Versuchsbericht zu

S2 – Experimentieren, und dann?

Gruppe 6Mi

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 25.10.2017
betreut von
Dr. Anke (Beck-)Schmidt
Christian ???

1. November 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

Die Messung des Ortsfaktor im Physikalischen Institut in Münster ergab einen Wert zwischen 10,5 und 11 m/s^2. Dabei wurde die Zeit gemessen die eine Metallkugel für eine feste Strecke vertikal zum Boden im freien Fall benötigt. Da dieser Wert eine große Abweichung von dem Erwartungswert der Physikalisch-Technische Bundesanstalt hat (9,813 m/s^2), stellte sich die Frage, ob der Ortsfaktor für Münster angepasst werden muss.

Um entscheiden zu können, ob eine Änderung des Wertes notwendig ist, wurden mehrere Reproduktionsmessungen durchgeführt. Diese Messungen bestehen aus dem Bestimmen der Zeiten die Fadenpendel verschiedener Längen für eine Periode benötigen.

2 Kurzfassung

BLA
BLA
BLA

3 Methoden

Um den Ortsfaktor mit einem Fadenpendel bestimmen zu können, haben wir die Formel für die Schwingdauer eines Fadenpendels verwendet.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g = 4\pi^2\frac{l}{T_0^2} \tag{1}$$

Da diese Formel eine Kleinwinkelnäherung ($\sin\varphi \approx \varphi$) ist, gilt es zu beachten, dass man das Fadenpendel initial nicht zu weit auslenkt. Des Weiteren haben wir uns entschieden immer die Zeit für 20 Schwingungsperioden zu messen, da sich so der Reaktionsfehler zum Start und Ende der Messung reduzieren lässt. Als Anfangs- und Endpunkt unserer Messung haben wir den Ort genommen, in dem sich das Pendel, wenn es nicht schwingt, befindet. Wir haben uns für diesen Punkt entschieden, da sich das Pendel in diesem Punkt genähert mit konstanter Geschwindigkeit bewegt und somit ist es leichter Reaktionsfehler auszugleichen. Ein alternativer Punkt wäre der Wendepunkt des Pendels gewesen, jedoch ist der exakte Zeitpunkt schwerer zu erkennen, da sich das Pendel langsamer bewegt und somit ist der Zeitraum in dem das Pendel erkennbar stillsteht größer.

Sollten zusätzliche Schwingungen in andere Richtungen als die der initialen Auslenkung auftreten, so betrachten wir diese nicht weiter, da wir davon ausgehen, dass diese Schwingungen sich lediglich überlagern und (sofern sie nicht zu groß sind) keine Auswirkung auf die Messung haben.

4 Ergebnisse

4.1 Messungen

4.1.1 Konstante Länge

Gemessen wurden 5 x 20 Schwingungen.

- Unsicherheit von l:
  - $\pm 0.5\text{cm}$ Abweichung, WDF Dreieck, Standardabweichung (Typ B): $u_B(l) = \frac{1\text{cm}}{2\sqrt{6}} = 0.2\text{cm}$
- Unsicherheit von $\bar{T}$:
  - Standardabweichung Mittelwert (Typ A): $u_A(\bar{T}) = 0.0007\text{s}$
  - Reaktionszeit $\pm 0.19\text{s}$, (Typ B): $u_B(\bar{T}) = \frac{2 \cdot 0.19\text{s}}{2\sqrt{3}} = 0.0055\text{s}$
  - Komb. Unsicherheit: $u_C(\bar{T}) = \sqrt{(0.0007\text{s})^2 + (0.0055\text{s})^2} = 0.0055\text{s}$

Länge des Pendels: $l = 114 \pm 0.2\text{cm}$
Mittelwert Schwingungsperiode: $\bar{T} = 2.1477 \pm 0.0055\text{s}$

