

Schwingungen eines Federpendels: Aufzeichnung von Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung

Aufzeichnung und Auswertung mit CASSY

Versuchsziele

- Aufnahme der Position einer an einer Feder hängenden und schwingenden Masse in Abhängigkeit von der Zeit.
- Bestimmung und Vergleich von $s(t)$, $v(t)$ und $a(t)$ und deren Phasenbeziehungen.
- Qualitative Beobachtung der Dämpfung sowie Auswertung des Phasendiagramms.

Versuchsbeschreibung

Es werden die harmonischen Schwingungen eines Federpendels als Funktion der Zeit t aufgenommen. Zur Auswertung werden Weg s , Geschwindigkeit v und Beschleunigung a miteinander verglichen. Sie können wahlweise als Funktion der Zeit t oder in Form eines Phasendiagramms dargestellt werden.

Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau ist in Abb. 1 dargestellt. Der Faden des Federpendels wird so um die Umlenkrolle des Bewegungs-

aufnehmers geführt, dass die Schwingung des Pendels schlupffrei auf den Bewegungsaufnehmer übertragen wird, der an die obere Buchse der BMW-Box angeschlossen ist. Der Haltemagnet sorgt für einen definierten Start der Schwingung, indem er das Massestück des Pendels vor dem Start der Messwertaufnahme im unteren Umkehrpunkt der Schwingung festhält.

Weiterführend können die Luftreibung (z. B. durch ein Stück Pappe am Massestück) oder die Masse des Pendels verändert werden.

