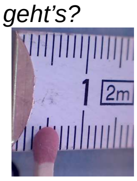
Einheiten umrechnen

1 Grundbegriffe

Worum geht's?



Die so genannten Grundeinheiten Meter, Kilogramm, Sekunde, Ampère,... wurden so definiert, dass sie zum Messen alltäglicher Dinge geeignet sind. In der Wissenschaft muss man aber häufig sehr große oder sehr kleine Dinge messen. Daher bildet man mit Hilfe von Vorsätzen so genannte **Ober- und Untereinheiten**, wie beispielsweise Kilometer, Millisekunde, Nanoampère, oder Megawatt

Maßzahl und Einheit

Beispiel: 47 cm (47 = Maßzahl, cm = Einheit)

Die am häufigsten benutzten Vorsätze und ihre Bedeutung

Symbol	lies	Wert	Nullen
G	Giga	1 000 000 000 = 10^9	9
M	Mega	1 000 000 = 10^6	6
k	Kilo	1 000 = 10^3	3
c	centi	$\frac{1}{100} = 10^{-2}$	-2
m	milli	$\frac{1}{1\,000} = 10^{-3}$	-3
µ	mikro	$\frac{1}{1\,000\,000} = 10^{-6}$	-6
n	nano	$\frac{1}{1\,000\,000\,000} = 10^{-9}$	-9
p	piko	$\frac{1}{1\,000\,000\,000\,000} = 10^{-12}$	-12

Hinweis: Den grün unterlegten Bereich braucht man ab Klasse 7, die hellgelb unterlegten Bereiche in einem Oberstufenkurs und die dunkelgelb unterlegten Bereiche braucht man in der Schule so gut wie nie.

Wichtig!

Wie die Tabelle zeigt, sind außer dem Vorsatz „Zenti" in der Physik (und auch im Alltag) nur Vorsätze gebräuchlich, die für eine **durch drei teilbare Zahl von Nullen** stehen. Daher genügt es im Grunde sich die Reihenfolge der Symbole zu merken und zu wissen, dass es (mit Ausnahme von „c") mit jedem Symbol um 3 Nullen weiter geht.

Weitere Vorsätze, die gelegentlich in der Wissenschaft benutzt werden

Tera = 10^{12} Die Speicherkapazität moderner Festplatten beträgt rund 1 Tbyte

Peta = 10^{15} Die zur Zeit schnellsten Rechner haben eine Rechengeschwindigkeit von ca. 1 Petaflop, also 10^{15} Rechenoperationen pro Sekunde

Exa = 10^{18} In der Einheit Exajoule (EJ) wird der Jahresenergiebedarf ganzer Volkswirtschaften gemessen

femto = 10^{-15}. Der Durchmesser eines Protons beträgt ca. 1 fm

atto = 10^{-18}. Der kürzeste je in einem Labor erzeugte Lichtblitz dauert ca. 100 as (Attosekunden)

2 Umrechnen in die Grundeinheit

Wozu braucht man das?

Warum muss man überhaupt Einheiten umrechnen? In vielen Fällen ist es einfach nur anschaulicher, Größen in dazu passenden Einheiten anzugeben statt in der Grundeinheit.

z.B.: Größe eines Streichholzkopfes = 3 mm statt 0,003 m

In komplizierteren physikalischen Formeln, wie sie ab Klasse 8 für den Druck oder die Arbeit, Leistung und Energie benutzt werden, ist es jedoch zwingend erforderlich, sämtliche physikalische Größen in der Grundeinheit einzusetzen, da man sonst nicht weiß, welche Einheit das Ergebnis hat. In diesem Kapitel will ich mich daher auch auf das Umrechnen in die Grundeinheit beschränken. In anderen Fällen, insbesondere bei der Umrechnung von Flächen- und Volumeneinheiten, benutzt man eine andere Methode, die weiter unten vorgestellt wird. Außerdem lässt sich die hier vorgestellte Methode auch auf das Umrechnen zusammengesetzter Einheiten wie km/h oder kWh in die Grundeinheit verwenden.

Beschränkung auf Umrechnen in die Grundeinheit

Von allen denkbaren Typen von Umrechnungsproblemen wird hier nur das Umrechnen **in die Grundeinheit** behandelt.

