0 Grundlagen

0.1 Physikalische Grösse

Eine physikalische Grösse ist eine quantitativ bestimmbare Eigenschaft eines physikalischen Objektes (Materie, Gegenstände, Vorgänge oder Zustände in Raum und Zeit). Sie ist entweder direkt messbar oder kann aus Messgrössen berechnet werden. Den Zusammenhang zwischen physikalischen Grössen vermitteln physikalische Gesetze. Bei einer Messung wird die zu bestimmende Grösse mit einer Einheitsgrösse verglichen.
Eine physikalische Grösse wird immer durch das Produkt aus einem Zahlenwert (auch Masszahl genannt), der aussagt, wie oft die Einheit in der gemessenen Grösse enthalten ist und einer Masseinheit, die bei der Messung verwendet ist, zusammengesetzt:

$$\text{Physikalische Grösse} = \text{Zahlenwert} \cdot \text{Masseinheit}$$

Beispiel $v = 17\,\mathrm{m/s}$, $m = 23\,\mathrm{kg}$, $l = 55\,\mathrm{km}$, $V = 2.2\,\mathrm{WG}$ (wo WG ist eine Abkürzung für die Einheit Weinglas), etc.
Es existieren auch dimensionslose Grössen: Brechungsindex eines Mediums, Wahrscheinlichkeit. Bogenmass erhätlt meist die Einheit Radiant (rad) obwohl sie eine dimensionslose Grösse ist.
Formal lässt sich eine physikalische Grösse G also wie folgt schreiben:

$$G = \{G\}[G]$$

wo G ist die Formelzeichnen der physikalische Grösse, $\{G\}$ ist die Zahlenwert, und $[G]$ ist die Masseinheit.

Beispiel $t = 3.2\,\mathrm{s}$, Zahlenwert $\{t\} = 3.2$ und Masseinheit $[t] = s$

0.2 Die 7 SI-Basiseinheiten

Um physikalische Aussagen über das Verhältnis von Messgrössen zu erhalten, ist es notwendig die Grössen exakt und nachvollziehbar anzugeben. Die Einheiten aller physikalischen Grössen lassen sich auf die sieben Grundeinheiten (auch Basiseinheiten genannt) des Internationalen Systems (Système International d'Unités oder abegekürzt SI) zurückführen (siehe FoTa). Durch Umrechnen anderer Einheiten in SI-Grundeinheiten lassen sich Fehler vermeiden.

Grundgrössen	Grundeinheit	Abkürzung
Länge l, s	Meter	m
Masse m	Kilogramm	kg
Zeit t	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke I	Ampere	A
Temperatur T	Kelvin	K
Stoffmenge n	Mol	mol
Lichtstärke I_v	Candela	cd

0.3 Abgeleitete Grössen

Die Einheit jeder physikalischen Grösse kann aus den SI-Einheiten abgeleitet werden. Sie heissen abgeleitete Einheiten und entstehen durch Multiplikation und/oder Division aus den Grundeinheiten.

Beispiel SI-Einheit für Kraft ist $\frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s^2}}$ (auch Newton genannt).

0.3.1 Dimensionsanalysen

Die Dimension einer Grösse ist das Potenzprodukt aus den Basisgrössenarten der Grösse mit dem Zahlenfaktor 1 (algebraische Kombination der Basisgrössen).

Beispiel Die Dimension der Geschwindigkeit ist Länge/Zeit.
Bei allen berechneten Grössen sollte man überprüfen, ob sie die richtige Dimension haben. Niemals "Äpfel und Birnen" addieren !!

0.4 Schreibweise für grosse und kleine Zahlen

In der Physik kommen häufig sehr grosse und sehr kleine Zahlen vor.

Beispiel die Masse der Erde beträgt etwa 6000000000000000000000000 kg.

0.4.1 Wissenschaftliche Schreibweise mit Zehnerpotenzen

In der wissenschaftlichen Schreibweise steht genau eine Ziffer (verschieden von Null) vor dem Dezimalpunkt:

$$z \cdot 10^n \text{ Einheit}$$

wo z ist die Basis ($-10 < z < 10$) und n ist die Potenz (eine positive oder negative ganze Zahl). Also nur ein Ziffer vor dem Komma.
Dabei bedeutet eine negative Potenz, dass man den Kehwert der entsprechenden positiven Potenz von 10 zu nehmen hat: $10^{-a} = 1/10^a$. Für jede Stelle, um die man das Komma bei der Basis nach links verschiebt, nimmt die Potenz um eins zu, für jede Stelle nach rechts um eins ab.

Beispiel

- $0.000'074 = 7.4 \cdot \frac{1}{100'000} = 7.4 \cdot \frac{1}{10^5} = 7.4 \cdot 10^{-5}$, und nicht z.B. $74 \cdot 10^{-6}$

Gibt man statt der exakten Messgrösse nur die Zehnerpotenz an, so spricht man von der Angabe der Grössenordnung.

