

Inhaltsverzeichnis

Technische Mathematik

Umrechnung von Einheiten	2
Größen und Einheiten	4
Umstellen von Formeln	5
Winkelarten, Strahlensatz, Lehrsatz des Pythagoras	6
Winkelfunktionen	7
Werte der Winkelfunktionen	8
Schlussrechnung, Prozentrechnung, Zinsrechnung	9
Längen	10
Flächen	11
Volumen, Oberfläche	14
Volumen, Masse	16

Technische Physik

Bewegungen, konstant, beschleunigt und verzögert	17
Geschwindigkeit an Maschinen	18
Kräfte	19
Drehmoment und Hebel	22
Arbeit, Energie	24
Einfache Maschinen, Reibung	25
Leistung, Wirkungsgrad	26
Druckarten, Auftrieb, Druckübersetzung	27
Festigkeitsberechnungen: Zug, Druck, Flächenpressung, Abscherung, Torsion, Biegung	28
Zugversuch bei Metallen und Kunststoffen	33
Berechnung von Schrauben	34
Temperaturen, Auswirkungen	35
Schwindung, Schmelz-, Verdampfungs- und Verbrennungswärme	36
Ohmsches Gesetz, Widerstand	37
Spannungsabfall in Leitern, Schaltung von Widerständen	38
Elektrische Arbeit und Leistung, Transformator	39

Fertigungstechnik

Toleranzen und Passungen	40
Zahnradmaße	42
Übersetzungen	43
Qualitätsmanagement	44
Kräfte und Leistungen beim Zerspanen	45
Drehzahldiagramm	46
Hauptnutzungszeit, Bohren, Senken, Reiben, Gewindebohren	47
Hauptnutzungszeit, Drehen	48
Hauptnutzungszeit, Fräsen	49
CNC-Koordinatenachsen, Bezugspunkte	50
CNC-Werkzeug- und Bahnkorrektur	51
CNC-Technik nach DIN	52
CNC-Technik nach PAL	53

Automatisierungstechnik

Grafcet	54
Luftverbrauch pneumatischer Zylinder	55
Kolbenkräfte, Geschwindigkeiten und Leistung der Hydraulik	56

Sachwortverzeichnis



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Roland Gomeringer
Max Heinzler
Roland Kilgus

Volker Menges
Friedrich Näher
Stefan Oesterle

Claudius Scholer
Andreas Stephan
Falko Wieneke

Formeln für Metallberufe

11. Auflage

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern unverändert sind.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2014 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Druck: M. P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Europa-Nr.: 10714

ISBN 978-3-8085-1214-2

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorf Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Umrechnung von Einheiten

Diese Formelsammlung gibt zu allen Größen einer Formel immer das Formelzeichen und eine Einheit an. Setzt man bei Berechnungen die gegebenen Größen in den vorgeschlagenen Einheiten in die Formel ein, erhält man auch die gesuchte Größe in der angegebenen Einheit.


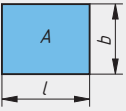
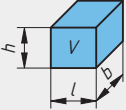



Beispiel:

Formel für die Leistung $P = F \cdot v$ (Seite 24) mit P Leistung W
 F Kraft N
 v Geschwindigkeit m/s



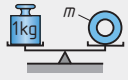

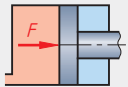
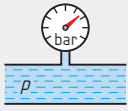
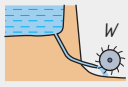
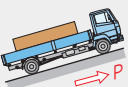
Berechnungsbeispiel: $F = 12 \text{ kN}$, $v = 300 \text{ m/min}$; $P = ? \text{ kW}$

Umrechnung der Einheiten: $F = 12 \text{ kN} = 12\,000 \text{ N}$
 $v = 300 \text{ m/min} = 300 \text{ m} / 60 \text{ s} = 5 \text{ m/s}$

Lösung: $P = F \cdot v = 12\,000 \text{ N} \cdot 5 \text{ m/s} = 60\,000 \text{ W} = 60 \text{ kW}$

