

(Dies soll ein Beispiel-Protokoll sein, um Ihnen eine Vorlage zum Aufbau eines Protokolls zu geben. Der tatsächliche Inhalt hat nichts mit den eigentlichen Versuchen zu tun, ist nicht physikalisch sinnvoll und ist teilweise nicht zusammenhängend. Das Protokoll kann auch handschriftlich erstellt werden, muss aber als **PDF** an den Betreuer geschickt werden.)

M1 – Messabweichungen

Name: Beispiel Test

Matr.-Nr.: 123456

ID (1.1): M1sim-1-whatever

ID (1.5): M1sim-5-something

1. Aufgabenstellung

Die Dichte eines kugelförmigen Probekörpers ist aus seiner geometrischen Abmessung und seiner Masse zu bestimmen. Die Verteilung der gemessenen Durchmesser ist zu analysieren und die Messabweichungen sind anzugeben.

- 1.1 Der Durchmesser d des Körpers ist unter Verwendung einer Bügelmessschraube 50-mal zu messen. Die Messwerte sind in sieben Klassen einzuteilen, die relativen Häufigkeiten sind als Histogramm grafisch darzustellen. Mittelwert, Standardabweichung und Vertrauensbereich sind zu berechnen und mit den Fehlergrenzen des Messgerätes zu vergleichen.
- 1.2 Der Durchmesser d des Körpers ist mit Hilfe eines Messschiebers einmalig zu ermitteln.
- 1.3 Die Masse m des Körpers ist durch einmalige Wägung auf einer mechanischen Feinwaage zu bestimmen.
- 1.4 Die Dichte des Probekörpers ist einerseits aus 1.1 und 1.3 und andererseits aus 1.2 und 1.3 zu berechnen. Außerdem sind die Größtabweichungen der Dichte zu bestimmen, die sich in beiden Fällen durch lineare Fehlerfortpflanzung aus den Größtabweichungen der gemessenen Größen ergeben. Anhand beider Messergebnisse ist zu überprüfen, ob sich die Ergebnisintervalle überlappen.
- 1.5 Die Dichte des Probekörpermaterials ist durch Kombination der Messergebnisse aus 1.1 und 1.3 aller Versuchsgruppen an Kugeln gleicher Dichte (gleiche Farbe), aber unterschiedlicher Masse durch lineare Regression zu berechnen. Dazu ist die funktionale Abhängigkeit des Kugelvolumens V von der Masse m , $V = V(m)$, sowie die Regressionsgeradengrafisch darzustellen, die mittleren Abweichungen der Regressionsparameter sind anzugeben.

2. Grundlagen zum Versuch

Als Hall-Effekt bezeichnet man das Auftreten einer Spannung in einem plattenförmigen, stromdurchflossenen Leiter, wenn dieser senkrecht zum Stromfluss von einem Magnetfeld durchsetzt wird. Auf die bewegten Ladungsträger im Leiter wirkt durch das Magnetfeld die Lorentzkraft:

$$\vec{F}_L = Q(\vec{v} \times \vec{B}) \quad (1)$$

Mit: Q – Ladung
 $\vec{v}$ – Geschwindigkeit der Ladungsträger
 $\vec{B}$ – magnetische Flussdichte.

Die Ladungsträger sammeln sich unter Einfluss der Lorentzkraft auf einer Seite des Leiters, wodurch es dort zu einem Ladungsträgerüberschuss kommt und auf der anderen Seite zu einem Ladungsträgermangel. Dies entspricht einer Potentialdifferenz und somit einer Spannung, die man als Hall-Spannung U_H bezeichnet. Sie steht sowohl senkrecht zum Stromfluss I als auch zur Magnetfeldrichtung. Sie berechnet sich zu:

$$U_H = R_H \frac{B \cdot I}{d} \quad (2)$$

Mit: R_H – Hall-Konstante
 I – Stromstärke
 d – Dicke des Leiterplättchen

Durch Umstellen von Gleichung (2) ergibt sich:

$$R_H = \frac{U_H d}{B I} \quad (3)$$

Das Ohm'sche Gesetz: $R = \frac{U}{I} \quad (4)$

In dieser Gleichung sind R der Widerstand, U die Spannung und I die Stromstärke.

3. Versuchsaufbau



Bild 1: Versuchsaufbau zum Bestimmen magnetischer Felder [2]

Verwendete Geräte:

- <hier würde eine Auflistung der benutzten Geräte kommen>
- Stoppuhr
- 30cm-Holzlinial
- Digital-Multimeter
- ...

4. Messergebnisse

Messtabelle 1: Die bei vorgegebenem Strom gemessene Spannung für den ersten Widerstand und der mit Gleichung (4) berechnete Widerstand.

Strom I in A	Spannung U in V	Widerstand R in Ω
1	2	2
2	4	2
3	6	2
4	8	2
5	10	2
6	12	2

Messtabelle 2: Die bei vorgegebenem Strom gemessene Spannung für den ersten Widerstand und der mit Gleichung (4) berechnete Widerstand.