Betrachtet werden:	km → m;	oder	µs → s ...
Nicht betrachtet werden:	m → km;	oder	s → µs, ...
Und auch nicht	µm → km	oder	mg → µg

Vorsatz durch Zahlenwert ersetzen

$$\mathbf{m = \frac{1}{1000}}$$

Will man von einer Einheit mit Vorsatz in die Grundeinheit (ohne Vorsatz) umrechnen, so muss man einfach nur den Vorsatz durch den zugehörigen Zahlenwert ersetzen. Also z.B.:

- $3\ \text{km} = 3 \cdot \mathbf{k}\text{m} = 3 \cdot \mathbf{1000}\ \text{m} = 3000\ \text{m}$
- $4{,}5\ \mu\text{m} = 4{,}5 \cdot 1\ \boldsymbol{\mu}\text{m} = 4{,}5 \cdot \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{1000\,000}}\ \text{m} = \frac{4{,}5}{1\,000\,000}\ \text{m} = 0{,}000\,004\,5\ \text{m}$

Häufiger Schülerfehler

f

☠💣☠ Vorsicht ☠💣☠

Die Grundeinheit der Masse ist das **Kilo**gramm, nicht das Gramm.

☠💣☠ Vorsicht ☠💣☠

Merke

Beim Umrechnen in die Grundeinheit muss man den Vorsatz durch den Zahlenwert ersetzen

Übungen

0,067km = ____________________ m

3,4µs = ____________________ s

170 000 nm = ____________________ m

12,7 mm = ____________________ m

k = 1000	0,067 · 1000 m	67 m
µ = 1 / 1 000 000	3,4 · 1/ 1 000 000 s	3,4 / 1 000 000 s
n = 1 / 1 000 000 000	170 000 · 1 / 1 000 000 000 m	17 / 100 000 m
m = 1 / 1 000	12,7 · 1 / 1 000 m	0,012 7 m

3 Umrechnen mit Hilfe von Umrechnungszahlen

Was ist mit „Umrechnungszahl“ gemeint?

Mit „Umrechnungszahl“ ist diejenige Zahl gemeint, mit der man multiplizieren oder dividieren muss, um von einer Einheit zu einer anderen zu gelangen. In unserem metrischen Maßsystem sind dies, bis auf ganz wenige Ausnahmen die Zehnerpotenzen, also eine 1 mit mehr oder weniger vielen Nullen. Die Zahl der Nullen wird mit Hilfe der oben angegebenen Tabelle ermittelt.

Gibt es Fälle in denen das nicht funktioniert.

1 min = 60 s

Es gibt ein paar Sonderfälle, in denen das Anhängen oder Wegstreichen von Nullen (Komma verschieben) nicht genügt. Dies sind z.B.

- Umrechnen von Zeiteinheiten (Umrechnungszahlen 60, 24, 7, 365,...)
- Alle Einheiten, in denen andere Zeiteinheiten als Sekunden enthalten sind wie km/h oder kWh
- Angelsächsische Einheiten wie inch, feet, miles,...

Die Zahl der Nullen (Stellen)

Man braucht sich von der Tabelle mit den Vorsätzen eigentlich nur die zugehörige Zahl von Nullen zu merken. Soll man zwei Einheiten ineinander umrechnen so bildet man bei der Zahl der Nullen die Differenz. Also z.B.:

- Umrechnen von **c**m in **k**m
- Zahl der Nullen: **-2** - **3** = 5.
- Man muss das Komma also um 5 Stellen verschieben.

Muss man die Nullen anhängen oder wegstreichen (Komma nach links oder rechts?)

← ? **,** ? →

Ob die oben ermittelte Zahl von Nullen angehängt oder weggestrichen werden muss, hängt davon ab, ob die neue Einheit (in die umgerechnet werden soll) größer oder kleiner als die ursprüngliche Einheit ist. z.B.

- Bei der Umrechnung von **c**m in **k**m hat die Umrechnungszahl 5 Nullen (s.o.). Da die Einheit größer wird, muss die Maßzahl kleiner werden. Die 5 Nullen müssen also weggestrichen werden. (Ein Zentimeter sind nur ganz wenige km).
- Rechnet man von **k**A in **m**A um, so hat die Umrechnungszahl **3** – (**-3**) = 6 Nullen, die angehängt werden müssen (Ein kA sind sehr viele mA).

