

IV - Kannst du eigentlich...

... Größen richtig angeben?

Jede physikalische Größenangabe besteht aus **Maßzahl** und **Maßeinheit**; zur Kennzeichnung der Größe, zu der die Angabe gehört, verwendet man **Größensymbole**:

$$t = 25 \text{ ms}$$

t ist das Symbol für die Zeit - 25 ist die Maßzahl - ms ist die Maßeinheit (Millisekunde)

WARUM in der Physik **1 NICHT 1,0 IST** oder
WELCHER UNTERSCHIED BESTEHT in der Physik **ZWISCHEN 1 km UND 1000 m?**

Messgenauigkeit - gültige Ziffern

Gemessene Größen sind stets Näherungswerte, die durch Messunsicherheiten und auch durch die Bauweise des verwendeten Messgeräts entstanden sind.

✧ Die Masse m eines Steines wird mit zwei unterschiedlichen Waagen gemessen:

	Billig-Waage	Präzisions-Waage
abgelesener Wert:	$m = 1,4 \text{ kg}$	$m = 1,400 \text{ kg}$
Messgenauigkeit:	auf ein Zehntel Kilogramm genau	auf ein Gramm genau
der gemessene Wert liegt	zwischen 1,35 kg und 1,45 kg	zwischen 1399,5 g und 1400,5 g
häufig wird dies so angegeben:	$m = 1,4 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$	$m = 1400 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$

Dieses Beispiel zeigt, dass zwischen 1,4 kg und 1,400 kg bzw. 1400 g durchaus ein Unterschied besteht. **JEDE GRÖSSENANGABE IN DER PHYSIK ENTHÄLT VERSTECKT EINE ANGABE DARÜBER, WIE GENAU GEMESSEN WURDE.**

Vereinfachend kann man diese Genauigkeit durch die Angabe der **gültigen Ziffern** kennzeichnen:

Die Angabe **1,4 kg** hat **zwei gültige Ziffern** - die Angabe **1400 g** hat **vier gültige Ziffern**.

Die letzte Ziffer einer Messwertangabe nennt man *unsichere Ziffer*, da Schwankungen nur in der Größenordnung dieser Stelle auftreten.

Merke:

DIE ANZAHL DER GÜLTIGEN ZIFFERN GIBT AN, WIE GENAU GEMESSEN WURDE.

BEIM EINHEITENWECHSEL IST IMMER DARAUF ZU ACHTEN, DASS SICH DIE GENAUIGKEIT NICHT ÄNDERT ALSO DIE ANZAHL DER GÜLTIGEN ZIFFERN ERHALTEN BLEIBT. DIE VERWENDUNG EINER VORSILBE (KILO, MILLI ...) BZW. EINER ZEHNERPOTENZ DARF DIE ANZAHL DER GÜLTIGEN ZIFFERN NICHT ÄNDERN.

✧ richtig: $5 \text{ km} = 5 \cdot 10^3 \text{ m}$ - beide Angaben haben eine gültige Ziffer!

richtig: $5,000 \text{ km} = 5000 \text{ m}$ - beide Angaben haben vier gültige Ziffer!

falsch: $5 \text{ km} = 5000 \text{ m}$ - die zweite Angabe hat vier gültige Ziffern!

Die Angabe 5km könnte zu einer Strecke passen, die man an einem Wandertag zurückgelegt hat, von 5000 m spricht man vielleicht bei einem Sportfest!

Merke:

NULLEN, DIE VOR DER ERSTEN VON NULL VERSCHIEDENEN ZIFFER STEHEN, ZÄHLEN NICHT ZU DEN GÜLTIGEN ZIFFERN.

0,001200 kg

KEINE GÜLTIGE ZIFFERN GÜLTIGE ZIFFERN

- richtig: 0,040 kg = 40 g - beide Angaben haben zwei gültige Ziffern!
- falsch: 40 g = 0,04 kg - die zweite Angabe hat nur eine gültige Ziffer!

Größenangaben bei abgeleiteten Werten

- Fläche eines DIN A4 Blattes

Eine genaue Messung der Länge eines karierten DIN A 4 Blattes ergibt $l = 297 \text{ mm}$; für die Breite ergibt das Abzählen der Kästchen auf dem Blatt den Wert $b = 21 \text{ cm}$.

Berechnen wir nun daraus die Fläche 2 des Feldes, so ergibt die Rechnung:

$$A = 297 \text{ mm} \cdot 21 \text{ cm} = 29,7 \text{ cm} \cdot 21 \text{ cm} = 623,7 \text{ cm}^2$$

Da aber von der Breite nur ein Schätzwert mit 2 gültigen Ziffern vorliegt, ist letztlich auch die Fläche nur ein Schätzwert; die 4 gültigen Ziffern des rechnerischen Ergebnisses spiegeln somit eine Genauigkeit vor, die unrealistisch ist.

Merke:

BEI DER MULTIPLIKATION UND DIVISION VON GRÖSSEN RICHTET SICH DIE GENAUIGKEIT DES ERGEBNISSES NACH DER EINZELGRÖSSE MIT DEN WENIGSTEN GÜLTIGEN ZIFFERN (= UNGENAUESTER MESSWERT).

- Entsprechend dieser Regel muss die Fläche des oben genannten Blattes mit 2 gültigen Ziffern angegeben werden. Dazu muss zunächst die dritte Ziffer des berechneten Ergebnisses (hier also die 3) gerundet werden: $623,7 \approx 620$.

Um nun noch die rechte Null, die ja als gültige Ziffern zählt, wegzubekommen, wandelt man in die wissenschaftliche Schreibweise um 3 ($6,2 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$) oder man wandelt die Einheit rein mathematisch in dm^2 um: $1 \text{ dm}^2 = 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2$ und bekommt als Ergebnis $6,2 \text{ dm}^2$.

Tipp!

Denke bei der Angabe von berechneten Größen an das Sprichwort

Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied!



- Weitere Beispiele

Gegeben	Gesucht	Anzahl der vorgegebenen gültigen Ziffern	Anzahl der gültigen Ziffern im Ergebnis	Produkt- bzw. Quotientenwert
$l = 200 \text{ dm}$	Fläche $A = l \cdot b$	3	2	rechnerisch 1100 dm^2 $A = 1,1 \cdot 10^3 \text{ dm}^2 = 11 \text{ m}^2$
$b = 5,5 \text{ dm}$		2		
$s = 20 \text{ m}$	Geschwindigkeit $v = \frac{s}{t}$	2	1	rechnerisch $6,6666... \text{ m/s}$ $v = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$t = 3 \text{ s}$		1		

2 Der Flächeninhalt $A = \text{Länge} \cdot \text{Breite}$ ist eine abgeleitete Größe.

3 Viele Taschenrechner machen diese Umwandlung in die wissenschaftliche Schreibweise mit einem Tastendruck!