INHALTSVERZEICHNIS

Nr.	Datum	Art der Arbeit	Zensur

Gliederung

1. Fragen zur Vorbereitung
2. Messprotokoll
   (Zufällige und systemat. Fehler)
3. Messprotokoll
   (Fehlerfortpflanzung)

Fehlerzeichen:

A = Ausdruck
Bz = Beziehung
F = Form
f = falsch
G = Grammatik
L = lexikalischer Fehler (falsches Wort)
R = Rechtschreibung
r = richtig
St = Stellung
T = Text
Z = Zeichensetzung
⌐ = fehlendes Wort
ʃ = ein Wort zuviel
⟩ = sachlich falsch

Versuch MES

13. 06. 2020

1. Fragen zur Vorbereitung

1. Diskutieren Sie die verschiedenen Fehlerarten!

Es gibt drei Fehlerarten: Systematische Fehler, Grobe Fehler und zufällige Fehler.

Systematische Fehler:

Diese haben ihre Ursache im Messgerät oder Messverfahren und sind deswegen reproduzierbar. Diese können nochmals in Korrigierbare systematische Fehler und systematische Restfehler unterteilt werden.
Ersteres Kann korrigiert weden. Letzteres widerum ist ein nicht Korrigierbaer Restfehler der immer vorhanden ist. Siehe genauer!

Grobe Fehler:

Diese haben ihre Ursache beim Messen (Ablesefehler), bzw. beim Notieren der Messwerte. Auch ein Versagen des Messgerätes oder nichtbeachten von äußeren Störgrößen, Können zu diesem Fehler führen. Aber Grobe Fehler sind grundsätzlich vermeidbar. wie? wie finden?

Zufällige Fehler:

Diese gibt es in jedem Experiment und sind meist auf Umwelteinflüssen rückführbar. Es ?
treten mit gleicher Wahrscheinlichkeit positive und negative Abweichungen auf. Sie sind in erster Linie beeinfluss- und erfassbar, aber durch

statistische Gesetze bestimmbar.

Bezogen auf den Versuch MES sind systematische Fehler, bspw. Reaktionszeit des Beobachters und Eichfehler der Stoppuhr, bzw. des Messschiebers. Grobe Fehler können, bspw. das notieren falscher Messwerte oder ein Versagen der Stoppuhr / des Messschiebers sein. Auch Ablesefehler der Stoppuhr / des Messchiebers auf Grund von verschiedenen (Blick-) Winkel der Auswerteperson, kann eine Ursache von Groben Fehlern sein.

?

Zufällige Fehler haben ihren Grund in nicht erfassbaren Umwelteinflüssen.

2. Was ist die Jeweilige Bedeutung von σ und s aus dem Kapitel über Fehlerrechnung ? Wovon hängen die beiden ab und wie können sie jeweils verbessert werden? Was ist aber unabhängig davon oft der entscheidende Einfluß auf den Fehler einer Messgröße?

σ^2 ist die Varianz, ein Maß für die Streuung der Messwerte um das arithmetische Mittel. σ ist die Standartabweichung der Einzelmessung vom arithmetischen Mittel. σ hängt von dem Abstandsquadrat zum arithmetischen Mittel und der relativen Häufigkeit des Messwertes ab. Verbessert wird σ durch eine reduzierung des zufälligen Fehlers, bzw. durch eine genauere Messmethode (Minimierung der Streuung der Messwerte um den Mittelwert). σ wird aber nicht durch mehere Messungen reduziert. ✓

s ist die Standartabweichung des Mittelwert.
Abhängig ist s von der Standartabweichung der Einzelmessung (σ) und der Anzahl der Messungen (unter der Wurzel). Verbessert wird s nur durch mehr Messungen (wächst aber nur langsam, da die Anzahl der Messungen unter der Wurzel steht), bzw. durch eine Verbesserung von σ (genauere Messungen)
Unabhängig von s und σ, nimmt nur noch der systematische Restfehler Einfluss auf das Messergebnis (vgl. Messunsicherheit)

wie jeweils Sprechen?

3. Machen Sie sich mit der Gauß-Verteilung vertraut:
(a) Bestimmen sie A, so dass Gl. (4) gilt. Berechnen Sie Mittelwert und Varianz der Gauß-Verteilung nach Gln. (5) und (6).

$$\int_{-\infty}^{\infty} g(x)\, dx \overset{!}{=} 1$$

$$A \cdot \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\lambda^2}}\, dx = 1$$

Quelle?

$$A \cdot \sqrt{2\pi}\,\lambda = 1$$

$$\Rightarrow \quad A \overset{!}{=} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\lambda}$$

Die Normierungskonstante A lautet: $A = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\lambda}$

$$\overline{x}_v = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot g(x)\, dx$$

$$\overline{x}_v = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\lambda} \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\lambda^2}}\, dx$$

Quelle?

$$\overline{x}_v = (\sqrt{2\pi}\,\lambda)^{-1} \cdot \sqrt{2\pi}\,\lambda\,\mu$$

$$\overline{x}_v = \mu$$

Der Mittelwert $\bar{x}_v$ ist μ.

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 g(x)\, dx$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\lambda} \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\lambda^2}}\, dx$$

$$\sigma^2 = (\sqrt{2\pi}\lambda)^{-1} \cdot \sqrt{2\pi}\lambda^3$$

$$\sigma^2 = \lambda^2$$

Die Varianz σ^2 ist λ^2

Die Gauß-Verteilung kann dann auch wie folgt geschrieben werden: $g(x) = (\sqrt{2\pi}\sigma)^{-1} \exp\left(-\frac{(x-\bar{x}_v)^2}{2\sigma^2}\right)$

(b) Bestimmen Sie das Verhalten für $x \to \pm\infty$, Symmetrie, Maximum und Wendepunkte.

$$\lim_{x\to-\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} = 0$$

$$\lim_{x\to\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} = 0$$

$$g'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \left(-\frac{(x-\bar{x})}{\sigma^2}\right) \cdot g(x)$$

$$g'(x) \overset{!}{=} 0 \Rightarrow x_1 = \bar{x} \quad (\text{VZW: } +/- \Rightarrow \text{HOP})$$

$$g''(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \left(\frac{(x-\bar{x})^2 - \sigma^2}{\sigma^4}\right) g(x)$$

$$g''(x) \overset{!}{=} 0 \Rightarrow (x-\bar{x})^2 - \sigma^2 \overset{!}{=} 0$$

$$\Rightarrow x_1 = \bar{x} - \sigma$$

$$x_2 = \bar{x} + \sigma$$

$$g(x+\bar{x}) = g(-x+\bar{x}) \quad (\text{Verschiebung des HOP auf y-Achse})$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{\frac{-(x+\bar{x}-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{\frac{-(-x+\bar{x}-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad \Big| : \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\sigma$$

