

## Das große Fadenpendel

Theorie:

$$F_{\text{Res}} = -G \cdot \sin \alpha \Rightarrow m \cdot a = -m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$m \cdot \ddot{s}(t) = -m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (a = \ddot{s}(t))$$

$$\ddot{s}(t) = -g \cdot \sin (s(t) / l) \quad \text{DGL} \quad (\text{da } \alpha = s / l)$$

Für Winkel  $\alpha < 10^\circ$  ergibt sich als Näherung:  $\ddot{s}(t) = -g \cdot \alpha$

$$\ddot{s}(t) = -g \cdot (s(t) / l) \quad \text{da gilt: } \sin \alpha \text{ (} \alpha \text{ bis } 10^\circ \text{) im Bogenmaß: } 0 \leq 1/18 \leq 0.17\pi \approx \alpha$$

$$\ddot{s}(t) = -g \cdot (s/l) \quad \text{harmonische DGL}$$

$$\rightarrow \text{harmon. Schwingung : } s(t) = \hat{S} \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad \rightarrow \omega = \sqrt{g/l}$$

$$\rightarrow T = (2\pi / \omega) = 2\pi \sqrt{l/g}$$

*Fragestellung:* Wie gross ist g? Wovon hängt die Periodendauer T ab?

*Materialien:*

- Seil (l=9m; m = 212g –bis 213g),
- Gewichte ( m1 = 170g; m2 = 1kg; m3 = 2kg)
- Tüte (um Gewichte einzupacken), Jalousie (um Seil zu befestigen)
- Maßband, Stoppuhr, Taschenrechner

Die Gewichte brachten wir in einer Tüte unter, welche wir mit dem Seil verknoteten. Dann maßen wir die Gesamtlänge l. Danach befestigten wir das Seil an der Jalousie und ließen dieses eigenartige Konstrukt im 2. OG aus einem Fenster herausragen. Darauf begannen wir mit der Durchführung. Als Auslenkungsweiten nahmen wir zwei Werte: 1m und 2m, um die Winkel unter und über zehn Grad abzudecken. Anhand verschiedener Messdaten ergaben sich Ergebnisse von T und g – zumindest teilweise leider sehr ungenau; für g aber dennoch ein recht guter Mittelwert von 10,3 m/s<sup>2</sup>.

Damit wollten wir uns dennoch nicht zufrieden geben.

Daher führten wir den Versuch erneut aus, diesmal allerdings mit 3 Perioden und 2, sowie 3 Metern Auslenkung und der Erkenntnis, dass das 170 g Gewicht aufgrund der höheren Seilmasse nicht der Durchführung wert sei.

Nach diesem Versuch erhielten wir für g den Mittelwert 9,55 m/s<sup>2</sup> - einen doch erheblich exakteren Wert (0,2 m/s<sup>2</sup> genauer).

Anhand des Durchschnitts der beiden g-Werte hatten wir also nahezu die korrekte Erdbeschleunigung von 9,81 m/s<sup>2</sup> nachgewiesen (unser Wert: 9,925 m/s<sup>2</sup>).

Die Ergebnisse der gemessenen Periodendauer T übereinstimmten ziemlich genau mit denen der theoretischen Rechnung (lediglich eine durchschnittliche Abweichung im hundertstel - Bereich!).

Und zusätzlich konnten wir beweisen, dass die Periodendauer T unabhängig von der Auslenkung, sowie der Masse des Gegenstandes ist (egal ob 170g, 1kg, 2kg Gewicht, 1m, 2m, oder 3m Auslenkung, T war für eine Schwingung immer ca. 6s). Allerdings stellten wir auch fest, dass T von der Seillänge abhängt. Denn bei einer Verkürzung dieser um 70cm verkürzte sich auch die Periodendauer um einige Zehntelsekunden!

Zu guter Letzt überlegten wir, wovon die Differenzen zwischen Versuchsdaten und theoretischen Werten abhängen könnten.

Wir kamen zu folgenden

Fehlerquellen:

- menschliches Versagen: ungenaue Zeitmessung (Reaktionszeit)
  - Längenmessung
- Luftwiderstand, Wind
- Seilmasse (hohes Eigengewicht (212g))
- Eigendynamik der Aufhängung