

Formelsammlung

Produktionsmechaniker/in und Maschinen- und Anlagenführer/in Textil

Produktveredler/in und Maschinen- und Anlagenführer/in Veredlung

Textillaborant/in

Produktprüfer/in

Produktgestalter/in

Mathematische Grundlagen

Grundlagen – Größen und Einheiten, Umstellen von Formeln

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 µm.

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 · 10 ¹² N = 12 TN (Tera-Newton)
G	Giga	10 ⁹	Milliarde	45 000 000 000 W = 45 · 10 ⁹ W = 45 GW (Giga-Watt)
M	Mega	10 ⁶	Million	8 500 000 V = 8,5 · 10 ⁶ V = 8,5 MV (Mega-Volt)
k	Kilo	10 ³	Tausend	12 600 W = 12,6 · 10 ³ W = 12,6 kW (Kilo-Watt)
h	Hekto	10 ²	Hundert	500 l = 5 · 10 ² l = 5 hl (Hekto-Liter)
da	Deka	10 ¹	Zehn	32 N = 3,2 · 10 ¹ N = 3,2 daN (Deka-Newton)
–	–	10 ⁰	Eins	1,5 m = 1,5 · 10 ⁰ m
d	Dezi	10 ⁻¹	Zehntel	0,5 l = 5 · 10 ⁻¹ l = 5 dl (Dezi-Liter)
c	Zenti	10 ⁻²	Hundertstel	0,25 m = 25 · 10 ⁻² m = 25 cm (Zenti-Meter)
m	Milli	10 ⁻³	Tausendstel	0,375 A = 375 · 10 ⁻³ A = 375 mA (Milli-Ampere)
µ	Mikro	10 ⁻⁶	Millionstel	0,000052 m = 52 · 10 ⁻⁶ m = 52 µm (Mikro-Meter)
n	Nano	10 ⁻⁹	Milliardstel	0,00000075 m = 75 · 10 ⁻⁹ m = 75 nm (Nano-Meter)
p	Piko	10 ⁻¹²	Billionstel	0,00000000006 F = 6 · 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	$1 \text{ inch} = 25,4 \text{ mm}; 1 \text{ mm} = \frac{1}{25,4} \text{ inch}$

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 (°) auszudrücken.

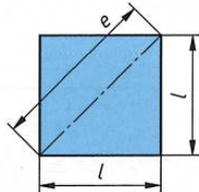
$$\alpha = 42^\circ + 16' \cdot \frac{1^\circ}{60'} = 42^\circ + \frac{16 \cdot 1^\circ}{60} = 42^\circ + 0,267^\circ = 42,267^\circ$$

Technische Mathematik

Flächen- Quadrat, Rechtecke

Flächen

Quadrat



A Fläche mm²
 l Seitenlänge mm
 e Eckenmaß mm

Fläche

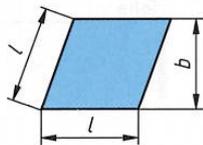
$$A = l^2$$

$$l = \sqrt{A}$$

Eckenmaß

$$e = \sqrt{2} \cdot l$$

Rhombus (Raute)



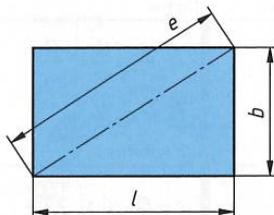
A Fläche mm²
 l Seitenlänge mm
 b Breite mm

Fläche

$$A = l \cdot b$$

$$l = \frac{A}{b}$$

Rechteck



A Fläche mm²
 l Länge mm
 b Breite mm
 e Eckenmaß mm

Fläche

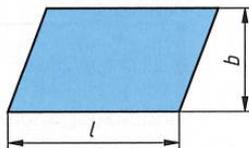
$$A = l \cdot b$$

$$l = \frac{A}{b}$$

Eckenmaß

$$e = \sqrt{l^2 + b^2}$$

Rhomboid (Parallelogramm)



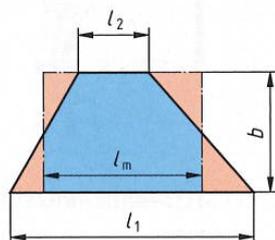
A Fläche mm²
 l Länge mm
 b Breite mm

Fläche

$$A = l \cdot b$$

$$l = \frac{A}{b}$$

Trapez



A Fläche mm²
 l₁ große Länge mm
 l₂ kleine Länge mm
 l_m mittlere Länge mm
 b Breite mm

Fläche

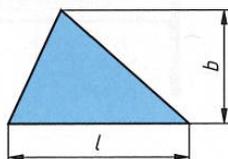
$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$$

$$A = l_m \cdot b$$

Mittlere Länge

$$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$$

Dreieck



A Fläche mm²
 l Seitenlänge mm
 b Breite mm

Fläche

$$A = \frac{l \cdot b}{2}$$

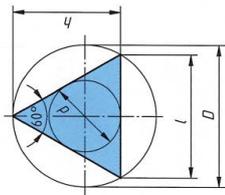
$$l = \frac{2 \cdot A}{b} \quad b = \frac{2 \cdot A}{l}$$

Technische Mathematik

Flächen- Dreiecke und Kreise

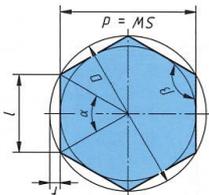
Flächen

Gleichseitiges Dreieck



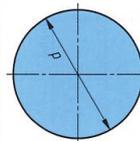
A Fläche	mm ²	Fläche	$A = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot l^2$
l Seitenlänge	mm	Durchmesser des Umkreises	$D = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = 2 \cdot d$
D Durchmesser des Umkreises	mm	Durchmesser des Inkreises	$d = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = \frac{D}{2}$
d Durchmesser des Inkreises	mm	Höhe	$h = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot l$
h Höhe	mm		

Regelmäßiges Vieleck



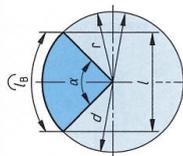
A Fläche	mm ²	Mittelpunktswinkel	$\alpha = \frac{360^\circ}{n}$
l Seitenlänge	mm	Eckenwinkel	$\beta = 180^\circ - \alpha$
D Durchmesser des Umkreises	mm	Seitenlänge	$l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$
d Durchmesser des Inkreises	mm	Durchmesser des Inkreises	$d = \sqrt{D^2 - l^2}$
SW Schlüsselweite	mm		
n Eckenzahl	-		
r Radius	mm		
alpha Mittelpunktswinkel	°		
beta Eckenwinkel	°		

Kreis



A Fläche	mm ²	Umfang	$U = \pi \cdot d$
d Durchmesser	mm		$d = \frac{U}{\pi}$
U Umfang	mm	Fläche	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$
			$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$

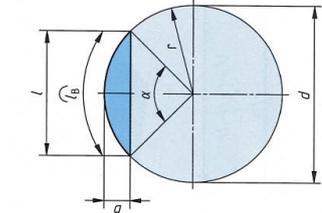
Kreisausschnitt



A Fläche	mm ²	Seitenlänge	$l = 2 \cdot r \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
d Durchmesser	mm	Bogenlänge	$l_b = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$
l_b Bogenlänge	mm		
l Sehnenlänge	mm		
r Radius	mm		
alpha Mittelpunktswinkel	°		

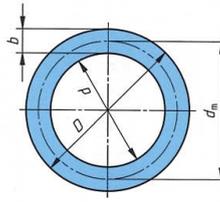
Flächen

Kreisabschnitt



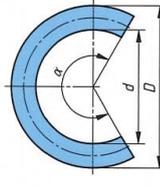
A Fläche	mm ²	Fläche	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{l \cdot (r-b)}{2}$
d Durchmesser	mm	Radius	$r = \frac{b}{2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$
r Radius	mm	Bogenlänge	$l_b = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^\circ}$
l_b Bogenlänge	mm	Sehnenlänge	$l = 2 \cdot r \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
l Sehnenlänge	mm	Radius	$r = \frac{b}{2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$
b Breite	mm		
alpha Mittelpunktswinkel	°		