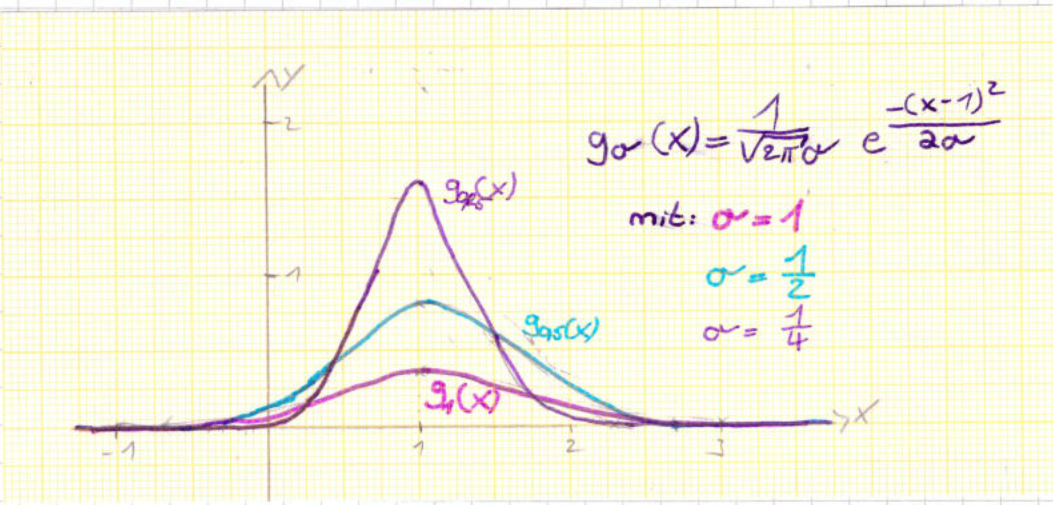
$$e^{\frac{-(x)^2}{2\sigma^2}} = e^{\frac{-(-x)^2}{2\sigma^2}}$$

$$e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}} = e^{\frac{-x^2}{2\sigma}} \checkmark$$

Die Gaußverteilung nähert sich im Unendlichen der x-Achse an, hat ein Maximum bei $x = \bar{x}$ und 2 Wendepunkte bei $x_1 = \bar{x} - \sigma$ und $x_2 = \bar{x} + \sigma$. Außerdem ist $g(x)$ symmetrisch bezüglich eines Lotes durch das Maximum.

(c) Geben Sie nun die endgültige Form der Gauß-Verteilung an. Zeichnen Sie für $\sigma = 1, \frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ mit jeweils festem $\bar{x} = 1$ ins gleiche Diagramm.

$$g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{\frac{-(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$



4. Zeigen Sie mit Hilfe der Symmetrie der Gauß-Verteilung, dass Gl. (11) gilt. Bestimmen Sie nun die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass ein Messwert innerhalb von $\bar{x} \pm k\sigma$ liegt, für $k = 1, 2, 3$ und 4. Wie viele Messwerte bräuchten Sie also etwa, um im Mittel einen Wert außerhalb des jeweiligen Intervalls zu finden?

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-z}^{z} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Das Integral $\int_{-z}^{z}$ beschreibt das Intervall $[\bar{x}-z; \bar{x}+z]$

Ein bestimmtes Integral kann in 2 andere geteilt werden.

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(\int_{-z}^{0} e^{-\frac{t^2}{2}} dt + \int_{0}^{z} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right)$$

Die beiden Integrale sind betragsmäßig gleich (symmetrisch zur Null), deswegen können diese addiert werden: (Gauß-Verteilung ist zu $\bar{x}$ symm., von Oetker)

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(\int_{-z}^{0} e^{-\frac{t^2}{2}} dt + \int_{0}^{z} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{z} dt\, e^{-\frac{t^2}{2}}$$

Im nächsten Schritt wird das Integral nach Gl. Gl. 10 aufgeteilt und die Gauß'sche - Fehlerfunktion eingesetzt.

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{z} dt\, e^{-\frac{t^2}{2}} = 2\Phi(z) - 1 = P(z)$$

Die Wkt, dass der Messwert innerhalb $\bar{x} \pm k\sigma$ liegt, ist für:

$k = 1$:

$$P(\sigma) = 2\Phi(\sigma) - 1$$

$\approx 0,683$ (Wkt, das dieser im Intervall liegt)

$$\bar{P}(\sigma) = 1 - P(\sigma)$$

$$\approx 0,317$$

$\frac{1}{\bar{P}(\sigma)} \approx 3,15$ => Jeder 3. liegt nicht im Intervall

$k = 2$

$$P(2\sigma) \approx 0,954$$

$$\bar{P}(2\sigma) \approx 0,046$$

$[\bar{P}(2\sigma)]^{-1} \approx 21,74$ => Jeder 22. Wert liegt nicht in I

$k = 3$

$P(3\sigma) \approx 0,997$ [3]

$$\bar{P}(3\sigma) \approx 0,003$$

$[\bar{P}(3\sigma)]^{-1} \approx 333,33$ => Jeder 333 Wert liegt nicht in I

$k=4$:

$P(4\sigma) \approx 0{,}99994$

$\bar{P}(4\sigma) \approx 0{,}00006$

$[\bar{P}(4\sigma)]^{-1} \approx 16{,}666{,}67$ => Jeder 16667 Wert liegt nicht im Intervall

5. Machen Sie sich mit der Darstellungsform "Ergebnis = Messwert ± Messunsicherheit" vertraut und geben Sie einige Beispiele. Wieviele Stellen sind dabei sinnvoll?

Bei geringen Werten (10-20) rundet man häufig nur auf eine NachKommastelle (da die Genauigkeit des Fehlers nur bei etwa 20% liegt). Der Messwert wird nicht genauer, als die Messunsicherheit angegeben. Das Ergebnis ist so anzugeben, dass sich der Fehler noch nicht auswirkt und die ein/zwei Stellen die durch die Fehlerrechnung unsicher sind.

