

# Pendel2

Justus Weyers

2022-12-04

## Versuch 2

Der zweite Versuch läuft analog zum ersten Versuch. Allerdings werden statt nur einer Messreihe 5 verschiedene - jeweils mit einer anderen Fadenlänge - gemessen. Um die Pendellängen zu variieren wurde der Faden für kürzere Fadenlängen mit Klebeband am Zylinder stückchenweise festgeklebt. Für längere Pendellängen wurden weitere Stücke Angelschnur an das Pendel geknotet.

## Fehlerquellen

Die Fehlerquellen sind ebenfalls die selben wie beim ersten Versuch. Allerdings ist hierbei zu bemerken, dass die Reaktionszeit bei kürzeren Fadenlängen und daraus resultierenden kürzeren Periodendauern verhältnismäßig zunimmt. Auch von der Bahn abweichende Bewegungen nehmen bei kürzeren Pendellängen zu. Auch ist nicht untersucht, wie sich das zum kürzen der Schnur verwendete Klebeband bzw. Knoten im Faden auf das Pendelverhalten auswirken.

## Messungen

In die zu diesem Versuch gehörigen Werte wurden auch die Messwerte aus Versuch 1 integriert. Es wurde wieder so verfahren, dass pro Pendellänge fünf Messungen der Zeit für 10 Perioden gemessen und der Mittelwert berechnet wurde.

Die Messwerte sind die folgenden:

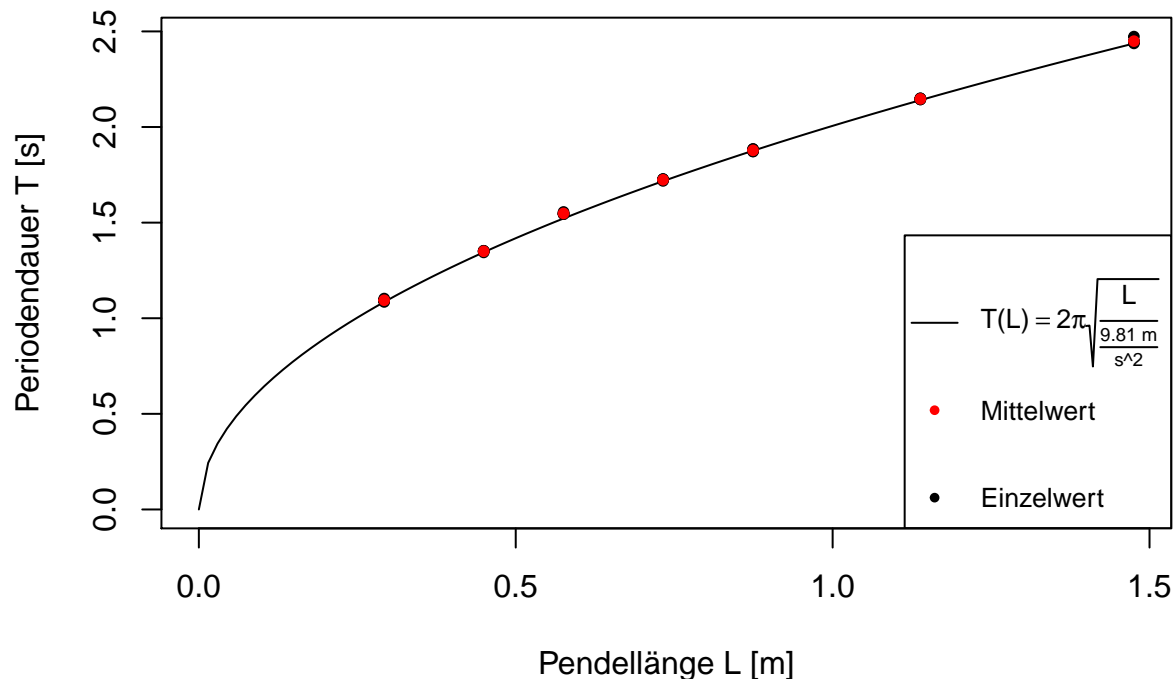
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 6	Versuch 7
L1:Oberes_Ende_in_cm	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
L2:UnteresEnde_in_cm	88.5000	74.3000	58.6000	46.0000	30.3000	114.9000	148.6000
L3:Zylinderhoehe_in_cm	5.8700	5.8700	5.8700	5.8700	5.8700	5.8700	5.8700
Pendellaenge_L	87.4435	73.2435	57.5435	44.9435	29.2435	113.8435	147.5435
Zeit_fuer_10- Perioden_1	18.7500	17.2200	15.4700	13.4400	10.8500	21.5000	24.3700
Zeit_fuer_10- Perioden_2	18.7200	17.2800	15.4400	13.5000	10.9700	21.4400	24.4400
Zeit_fuer_10- Perioden_3	18.8500	17.1800	15.5000	13.5000	10.9400	21.4400	24.4400
Zeit_fuer_10- Perioden_4	18.8500	17.2800	15.5600	13.5300	11.0300	21.5000	24.4700
Zeit_fuer_10- Perioden_5	18.7200	17.2500	15.4400	13.5300	10.9100	21.4700	24.7300

	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 6	Versuch 7
10- Perioden_Mittelwert	18.7800	17.2400	15.4800	13.5000	10.9400	21.4700	24.4900

## Auswertung

Damit sind die Werte für die Pendellänge sowie deren konstante Unsicherheit  $u_L = 0,00029m$ , siehe *Versuch 1* (Vergleich mit Formel), bekannt. Ebenso sind die Werte für die Periodendauer  $T$  bekannt, diese entsprechen einem Zehntel der Zeit für die gemessenen zehn Perioden, vergleiche (Formel ...). Die Unsicherheit für  $T$  ist auch aus Versuch 1 übernehmbar, diese beträgt  $u_T = 0,00029s$ .

