

GLEICHUNGEN ZU

# M1 – DREHPENDEL NACH POHL

Gruppe 10 Mi

Alex Oster (E-Mail: a\_oste16@uni-muenster.de)  
Jonathan Sigrist (E-Mail: j\_sigr01@uni-muenster.de)

durchgeführt am 15.11.2017  
betreut von  
Johann Preuß

28. November 2017

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Messunsicherheiten der folgenden Versuche</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Versuch zu freien Schwingungen</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Versuch zu gedämpften Schwingungen</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Versuch zu erzwungenen Schwingungen</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Versuch zu nichtlinearen Schwingungen</b>	<b>3</b>

## 1 Messunsicherheiten der folgenden Versuche

Für die Zeitungenauigkeit am Computer:  $u(t) = \frac{0.05\text{ s}}{2\sqrt{3}}$ . Das ist gerade die Breite der Abtaste.

Für die Positionsunsicherheit am Computer:  $u(x) = \frac{1\text{ mm}}{2\sqrt{3}}$ . Summe von allem (Seildehnung, CASSY-Unsicherheit), weil nicht gut einzeln bestimmbar.

Für die Stoppuhr:  $u_{\text{Uhr}}(t) = \sqrt{u_{\text{Digit}}(t)^2 + u_{\text{Reaktion}}(t)^2}$ . Dabei ist  $u_{\text{Digital}}(t) = \frac{10\text{ ms}}{2\sqrt{3}}$  und  $u_{\text{Reaktion}}(t) = \frac{100\text{ ms}}{2\sqrt{6}}$ .

Für das Multimeter (0.5%):  $u_{\text{Multi}}(U) = \sqrt{u_{\text{Digit}}(U)^2 + u_{\text{Prozent}}(U)^2}$ . Messreichweite von 20 V. Mit  $u_{\text{Digit}}(U) = \frac{0.01\text{ V}}{2\sqrt{3}}$  und  $u_{\text{Prozent}}(U) = 0,005U$ .

Stromquelle:  $u_{\text{Strom}}(I) = u_{\text{Digital}}(I) = \frac{0.01\text{ A}}{2\sqrt{3}}$ .

Für manuelle Auslenkungsablesung sei  $a = 2\text{ mm}$ , weil der Wert manchmal ein wenig schwer abzulesen war. Es sei  $u_{\text{Analog}}(x) = \frac{2\text{ mm}}{2\sqrt{6}}$ .

## 2 Versuch zu freien Schwingungen

### Computer

Es wurden 20 Messreihen aufgenommen, da nach 10ter der Faden rausgesprungen ist, nur 10 erste Messreihen betrachten. Es werden von jeder Messreihe die Dauer für 10 Schwingungsperioden genommen, dabei ab dem ersten Minima bis zum 11 Minima für höhere Genauigkeit.

Periodendauer:  $T = 1.8255\text{ s}$  mit  $u(T) = 0.002\,041\,241\,452\,319\text{ s}$ . Errechnet:  $dT = T_2 - T_1$  sei zeitl. Abstand zwischen dem 1. Minima ( $T_1$ ) und dem 11. Minima ( $T_2$ ).  $u(T_1) = u(T_2)$ .

$$u(dT) = \sqrt{\left(\frac{\partial dT}{\partial T_1} \cdot u(T_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial dT}{\partial T_2} \cdot u(T_2)\right)^2} \quad (1)$$

$$= \sqrt{(-u(T_1))^2 + (u(T_2))^2} \quad (2)$$

$$= \sqrt{2u(T)^2} = \sqrt{2}u(T) \quad (3)$$

Für die Frequenz ergibt sich:  $f = \frac{1}{T} = 0.547\,795\,124\,623\,391\text{ s}^{-1}$ ,  $u(f) = \frac{u(T)}{T^2} = 0.000\,612\,534\,711\,454\text{ s}^{-1}$ .

### Stoppuhr

20 mal 10 Zeitstoppungen. Mittelwert  $\bar{T} = 1.8332\text{ s}$  und  $u(T) = 0.038\,639\,494\,384\,836\,23\text{ s}$ . Dabei sei  $u(T)$  nicht kombiniert aus Stoppuhr und Messwerte, weil die Uhr schon in den Messwerten drinsteckt. Diese Unsicherheit ist doppelt so groß wie die kombinierte. (schlechte Messung? doch keine Reaktionszeit von

100ms?) Es seien  $f = 1/T = 0.545\,494\,217\,761\,292\,\text{s}^{-1}$  und  $u(f) = \frac{u(T)}{T^2} = 0.011\,497\,720\,251\,008\,\text{s}^{-1}$ .

Man sieht direkt, dass die Computeranalyse deutlich genauer war, selbst mit den gewählten, immer noch sehr großen Unsicherheiten(für das CASSY).

### 3 Versuch zu gedämpften Schwingungen

Dabei sind  $f$  und  $u(f)$  wie in M1.2 berechnet.  $T$  und  $u(T)$  sind aus SciDaVis Spaltenstatistik der dT's.

#### 0,25A

Mittelwert:  $T = 1.817\,857\,142\,857\,14\,\text{s}$  und  $u(T) = 0.031\,666\,184\,688\,832\,\text{s}$ .  
Mittelwert:  $f = 0.550\,098\,231\,827\,112\,\text{s}^{-1}$  und  $u(f) = 0.009\,582\,442\,863\,832\,\text{s}^{-1}$ .  
 $A_0 = 0.848\,098\,764\,533\,296\,\text{m}$  und  $u(A_0) = 9.279\,885\,025\,108\,62 \times 10^{-5}\,\text{m}$ .  
 $a = 0.436\,801\,095\,407\,458\,\text{s}^{-1}$  und  $u(a) = 0.001\,141\,232\,808\,895\,\text{s}^{-1}$ .  
Student: 12 FG, auf 1 sigma

#### 0,5A

$T = 1.818\,75\,\text{s}$  und  $u(T) = 0.025\,877\,458\,475\,339\,\text{s}$ .  
 $f = 0.549\,828\,178\,694\,158\,\text{s}^{-1}$  und  $u(f) = 0.007\,823\,041\,024\,181\,\text{s}^{-1}$ .  
 $A_0 = 0.891\,244\,481\,206\,147\,\text{m}$  und  $u(A_0) = 0.018\,701\,665\,906\,075\,\text{m}$ .  
 $a = 0.267\,687\,202\,893\,829\,\text{s}^{-1}$  und  $u(a) = 0.002\,555\,592\,333\,24\,\text{s}^{-1}$ .  
Student: 6 FG, auf 1 sigma

#### 0,75A

Mittelwert:  $T = 1.82\,\text{s}$  und  $u(T) = 0.044\,721\,359\,549\,996\,\text{s}$ .  
Mittelwert:  $f = 0.549\,450\,549\,450\,549\,\text{s}^{-1}$  und  $u(f) = 0.013\,501\,195\,371\,935\,\text{s}^{-1}$ .  
 $A_0 = 1.105\,274\,379\,441\,71\,\text{m}$  und  $u(A_0) = 0.003\,855\,449\,459\,945\,\text{m}$ .  
 $a = 0.445\,639\,253\,818\,205\,\text{s}^{-1}$  und  $u(a) = 0.000\,570\,284\,053\,541\,\text{s}^{-1}$ .  
Student: 3 FG, auf 1 sigma

### 4 Versuch zu erzwungenen Schwingungen

### 5 Versuch zu nichtlinearen Schwingungen

## Literatur

**Abb. ??** Das hier verwendete Bild stammt aus „Drehpendel\_Pohl\_Einführung.pdf“