Bsp:

$s = (7{,}01 \pm 0{,}05)\,m$

$I = (370 \pm 60)\,mA$

$t = (14{,}2 \pm 0{,}1)\,s$

$m = (15{,}4 \pm 0{,}6)\,kg$

6. Wie breit wählt man sinnvollerweise die Klassen eines Histgramms und warum?

Als Faustregel kann man sich merken, die Breite im ersten Schritt auf: $\Delta x = \frac{1}{5\log(n)}(x_{max} - x_{min})$ zu setzen. „n" beschreibt hier die Anzahl der Messwerte, und x_{max}/x_{min} jeweils den größten/kleinsten Wert. Im nächsten Schritt kann diese Breite nochmals feinjustiert werden, um folgende

Probleme etwa zu vermeiden.
Wählt man nämlich die Intervall breite (Δx) zu breit, gehen statistischen Informationen verloren. Wählt man hingegen das Intervall zu schmal, werden die Schwankungen durch die geringen Häufigkeiten zu groß.
Am Ende ist es wichtig die goldene Mitte zwischen beiden zu treffen.

2. Messprotokoll (Zufälliger und systematischer Fehler)

2.1 Allgemeines

Ort: Universität Bayreuth B11 (Dachgeschoss)

Datum: 13. 06. 2020

Messperson: Anna-Maria Pleyer

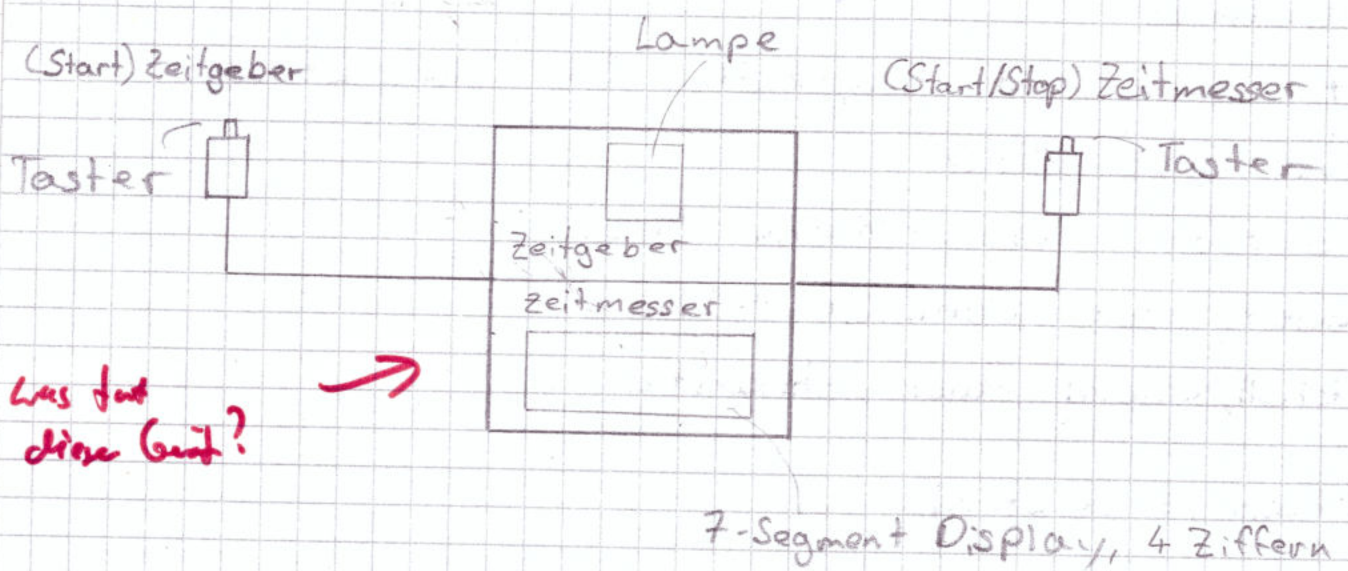
Auswertperson: Dominik Müller

Protokollperson: Paul Schwanitz

✓

2.2 Versuch: Zufälliger und systematischer Fehler

~~8~~ Versuchsaufbau:



Was tut dieses Gerät?

Gerät:

~~&~~ Gerätenummer: 6

Zeitmesser:

Zeitauflösung:	0,01 s
Interne Genauigkeit:	0,001 s
~~/~~ Ablesefehler:	0,005 s

✓

Exakte Aufleuchtdauer (elektronisch gemessen)

Messung Nr.	Zeit t_e [s]
1	05,82
2	05,82
3	05,82
4	05,82
5	05,82

fälsch!

$\Rightarrow \bar{t}_e = 5{,}82\,s$

2.3 Versuchsdurchführung:

- Zeitgeber ist auf 6s eingestellt

a) ohne Reaktionszeit

- Dominik M. betätigt den Taster des Zeitgebers (verdekt)
- Anna-Maria P. betätigt den Taster des Zeitmesser, sobald die Lampe des Zeitgebers leuchtet und betätigt diesen erneut, sobald diese erlischt.
- Da die Reaktonszeit der Messperson beim Starten, sowie beim Stoppen einfluss hat und beide male circa ~~die~~ den gleichen Wert hat kann diese Vernachlässigt werden.
- ~~Der~~ Die Messung wird 60 mal durchgeführt.
- Gemessen werden soll die Aufleuchtdauer der Lampe.

Messwerte:

verbote!!

Messung Nr.	Zeit t_r [s]	Messung Nr.	Zeit t_r [s]	Messung Nr.	Zeit t_r [s]
1	05,81	21	05,81	41	05,78
2	05,71	22	05,83	42	05,79
3	05,70	23	05,72	43	05,85
4	05,80	24	05,83	44	05,78
5	05,35	25	05,82	45	05,87
6	05,81	26	05,74	46	05,82
7	05,75	27	05,86	47	05,86
8	05,82	28	05,74	~~48~~	~~04,56~~ (Auslöser zu früh betätigt)
9	05,68	29	05,85	49	05,81
10	05,84	30	05,80	50	05,92
11	05,74	31	05,82	51	05,83
12	05,79	32	05,83	52	05,88
13	05,82	33	05,75	53	05,77
14	05,86	34	05,80	54	05,89
15	05,79	35	05,79	55	05,80
16	05,78	36	05,62	56	05,80
17	05,79	37	05,77	57	05,77
18	05,77	38	05,84	58	05,77
19	05,67	39	05,78	59	05,78
20	05,70	40	05,84	60	05,91
				61	05,85

2.4 Auswertung / Statistik (ohne Reaktionszeit)

Histogramm

Die Anzahl der Klassen wurde durch die Gleichung: $N = 5\log(n)$ bestimmt. Hierbei steht N für die Anzahl der Klassen, und n für die Anzahl der Messwerte.

