Genauigkeit von physikalischen Größen

Die Angabe des Werts einer physikalischen Größe beinhaltet immer auch eine Information über ihre Genauigkeit, die sich vor allem aus den experimentellen Gegebenheiten ergibt. Eine falsche (insbesonders zu optimistische bzw. zu pessimistische) Angabe der Genauigkeit führt zu einer falschen Interpretation des Ergebnisses. Die letzte Stelle einer Größe gibt die Genauigkeit an. Wird zum Beispiel eine Distanz d als $d = 3$ m angegeben, dann bedeutet dies, dass der Wert von d mit einer Genauigkeit von ± 0.5 m angegeben werden kann, es gilt:

$$2.5 \text{ m} < d < 3.5 \text{ m}$$

Wird d hingegen als $d = 3.12$ m angegeben, dann bedeutet dies eine wesentlich bessere Genauigkeit sodass

$$3.115 \text{ m} < d < 3.125 \text{ m}$$

Nun kann der Wert von d mit einer Genauigkeit von ± 0.005 m (oder ± 5 mm) angegeben werden.

Nachkommastellen und signifikante Stellen

Jeder Wert wird durch die Anzahl an Nachkommastellen und die Anzahl an signifikanten Stellen charakterisiert. Zum Beispiel hat $d = 3.12$ m zwei Nachkommastellen und drei signifikante Stellen oder $d = 0.0023$ m hat vier Nachkommastellen und zwei signifikante Stellen.

Dabei gilt es zu beachten, dass durch Umwandlung in eine andere Einheit die Genauigkeit weder reduziert noch erhöht werden darf! So führt die Umformung des Werts $d = 10$ km (Genauigkeit von ± 0.5 km, s.o.) in die Einheit Meter zu $d = 10 \times 10^3$ m oder $d = 1.0 \times 10^4$ m (und nicht 10000 m mit einer falschen Genauigkeit von ± 0.5 m).

Will man eine Distanz die auf den Meter genau 10 km beträgt korrekt angeben, aber die Einheit (in diesem Fall km) beibehalten, dann muss man $d = 10.000$ km schreiben. Damit ist die Genauigkeit mit ± 0.5 m (oder 1 m) richtig definiert.

Runden

Für eine sinnvolle Angabe der Werte physikalisch-chemischer Größen muss man die Rechenergebnisse runden, d.h. es werden in einer ganzen Zahl oder Dezimalzahl alle Ziffern vernachlässigt, die sich rechts der Ziffer der betreffenden Ordnung befinden. Dabei gelten folgende Rundungsregeln:

- Ist die erste vernachlässigte Ziffer 0, 1, 2, 3 oder 4 dann bleibt der Ziffernwert der ersten behaltenen Stelle erhalten („Abrunden“).

Bsp.: 5.234 m ergibt auf cm gerundet 5.23 m.

723 m gerundet auf die Zehnerstelle (also eine Genauigkeit von ±5 m) ergibt 72×10^1 m (die Angabe von 720 m würde fälschlicherweise eine Genauigkeit von ±0.5 m bedeuten).

- Ist die erste vernachlässigte Ziffer 6, 7, 8, oder 9 dann wird der Ziffernwert der ersten behaltenen Stelle um 1 erhöht („Aufrunden“).

  Bsp.: 8.3261 m ergibt auf cm gerundet 8.33 m.

- Falls die erste vernachlässigte Ziffer 5 beträgt und danach noch weitere Ziffern gestrichen werden (die ungleich 0 sind) dann wird der Ziffernwert der ersten behaltenen Stelle um 1 erhöht („Aufrunden“).

  Bsp.: 2.43516 m ergibt auf cm gerundet 2.44 m.

- Sonderfall: Falls die erste vernachlässigte Ziffer 5 beträgt und danach keine weiteren Ziffern stehen (bzw. alle Null sind) dann rundet man so, dass die letzte verbleibende Stelle immer eine gerade Ziffer ist („round to even“), man also manchmal auf- und manchmal abrundet. Dies liegt daran, dass sowohl Auf- als auch Abrunden zur selben Veränderung führen, ein Wert von zum Beispiel 1.25 m genau gleich weit (nämlich 0.05 m) von abgerundeten 1.2 m wie vom aufgerundeten 1.3 m entfernt ist.

  Bsp.: 3.825 m ergibt auf cm gerundet 3.82 m, allerdings ergibt 3.835 m auf cm gerundet 3.84 m.

Rechnen mit physikalischen Größen

Beim Rechnen müssen nun die Genauigkeiten der gegebenen Werte berücksichtigt werden. Dabei hängt es von der Rechenart ab wie diese in das Ergebnis einfließen.

Bei *Addition und Subtraktion* hat das Ergebnis so viele Nachkommastellen wie der Anfangswert mit der geringsten Anzahl an Nachkommastellen, bei *Multiplikation und Division* hat das Ergebnis so viele signifikante Stellen wie der Anfangswert mit der geringsten Anzahl an signifikanten Stellen. So führt die Addition der Werte $a = 2.26$ m und $b = 14.9$ m zum Ergebnis $a + b = 17.2$ m (eine Nachkommastelle) und die Multiplikation derselben Werte zum Ergebnis $a \times b = 33.7\ \mathrm{m}^2$ (drei signifikante Stellen).

Dies gilt allerdings nur für das Endergebnis, Zwischenergebnisse dürfen nicht gerundet werden um das Endergebnis nicht zu verfälschen. Dabei gilt die Faustregel, dass bei Zwischenergebnissen generell mindestens 3 signifikante Stellen mehr verwendet werden sollen als das Endergebnis haben soll (bzw. der Anfangswert mit der geringsten Anzahl an signifikanten Stellen).