0.4.2 Vorsilben von Einheiten

Bei sehr kleinen oder sehr grossen Messgrössen können gewisse Zehnerpotenzen mithilfe von Vorsilben (auch Vorsatz gennant) angegeben werden. Die folgenden Vorsilben sind am gebräuchlichsten (siehe FoTa):

Zehnerpotenz	Vorsilbe	Vorsatzzeichen	Zehnerpotenz	Vorsilbe	Vorsatzzeichen
10^1	Deka	da	10^{-1}	dezi	d
10^2	Hekto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	Kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^6	Mega	M	10^{-6}	mikro	μ
10^9	Giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	femto	f

Gross- und Kleinschreibung sind streng zu beachten! Man soll nie Dezimalvorsätze mit Zehnerpotenzen mischen. Es soll nie mehr als ein Dezimalvorsatz pro Grösse verwendet werden.

Abmachung Die Verwendung von Dezimalvorsätzen oder der wissenschaftlichen Potenzschreibweise ist obligatorisch, sobald man den Stellenwert einer Zahl nicht auf den ersten Blick erfassen kann (in den Bereich 0.001 - 10000).

Taschenrechner Die Zahl $10^5 = 1 \cdot 10^5$ muss als $\boxed{1}\,\boxed{\text{EE}}\,\boxed{5}$, und nicht als $\boxed{1}\,\boxed{0}\,\boxed{\text{EE}}\,\boxed{5}$ eingegeben werden!

0.5 Genauigkeit

Es gibt keine Messung mit unendlicher Genauigkeit. Jede gemessene physikalische Grösse entählt einen unvermeidbaren Messfehler.

0.5.1 Signifikante Stellen (auch: verlässliche, wesentliche, geltende oder zuverlässige Ziffern)

Die Genauigkeit einer Zahl erkennt man an der Anzahl signifikanter Stellen (=Ziffern), die sie besitzt: je mehr signifikante Stellen sie hat, desto genauer ist sie.
Bei dieser Zählweise kommt es nicht darauf an, wo sich der Dezimalpunkt befindet.
Gezählt werden alle Ziffern bis auf führende Nullen (Achtung: Vorangestellte Nullen gelten nicht als signifikante Ziffern!):
178.56 m hat fünf signifikante Ziffern (und 2 Dezimalen[1])
0.17856 km hat fünf signifikante Stellen (und 5 Dezimalen)
0.07001 s hat vier signifikante Stellen (und 5 Dezimalen)
23.0 km hat drei signifikante Stellen (und 1 Dezimalen)
500 m hat drei signifikante Stellen (und 0 Dezimalen)
$2 \cdot 10^1$ hat eine signifikante Stelle (und 0 Dezimalen)
$3.78 \cdot 10^{-7}$ hat drei signifikante Stellen (und 9 Dezimalen)

0.5.2 Grenzfälle

Bei der Angabe 1000 m ist nicht klar, ob die Nullen gelten oder lediglich durch Rundung entstanden sind. Wir vermeiden solche Zweideutigkeiten, indem wir z.B. 1 km schreiben, falls die Nullen gerundet sind, und 1.000 km, falls die Nullen gelten sollen. Im Zweifelsfall nehmen wir an, dass die geschriebenen Ziffern bedeutsam sind.

0.5.3 Runden

Fast alle physikalische Grössen sind gerundete Werte (0 bis 4: abrunden, 5 bis 9: aufrunden). Der Wert 75 km kann also zwischen 74.5 km und 75.5 km liegen. Rechnet man mit physikalischen Grössen, so muss das Resultat mit angemessener Genauigkeit angegeben werden, d.h. nicht mit zu vielen und nicht mit zu wenigen Stellen.

Faustregel Das Resultat hat ebenso viele signifikante Ziffern wie die ungenaueste Ausgangsgrösse (also die Angabe mit der kleinsten Anzahl signifikanter Ziffern).
Beispiel: s = v · t = 23.87325 m/s · 17 ms = 41 cm
Die Rundungs-Faustregel hat Ausnahmen, beispielsweise: 1.752 km + 23 mm = 1.752 km

[1] Dezimalen sind Nachkommastellen.

0.6 Formeln in der Physik: Regeln

1. Regel Man darf nur gleiche physikalische Grössen addieren oder subtrahieren, respektive solche mit der gleichen Einheit!

Beispiel falsch: 94.9 m + 7.4 s

2. Regel Auf jeder Seite eines Gleichheitszeichens dürfen nur entweder lauter Symbole für die physikalische Einheit stehen oder lauter Zahlen und Einheiten. Eine Vermischung ist verboten.

Beispiel falsch: $s = s_1 + 13.2\,\mathrm{m} = 14.5\,\mathrm{m}$

3. Regel Es müssen immer erst die Symbole der physikalische Grösse, dann die Zahlenwerte mit Einheiten und dann das Endresultat (Zahl mit Einheit) hingeschrieben werden.

Beispiel richtig: $s = s_1 + s_2 = 14.5\,\mathrm{m} + 12.3\,\mathrm{m} = 26.8\,\mathrm{m}$

4. Regel Die Genauigkeit des Endresultats wird mit gleich vielen Ziffern angegeben, wie das ungenaueste der physikalischen Grössen, welche zur Berechnung verwendet wurde.

Beispiel falsch: $s = v \cdot t = 3\,\mathrm{m/s} \cdot 2.55\,\mathrm{s} = 7.65\,\mathrm{m}$ (richtig: $8\,\mathrm{m}$)