Bei 60 Messungen ergeben sich (gerundet) 9 Klassen.

$$N = 5 \cdot \log(60)$$
$$\approx 8{,}89 \approx 9$$

Für die Breite wurde die Gleichung $\frac{1}{N} \cdot (t_{max} - t_{min})$ verwendet, welche die Differenz der größten zum kleinsten in gleichgroße Intervalle teilt.

Bei einer Differenz von $(05{,}92 - 05{,}35)s = 0{,}57s$ und 9 Klassen eine Breite von $0{,}06s$ (gerundet).

$$\Delta x_i = \frac{1}{9} \cdot (5{,}92 - 5{,}35)s$$
$$= 0{,}06\overline{3}s \approx 0{,}06s$$

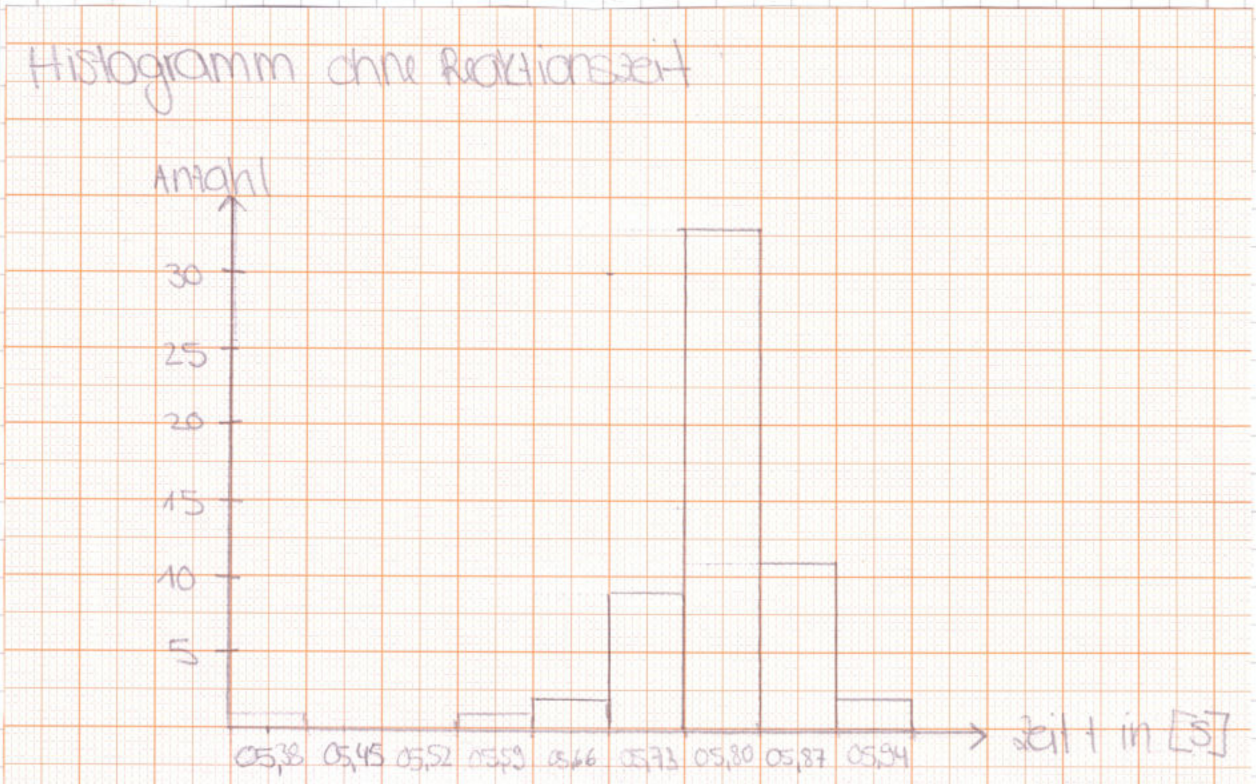


Abb. 1: Histogramm, für t_r (ohne Reaktionszeit)

Wertetabelle?

$\bar{t}_r$ wird mit $\bar{t}_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{60} t_{ri}$ berechnet.

$\bar{t}_r$ ist also 5,79 s.

σ_r wird mit $\left(\frac{\sum_{i=1}^{60} (t_{ri} - \bar{t}_r)}{n-1} \right)^{\frac{1}{2}}$ berechnet. Zu ungenau!!

σ_r ist 0,08 s.

s_R wird mit $s_R = \frac{\sigma_r}{\sqrt{n}}$ berechnet

s_R ist 0,08 s.

Überprüfung des Messwertes von t_{r5} nach dem Kriterium von Chauventsche.

Bei 60 Messungen liegt Δx_{ch} bei $2{,}60 \sigma_r$

$\Delta x_{ch} = 0{,}208 s$

Alle Werte mit einem Abstand von mehr als 0,208 s können aussortiert werden.

$|\bar{t}_r - t_{r5}| = |5{,}79 s - 5{,}35 s| = 0{,}44 > \Delta x_{ch}$ (grober Fehler)

$\Rightarrow t_{r5}$ wird im folgenden nicht mehr betrachtet und in die Rechnung miteinbezogen.

$\Rightarrow \bar{x}_r, \sigma_r, s_R$ müssen neu berechnet werden.

$\bar{x}_r \approx 5{,}80 s$

$\sigma_r \approx 0{,}06 s$ s.o. Zu ungenau!

$s_R \approx 0{,}06 s$

Die Messunsicherheit u lässt sich mit $\sqrt{s_r^2 + s^2}$ berechnen, wobei s_R die Standartabweichung vom Mittelwert und s_r den systematischen Restfehler beschreiben.

Für s_r folgt: $s_r = 10^{-3} s$ (Intervallgenauigkeit des Zeitmessers)

Somit folgt für u:

$$u = \sqrt{S_r^2 + S_R^2}$$

$$= \sqrt{(10^{-3}s)^2 + (0{,}08s)^2}$$ oder statt 0,06s?

$$\approx 0{,}08s$$

Somit folgt für das Endergebnis:

$$t_r = \overline{t_r} \pm u$$

$$t_r = 5{,}79s \pm 0{,}08s$$? Genauigkeit unklar!

Die wahre Zeit t_w liegt in dem angegebenen Endergebnis. Der exakte Wert (t_w = 5,82s) wird nicht direkt erreicht, da durch den Zufälligen Fehler, ein nicht korrigierbarer Fehler einfließt. Diese ist begründet, dass die Messperson (Anna-Maria V.) durch Umwelteinflüsse eine leicht veränderte Reaktionszeit hat.

Erweitertes Histogramm: das ist ein anderes als oben?