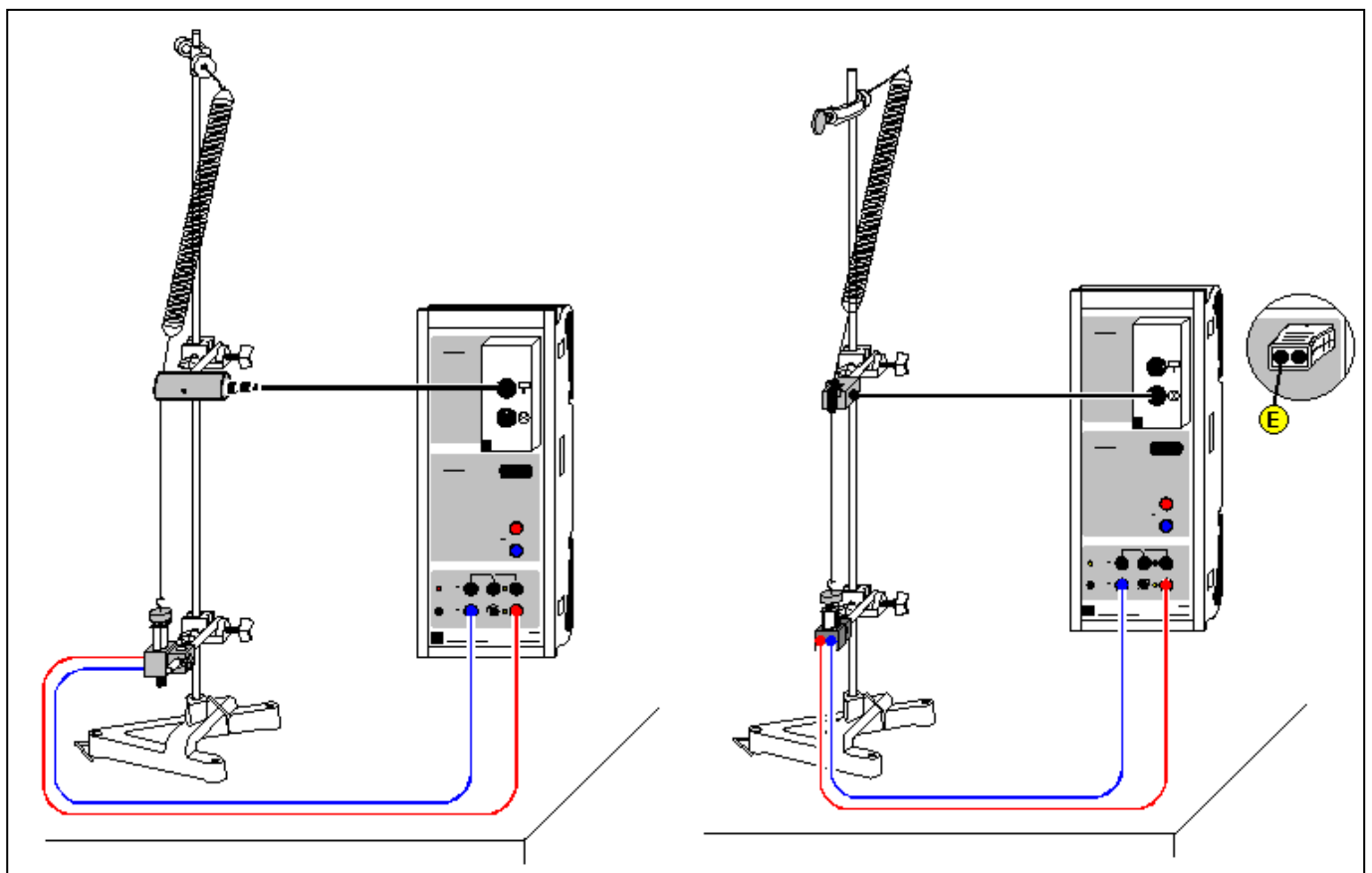


Abb. 1: Versuchsaufbau: Schwingung eines Federpendels.

Geräte

1	Sensor-CASSY.....	524 010/13
1	CASSY Lab 2.....	524 220
1	BMW-Box.....	524 032
1	Bewegungsaufnehmer.....	337 631
oder		
1	Timer S.....	524 074
1	Kombi-Lichtschranke.....	337 462
1	Kombi-Speichenrad.....	337 464
1	Verbindungskabel, 6-polig.....	501 16
1	Schraubenfeder, 3 N/m.....	352 10
1	Satz Laststücke, 50 g.....	342 61
1	Haltemagnet.....	336 21
1	Großer Stativfuß, V-förmig.....	300 01
1	Stativstange, 25 cm.....	300 41
1	Stativstange, 150 cm.....	300 46
1	Leybold-Muffen.....	301 01
1	Muffe mit Haken.....	301 08
1	Angelschnur, 10 m.....	309 48ET2
1	Paar Kabel, 100 cm, rot und blau.....	501 46
1	PC mit Windows XP/Vista/7	

Messbeispiel

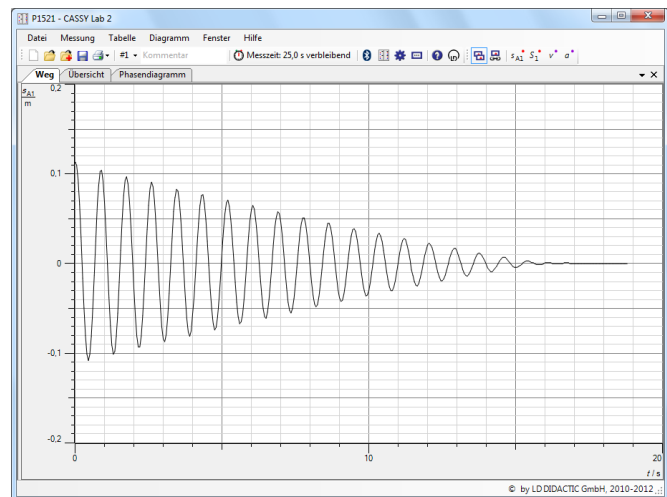


Abb. 2: Die Auslenkung der schwingenden Masse in Abhängigkeit von der Zeit mit einer Auflösung von 1 mm. Die Dämpfung ist klar zu erkennen. Nach etwa 17 Sekunden ist die Schwingung abgeklungen.