Größe		Einheit		Umrechnung in andere Einheiten
Beispiel	Formelzeichen	Name	Zeichen	
Länge				
	l	Meter	m	$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$ $1 \text{ mm} = 1000 \text{ }\mu\text{m}$ $1 \text{ }\mu\text{m} = \frac{1}{1000} \text{ mm}; 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$
Fläche				
	A, S	Quadratmeter	m^2	$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2$ $1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2 = 10\,000 \text{ mm}^2$ $1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$ $1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$ $1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2$ } nur für Grundstücksflächen
Volumen und Hohlmaße				
	V	Kubikmeter Liter	m^3 l, L	$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$ $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$ $1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$ $1 \text{ l} = 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$ $1 \text{ dl} = 100 \text{ cm}^3; 1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$
Winkel (eben)				
	α, β, γ	Grad Minute Sekunde	° ' "	$1^\circ = 60'$ $1' = \frac{1^\circ}{60} = 60'' = 0,0166^\circ$ für Drehbewegungen auch Radiant rad $1'' = \frac{1'}{60} = \frac{1^\circ}{3600}$ $1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57,296^\circ$
Zeit				
	t	Sekunde Minute Stunde Tag	s min h d	$1 \text{ s} = \frac{1}{60} \text{ min}$ $1 \text{ min} = 60 \text{ s} = \frac{1}{60} \text{ h}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$ $1 \text{ d} = 24 \text{ h}$
Drehzahl, Drehfrequenz				
	n	1 pro Sekunde 1 pro Minute	1/s 1/min	$1/\text{s} = 60/\text{min} = 60 \text{ min}^{-1}$ $1/\text{min} = 1 \text{ min}^{-1} = \frac{1}{60} \text{ s}^{-1}$

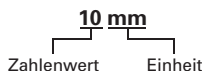
Umrechnung von Einheiten

Größe		Einheit		Umrechnung in andere Einheiten
Beispiel	Formelzeichen	Name	Zeichen	
Geschwindigkeit				
	v	Meter pro Sekunde Meter pro Minute Kilometer pro Stunde	m/s m/min km/h	$1 \text{ m/s} = 60 \text{ m/min} = 3,6 \text{ km/h}$ $1 \text{ m/min} = \frac{1}{60} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,0167 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $1 \text{ km/h} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,278 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Winkelgeschwindigkeit				
	ω	1 pro Sekunde	$\frac{1}{\text{s}}$	$\frac{1}{\text{s}} = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \approx \frac{57,296^\circ}{\text{s}}$
Masse				
	m	Kilogramm Gramm Tonne	kg g t	$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ $1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$ $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1 \text{ Mg}$
Dichte				
	ρ	Kilogramm pro Meter hoch drei	kg/m^3	$1 \text{ t/m}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3 = 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ mg/mm}^3$ bei Gasen: $1 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/dm}^3$
Kraft, Gewichtskraft				
	F, F_G	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$ $1 \text{ daN} = 10 \text{ N}$ $1 \text{ kN} = 1000 \text{ N} = 10^3 \text{ N}$ $1 \text{ MN} = 10^3 \text{ kN} = 1\,000\,000 \text{ N} = 10^6 \text{ N}$
Druck, mechanische Spannung				
	p σ, τ	Pascal Bar Newton pro Meter hoch zwei	Pa bar N/m^2	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,01 \text{ mbar}$ $1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$ $1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2 = 1 \text{ daN/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$ $1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$ $1 \text{ N/mm}^2 = 100 \text{ N/cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ MPa}$ $1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ bar}$
Arbeit, Energie, Wärmemenge				
	W, E, Q	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$ $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3\,600\,000 \text{ W} \cdot \text{s}$ $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3600 \text{ kJ} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$
Leistung, Wärmestrom				
	P, Φ	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$ $1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot \text{A}$ $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} = 1 \text{ kJ/s} = 1 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{s}} (= 1,36 \text{ PS})$ $1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W} = 10^6 \text{ W}$ $1 \text{ PS} = \frac{1}{1,36} \text{ kW} = 0,736 \text{ kW}$

Größen und Einheiten

Zahlenwerte und Einheiten

Physikalische Größe



Physikalische Größen, z. B. 125 mm, bestehen aus einem

- **Zahlenwert** und aus einer
- **Einheit**, z. B. mm, kg

Sehr große oder sehr kleine Zahlenwerte lassen sich über Vorsatzzeichen als dezimale Vielfache oder Teile vereinfacht darstellen, z. B. 0,004 mm = 4 μ m.