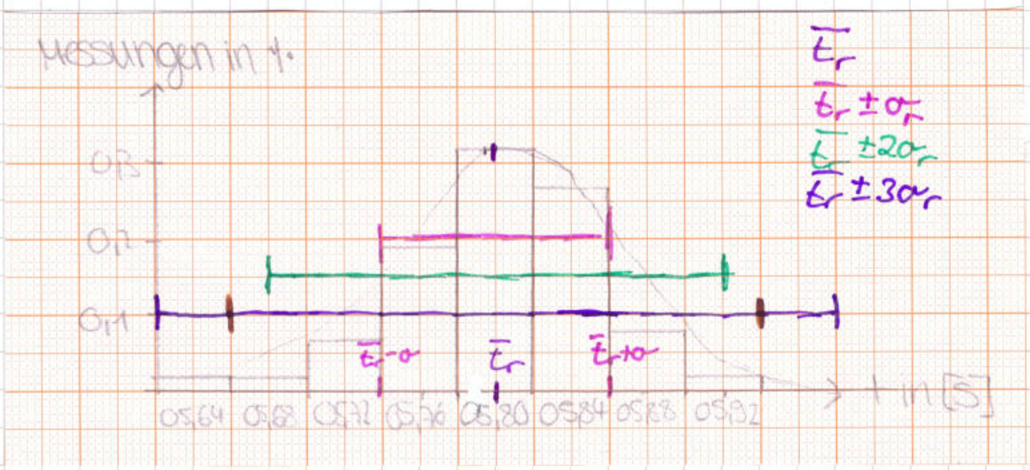


Abb. 2: Erweitertes Histogramm für t_r, mit Gaußverteilung

$P_1(\sigma) = 76{,}7\%$
$P_2(2\sigma) = 95{,}0\%$
$P_3(3\sigma) = 100\%$

da die Werte zu 68,3% (σ); 95,4% (2σ); 99,7% (3σ), liegen ist die Verteilung Gauß-verteilt. Histogramm?

Reduzierte Messreihe:

Messungs Nr	Zeit t_r^* [s]	Messungs Nr	Zeit t_r^* [s]
4	5,80	36	5,62
8	5,82	40	5,84
12	5,79	44	5,78
16	5,78	49	5,81
20	5,70	53	5,77
24	5,83	57	5,77
28	5,74	61	5,85
32	5,83		

15 Messungen

Für $\bar{t}_r^*$, σ_r^* und $s_{\bar{x}}^*$ folgt.

$\bar{t}_r^* = 5,78\,s$

$\sigma_r^* = 0,06\,s$

$s_{\bar{x}}^* = 0,06\,s$

Gerundet!

wieso?

Erwartet wurde, dass σ^* und s^* größer werden.
σ^*, da der Mittelwert abweicht und s^*, da weniger Messungen gemacht wurden.

Aber σ^* und $s_{\bar{x}}^*$ sind gleich geblieben

Bitte genauer!

2.3. Versuchsdurchführung

b) mit Reaktionszeit

Versuchsdurchführung:

- Zeitgeber auf 6s eingestellt
- Dominik M. betätigt den Taster des Zeitgebers. ~~Das Gerät~~ Die Lampe leuchtet auf und der Zeitmesser wird automatisch gestartet.
- Sobald die Lampe erlischt betätigt Anna-Maria P. den Taster ~~der Stop~~ des Zeitmessers um die Messung zu stoppen.
- Da die Reaktionszeit nur beim stoppen einen Einfluss hat, wird sie sich ~~indem Da~~ auf die Daten auswirken.
- Die Messung wird 60 mal durchgeführt.
- Gemessen werden soll die Aufleuchtdauer der Lampe.

✓

Messwerte:

Messung Nr.	Zeit t_0 [s]
1	06,00
2	06,01
3	06,05
4	06,06
5	06,02
6	06,02
7	06,10
8	06,04
9	06,06
10	06,01
11	06,06
12	06,15
13	06,01
14	06,02
15	06,15
(Grober-Fehler) ~~16~~	~~00,32~~
17	06,05
18	06,08
19	06,01
20	06,01

Messung Nr.	Zeit t_0 [s]
21	06,16
22	06,05
23	05,99
24	06,01
25	06,17
26	06,01
27	06,03
28	06,03
29	06,06
30	06,02
31	06,10
32	06,02
33	06,02
34	06,07
35	06,04
36	06,04
~~37~~	~~06,52~~ (Grober-Fehler)
38	06,01
39	06,11
40	06,03

Messung Nr.	Zeit t_0 [s]
41	06,03
42	06,04
43	06,01
44	06,00
45	06,15
46	06,00
47	06,00
48	06,03
49	06,01
50	06,06
51	06,08
52	06,00
53	06,04
54	06,04
55	06,01
56	06,07
57	06,04
58	06,09
59	06,00
60	06,02
61	06,04
62	06,02

2.4 Auswertung / Statistik (mit Reaktionszeit)

Histogramm

Die Anzahl der Klassen wurde durch die Gleichung: $N = 5\log(n)$ bestimmt. Wie im Versuch ohne Reaktionszeit steht N für die Anzahl der Klassen und n für die Anzahl der Messungen.

Bei 60 Messungen ergeben sich wieder 9 Klassen mit einer Breite von $\Delta t_0 = 0{,}02\,s$

$$\Delta t_0 = \frac{1}{N} \cdot (t_{max} - t_{min})$$

$$= \frac{1}{9} \cdot (6{,}17\,s - 5{,}99\,s)$$

$$\approx 0{,}02\,s$$

S.O.

