckenfeder und das dämpfende Drehmoment einer Wirbelstrombremse mit einstellbarem Strom auf das Drehpendel.

Die Bewegungsgleichung für den Auslenkwinkel φ einer freien gedämpften Schwingung des Drehpendels lautet:

(1) $$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\cdot\delta\cdot\frac{d\varphi}{dt} + \omega_0^2\cdot\varphi = 0$$

$$\text{mit } \delta = \frac{k}{2J},\ \omega_0^2 = \frac{D}{J}$$

J: Trägheitsmoment
D: Federkonstante
k: Dämpfungskoeffizient

Solange die Dämpfung nicht zu groß und die Bedingung $\delta < \omega_0$ erfüllt ist, lautet die Lösung der Bewegungsgleichung

(2) $$\varphi(t) = \varphi_0\cdot e^{-\delta t}\cdot\cos(\omega\cdot t+\psi)$$

$$\text{mit } \omega = \sqrt{\omega_0^2-\delta^2}.$$

Die Anfangsamplitude φ_0 und der Phasenwinkel ψ sind hier beliebige Parameter, die von der Auslenkung und der Geschwindigkeit des Drehpendels zur Zeit $t = 0$ abhängen. Das Pendel schwingt also mit der Schwingungsdauer

(3) $$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

hin und her. Dabei nimmt die Schwingungsamplitude im Laufe der Zeit gemäß

(4) $$\hat{\varphi}(t) = \varphi_0\cdot e^{-\delta t}\ \text{ ab.}$$

Im Experiment werden Schwingungen bei verschiedenen Dämpfungen untersucht, die durch die einstellbare Stromstärke der Wirbelstrombremse bestimmt sind. Die Schwingungsdauer wird mit Hilfe einer Stoppuhr gemessen. Dabei zeigt sich, dass die Schwingungsdauer bei gegebener Dämpfung nicht von der Anfangsauslenkung und von der Anfangsgeschwindigkeit abhängt.

Zur Bestimmung der Dämpfung werden die abnehmenden Ausschläge des Pendels nach rechts und links notiert, wobei das Pendel der Einfachheit halber ohne Anfangsgeschwindigkeit startet.

AUSWERTUNG

In Gleichung (4) ist die Schwingungsamplitude als positive Größe definiert. Es ist also der Betrag der Ausschläge nach rechts und links gemeint. Trägt man den natürlichen Logarithmus dieser Ausschläge gegen die Zeit auf, erhält man eine Gerade mit der Steigung $-\delta$. Tatsächlich werden Abweichungen vom linearen Verhalten beobachtet, da die Reibungskraft nicht – wie angenommen – genau proportional zur Geschwindigkeit ist.

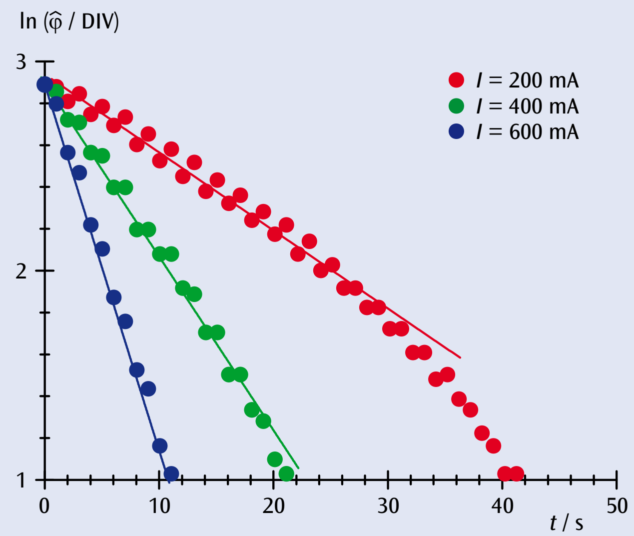


Abb. 1: ln($\hat{\varphi}$) als Funktion der Zeit bei verschiedenen Dämpfungen.