Kreisring



A Fläche	mm ²	Fläche	$A = \pi \cdot d_m \cdot b$
D Außen-durchmesser	mm		$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$
d Innen-durchmesser	mm		$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi} + d^2}$
d_m mittlerer Durchmesser	mm		$d = \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot A}{\pi}}$
b Breite	mm		

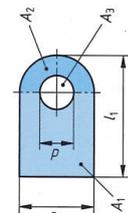
Kreisringausschnitt



A Fläche	mm ²	Fläche	$A = \frac{\pi \cdot \alpha}{4 \cdot 360^\circ} \cdot (D^2 - d^2)$
D Außen-durchmesser	mm		
d Innen-durchmesser	mm		
alpha Mittelpunktswinkel	°		

Zusammengesetzte Flächen

Beispiel: 3 Teilflächen

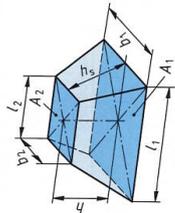
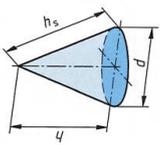
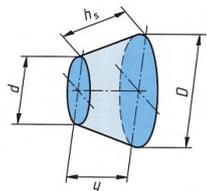
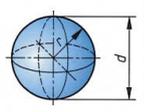
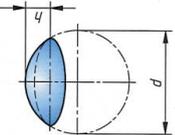


A Gesamtfläche	mm ²	Gesamtfläche	$A = A_1 + A_2 + A_3$
A_1, A_2, A_3 Teilflächen	mm ²		
l_1, l_2 Längen	mm		
d Durchmesser	mm		

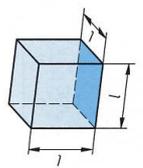
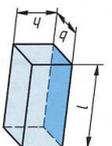
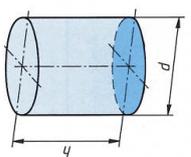
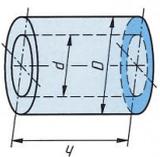
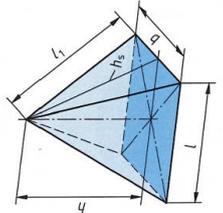
Technische Mathematik

Volumen, Oberflächen

Volumen, Oberfläche

Pyramidenstumpf	
	<p>Volumen</p> $V = \frac{h}{3} \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$ <p>mm³</p> <p>Mantelfläche</p> $h_s = \sqrt{h^2 + \left(\frac{l_1 - l_2}{2}\right)^2}$ <p>mm²</p> <p>Volumen Grundfläche Höhe Mantelhöhe Seitenlänge Breite</p> <p>V A_1 A_2 h h_s l_1, l_2 b_1, b_2</p>
Kegel	
	<p>Volumen</p> $V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4 \cdot 3}$ <p>mm³</p> <p>Mantelfläche</p> $A_M = \frac{\pi \cdot d \cdot h_s}{2}$ <p>mm²</p> <p>Mantelhöhe</p> $h_s = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}$ <p>mm</p> <p>Volumen Mantelfläche Durchmesser Höhe Mantelhöhe</p> <p>V A_M d h h_s</p>
Kegelstumpf	
	<p>Volumen</p> $V = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$ <p>mm³</p> <p>Mantelfläche</p> $A_M = \frac{\pi \cdot h_s}{2} \cdot (D + d)$ <p>mm²</p> <p>Mantelhöhe</p> $h_s = \sqrt{h^2 + \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}$ <p>mm</p> <p>Volumen Mantelfläche großer Durchmesser kleiner Durchmesser Höhe Mantelhöhe</p> <p>V A_M D d h h_s</p>
Kugel	
	<p>Volumen</p> $V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$ <p>mm³</p> <p>Oberfläche</p> $A_0 = \pi \cdot d^2$ <p>mm²</p> <p>Volumen Oberfläche Kugeldurchmesser</p> <p>V A_0 d</p>
Kugelabschnitt	
	<p>Volumen</p> $V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d-h}{3}\right)$ <p>mm³</p> <p>Oberfläche</p> $A_0 = \pi \cdot h \cdot (2 \cdot d - h)$ <p>mm²</p> <p>Mantelfläche</p> $A_M = \pi \cdot d \cdot h$ <p>mm²</p> <p>Volumen Mantelfläche Oberfläche Kugeldurchmesser kleiner Durchmesser Höhe</p> <p>V A_M A_0 d d_1 h</p>

Volumen, Oberfläche

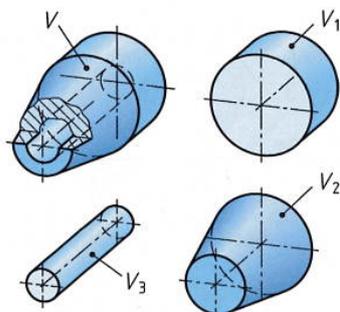
Würfel	
	<p>Volumen</p> $V = l^3$ <p>mm³</p> <p>Oberfläche</p> $A_0 = 6 \cdot l^2$ <p>mm²</p> <p>$l = \sqrt[3]{V}$ $l = \sqrt{\frac{A_0}{6}}$</p> <p>Volumen Oberfläche Seitenlänge</p> <p>V A_0 l</p>
Vierkantprisma, Quader	
	<p>Volumen</p> $V = l \cdot b \cdot h$ <p>mm³</p> <p>Oberfläche</p> $A_0 = 2 \cdot (l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h)$ <p>mm²</p> <p>Volumen Oberfläche Seitenlänge Höhe Breite</p> <p>V A_0 l h b</p>
Zylinder	
	<p>Volumen</p> $V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}$ <p>mm³</p> <p>Mantelfläche</p> $A_M = \pi \cdot d \cdot h$ <p>mm²</p> <p>Volumen Oberfläche Mantelfläche Durchmesser Höhe</p> <p>V A_0 A_M d h</p>
Hohlzylinder	
	<p>Volumen</p> $V = \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot (D^2 - d^2)$ <p>mm³</p> <p>Oberfläche</p> $A_0 = \pi \cdot (D + d) \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot (D - d) + h\right]$ <p>mm²</p> <p>Volumen Oberfläche D, d Durchmesser Höhe</p> <p>V A_0 D, d h</p>
Pyramide	
	<p>Volumen</p> $V = \frac{l \cdot b \cdot h}{3}$ <p>mm³</p> <p>Kantenlänge</p> $l_1 = \sqrt{h_s^2 + \frac{b^2}{4}}$ <p>mm</p> <p>Mantelhöhe</p> $h_s = \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}$ <p>mm</p> <p>Volumen Höhe Mantelhöhe Seitenlänge Kantenlänge Breite</p> <p>V h h_s l l_1 b</p>

Quellen: Tabellenbuch Metall, Verlag Europa-Lehrmittel; Haan-Gruiten
 Formeln für Metallberufe; Verlag Europa-Lehrmittel 12. Auflage, korrigierter Nachdruck 2017
 Fachkunde Metall, Bilder Paket, Verlag Europa-Lehrmittel 58. Auflage 2017

Technische Mathematik

Volumen, Massen

Volumen zusammengesetzter Körper



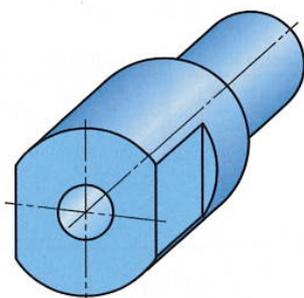
Zusammengesetzte Körper werden zur Berechnung des Gesamtvolumens in Teilvolumen zerlegt.

