

Voruch FA 1: Fehlerranalyse

Name: Georg Dietrich

Datum: 23.05.2002

Mitarbeiter: Nadine Rachel

Praktikumsgruppe: G59

Dozent: Maly

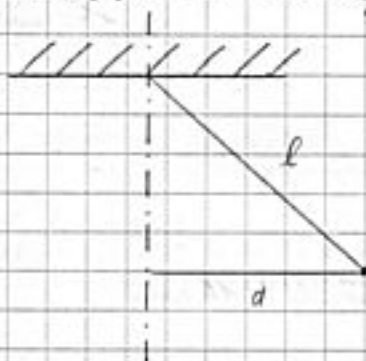
Aufgabe:

- Schwingungsdauer T eines Federpendels ist 80-200 mal einzeln zu messen
- Resultate sind hinsichtlich des arithmet. Mittels \bar{T} der Standardabweichung s_T und der Verteilungsfkt. von T zu analysieren.

① Berechnen von \bar{T} und s_T für 100 Messungen je Hand

② Nach der Messwertverteilung ist für die 50, 100 und 200 Messungen anhand einer Häufigkeitsverteilung und einer Darstellung der Summenkurve $S(x)$ auf Wahrscheinlichkeitspapier des Kolmogorow eine Gaußsche Glockenkurve zu skizzieren

Aufbau:



l ... Länge des Pendels $l \approx 2 \text{ m}$

a ... Auslenkung des Pendels $a \approx 0,15 \text{ m}$

Experiment:

Vorwuch:

- 10 Einzelmessungen der Schwingungsdauer T des Federpendels
- Erfassung der Messwerte durch den Rechner
- von diesen 10 Messungen werden mit dem GTR die Mittelwert \bar{T} und die Standardabweichung s_T berechnet

- Hauptversuch:
- Anzahl und Breite des Zeitintervalls für die Ermittlung der Häufigkeitsverteilung, anhand der Ergebnisse des Vorversuchs, (nach Absprache mit Betreuer) festlegen und in Protokoll eintragen
 - 200 mal die Schwingungsdauer T (von einem Student) stoppen und vom Anzeiger ablesen
 - bei den Zeitintervallen 25, 50, 100 Schwingungen (Perioden) sind Pausen einzuhalten, um Schwingungsebene und Amplituden zu kontrollieren und Messwerte per Hand zu erfassen.

Formeln: arithm. Mittel: $\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$

n ... Anzahl der Messungen

Standardabweichung: $s_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{(n-1)}}$

Periodendauer: $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$

- Geht:
- Pendel der Länge $l = 2720 \pm 10 \text{ mm}$
 - Rechner

Vorgabe:

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

① Vorwuch:

1/s	3,12	3,41	3,34	3,34	3,76	3,37	3,43	3,40	3,58	3,17
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

$$\text{Mittelwert: } \bar{T} = \frac{33,265}{10} = \underline{\underline{3,3265}}$$

$$\text{Standardabweichung des Einzelwertes: } \sigma_T = \sqrt{\frac{0,09564}{9}} = \underline{\underline{0,105225}}$$

$$\text{Standardabweichung des Mittelwerts: } \sigma_n = \frac{\sigma_T}{\sqrt{n}} = \underline{\underline{0,033275}}$$

② Intervalleinkerbung:

$$\text{Anzahl der Intervalle: } n \approx \sqrt{200} \approx \underline{\underline{14}}$$

$$\text{Anfangswert des 1. Intervalls: } T_0 = \bar{T} - 3\sigma_T = \underline{\underline{3,015}} \approx 3,005$$

$$\text{Intervallbreite } \Delta T: \Delta T = \frac{\sigma_T}{\sqrt{n}} = \frac{0,105225}{\sqrt{14}} = \underline{\underline{0,0285}}$$

→ Intervallbreite auf 0,045 gesetzt,
da Restwert 0,05 nicht abgefragt

③ Hauptversuch

Anzahl der Messp.	10	25	50	100	200
Mittelwert \bar{T}/s	3,27	3,28	3,29	3,28	3,29
Standardabweichung des Einzelwertes s/s	0,14	0,09	0,08	0,09	0,10
Standardabweichung des Mittelwertes s_n/s	0,043	0,019	0,012	0,009	0,007

Kategorie	Intervall	Anzahl $N=10$	Anzahl $N=25$	Anzahl $N=50$	Anzahl $N=100$	Anzahl $N=200$
1	3 - 3,04	0	0	0	0	0
2	3,04 - 3,08	1	1	1	1	2
3	3,08 - 3,12	0	0	0	2	4
4	3,12 - 3,16	0	0	1	4	8
5	3,16 - 3,20	0	1	2	9	17
6	3,20 - 3,24	1	3	7	12	21
7	3,24 - 3,28	1	8	13	21	40
8	3,28 - 3,32	2	3	8	19	37
9	3,32 - 3,36	1	4	9	12	24
10	3,36 - 3,40	3	3	6	12	26
11	3,40 - 3,44	0	1	1	3	7
12	3,44 - 3,48	0	0	1	3	8
13	3,48 - 3,52	0	0	0	0	1
14	3,52 - 3,56	0	0	0	0	1

Anzahl der Messwerte, die außerhalb des
Bereichseinführung liegen:

$N=10$	$N=25$	$N=50$	$N=100$	$N=200$
2	2	2	4	6

Linearisierung der Normalverteilung:

$(T_i - T_{exp})^2$ in μm^2

0,0001 - 1,69

0,0011 - 1,61

0,0022 - 2,12

0,0053 - 2,25

0,0076 - 2,04

0,0127 - 2,47

0,0162 - 3,35

0,0233 - 3,22

0,0280 - 3,22

0,0372 - 3,91

0,0430 - 5,30

Handwritten signature

J

Graph nach GIB: $y = -70,34x - 1,70$

$$\Delta m = m \cdot x + n$$

$$m = -\frac{1}{2\sigma^2}$$

$$\sigma = \sqrt{-\frac{1}{2m}} = \underline{\underline{0,08431 \text{ s}}}$$

5. Fallbeschleunigung ermitteln

mittler Schwingungsperiode: $\bar{T} = \frac{3,3265}{10} = 3,295$

systematische Fehler der Zeitmessung: $\Delta T = 0,01 \text{ s}$

Pendellänge: $l = 2,72 \text{ m}$

Fehler der Pendellänge: $\Delta l = 0,01 \text{ m}$

zufällige Fehler des mittleren Schwingungsperiode: 95% Vertrauensintervall

$$\Delta T = \frac{2 \cdot \sigma_T}{\sqrt{n}} = \frac{2 \cdot 0,103225}{\sqrt{200}} = 0,016885$$

Fallbeschleunigung: $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot l}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 2,72 \text{ m}}{(3,3265)^2} = \underline{\underline{9,921 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

Fehler der Fallbeschleunigung: $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta T}{T}$

$$\Delta g = g \left[\frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta T}{T} \right] = 0,1225 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta g = g \left[\frac{0,01 \text{ m}}{2,72 \text{ m}} + 2 \frac{0,015 + 0,016885}{3,295} \right]$$

absoluter Fehler: $\Delta g = 0,1225 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

relativer Fehler: $\frac{\Delta g}{g} = 0,01225 \approx 1,225\%$

Ergebnis: $g = (9,921 \pm 0,1225) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$