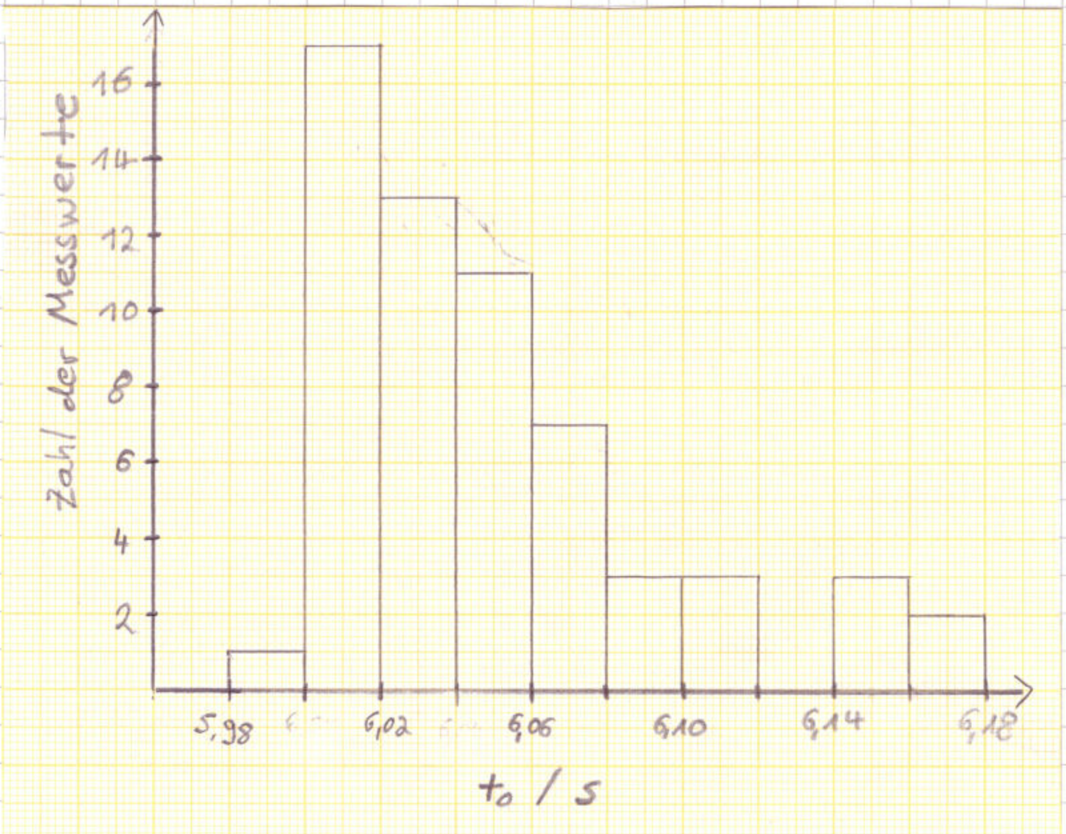


Abb. 3: Histogramm für t_0 (mit Reaktionszeit)

$\bar{t}_0$ wird mit $\bar{t}_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_{0i}$ berechnet.

für $\bar{t}_0$ folgt:

$\sum$

$$\bar{t}_0 = 6{,}04\,s$$

σ_0 wird mit $\sigma_0 = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(t_{0i} - \bar{t}_0)}{n-1}\right)^{\frac{1}{2}}$ berechnet. S.O.

$$\sigma_0 \approx 0{,}04\,s \leftarrow$$

s_0 wird mit $s_0 = \left(\frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}\right)$ berechnet

$$s_0 \approx 0{,}04\,s \leftarrow$$

Die Messunsicherheit u lässt sich mit $u = \sqrt{s_0^2 + s_r^2}$ berechnen. s_r ist wiederum der systematischer Restfehler uns s_0 die Standartabweichung vom Mittelwert.
s_r ist wieder $10^{-3}\,s$
Somit folgt für u

$$u = \sqrt{s_0^2 + s_r^2}$$

$$= \sqrt{(0{,}04s)^2 + (0{,}001s)^2}$$

$$\approx 0{,}04\,s$$

Somit folgt für das Endergebnis:

$$t_0 = \bar{t}_0 \pm u$$

$$t_0 = 6{,}04\,s \pm 0{,}04\,s \leftarrow$$ s.o.

Mit Vergleich von der Messreihe ohne Reaktionszeit fällt auf, dass dieses Ergebnis genauer, also der Fehler geringer ist.
Die persönliche Reaktionszeit kann bestimmt werden, indem von dem Endergebnis die tatsächliche Zeit t_u

abgezogen wird.

$$t_{Reaktion} = t_0 - t_w$$

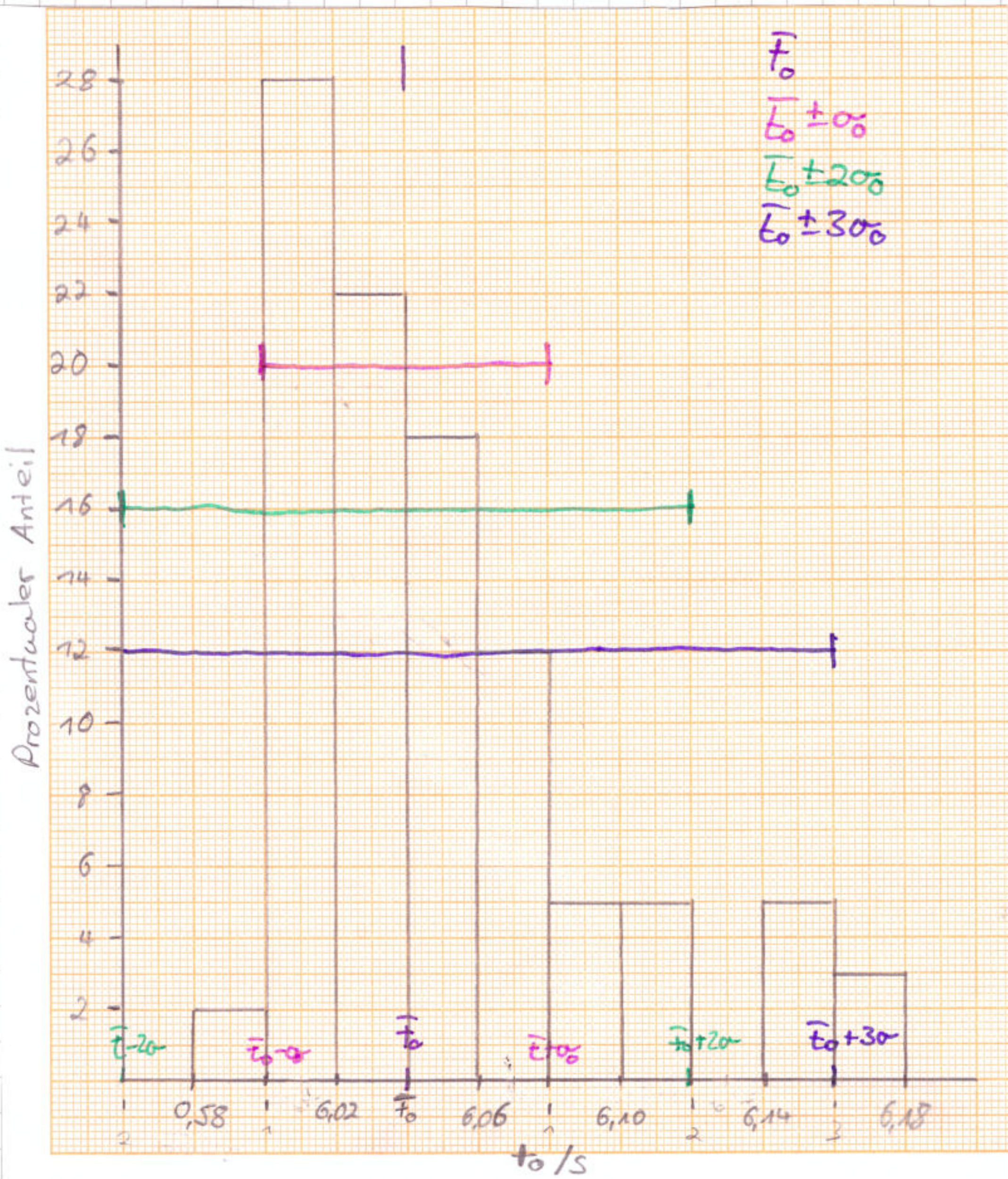
Jesse: $t_2 - t_1$! warum?