Zur Veranschaulichung der Messwerte wird die Periodendauer  $T$  gegen die Pendellänge aufgetragen:



In diesem Diagramm sind die Fehlerbalken nicht sichtbar, was an der kleinen Fehlergröße liegt. Zur Validierung der Messwerte wurde die Funktion  $T(L) = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  mit dem Literaturwert der Erdbeschleunigung von  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$  eingezeichnet. Daran wird ersichtlich, dass die Messwerte alles in allem ganz gut sind. Mittels einer Linearisierung erfolgt die Berechnung von  $g$  für diesen Versuch. Bekannt ist, dass  $T^2 \propto 4\pi^2 \frac{L}{g}$ , vergleiche Formel (ref. ...). Daraus folgt eine Geradengleichung mit der Steigung  $a = \frac{4\pi^2}{g}$  und dem y-Achsenabschnitt  $y$ . Nach der Quadrierung der Messwerte für  $T$  kann eine lineare Regression durchgeführt werden. Eine Prüfung der Korrelation liefert einen Korrelationskoeffizient von 0,9998.

```
# Berechnung der linearisierten Funktionswerte
xlin=WerteT$Pendellaenge_L/100 # in m
ylin=(WerteT$`10-Perioden_Mittelwert`/10)**2 # in s
```

```
# Korellationskoeffizient
cor(x=xlin, y=ylin, method='pearson')
```

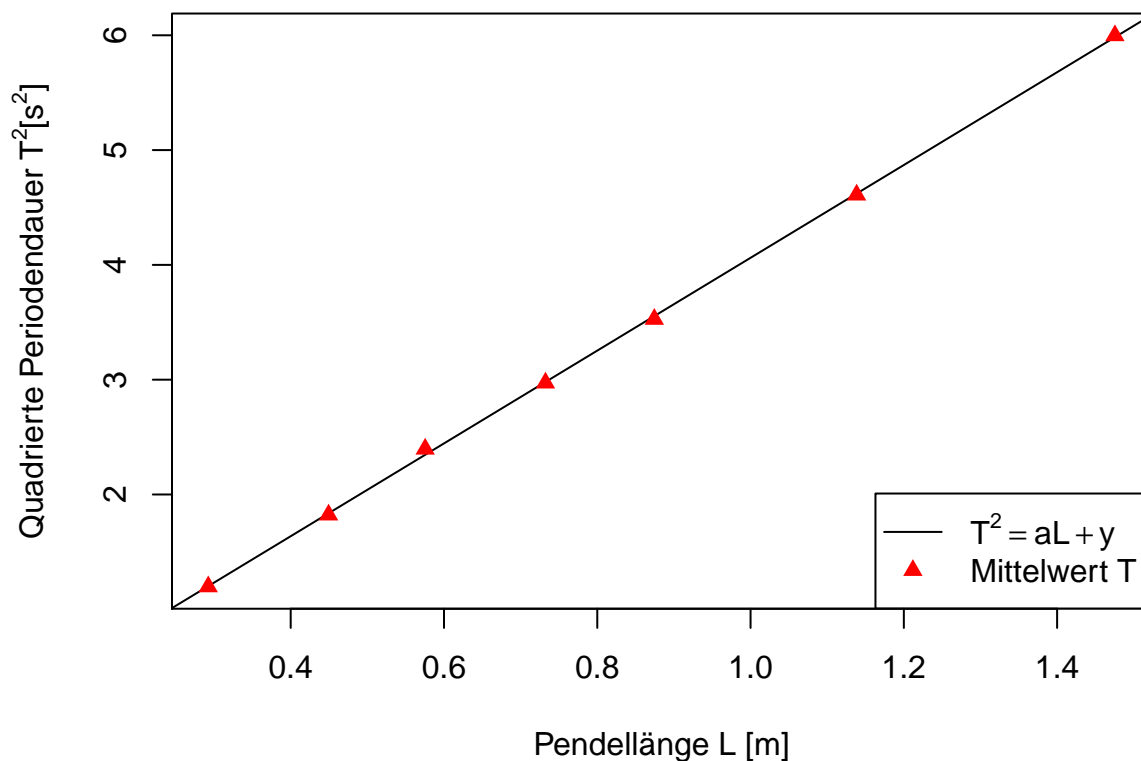
```
## [1] 0.9998811
```

Die lineare Regression erfolgt mittels QR-Faktorisierung.

```
lm(ylin~xlin)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = ylin ~ xlin)
##
## Coefficients:
## (Intercept)      xlin
##      0.01952      4.04209
```

Im folgenden Schaubild ist die Funktionsgerade der linearen Regression zusehen. Dabei ist die Steigung  $a = \frac{4\pi^2}{g} = 4,04209$  und der y-Achsenabschnitt  $y = 0,01952$ . Ebenfalls eingezeichnet sind die quadrierten Messwerten für die Periodendauer  $T$ .



Aus der Steigung  $a$  kann die Erdbeschleunigung  $g$  bestimmt werden:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{4\pi^2}{g} \\
 \Rightarrow g &= \frac{4\pi^2}{4,04209} \\
 &= 9,766832901879 \left[ \frac{m}{s^2} \right]
 \end{aligned}$$