Tipp: Ob wegstreichen oder anhängen kann man auch dem Vorzeichen der Differenz entnehmen. Ist sie positiv wird angehängt, ist sie negativ, wird weggestrichen. Aber Vorsicht!! Man muss dann die Differenz in der richtigen Richtung bilden

Merke:

Wird die Einheit kleiner, dann muss die Maßzahl größer werden und umgekehrt

wird größer

450 g = 0,45 kg

muss kleiner werden

Übungen mit

Lösungen

3-(-3) = 6	6 Nullen an	67000 mm
-6 – 3 = -9	9 Nullen weg	0,000 000 003 4 kg
-9 – 0 = -9	9 Nullen weg	0,000 170 m
3 – (-2) = 5	5 Nullen an	1 270 000 cm
0 – 3 = - 3	3 Nullen weg	0,000 023 kg

0,067km = ____________________ mm

3,4µg = ____________________ kg

170 000 nm = ____________________m

12,7 km = ____________________ cm

0,023 g = ____________________ kg

4 Umrechnen von Flächen- und Volumeneinheiten

Warum werden Flächen- und Volumeneinheiten gesondert behandelt?

Erfahrungsgemäß bereitet die Umrechnung dieser Einheiten Schülern besondere Schwierigkeiten und ist daher besonders fehleranfällig. Zwar werden Flächen- und Volumeneinheiten im Prinzip genauso umgerechnet wie Längeneinheiten, es ist jedoch schwieriger die Anzahl der Nullen der Umrechnungszahl zu ermitteln.

Zwei Beispiele

Die folgenden beiden Beispiele zeigen, wie man mit der in Abschnitt 2 beschriebenen Methode (Vorsatz durch Zahlenwert ersetzen) Flächen- und Volumeneinheiten in die Grundeinheit umrechnen kann.

Beispiel Flächeneinheiten:

$$\begin{aligned} 1\ \mathrm{km}^2 &= 1\,(\mathrm{km}\cdot\mathrm{km}) \\ &= 1\cdot(1000\ \mathrm{m}\cdot 1000\ \mathrm{m}) \\ &= 1\,000\,000\ \mathrm{m}^2 \end{aligned}$$

Beispiel Volumeneinheiten

$$\begin{aligned} 1\ \mathrm{cm}^3 &= 1\,(\mathrm{cm}\cdot\mathrm{cm}\cdot\mathrm{cm}) \\ &= 1\cdot\left(\frac{1}{100}\mathrm{m}\cdot\frac{1}{100}\mathrm{m}\cdot\frac{1}{100}\mathrm{m}\right) \\ &= \frac{1}{1\,00\,00\,00}\mathrm{m}^3 \end{aligned}$$

Was lernt man daraus?

Man sieht an den Beispielen, dass bei der Umrechnung von Flächeneinheiten jeder Vorsatz **zwei**mal auftaucht (km · km), bei der Umrechnung von Volumeneinheiten sogar **drei**mal (cm · cm · cm). Daher ist bei der Umrechnung von Flächeneinheiten die „normale" Zahl von Nullen die angehängt oder weggestrichen werden müssen zu ver**doppeln**, bei der Umrechnung von Volumeneinheiten sogar zu ver**drei**fachen.

Merke

Bei der Umrechnung von Flächeneinheiten ist die Zahl der Nullen zu verdoppeln, bei der Umrechnung von Volumeneinheiten zu verdreifachen.

Weitere Beispiele

cm^2 in $\mu\mathrm{m}^2$

- Die Umrechnungszahl von cm nach µm hat **-2** – (**-6**) = 4 Nullen.
- Da es um Flächeneinheiten geht, ist die Zahl der Nullen zu ver**doppeln**.
- Es müssen also **2**·4 = 8 Nullen angehängt werden.

cm^3 in km^3

- Die Umrechnungszahl von cm nach km hat **-2** – **3** = -5 Nullen.
- Da es um Volumeneinheiten geht, ist die Zahl der Nullen zu ver**drei**fachen.
- Es müssen also **3**·5 = 15 Nullen weggestrichen werden.

Und jetzt du

Von cm^2 in m^2	2·2=4 Nullen weg
Von $\mu\mathrm{m}^3$ in cm^3	3·6=18 Nullen weg
Von mm^2 in m^2	2·3=6 Nullen weg
Von km^3 in m^3	3·3=9 Nullen an

Von cm^2 in m^2 ______________ Nullen ______________________

Von $\mu\mathrm{m}^3$ in cm^3 ______________ Nullen ______________________

Von mm^2 in m^2 ______________ Nullen ______________________

Von km^3 in m^3 ______________ Nullen ______________________