V Gesamtvolumen mm^3
 V_1, V_2, V_3, \dots Teilvolumen mm^3

Gesamtvolumen

$$V = V_1 + V_2 + \dots - V_3 - V_4$$

Masse, allgemein



Die Masse eines Körpers wird aus seinem Volumen und seiner Dichte berechnet.

m Masse kg
 V Volumen dm^3
 e Dichte kg/dm^3

Masse

$$m = V \cdot e$$

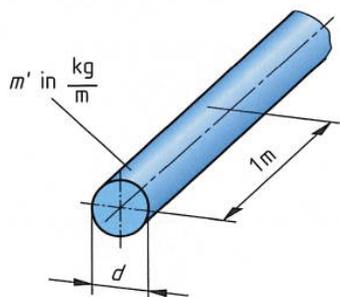
$$V = \frac{m}{e}$$

Umrechnung der Einheiten:

$$1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{\text{mg}}{\text{mm}^3}$$

Werte für die Dichte siehe Tabellenbuch.

Längenbezogene Masse



Die Masse von Profilen, Rohren oder Drähten kann auch mithilfe von Tabellenwerten für die längenbezogene Masse m' berechnet werden.

m Masse kg
 m' längenbezogene Masse kg/m
 l Länge m

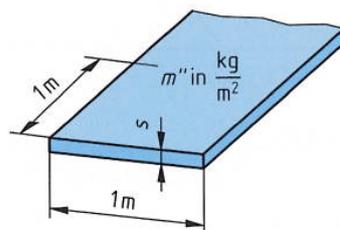
Masse

$$m = m' \cdot l$$

$$m' = \frac{m}{l}$$

Werte für die längenbezogene Masse m' siehe Tabellenbuch.

Flächenbezogene Masse



Die Masse von Blechen, Folien oder Belägen kann auch mithilfe von Tabellenwerten für die flächenbezogene Masse m'' berechnet werden.

m Masse kg
 m'' flächenbezogene Masse kg/m^2
 A Fläche m^2

Masse

$$m = m'' \cdot A$$

$$m'' = \frac{m}{A}$$

Werte für die flächenbezogene Masse m'' siehe Tabellenbuch.

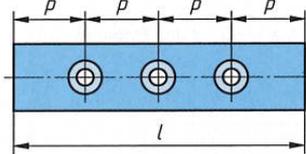
Technische Mathematik

Länge- Teilung, Gestreckte Längen

Längen

Teilung von Längen

Randabstand = Teilung



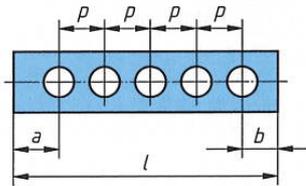
- l Gesamtlänge mm
- p Teilung mm
- n Anzahl der Bohrungen, Sägeschnitte ... -

Teilung

$$p = \frac{l}{n + 1}$$

$$l = p \cdot (n + 1)$$

Randabstand \neq Teilung



- l Gesamtlänge mm
- p Teilung mm
- n Anzahl der Bohrungen, Sägeschnitte ... -
- a, b Randabstände mm

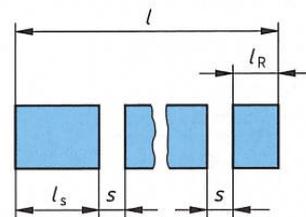
Teilung

$$p = \frac{l - (a + b)}{n - 1}$$

$$l = p \cdot (n - 1) + a + b$$

$$n = \frac{l - (a + b)}{p} + 1$$

Trennen von Teilstücken



- l Stablänge mm
- l_s Länge eines Teiles mm
- z Anzahl der Teile -
- s Breite der Sägeschnitte mm
- l_R Restlänge mm

Anzahl der Teile

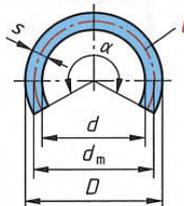
$$z = \frac{l}{l_s + s}$$

$$l = z \cdot (l_s + s)$$

Restlänge

$$l_R = l - z \cdot (l_s + s)$$

Gestreckte Länge kreisförmiger Bauteile



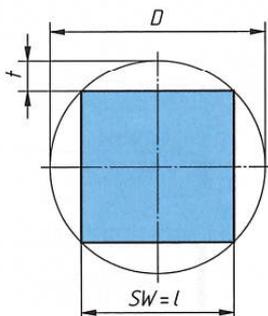
- l gestreckte Länge mm
- d Innendurchmesser mm
- d_m mittlerer Durchmesser mm
- D Außendurchmesser mm
- α Mittelpunktswinkel °
- s Dicke mm

Gestreckte Länge

$$l = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360^\circ}$$

$$d_m = \frac{D + d}{2}$$

Außendurchmesser von Vierkant- und Sechskant-Profilen



- D Außendurchmesser mm
- SW Schlüsselweite mm
- t Frästiefe mm
- l Seitenlänge mm

Frästiefe

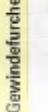
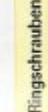
$$t = \frac{D - SW}{2}$$

Vierkant	Sechskant	Achtkant	Zwölfkant
$D = \frac{SW}{\cos 45^\circ}$	$D = \frac{SW}{\cos 30^\circ}$	$D = \frac{SW}{\cos 22,5^\circ}$	$D = \frac{SW}{\cos 15^\circ}$
$A = SW^2$	$A \approx 0,867 \cdot SW^2$	$A \approx 0,828 \cdot SW^2$	$A \approx 0,804 \cdot SW^2$

Verbindungseinheiten

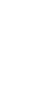
Schrauben- Namen, Formen, Normen, Eigenschaften

Schrauben – Übersicht, Bezeichnung von Schrauben

Bild	Ausführung	Normbereich von ... bis	Norm	Verwendung, Eigenschaften
Bohrschrauben mit Blechschaubengewinde				
	Flachkopf mit Kreuzschlitz	ST2,2 ... ST6,3	DIN EN ISO 15481	Karosserie- und Blechbau; Bohrschrauben bohren beim Einbohren des Kernlochs und formen das Gewinde aus.
	Linienkopfkopf mit Kreuzschlitz	ST2,2 ... ST6,3	DIN EN ISO 15483	
Stiftschrauben				
	$l_s = 2 \cdot d$ $l_s = 1,25 \cdot d$ $l_s = 1 \cdot d$	M4 ... M24 M4 ... M48 M3 ... M48	DIN 835 DIN 939 DIN 938	für Aluminiumlegierungen für Gussmetallwerkstoffe für Stahl
Gewindestifte				
	mit Zapfen und Schlitz	M1,6 ... M12	DIN EN 27435	auf Druck beanspruchbare Schrauben zur Lagersicherung von Bauteilen, z.B. Hebeln, Lagerbuchsen, Naben
	mit Zapfen und Innensechskant	M1,6 ... M24	DIN EN ISO 4028	
	mit Spitze und Schlitz	M1,6 ... M12	DIN EN 27434	Gewindestifte sind zur Leistungsübertragung von Torsionsmomenten, z.B. als Verbindung von Welle und Nabe, nicht geeignet.
	mit Spitze und Innensechskant	M1,6 ... M24	DIN EN ISO 4027	
	mit Kegelschlitz und Schlitz	M1,6 ... M12	DIN EN ISO 4766	
	mit Kegelschlitz und Innensechskant	M1,6 ... M24	DIN EN ISO 4026	
Verschlusschrauben				
	mit Bund und Innen- oder Außensechskant	M10x1 ... M52x1,5	DIN 908 DIN 910	Getriebebau; Full-, Überlauf- und Entleerschrauben für Getriebe; spannen die Bearbeitung des Dichtlasches am Gehäuse erforderlich; Verankerung mit Dichttringen DIN 7633
Gewindetiefende Schrauben				
	verschiedene Kopf- und Zylinderkopfformen, z.B. Sechskant, Zylinderkopfform	M2 ... M10	DIN 7590-1	bei geringer Beanspruchung in spaltlos formbaren Werkstoffen, z.B. S235, DC01 ... DC04, NE-Metallen; Verwendung ohne Schraubensicherung
Ringschrauben				
	mit Ringgewinde	M8 ... M100x6	DIN 590	Transportsen an Maschinen und Geräten; Belastung hängt vom Lastzugwinkel ab; spannende Bearbeitung der Auflagefläche des Flansches erforderlich
Bezeichnung von Schrauben				
Beispiele: Sechskantschraube ISO 4017 – M12 x 80 – A2-70 Zylinderschraube DIN 910 – M24 x 1,5 – S1 Zylinderschraube ISO 4762 – M10 x 95 – 8.8				
Bezeichnung		Nennnorm, z.B. ISO, DIN, EN; Nummer des Normblattes!		Nennnorm, z.B. A2-70, A4-70; Werkstoff, z.B. S1 Stahl, CuZn Kupfer (Zink-Legierung)