Aus (1) folgt $g = 9.757\text{m/s}^2$. Die kombinierte Unsicherheit von g ergibt sich aus

$$u(g) = g * \sqrt{\left(\frac{u(l)}{l}\right)^2 + \left(2\frac{u(\bar{T})}{\bar{T}}\right)^2} = 0.053\text{m/s}^2$$
$$\Rightarrow g = (9.757 \pm 0.053)\text{m/s}^2$$

4.1.2 Verschiedene Längen

Gemessen wurden 2 x 20 Schwingungen bei 5 verschiedenen Längen l.
In der Formel der Schwingperiode (1) ist ein Wurzelförmiger Zusammenhang zwischen der Periode T und dem Verhältniss $\frac{l}{g}$, desshalb sind in Abb. 1 die Quadrate der Schwingungsperiode T über l aufgetragen. Aus den gemessenen Perioden ergab sich eine lineare Fitgerade mit der Steigung

$$m = \frac{4\pi}{g} = (4{,}0925 \pm 0{,}0628)\,\mathrm{s}^2/\mathrm{m}$$

Die Unsicherheit $u(g)$ ergibt sich aus

$$u(g) = 4\pi^2 \frac{u_{\leq 10}(m)}{m^2} = 4\pi^2 t_{68}(3) \frac{u(m)}{m^2} = 0.17\mathrm{m/s}^2$$

und somit ergibt sich der Ortsfaktor $g = (9{,}65 \pm 0{,}17)\,\mathrm{m/s}^2$

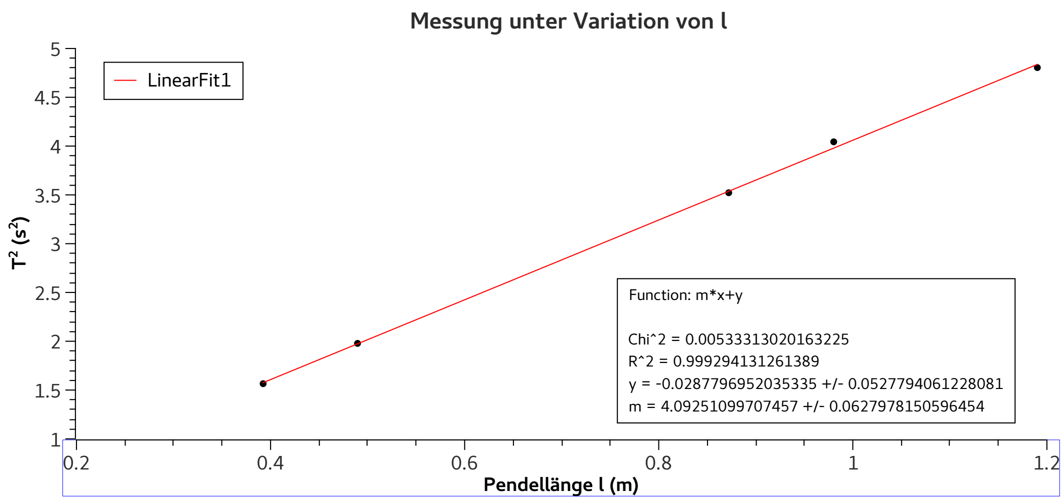

Abbildung 1: Messdaten Fadenpendel

4.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Ortsfaktor des PTBs 9.813 $\mathrm{m/s}^2$ liegt innerhalb der Abweichung des von uns ermittelten Ortsfaktors $(9.757 \pm 0.053)\mathrm{m/s}^2$. Folglich kann man davon ausgehen, dass bei dem Durchführen des Fallturm-Experiments in Münster ein Fehler unterlaufen ist.

5 Schlussfolgerung

Alles in allem ließen sich die Werte des Fallturm-Experiments nicht mittels eines Fadenpendels reproduzieren. Folglich ist davon auszugehen, dass die Ortsfaktorangabe des Physikalisch-Technischen Bundesanstallt nicht überdacht werden muss.

UNSICHERHEITEN
FAZIT
PERSPEKTIVE