

Thema: „Fehlerrechnung“

1) Durch Messung der Höhe h und des Durchmessers d soll das Volumen eines zylindrischen Körpers bestimmt werden. Die Längenmessungen werden 10 Mal wiederholt und liefern folgende Tabelle:

i	h_i / cm	$h_i - \bar{h} / \text{cm}$	$(h_i - \bar{h})^2 / \text{cm}^2$	D_i / cm	$D_i - \bar{D} / \text{cm}$	$(D_i - \bar{D})^2 / \text{cm}^2$
1	12,4	-0,1	0,01	8,2	0,2	0,04
2	12,8	0,3	0,09	7,5	-0,5	0,25
3	12,1	-0,4	0,16	8,0	0	0
4	12,7	0,2	0,04	7,9	-0,1	0,01
5	12,9	0,4	0,16	8,6	0,6	0,36
6	12,3	-0,2	0,04	7,7	-0,3	0,09
7	12,1	-0,4	0,16	7,8	-0,2	0,04
8	12,5	0	0	8,3	0,3	0,09
9	12,4	-0,1	0,01	8,1	0,1	0,01
10	12,8	0,3	0,09	7,9	-0,1	0,01
Σ	125	0,0	0,76	80	0,0	0,90

a) Wie groß sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen der gemessenen Einzelwerte σ_h und σ_D ? Wie lauten die Meßergebnisse mit Angabe der relativen Meßunsicherheiten für die Höhe und den Durchmesser?

b) Wie groß sind die Standardabweichungen der Mittelwerte $\bar{\sigma}_h$ und $\bar{\sigma}_D$?

c) Welches Volumen V des Zylinders ergibt sich aus den gemessenen Mittelwerten? Wie groß ist die Meßunsicherheit für das Volumen (Fehlerfortpflanzung)?

2) Der Mittelwert des Durchmessers von 100 Erythrozyten sei $D = 8,0 \mu\text{m}$. Nachträglich stellt sich heraus, dass sich unter den Messwerten ein sehr großer Wert (sog. Ausreißer) mit einem Durchmesser von $30 \mu\text{m}$ befindet. Wie groß ist der Mittelwert der 99 Erythrozyten ohne den Ausreißer?

3) Der Wert eines unbekanntes Widerstandes wird durch Messung zu $(200 \pm 3) \Omega$ bestimmt. Wie groß ist der relative Fehler?

4) Bei der Messung einer Spannung wurde folgendes Ergebnis erhalten: $U = 4,00 \text{ V} \pm 3\%$. Wie groß ist die Meßunsicherheit?

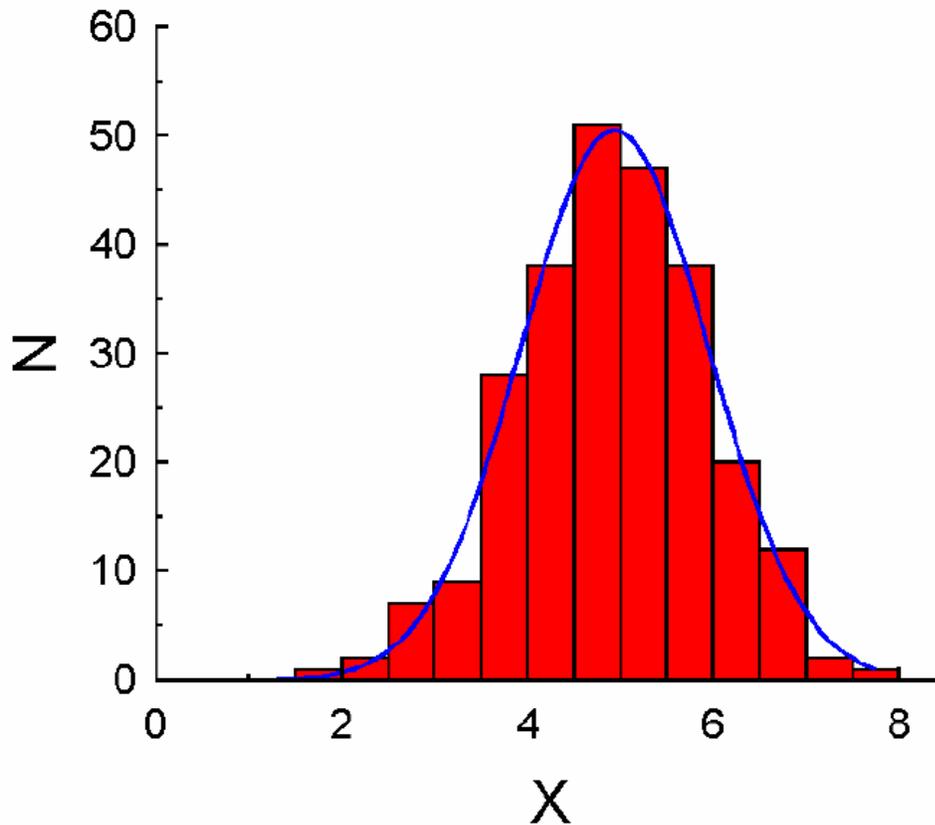
5) Die Messung einer Länge von $l=40 \text{ cm}$ wird mit einer Meßunsicherheit von $\sigma_l = 1 \text{ mm}$ durchgeführt. Wie groß ergibt sich die relative Meßunsicherheit?

6) Wie groß ist die relative Meßunsicherheit einer Spannungsmessung, für die sich ein Wert von $U = 2 \text{ kV} \pm 20 \text{ mV}$ ergibt?

7) Die Kantenlänge a eines Würfels wird zu $a = (1,000 \pm 0,001) \text{ m}$ gemessen. Auf welchen Wert ist demnach sein Volumen ungefähr bekannt?

8) Unter einem Mikroskop werden rote Blutkörperchen als kreisförmige Scheibchen gesehen. Als Ergebnis einer Messreihe folgt für ihren Durchmesser im Mittel $\bar{D} = 8,0 \mu\text{m}$ mit einer Meßunsicherheit von $\sigma_D = 0,1 \mu\text{m}$. Wie groß sind die absolute und die relative Meßunsicherheit bei Angabe der Querschnittsfläche A ?

9) Welchen Mittelwert \bar{x} hat die abgebildete Gauß-Verteilung von Meßwerten? Welche (ungefähren) Werte sind für die absoluten und die relativen Meßunsicherheiten bei a) 68% und b) 95% statistischer Sicherheit der Abbildung zu entnehmen?



10) In einem Experiment werde die Fallbeschleunigung g aus der Messung der Zeit t , die ein Körper benötigt um eine bestimmte Strecke s zu durchfallen, bestimmt. Wie groß ist etwa die maximale relative Unsicherheit des so bestimmten Wertes von g , wenn die relativen Unsicherheiten bei der Zeitmessung $\pm 2\%$ und bei der Wegmessung $\pm 1\%$ betragen.