$$= 6{,}04 \pm 0{,}04\,s - 5{,}82\,s$$

$$= (0{,}22 \pm 0{,}04)\,s$$

Diskussion?

Erweitertes Histogramm:



$P(\sigma_0) \approx 83{,}3\,\%$

$P(2\sigma_0) \approx 91{,}7\,\%$

$P(3\sigma_0) \approx 98{,}3\,\%$

da nur $P(\sigma)$ zur Wkt der Gaußverteilung passt, ist die Messwerteverteilung nicht Gauß verteilt.

Reduziert Messreihe:

Messung Nr.	Zeit t_0^* [s]
4	6,06
8	6,04
12	6,15
17	6,05
21	6,16
25	6,17
29	6,06
33	6,02

Messung Nr.	Zeit t_0^* [s]
38	6,01
42	6,04
46	6,00
50	6,06
54	6,04
58	6,09
62	6,02

Für $\bar{t}_0^*$, σ_0^*, s_0^* folgt

$$\bar{t}_0^* = 6{,}06\,s$$

$$\sigma_0^* = 0{,}05\,s$$

$$s_0^* = 0{,}05\,s$$

Man erwartet wie bei dem Versuch ohne Reaktionszeit, dass σ^* und s^* ansteigen.

Dies ist bei dieser Messreihe passiert. σ_0^* und s_0^* ist im Vergleich zu σ_0 und s_0 um 0,01 s gestiegen.

2.5 Fazit

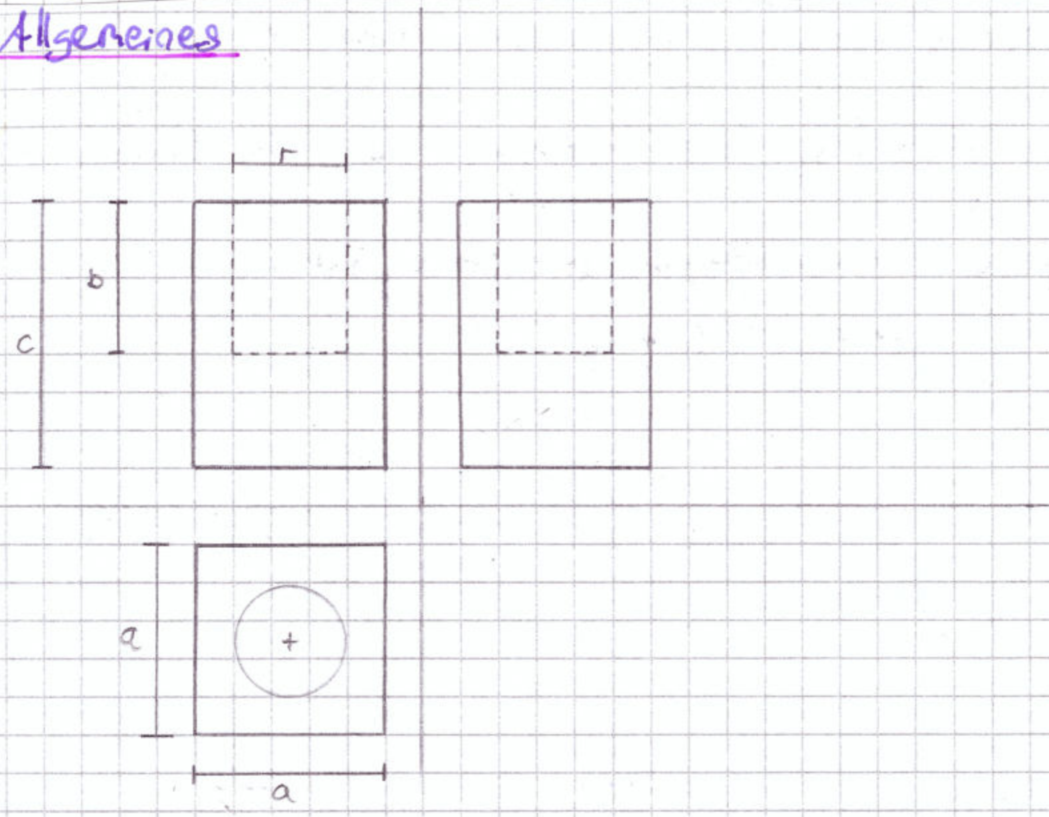
Bei dem Vergleichen der Reaktionszeiten der „2s-" und „6s-" Gruppen fällt auf, dass die Zeiten der „2s"-Gruppen (t_{Reak}: (0,176 s ± 0,007 s); (0,188 s ± 0,013 s)) geringer ist als die der „6s"-Gruppen (t_{Reak}: (0,22 ± 0,04) s; (0,206 s ± ??)).

Dies kann darauf rückgeführt werden, dass vllt. sich die Messpersonen der 2s Gruppen eher darauf eingestellt haben und ihren Körper dafür sensibilisiert haben.

Aber es kann keine allgemeingültige Aussage getroffen werden, da zu wenige Messwerten vorhanden sind.