Dezimale Vielfache oder Teile von Einheiten

Vorsatz-Zeichen	Name	Zehnerpotenz	Mathematische Bezeichnung	Beispiele
T	Tera	10^{12}	Billion	$12000000000000\text{ N} = 12 \cdot 10^{12}\text{ N} = 12\text{ TN}$ (Tera-Newton)
G	Giga	10^9	Milliarde	$45000000000\text{ W} = 45 \cdot 10^9\text{ W} = 45\text{ GW}$ (Giga-Watt)
M	Mega	10^6	Million	$8500000\text{ V} = 8,5 \cdot 10^6\text{ V} = 8,5\text{ MV}$ (Mega-Volt)
k	Kilo	10^3	Tausend	$12600\text{ W} = 12,6 \cdot 10^3\text{ W} = 12,6\text{ kW}$ (Kilo-Watt)
h	Hekto	10^2	Hundert	$500\text{ l} = 5 \cdot 10^2\text{ l} = 5\text{ hl}$ (Hekto-Liter)
da	Deka	10^1	Zehn	$32\text{ N} = 3,2 \cdot 10^1\text{ N} = 3,2\text{ daN}$ (Deka-Newton)
–	–	10^0	Eins	$1,5\text{ m} = 1,5 \cdot 10^0\text{ m}$
d	Dezi	10^{-1}	Zehntel	$0,5\text{ l} = 5 \cdot 10^{-1}\text{ l} = 5\text{ dl}$ (Dezi-Liter)
c	Zenti	10^{-2}	Hundertstel	$0,25\text{ m} = 25 \cdot 10^{-2}\text{ m} = 25\text{ cm}$ (Zenti-Meter)
m	Milli	10^{-3}	Tausendstel	$0,375\text{ A} = 375 \cdot 10^{-3}\text{ A} = 375\text{ mA}$ (Milli-Ampere)
μ	Mikro	10^{-6}	Millionstel	$0,000052\text{ m} = 52 \cdot 10^{-6}\text{ m} = 52\text{ }\mu\text{m}$ (Mikro-Meter)
n	Nano	10^{-9}	Milliardstel	$0,00000075\text{ m} = 75 \cdot 10^{-9}\text{ m} = 75\text{ nm}$ (Nano-Meter)
p	Piko	10^{-12}	Billionstel	$0,00000000006\text{ F} = 6 \cdot 10^{-12}\text{ F} = 6\text{ pF}$ (Pico-Farad)

Umrechnung von Einheiten

Berechnungen mit physikalischen Größen sind nur dann möglich, wenn sich ihre Einheiten jeweils auf eine Basis beziehen. Bei der Lösung von Aufgaben müssen Einheiten häufig auf Basiseinheiten umgerechnet werden, z. B. mm in m, s in h, mm^2 in m^2 . Dies geschieht durch Umrechnungsfaktoren, die den Wert 1 (kohärente Einheiten) darstellen.

Umrechnungsfaktoren für Einheiten (Auszug)

Größe	Umrechnungsfaktoren	Größe	Umrechnungsfaktoren
Längen	$1 = \frac{10\text{ mm}}{1\text{ cm}} = \frac{1000\text{ mm}}{1\text{ m}} = \frac{1\text{ m}}{1000\text{ mm}} = \frac{1\text{ km}}{1000\text{ m}}$	Zeit	$1 = \frac{60\text{ min}}{1\text{ h}} = \frac{3600\text{ s}}{1\text{ h}} = \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}} = \frac{1\text{ min}}{60\text{ s}}$
Flächen	$1 = \frac{100\text{ mm}^2}{1\text{ cm}^2} = \frac{100\text{ cm}^2}{1\text{ dm}^2} =$	Winkel	$1 = \frac{60'}{1^\circ} = \frac{60''}{1'} = \frac{3600''}{1^\circ} = \frac{1^\circ}{60''}$
Volumen	$1 = \frac{1000\text{ mm}^3}{1\text{ cm}^3} = \frac{1000\text{ cm}^3}{1\text{ dm}^3} =$	Zoll	$1\text{ inch} = 25,4\text{ mm}; 1\text{ mm} = \frac{1}{25,4}\text{ inch}$

1. Beispiel:

Das Volumen $V = 3416\text{ mm}^3$ ist in cm^3 umzurechnen.

$$V = 3416\text{ mm}^3 = \frac{1\text{ cm}^3 \cdot 3416\text{ mm}^3}{1000\text{ mm}^3} = \frac{3416\text{ cm}^3}{1000} = 3,416\text{ cm}^3$$

2. Beispiel:

Die Winkelangabe $\alpha = 42^\circ 16'$ ist in Grad ($^\circ$) auszudrücken.

$$\alpha = 42^\circ + 16' \cdot \frac{1^\circ}{60'} = 42^\circ + \frac{16 \cdot 1^\circ}{60} = 42^\circ + 0,267^\circ = 42,267^\circ$$