

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, Schrittkette und Funktionsplan	54
Luftverbrauch pneumatischer Zylinder	55
Kolbenkräfte, -geschwindigkeiten und Leistung von Pumpen und Zylindern	56

Sachwortverzeichnis

57



Dieses Zeichen verweist auf die Einsatzmöglichkeit der App „Formeln & Tabellen Metall“. Weitere Informationen unter www.europa-lehrmittel.de/87831A.



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Roland Gomeringer
Max Heinzler
Roland Kilgus
Volker Menges

Stefan Oesterle
Claudius Scholer
Andreas Stephan
Falko Wieneke

Formeln für Metallberufe

12. Auflage, korrigierter Nachdruck 2017

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Druck 8 (keine Änderung seit der 2. Druckquote)

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

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

© 2017 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Umschlagfoto: Sauter Feinmechanik GmbH, 72555 Metzingen
Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Europa-Nr.: 10714

ISBN 978-3-8085-1626-3

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger 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 26) 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: $P = F \cdot v = 12\,000 \text{ N} \cdot 5 \text{ m/s} = 60\,000 \text{ W} = 60 \text{ kW}$

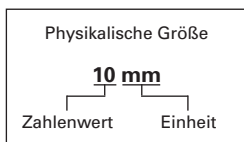
Größe		Einheit		Umrechnung in andere Einheiten
Beispiel	Formelzeichen	Name	Zeichen	
Länge				
	l	Meter	m	$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$ $1 \text{ mm} = 1000 \text{ }\mu\text{m}$ $1 \text{ }\mu\text{m} = \frac{1}{1000} \text{ mm}$; $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$
Fläche				
	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	Radian Grad Minute Sekunde	rad $^\circ$ ' "	$1 \text{ rad} = 1 \frac{\text{m}}{\text{m}} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57,296^\circ$ $1^\circ = 60'$ $1' = \frac{1^\circ}{60} = 60'' = 0,016\bar{6}^\circ$ $1'' = \frac{1^\circ}{3600} = \frac{1'}{60}$
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	$1/\text{s} = 60/\text{min} = 60 \text{ min}^{-1}$ $1/\text{min} = 1 \text{ min}^{-1} = \frac{1}{60 \text{ s}}$

Umrechnung von Einheiten

Größe		Einheit		Umrechnung in andere Einheiten
Beispiel	Formelzeichen	Name	Zeichen	
Geschwindigkeit				
	v	Meter pro Sekunde	m/s	$1 \text{ m/s} = 60 \text{ m/min} = 3,6 \text{ km/h}$
		Meter pro Minute	m/min	$1 \text{ m/min} = \frac{1}{60} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,0167 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
		Kilometer pro Stunde	km/h	$1 \text{ km/h} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,278 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Winkelgeschwindigkeit				
	ω	Radian pro Sekunde	rad/s	
		1 pro Sekunde	1/s	$1/\text{s} = 1 \text{ rad/s} \approx 57,296 \text{ }^\circ/\text{s}$
Masse				
	m	Kilogramm	kg	$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
		Gramm	g	$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$
		Tonne	t	$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1 \text{ Mg}$
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	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,01 \text{ mbar}$
		Bar	bar	$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$
		Newton pro Meter hoch zwei	N/m ²	$1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2 = 1 \text{ daN/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$
				$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$
				$1 \text{ N/mm}^2 = 100 \text{ N/cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ MPa}$
				$1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ bar}$
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 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 durch 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	12 000 000 000 000 N = $12 \cdot 10^{12}$ N = 12 TN (Tera-Newton)
G	Giga	10^9	Milliarde	45 000 000 000 W = $45 \cdot 10^9$ W = 45 GW (Giga-Watt)
M	Mega	10^6	Million	8 500 000 V = $8,5 \cdot 10^6$ V = 8,5 MV (Mega-Volt)
k	Kilo	10^3	Tausend	12 600 W = $12,6 \cdot 10^3$ W = 12,6 kW (Kilo-Watt)
h	Hekto	10^2	Hundert	500 l = $5 \cdot 10^2$ l = 5 hl (Hekto-Liter)
da	Deka	10^1	Zehn	32 N = $3,2 \cdot 10^1$ N = 3,2 daN (Deka-Newton)
–	–	10^0	Eins	1,5 m = $1,5 \cdot 10^0$ m
d	Dezi	10^{-1}	Zehntel	0,5 l = $5 \cdot 10^{-1}$ l = 5 dl (Dezi-Liter)
c	Zenti	10^{-2}	Hundertstel	0,25 m = $25 \cdot 10^{-2}$ m = 25 cm (Zenti-Meter)
m	Milli	10^{-3}	Tausendstel	0,375 A = $375 \cdot 10^{-3}$ A = 375 mA (Milli-Ampere)
μ	Mikro	10^{-6}	Millionstel	0,000 052 m = $52 \cdot 10^{-6}$ m = 52 μ m (Mikro-Meter)
n	Nano	10^{-9}	Milliardstel	0,000 000 075 m = $75 \cdot 10^{-9}$ m = 75 nm (Nano-Meter)
p	Piko	10^{-12}	Billionstel	0,000 000 000 006 F = $6 \cdot 10^{-12}$ F = 6 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, mm² in m². 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 inch = 25,4 mm; 1 mm = $\frac{1}{25,4}$ 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.

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