Strom I in A	Spannung U in V	Widerstand R in Ω
1	4	4
2	8	4
3	12	4
4	16	4
5	20	4
6	24	4

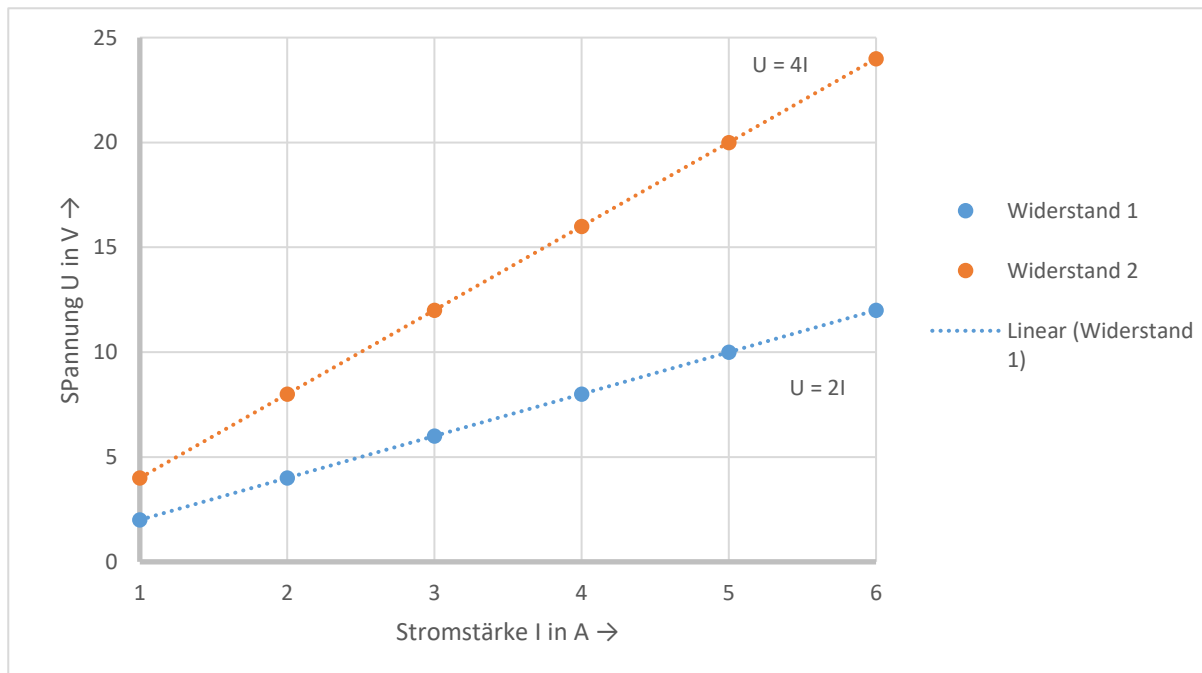


Bild 2: Strom-Spannungs-Charakteristik für die beiden Widerstände.

Die lineare Regression in Bild 2 ergibt Widerstandswerte von $R_1 = 2\Omega$ und $R_2 = 4\Omega$.

5. Messunsicherheiten

Messfehler der Stromstärke: $\Delta I = \Delta I_{sys} + \Delta I_{zuf}$
 $\Delta I = 0,001\text{A} + 0,01\text{A}$
 $\Delta I = 0,011\text{A}$

Messfehler Spannung: $\Delta U = \Delta U_{sys} + \Delta U_{zuf}$
 $\Delta U = 1\text{mV} + 1\text{mV}$
 $\Delta U = 2\text{mV}$

Lineare Fehlerfortpflanzung für den Widerstand 1:

$$\Delta R = \left| \frac{\partial R}{\partial U} \right| \cdot \Delta U + \left| \frac{\partial R}{\partial I} \right| \cdot \Delta I$$

$$\Delta R = \left| \frac{1}{I} \right| \cdot \Delta U + \left| -\frac{U}{I^2} \right| \cdot \Delta I$$

$$\Delta R = 0,57\text{m}\Omega + 6,29\text{m}\Omega$$

$$\Delta R = 6,86\text{m}\Omega \approx 0,007\Omega$$

Lineare Fehlerfortpflanzung für den Widerstand 2:

$$\Delta R = 13,14\text{m}\Omega \approx 0,013\Omega$$

6. Zusammenfassung und Diskussion

Im Versuch wurden mithilfe der Strom-Spannungs-Charakteristik folgende Widerstände bestimmt:

$$R_1 = (2,000 \pm 0,007)\Omega$$

$$R_2 = (4,000 \pm 0,013)\Omega$$

Zudem konnte über ein Pendelversuch eine Fallbeschleunigung von $g = (9,9 \pm 0,2) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ bestimmt werden. Dieser Wert stimmt innerhalb der Fehlergrenzen sehr gut mit dem Literaturwert von $9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ [1] überein.

7. Literatur

- [1] *Physik für Studenten der Natur- und Ingenieurwissenschaften*, H. Stroppe, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München, 16. Auflage, 2018
- [2] Internetseite: „Der kleine Helfer für das Physikalische Praktikum“, <http://hydra.nat.uni-magdeburg.de/praktikum/>, (letzter Aufruf am 07.04.2020)
- [3] ...