3. Messprotokoll (Fehlerfortpflanzung)

3.1 Allgemeines



- Die ~~di~~ Dimensionen, sowie das Gewicht des in der oben dargestellten 3-Seitenansicht des Körpers sollen mit einer Waage und Messschieber ermittelt werden, um die Dichte des Materials zu bestimmen.
- Verwendete Messgeräte:

Einarmige Balkenwaage

Inventar Nr.: 29207 Ablesefehler: ~~0,05g~~ ~~0,0005~~ 0,005g

Restfehler: 0,01 g

Messschieber

Seriennummer: 1026917

Restfehler: $0{,}05\,mm + 1\cdot10^{-4}\,\ell$

Ablesefehler: 0,025 mm

3.2 Versuchsdurchführung

Messwerte:

Messung durch Messperson: Anna-Maria Pleyer

$a = 24{,}9\,mm$, $b = 12{,}7\,mm$, $c = 32{,}9\,mm$, $r = 15{,}0\,mm$

Masse: ~~m = 170,40 g~~ (grober Fehler)

$m = 152{,}4\,g$

3.3 Volumen des Körpers:

3.3.1 Volumenberechnung:

$$\bar{V} = \underbrace{\bar{a}^2 \cdot \bar{c}}_{\text{Volumen Quader}} - \underbrace{\pi \frac{\bar{r}^2}{4} \bar{b}}_{\text{Volumen Zylinder}}$$

mit $a = 24{,}9\,m$; $b = 12{,}7\,m$; $c = 32{,}9\,m$; $r = 15{,}0\,mm$

$\bar{V} = 16154{,}05\,mm^3$

3.3.2 Fehlerfortpflanzung

$$s_v = \sqrt{(2\bar{a}\bar{c}\, s_a + (a^2 s_c)^2 + (\frac{\pi}{2}\bar{r}\bar{b}\, s_r)^2 + (\pi \frac{\bar{r}^2}{4} s_b)^2}$$

$$s_a = \sqrt{(0{,}025mm)^2 + (0{,}05mm + 24{,}9 \cdot 10^{-4} mm)^2} = 0{,}06mm$$

$$s_b = \sqrt{(0{,}025mm)^2 + (0{,}05mm + 12{,}7 \cdot 10^{-4} mm)^2} = 0{,}06mm$$

$$s_c = \sqrt{(0{,}025mm)^2 + (0{,}05mm + 32{,}9 \cdot 10^{-4} mm)^2} = 0{,}06mm$$

$$s_r = \sqrt{(0{,}025mm)^2 + (0{,}05mm + 15{,}0 \cdot 10^{-4} mm)^2} = 0{,}06mm$$

Angabe

$s_v = 107{,}16\,mm^3 \Rightarrow V = 18154{,}05mm^3 \pm 107{,}16mm^3$

5 Stellen!

[generell Fehler einer Messgröße: $s_x = \sqrt{s_r^2 + \Delta l^2}$]

rest Fehler   Ablesefehler

3.3 Dichte des Körpers

3.3.1 Dichte Bestimmung

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$= \frac{152{,}4\,g}{18154{,}05\,mm^3}$$

~~[illegible]!~~

$$= 8{,}39 \cdot 10^{-3}\,\frac{g}{mm^3}$$ ✓

3.3.2 Fehlerfortpflanzung

$$s_m = \sqrt{(0{,}01\,g)^2 + (0{,}005\,g)^2}$$

$$= 0{,}01\,g$$

$$s_\rho = \sqrt{\left(\frac{s_m}{V}\right)^2 + \left(\frac{m\,s_V}{V^2}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0{,}01\,g}{18154{,}05\,mm^3}\right)^2 + \left(\frac{152{,}4\,g \cdot 107{,}10\,mm^3}{(18154{,}05\,mm^3)^2}\right)^2}$$

$$= 4{,}96 \cdot 10^{-5}\,\frac{g}{mm^3}$$

Sitt richtige Größenordnung

$$\Rightarrow \rho = 8{,}39 \cdot 10^{-3}\,\frac{g}{mm^3} \pm 4{,}96 \cdot 10^{-5}\,\frac{g}{mm^3}$$

3.3.3 Vergleich mit Literatur

Internet:

https://hermann-buntmetall.de/file/layout/downloads/werkstoffinformationen/1.CuZn39Pb3.pdf

~~Diskussi.~~

Dichte von Messing 58 bei ca. 20°C $8{,}47\,\frac{kg}{dm^3}$

$\Rightarrow 8{,}47 \cdot 10^{-3}\,\frac{g}{mm^3} \Rightarrow$ Abweichung um ~0,01% : ✓

3.4 Verbesserung der Messung

3.4.1 Volumen

s_a Fehler muss kleiner werden, weil es Vorfaktor der größte ist.

Bsp: $s_a^2 = \sqrt{2684420{,}096\ mm^2 \cdot s_a^2 + s_c^2\ 384412{,}4001 + 89542{,}60278\ s_c^2 + 31228{,}04518\ s_b^2}$

~~$s_V = \sqrt{s_a}$~~

Vorfaktor von s_a > ~~Vorfaktor~~ Rest s_c

=> s_a verkleinern um s_V zu verkleinern ✓

3.4.2. Dichte

Bsp: $s_\rho = \sqrt{\underbrace{\left(\frac{0{,}01^2\ g^2}{18154^2\ mm^6}\right)}_{5{,}5 \cdot 10^{-7}} + \underbrace{\left(\frac{152{,}4\ g^2 \cdot 107{,}16\ mm^6}{18154{,}05\ mm^6}\right)}_{4{,}96 \cdot 10^{-5}}}$

was bedeutet das!

=> Man muss $\left(\frac{m\, s_V}{V^2}\right)^2$ verkleinern

Frage z. Vers.: - gut, aber bitte sorgfältig bearbeiten
- Frage 1 bitte genauer
- Rechnungen bitte explizit durchführen

Messprotokoll: - Bitte in Zukunft das Ganzes einkleben, so wie es aufgenommen wurde
- Aufbau erklären, was tut dieses Gerät
- Nr. des Probekörpers?
- ansonsten gut + gut nachvollziehbar

Allgemein: - Einleitung, Motivation fehlt!

Auswertung: - Zwischenergebnisse müssen genauer angegeben werden!
- Bitte nachvollziehbarer arbeiten. (wieso wird jetzt ein anderes Histogramm gezeigt?)
- rel. Messfehler: bei Ihrer Genauigkeit ist ein Vergleich gar nicht möglich!
- Bitte genauer diskutieren: Ursachen, Vergleich, Diskussion!

→ Bitte alle Ergebnisse nochmal richtig berechnen + darstellen, ebenso rel. Messfehler, quantitative Vergleiche!

W

Fehlerauflösung: – vollkommen irrsinnige Fehlerangabe!!

– für Fehler + Wert gleiche Größenordnung wählen

– Ergebnisse verdienen es immer, diskutiert zu werden

– Verbesserung der Messung: im Prinzip richtig aber praktisch nicht nachvollziehbar

→ Bitte systematischer arbeiten!

Darstellung der Ergebnisse bitte nochmal, ebenso nachvollziehbare Begründung für Verbesserung der Messung