* Schrauben, die nach DIN/EN genormt sind, erhalten in der Bezeichnung das Kürzel ISO (DIN EN) mit der ISO-Nummer (= DIN/EN-Nummer – 20000) oder das Kürzel EN (Seite 223) mit der EN-Nummer.

Schrauben – Übersicht

Bild	Ausführung	Normbereich von ... bis	Norm	Verwendung, Eigenschaften
Sechskantschrauben				
	mit Schaft und Ringgewinde	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4014	Seite 221 ... 223 am häufigsten verwendete Schrauben im Maschinen-, Geräte- und Fahrzeugbau;
	mit Ringgewinde bis zum Kopf	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4017	bei Gewinde bis zum Kopf; höhere Dauerfestigkeit
	mit Schaft und Feingewinde	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 8765	im Vergleich zu Ringgewinde: kleinere Gewindestifte, kleinere Steigung, höher belastbar, größere Mindestschraubtiefe l_s
	mit Feingewinde bis zum Kopf	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 8676	
	mit Dinmischeif	M3 ... M20	DIN EN ISO 24015	Dehmschrauben; für dynamische Belastungen, bei fachgerechter Montage keine Sicherung erforderlich
	Passschraube	M8 ... M48	DIN 609	Lagefindung von Bauteilen gegen Verschiebung; Passscharf überträgt Querkräfte
Sechskantschrauben für den Metallbau				
	mit großer Schlussschleife	M12 ... M36	DIN EN 14399-4	hochste, abnormmäßig vorgespannte Verbindungen (HV), mit Mutter nach DIN EN 14399-4 (Seite 242)
	Passschraube mit großer Schlussschleife	M12 ... M30	DIN EN 14399-8	gleitfeste Verbindungen (GVP), Schen-Lochverbindungs-Verbindungen (SLV)
Zylinderschrauben				
	mit Innensechskant, Ringgewinde	M1,6 ... M36	DIN EN ISO 4762	Seite 224, 226 Maschinen-, Geräte- und Fahrzeugbau; kleiner Raumbedarf, Kopf verformbar
	mit Innensechskant und niedrigem Kopf	M6 ... M16	DIN 7904	bei niedrigem Kopf; kleiner Bauhöhe, geringere Belastbarkeit
	mit Innensechskant, Ring-, Feingewinde	M6 ... M16	DIN 34621	Innenwelle; gute Drehmomentübertragung, kleiner Montage- und Lösen
	mit Schlitz, Ringgewinde	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 1207	Schrauben mit Schlitz; Kleinschrauben, geringe Belastbarkeit
Senkschrauben				
	mit Schlitz	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 2009	Seite 225, 226 vielseitige Anwendung im Maschinen-, Geräte- und Fahrzeugbau;
	mit Innensechskant	M3 ... M20	DIN EN ISO 10642	bei Schrauben mit Innensechskant: höhere Belastbarkeit
	mit Linienkopfkopf und Schlitz	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 2010	bei Schrauben mit Kreuzschlitz: sicheres Anziehen und Lösen gegenüber Schrauben mit Schlitz
	mit Linienkopfkopf und Kreuzschlitz	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 7047	
Blechschräuben mit Blechschräubengewinde				
	Linienkopfschraube	ST2,2 ... ST9,5	DIN EN ISO 7049	Seite 225, 227 Karosserie- und Blechbau. Die zu verbindenden Bleche weisen Kernloch auf. Das Gewinde wird durch die Schraube geformt. Nur bei dünnen Blechen ist eine Sicherung notwendig.
	Senkschraube	ST2,2 ... ST9,5	DIN EN ISO 7050	
	Innensechskantschraube	ST2,2 ... ST9,5	DIN EN ISO 7051	

Quellen: Tabellenbuch Metall, Verlag Europa-Lehrmittel; Haan-Gruten
Formeln für Metallberufe; Verlag Europa-Lehrmittel 12. Auflage, korrigierter Nachdruck 2017
Fachkunde Metall, Bilder Paket, Verlag Europa-Lehrmittel 58. Auflage 2017

Verbindungs-einheiten

Muttern- Übersicht, Bezeichnungen

Muttern – Übersicht, Bezeichnung von Muttern

Bild	Ausführung	Formbereich von ... bis	Norm	Verwendung, Eigenschaften						
Hilfsmuttern										
	hohe Form, Regel- oder Feingewinde	M4 ... M38 M8x1 ... M24x2	DIN 1587	dekorativer und dichter Abschluss von Verschraubungen nach außen, Schutz für das Gewinde, Schutz vor Verletzungen						
	niedrige Form, Regel- oder Feingewinde	M4 ... M48 M8x1 ... M48x3	DIN 917							
Hängmuttern, Ringschrauben										
	Ringmutter, Regel- oder Feingewinde	M8 ... M100x6 M20x2 ... M100x4	DIN 582	Transportlösen an Maschinen und Geräten; Besatzung hängt von Lastwinkeln ab, spezielle Bearbeitung der Auflagefläche des Flansches erforderlich						
Nutmutter, Sicherungsbleche										
	Nutmutter mit Feingewinde	M10x1 ... M200x1,5	DIN 70852	zur axialen Fixierung, z. B. von Naben, bei kleinen Einbaulängen und geringen Belastungen, Sicherung mit Sicherungsblech						
	Sicherungsbleche	10 ... 200	DIN 70952							
	Nutmutter mit Feingewinde	M10x0,75 ... M115x2 (KM0 ... KM23)	DIN 981	zur axialen Fixierung von Wälzlagern, zur Einstellung des Lagerspiels, z. B. bei Kegelrollenlagern, Sicherung mit Sicherungsblech						
	Sicherungsbleche	10 ... 115 (M30 ... M823)	DIN 5406							
Rändelmutter										
	hohe Form, Regelgewinde	M1 ... M10	DIN 466	Verwendung bei Verschraubungen, die häufig geöffnet werden, z. B. im Vorrichtungsbau, in Schaltschränken						
	niedrige Form, Regelgewinde	M1 ... M10	DIN 467							
Sechskant-Spannschlossmutter										
	Regelgewinde	M6 ... M30	DIN 1479	zur Verbindung und Einstellung, z. B. von Gewinde- und Schraubstangen, mit Unis- und Rechtsmutter; Sicherung mit Gegenmutter						
Bezeichnung von Muttern										
Typbeispiele: <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Sechskantmutter</td> <td>ISO 4032 – M12 – 8</td> </tr> <tr> <td>Kronenmutter</td> <td>DIN 929 – M8 x 1 – St</td> </tr> <tr> <td>Sechskantmutter</td> <td>EN 1561 – M12 – 10</td> </tr> </table>					Sechskantmutter	ISO 4032 – M12 – 8	Kronenmutter	DIN 929 – M8 x 1 – St	Sechskantmutter	EN 1561 – M12 – 10
Sechskantmutter	ISO 4032 – M12 – 8									
Kronenmutter	DIN 929 – M8 x 1 – St									
Sechskantmutter	EN 1561 – M12 – 10									
Bezeichnung: <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Bezugsform, z. B. ISO, DIN, EN; Nummer des Normblattes¹⁾</td> <td>Bezeichnung</td> <td>Bezeichnung, z. B. Normdaten, z. B. M → metrisches Gewinde / 8 → Nennschraubenserie / 1 → Gewindebeeiligung P bei Feingewinden</td> <td>Feigstigkeit, z. B. 8, 10</td> </tr> </table>					Bezugsform, z. B. ISO, DIN, EN; Nummer des Normblattes ¹⁾	Bezeichnung	Bezeichnung, z. B. Normdaten, z. B. M → metrisches Gewinde / 8 → Nennschraubenserie / 1 → Gewindebeeiligung P bei Feingewinden	Feigstigkeit, z. B. 8, 10		
Bezugsform, z. B. ISO, DIN, EN; Nummer des Normblattes ¹⁾	Bezeichnung	Bezeichnung, z. B. Normdaten, z. B. M → metrisches Gewinde / 8 → Nennschraubenserie / 1 → Gewindebeeiligung P bei Feingewinden	Feigstigkeit, z. B. 8, 10							
*) Muttern, die nach ISO oder DIN EN genormt sind, erhalten in der Bezeichnung das Kürzel ISO . Muttern, die nach DIN genormt sind, erhalten in der Bezeichnung das Kürzel DIN . Muttern, die nach DIN EN genormt sind, erhalten in der Bezeichnung das Kürzel EN .										

