
M1 Messabweichungen

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 Regressionsgerade grafisch darzustellen, die mittleren Abweichungen der Regressionsparameter sind anzugeben.

2 Hinweise zum Versuch

- 2.1 Vor der Messung ist der Nullpunkt der Bügelmessschraube einzustellen. Die Messungen sind anschließend an unterschiedlichen Stellen der Kugel durchzuführen, da die Abweichungen des Probekörpers von der exakten Kugelform eine wesentliche Quelle für die Messabweichung des Durchmessers d sind. Zur Einteilung in Klassen ist das Intervall $[d_{\min}, d_{\max}]$ in sieben äquidistante Teilintervalle zu unterteilen, und die Messwerte sind diesen Klassen zuzuordnen. Die Eichfehlergrenze der Bügelmessschraube beträgt $10\ \mu\text{m}$. Zur Berechnung von Mittelwert, Standardabweichung und Vertrauensbereich (Vertrauensniveau $p = 99,73\%$) kann die Internetseite [7] benutzt werden.
- 2.2 Die Eichfehlergrenze des Messschiebers beträgt $100\ \mu\text{m}$.
- 2.3 Die Feinwaage wird vor deren Benutzung von den Praktikumsassistenten erklärt; an den Knöpfen muss behutsam gedreht werden. Als Fehlergrenze wird $1\ \text{mg}$ angenommen.
- 2.4 Die Größtabweichungen gemessener Größen ergeben sich stets als Summe aus systematischer und zufälliger Messabweichung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ggf. einer der Summanden von dem anderen überdeckt werden oder gänzlich fehlen kann, wie z. B. die zufällige Messabweichung aus 1.2 und 1.3. Die Messergebnisse sind als Intervalle $\rho_{\text{BM}} = \bar{\rho}_{\text{BM}} \pm \Delta\rho_{\text{BM}}$ und $\rho_{\text{MS}} = \bar{\rho}_{\text{MS}} \pm \Delta\rho_{\text{MS}}$ anzugeben. Es sollte sinnvollerweise eine nichtleere Schnittmenge beider Intervalle vorhanden sein, überprüfen Sie dieses.
- 2.5 Jede Versuchsgruppe steuert mit ihrem Wertepaar (m, \bar{d}) einen Punkt im $V(m)$ -Diagramm bei. Unter der Annahme gleichen Probenmaterials sollten diese Punkte annähernd auf einer Geraden liegen,

deren Anstieg gleich der reziproken Dichte ist. Es erscheint sinnvoller, anstelle dessen ein $m(V)$ -Diagramm zu zeichnen, weil in diesem der Anstieg der Regressionsgeraden gleich der Dichte wäre. Da aber die lineare Regression stets unter der Voraussetzung *nichtfehlerbehafteter Abszissenwerte* durchgeführt wird und die Messabweichungen der Masse viel kleiner als diejenigen des Durchmessers bzw. Volumens sind, wird die Masse als Abszisse im Diagramm gewählt. Um die lineare Regression praktisch durchzuführen, kann zweckmäßigerweise [7] verwendet werden.

3 Literatur

- [1] H. Stroppe, *Physik für Studenten der Natur- und Ingenieurwissenschaften*, 12. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2003, S. 514–524, UB-MD Sign.: [B.310 2003.12329].
- [2] W. H. Westphal, *Physikalisches Praktikum*, 13. verb. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, Wiesbaden, 1971, S. 7–19, UB-MD Sign.: [B.313 FH 94 a 1649].
- [3] W. Walcher, *Praktikum der Physik*, 6. Auflage, B. G. Teubner Stuttgart, 1989, S. 28–39, UB-MD Sign.: [B.313 FH 91 a 126].
- [4] W. Ilberg, M. Krötzsch, D. Geschke (Hrsg.), *Physikalisches Praktikum*, 11. Auflage, B. G. Teubner Stuttgart, Leipzig, 1998, S. 18–36, UB-MD Sign.: [B.313 FH 1998 a 11916].
- [5] H. J. Eichler, H.-D. Kronfeldt, J. Sahm, *Das Neue Physikalische Grundpraktikum*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2001, S. 5–30, UB-MD Sign.: [B.313 FH 2001.07797].
- [6] J. Becker, H.-J. Jodl, *Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler und Ingenieure*, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1991, S. 1–5, UB-MD Sign.: [B.313 FH 1991 a 2175].
- [7] <http://hydra.nat.uni-magdeburg.de/praktikum/>