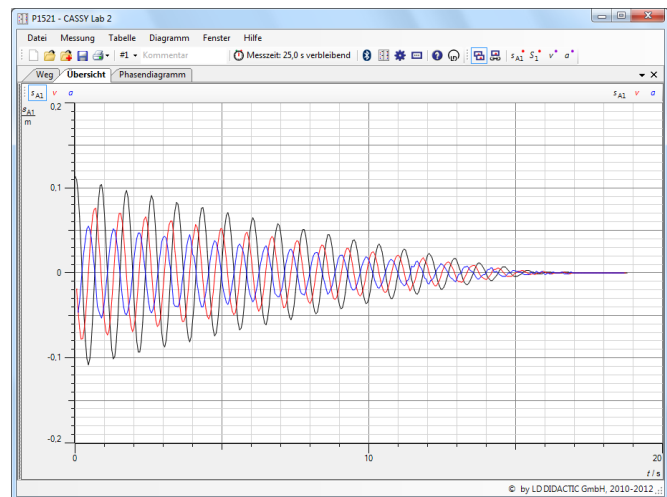


Abb. 3: Die Auslenkung $s(t)$ (die Kurve mit größter Amplitude) sowie die daraus durch die Differentiation berechnete Geschwindigkeit $v(t)$ (die Kurve mit mittlerer Amplitude) und die Beschleunigung $a(t)$ (die Kurve mit der kleinsten Amplitude). Die Phasenbeziehungen sowie die Dämpfung sind klar zu erkennen.

Die Maxima bzw. die Minima der Kurven von s , v und a liegen nicht übereinander. Sie sind um 90° phasenverschoben. Die Beschleunigung eilt der Geschwindigkeit um 90° vor und die Geschwindigkeit eilt der Auslenkung um 90° vor.

Versuchsdurchführung

Man achte auf die schlupffreie Führung des Fadens durch die Umlenkrolle. Nach der Auslenkung der Feder und dem Befestigen der Masse an dem Haltemagneten wird die Messung gestartet. Die Werte sollen aufgenommen werden solange die Masse schwingt.

- Einstellungen in CASSY Lab laden.
- Eventuell Zeitintervall im [Messparameterfenster \(Fenster → Messparameter anzeigen\)](#) anpassen (kürzeres Zeitintervall ermöglicht mehr Messwerte und ein glatteres $s(t)$ - und $v(s)$ -Diagramm, längeres Intervall hat weniger Messwerte und weniger Streuungen in $a(t)$ zur Folge)
- Gegebenenfalls Vorzeichen der Wegmessung invertieren ($s \leftrightarrow -s$ in [Einstellungen sA1](#))
- Wegnullpunkt in Gleichgewichtslage des Pendels definieren ($\rightarrow 0 \leftarrow$ in [Einstellungen sA1](#))
- Pendel etwa 10 cm auslenken und vom Haltemagneten festhalten lassen
- Messung mit starten und am Ende wieder mit stoppen
- Beim Wiederholen der Messung vorher wieder Wegnullpunkt in Gleichgewichtslage überprüfen.

Auswertung

Neben der Wegdarstellung sind bereits eine Übersichtsdarstellung mit $s(t)$, $v(t)$ und $a(t)$ und ein Phasendiagramm $v(s)$ vorbereitet. Die verschiedenen Darstellungen können durch Anklicken ausgewählt werden.

Sehr schön lassen sich die Phasenbeziehungen und die Dämpfung erkennen.

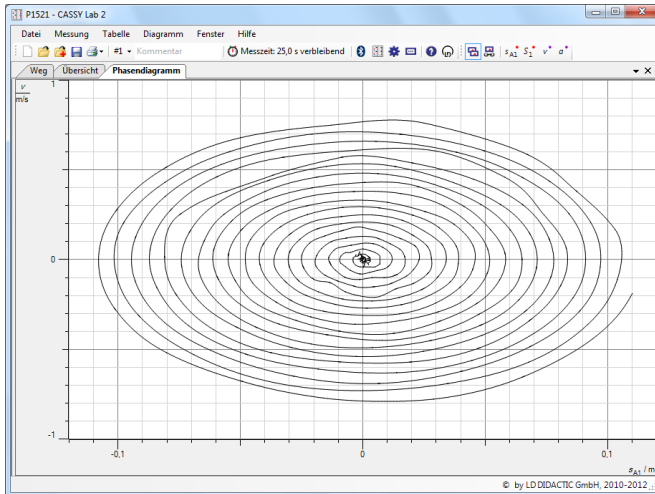


Abb. 4: Das Phasendiagramm $v(s)$: die Geschwindigkeit $v(t)$ in Abhängigkeit der Auslenkung $s(t)$. Die Spiralform ist eine Folge der Dämpfung.

Durch die Dämpfung klingt die Amplitude der Auslenkung s sowie der Geschwindigkeit v mit der Zeit ab. Ohne Dämpfung wäre das Phasendiagramm ein Kreis (bzw. eine Ellipse).