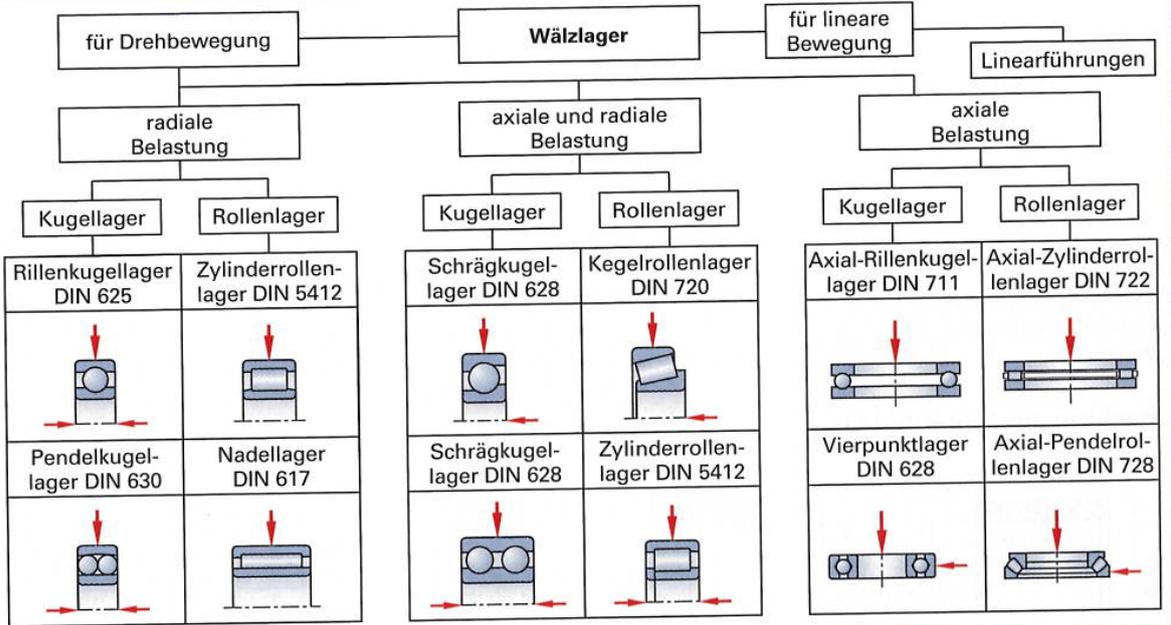
Muttern – Übersicht

Bild	Ausführung	Normbereich von ... bis	Norm	Verwendung, Eigenschaften
Sechskantmutter, Typ 1				
	mit Regelgewinde	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4032	am häufigsten verwendete Mutter; Verwendung für Schrauben bis zur gleichen Festigkeitsklasse;
	mit Feingewinde	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 9673	Feingewinde: höhere Kraftübertragung als bei Regelgewinden
Sechskantmutter, Typ 2				
	mit Regelgewinde	M5 ... M36	DIN EN ISO 4033	Mutterhöhe ist ca. 10% höher als bei Mutter des Typs 1, Verwendung für Schrauben bis zur gleichen Festigkeitsklasse;
	mit Feingewinde	M8x1 ... M36x3	DIN EN ISO 9674	Feingewinde: höhere Kraftübertragung als bei Regelgewinden
Niedrige Sechskantmutter				
	mit Regelgewinde	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4035	Verwendung bei niedrigen Einbaulängen und geringen Belastungen;
	mit Feingewinde	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 9675	Feingewinde: höhere Kraftübertragung als bei Regelgewinden
Sechskantmutter mit Klemmteil				
	mit Regelgewinde	M3 ... M36	DIN EN ISO 7040	selbstsichernde Mutter mit voller Belastbarkeit und nichtmetallischem Einsatz, bis zu Betriebstemperatur von 120 °C;
	mit Feingewinde	M8x1 ... M36x3	DIN EN ISO 10512	Feingewinde: höhere Kraftübertragung als bei Regelgewinden
	mit Regelgewinde	M5 ... M36	DIN EN ISO 7719	selbstsichernde Ganzmetallmutter mit voller Belastbarkeit;
	mit Feingewinde	M8x1 ... M36x3	DIN EN ISO 10513	Feingewinde: höhere Kraftübertragung als bei Regelgewinden
Sechskantmutter, andere Formen				
	mit großen Schlüsselweiten, Regelgewinde	M12 ... M36	DIN EN 14389-4	Metallbau; hochfeste übermäßig vergrößerte Verbindungen (HW) mit Sechskantschrauben DIN EN 14389-4 (Seite 223)
	mit Flansch, Regelgewinde	M5 ... M20	DIN EN 1681	Verwendung z. B. bei großen Durchgangsbearbeitungen oder zur Vergrößerung der Flächenpressung
	Schweißmutter, Regelgewinde	M3 ... M16 M8x1 ... M16x1,5	DIN 929	Verwendung in Blechkonstruktionen; Mutter werden mit den Blechen meist durch Buckelschweißnaht verbunden
Kronenmutter, Splinte				
	hohe Form, Regel- oder Feingewinde	M4 ... M100 M8x1 ... M100x4	DIN 925	Verwendung z. B. zur axialen Fixierung von Lagern, Naben, in Sicherheitsverschraubungen (Lenkbereich von Fahrzeugen)
	niedrige Form, Regel- oder Feingewinde	M6 ... M48 M8x1 ... M48x3	DIN 979	Sicherung mit Splint und Quereibearbeitung in der Schraube, bei voller Belastung der Schrauben werden die Splinte ab Festigkeitsklasse 8.8 abge-schert
	Splinte	0,6x12 ... 20x280	DIN EN ISO 1234	

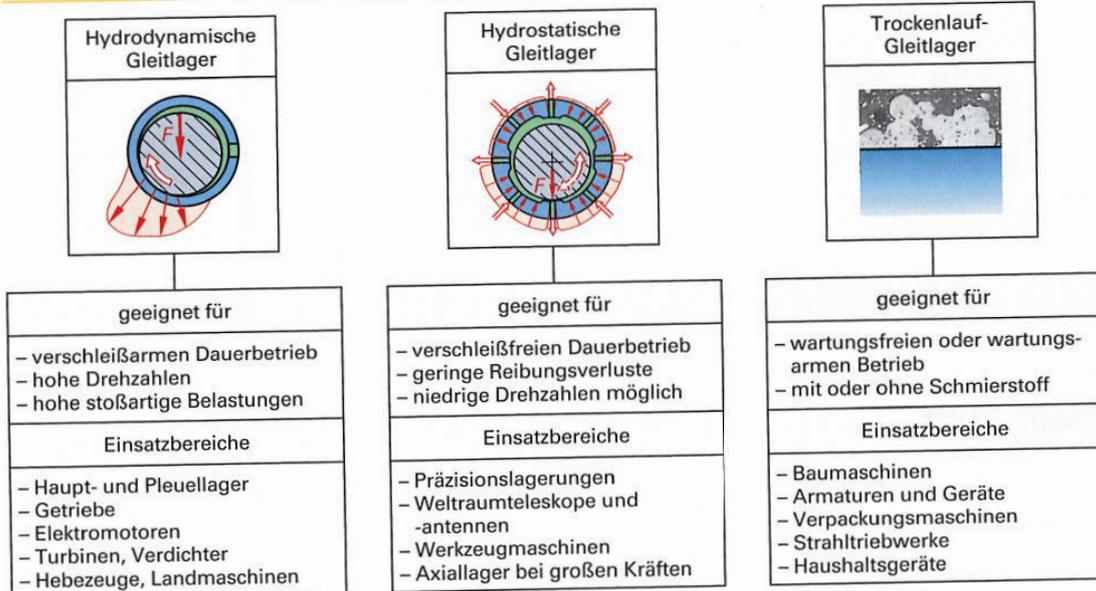
Energieübertragungseinheit

Lager- Wälzlager und Gleitlager

Wälzlager (Auswahl)



Gleitlager¹⁾ (Auswahl nach Art der Schmierung)



¹⁾ Weitere Gleitlager: luft- bzw. gas- und wassergeschmierte Gleitlager, Magnetlager

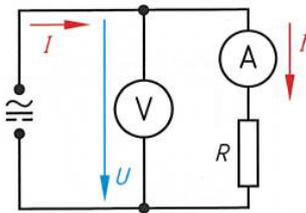
Elektrotechnik

Schaltzeichen

Schaltzeichen		vgl. DIN EN 60617-1 bis -11 (1997-08)	
Allgemeine Schaltzeichen			
	Widerstand, allgemein		Induktivität, Spule
	Sicherung		nichtgenormte Darstellung
	Kondensator		Dauermagnet
	Lampe, allgemein, wahlweise Darstellung		Summer
	galvanisches Element		Hupe
	Umsetzer, Umformer		
Leiter, Verbinder und Anschlüsse			
	Leiter, allgemein		Schutzleiter, PE
	Leiter, beweglich		Neutralleiter, PN
	Leiter, geschirmt		Neutralleiter mit Schutzfunktion PEN
	Abzweig, wahlweise Darstellung		Doppelabzweig, wahlweise Darstellung
	Massenanschluss, wahlweise Darstellung		Erdung
	Schutzleiteranschluss		
Relaiskontakte		Betätigungsarten	
	Schließer, Einschaltglied		von Hand, allgemein
	Öffner, Ausschaltglied		durch Drücken
	Wechsler, Umschaltglied		durch Ziehen
			durch Drehen
			durch Kippen
			durch Schlüssel
			durch Pedal
			durch Rolle
			durch Druckenergie
			durch Annähern
			durch Berühren
			durch Bimetall (thermisch)
El.-mech. Relais		Schaltverhalten	
	Relaisspule, allgemein		Raste, verhindert selbsttätige Rückkehr
	mit Ansprechverzögerung	a)	verzögerte Wirkung (Fallschirmwirkung) bei Bewegung a) nach rechts b) nach links
	mit Rückfallverzögerung	b)	
	mit Ansprech- und Rückfallverzögerung		Kennzeichen für „betätigter Zustand“
			Schließer mit Handbetätigung
			Stellschalter mit 1 Schließer und 1 Öffner
			Druckschalter, gibt bei einem voreingestellten Druck ein elektrisches Signal ab
		a)	a) Öffner
		b)	b) Schließer
			Darstellung in betätigtem Zustand
		a)	a) schließt
		b)	b) öffnet
			verzögert bei Betätigung
			Notdruck-Taster
Endschalter, Näherungsschalter, Ventil		Schaltungselemente im Strompfad (Auswahl)	
	Endschalter, Öffner		Magnetischer Sensor (2-polig)
	Endschalter, Schließer		Magnetischer Sensor (3-polig)
	Ventil mit elektromagnetischer Betätigung		
	magnetischer Näherungsschalter mit Schließerkontakt, reagiert auf Annäherung magnetischer Stoffe		
	kapazitiver Näherungsschalter mit Öffnerkontakt, reagiert auf Annäherung aller Stoffe		
			Relais
			Spannungsversorgung

Elektrotechnik

Ohmsches Gesetz



U Spannung
 I Stromstärke
 R Widerstand
 $1 \Omega = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}$

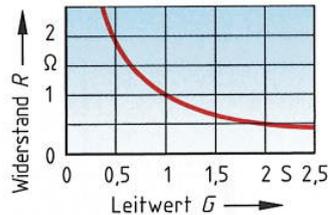
V
 A
 Ω

Stromstärke

$$I = \frac{U}{R}$$

$$R = \frac{U}{I} \quad U = I \cdot R$$

Widerstand und Leitwert



R Widerstand
 G Leitwert

Ω
 S

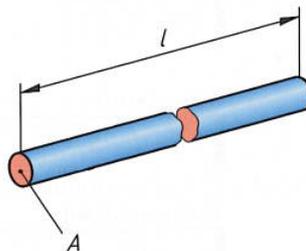
Widerstand

$$R = \frac{1}{G}$$

Leitwert

$$G = \frac{1}{R}$$

Spezifischer elektrischer Widerstand, elektrische Leitfähigkeit, Leiterwiderstand



ρ spezifischer elektrischer Widerstand $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
 γ elektrische Leitfähigkeit $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$
 R Widerstand Ω
 A Leiterquerschnitt mm^2
 l Leiterlänge m

Spezifischer elektrischer Widerstand

$$\rho = \frac{1}{\gamma}$$

Leiterwiderstand

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

Widerstand und Temperatur

Werkstoff	Temperaturkoeffizient α in 1/K
Aluminium	0,0040
Blei	0,0039
Gold	0,0037
Kupfer	0,0039
Silber	0,0038
Wolfram	0,0044
Zinn	0,0045
Zink	0,0042
Grafit	-0,0013
Konstantan	$\pm 0,00001$

ΔR Widerstandsänderung Ω
 R_{20} Widerstand bei 20 °C Ω
 R_t Widerstand bei der Temperatur t Ω
 α Temperaturkoeffizient (T_k -Wert) $1/\text{K}$
 Δt Temperaturdifferenz K

Widerstandsänderung

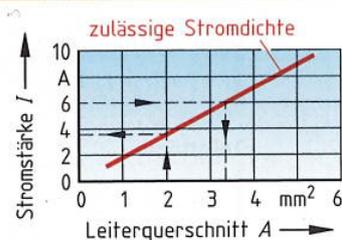
$$\Delta R = \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta t$$

Widerstand bei Temperatur t

$$R_t = R_{20} + \Delta R$$

$$R_t = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Stromdichte in Leitern



J Stromdichte A/mm^2
 I Stromstärke A
 A Leiterquerschnitt mm^2

Stromdichte

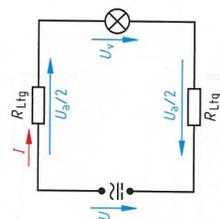
$$J = \frac{I}{A}$$

Elektrotechnik

Elektrotechnik- Parallel- und Reihenschaltung, Leistung

Elektrotechnik

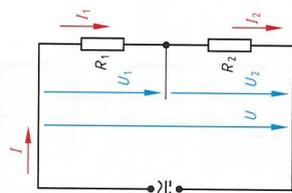
Spannungsabfall in Leitern



U_0 Spannungsabfall im Leiter
 U Klemmenspannung
 U_L Spannung am Verbraucher
 I Stromstärke
 R_{Lig} Leiterwiderstand für Zuleitung bzw. Rückleitung

Spannungsabfall
 $U_0 = 2 \cdot I \cdot R_{Lig}$
Spannung am Verbraucher
 $U_L = U - U_0$

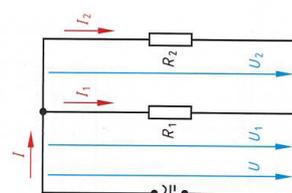
Reihenschaltung von Widerständen



R Gesamtwiderstand
 I Gesamtstrom
 U Gesamtspannung
 R_1, R_2 Einzelwiderstände
 I_1, I_2 Teilströme
 U_1, U_2 Teilspannungen

Gesamtwiderstand
 $R = R_1 + R_2 + \dots$
Gesamtspannung
 $U = U_1 + U_2 + \dots$
Gesamtstrom
 $I = I_1 = I_2 = \dots$
Teilspannungen
 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Parallelschaltung von Widerständen



R Gesamtwiderstand
 I Gesamtstrom
 U Gesamtspannung
 R_1, R_2 Einzelwiderstände
 I_1, I_2 Teilströme
 U_1, U_2 Teilspannungen

Gesamtwiderstand
 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$
Gesamtwiderstand bei nur 2 Teilwiderständen
 $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
Gesamtspannung
 $U = U_1 = U_2 = \dots$
Gesamtstrom
 $I = I_1 + I_2 + \dots$
Teilströme
 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

Elektrotechnik

Elektrische Arbeit

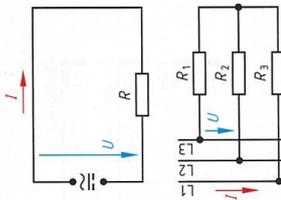


W elektrische Arbeit
 P elektrische Leistung
 t Zeit
 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ} = 3600000 \text{ W} \cdot \text{s}$

Elektrische Arbeit
 $W = P \cdot t$
 $P = \frac{W}{t}$

$\text{kW} \cdot \text{h}$
 kw
 h

Elektrische Leistung bei ohmscher Belastung¹⁾



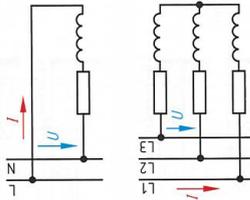
P elektrische Leistung
 U Spannung (Leiterspannung)
 I Stromstärke
 R Widerstand

Leistung bei Gleich- oder Wechselstrom
 $P = U \cdot I$
 $P = I^2 \cdot R$
 $P = \frac{U^2}{R}$

Leistung bei Drehstrom
 $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

¹⁾ d.h. nur bei Wärmegeräten (ohmsche Widerstände)

Wirkleistung bei Wechsel- und Drehstrom mit induktivem oder kapazitivem Lastanteil²⁾



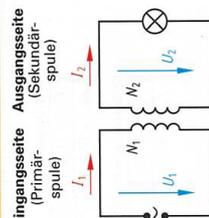
P Wirkleistung
 U Spannung (Leiterspannung)
 I Stromstärke
 $\cos \varphi$ Leistungsfaktor

Wirkleistung bei Wechselstrom
 $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Wirkleistung bei Drehstrom
 $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$

²⁾ z. B. bei Elektromotoren und Generatoren

Transformator



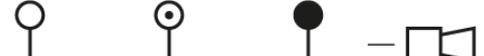
Eingangsseite (Primärspule)
 U_1, I_1

Ausgangsseite (Sekundärspule)
 U_2, I_2

N_1, N_2 Windungszahlen
 U_1, U_2 Spannungen
 I_1, I_2 Stromstärken

Spannungen
 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$
Stromstärken
 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$
 $I_1 = \frac{N_2 \cdot I_2}{N_1}$

Anlagentechnik

<p>Absperrarmaturen allgemein</p>  <p>gerade Form Eckform Dreiwegeform</p>	<p>Absperrhähne</p>  <p>gerade Form Eckform Dreiwegeform</p>
<p>Absperrventile</p>  <p>gerade Form Eckform Dreiwegeform</p>	 <p>Absperr- schieber Absperr- klappe Entspannungs- ventil</p>
<p>Rückschlagarmaturen</p>  <p>allgemein Rückschlag- ventil Rückschlag- klappe</p>	<p>Kondensatableiter Be- und Entlüfter</p>  <p>Blind- scheibe Drossel- scheibe Offen- scheibe Misch- düse</p> 
<p>Sicherheitsarmaturen</p> <p>Sicherheits- ventil Sicherheitsventil mit Feder</p>  <p>Berst- scheibe</p> 	<p>Schmutz- fänger Kompen- sator Schau- glas Schall- dämpfer</p> 



Technische Kommunikation

Linien

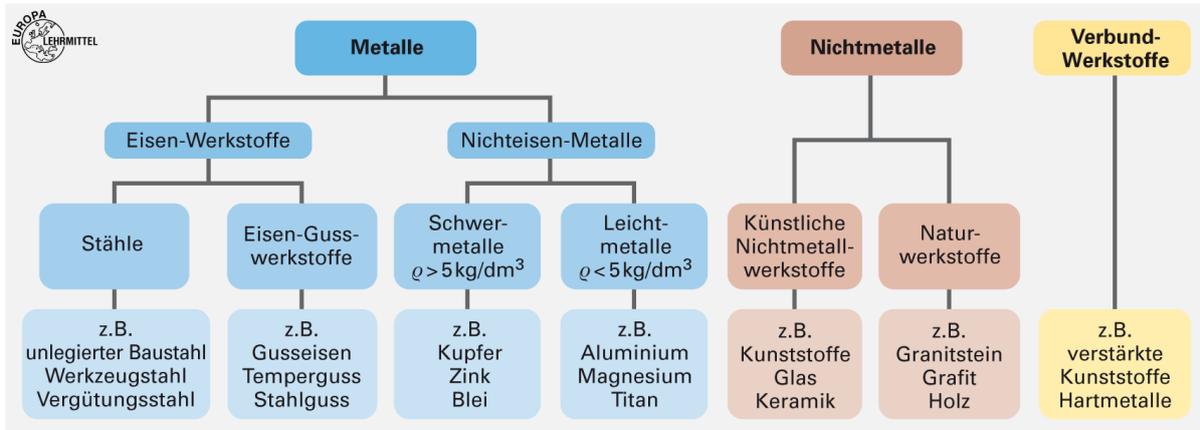
Linien in Zeichnungen der mechanischen Technik		vgl. DIN ISO 128-24 (2014-02)	
Nr.	Benennung, Darstellung	Beispiele für die Anwendung	
01.1	Volllinie, schmal 	<ul style="list-style-type: none"> Maß- und Maßhilfslinien Hinweis- und Bezugslinien Gewindegrund Schraffuren Lagerichtung von Schichtungen (z. B. Trafoblech) Umrisse eingeklappter Schnitte kurze Mittellinien Lichtkanten bei Durchdringungen Ursprungskreise und Maßlinienbegrenzungen 	<ul style="list-style-type: none"> Diagonalkreuze zur Kennzeichnung ebener Flächen Umrähmungen von Einzelheiten Projektions- und Rasterlinien Biegelinien an Rohteilen und bearbeiteten Teilen Kennzeichnung sich wiederholender Einzelheiten (z. B. Fußkreisdurchmesser bei Verzahnungen)
	Freihandlinie, schmal ¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Vorzugsweise manuell dargestellte Begrenzung von Teil- oder unterbrochenen Ansichten und Schnitten, wenn die Begrenzung keine Symmetrie- oder Mittellinie ist 	
	Zickzacklinie, schmal ¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> Vorzugsweise mit CAD dargestellte Begrenzung von Teil- oder unterbrochenen Ansichten und Schnitten, wenn die Begrenzung keine Symmetrie- oder Mittellinie ist 	
01.2	Volllinie, breit 	<ul style="list-style-type: none"> sichtbare Kanten und Umrisse Gewindespitzen Grenze der nutzbaren Gewindelänge Schnittpfeillinien Oberflächenstrukturen (z. B. Rändel) 	<ul style="list-style-type: none"> Hauptdarstellungen in Diagrammen, Kanten und Fließbildern Systemlinien (Stahlbau) Formteillinien in Ansichten
02.1	Strichlinie, schmal 	<ul style="list-style-type: none"> verdeckte Kanten 	<ul style="list-style-type: none"> verdeckte Umrisse
02.2	Strichlinie, breit 	<ul style="list-style-type: none"> Kennzeichnung von Bereichen mit zulässiger Oberflächenbehandlung (z. B. Wärmebehandlung) 	
04.1	Strich-Punktlinie (langer Strich), schmal 	<ul style="list-style-type: none"> Mittellinien Symmetrielinien 	<ul style="list-style-type: none"> Teilkreise bei Verzahnungen Lochkreise
04.2	Strich-Punktlinie (langer Strich), breit 	<ul style="list-style-type: none"> Kennzeichnung von Bereichen mit (begrenzter) geforderter Oberflächenbehandlung (z. B. Wärmebehandlung) 	<ul style="list-style-type: none"> Kennzeichnung von Schnittebenen
05.1	Strich-Zweipunktlinie (langer Strich), schmal 	<ul style="list-style-type: none"> Umrise benachbarter Teile Endstellungen beweglicher Teile Schwerlinien Umrise vor der Formgebung Teile vor der Schnittebene Umrise alternativer Ausführungen 	<ul style="list-style-type: none"> Umrise von Fertigteilen in Rohteilen Umrähmung besonderer Bereiche oder Felder Projizierte Toleranzzone

¹⁾ Es soll nur eine der Linienarten Freihandlinie und Zickzacklinie in einer Zeichnung angewendet werden.

Längen von Linienelementen			vgl. DIN EN ISO 128-20 (2002-12)		
Linielement	Linienart Nr.	Länge	Linielement	Linienart Nr.	Länge
lange Striche	04.1, 04.2 und 05.1	24 · d	Lücken	02.1, 02.2, 04.1, 04.2 und 05.1	3 · d
Striche	02.1 und 02.2	12 · d	Beispiel: Linienart 04.2 		
Punkte	04.1, 04.2 und 05.1	< 0,5 · d			

Werkstoffkunde

Übersicht der Werkstoffe



Übersicht der Kunststoffe

Kunststoffe			
Allgemeine Eigenschaften	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> - Geringe Dichte - Elektrisch isolierend - Wärme- und schalldämmend - Dekorative Oberfläche - Kostengünstige Formgebung - Witterungs- und chemikalienbeständig 		Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> - Im Vergleich zu Metallen geringere Festigkeit und Wärmebeständigkeit - Zum Teil brennbar und unbeständig gegen Lösungsmittel - Nur begrenzt wieder verwertbar
Einteilung	Thermoplaste	Duroplaste	Elastomere
Bearbeitung	Warm umformbar Schweißbar Im Allgemeinen klebbar Zerspanbar	Nicht umformbar Nicht schweißbar Klebbar Zerspanbar	Nicht umformbar Nicht schweißbar Klebbar Zerspanbar bei tiefen Temperaturen
Verarbeitung	Spritzgießen Spritzblasen Extrudieren	Pressen Spritzpressen Spritzgießen, Gießen	Pressen Spritzgießen Extrudieren
Recycling	Gut recyclebar	Nicht recyclebar	Nicht recyclebar

Textiltechnische Mathematik

Garn- und Feinheitsberechnungen

$$\text{tex} = \frac{\text{Gewicht} \cdot 1000}{\text{Länge}}$$

$$\text{Länge} = \frac{\text{Gewicht} \cdot 1000}{\text{tex}}$$

$$\text{Gewicht} = \frac{\text{tex} \cdot \text{Länge}}{1000}$$

$$\text{dtex} = \frac{\text{Gewicht} \cdot 10000}{\text{Länge}}$$

$$\text{Länge} = \frac{\text{Gewicht} \cdot 1000}{\text{dtex}}$$

$$\text{Gewicht} = \frac{\text{tex} \cdot \text{Länge}}{1000}$$

$$\text{Td} = \frac{\text{Gewicht} \cdot 9000}{\text{Länge}}$$

$$\text{Länge} = \frac{\text{Gewicht} \cdot 9000}{\text{Td}}$$

$$\text{Gewicht} = \frac{\text{Td} \cdot \text{Länge}}{9000}$$

$$\text{Nm} = \frac{\text{Länge}}{\text{Gewicht}}$$

$$\text{Länge} = \text{Nm} \cdot \text{Gewicht}$$

$$\text{Gewicht} = \frac{\text{Länge}}{\text{Nm}}$$

Feinheitsberechnungen mit Einzwirnung

$$\text{tex}_z = \text{tex}_1 + \text{tex}_2 + \text{tex}_3, \dots$$

$$\text{Nm}_z = \frac{\text{Nm}_1 \cdot \text{Nm}_2}{\text{Nm}_1 + \text{Nm}_2}$$

$$\text{Nm}_z = \frac{\text{Nm}_1 \cdot \text{Nm}_2}{\text{Nm}_1 - \text{Nm}_2}$$

$$\text{Nm}_z = \frac{\text{Nm}_1 \cdot \text{Nm}_2 \cdot \text{Nm}_3}{(\text{Nm}_1 + \text{Nm}_2) \cdot (\text{Nm}_2 + \text{Nm}_3) \cdot (\text{Nm}_1 + \text{Nm}_3)}$$

$$\text{tex}_{\text{eff}} = \frac{\text{tex}_z \cdot 100\%}{(100 + E)\%}$$

$$\text{Nm}_{\text{eff}} = \frac{\text{Nm}_z \cdot (100 - E)\%}{100\%}$$

Drehungsbeiwert

$$\alpha = t \cdot \sqrt{\frac{Tt}{1000}} \quad \text{oder} \quad \alpha = t \cdot \sqrt{\frac{1}{Nm}}$$

$$\alpha_{\text{tex}} = T \cdot \sqrt{\frac{T_t}{1000}}$$

$$\alpha_m = T \cdot \sqrt{\frac{1}{Nm}} \text{ pro Meter}$$

$$T = \alpha_{\text{tex}} \cdot \sqrt{\frac{1000}{\text{tex}}} \quad \text{oder} \quad T = \alpha_{Nm} \cdot \sqrt{\frac{Nm}{1}}$$

Berechnung bei textilen Flächen

Flächenbezogene Masse (Flächengewicht)

$$FG = \frac{\text{Gesamtgewicht in g}}{\text{Stofflänge in m} \cdot \text{Stoffbreite in m}}$$

$$FG = \frac{\text{Gewicht je laufenden Meter}}{\text{Warenbreite in m}}$$

Längenbezogene Masse (Längengewicht)

$$LG = \frac{\text{Gesamtgewicht in g}}{\text{Stofflänge in m}}$$

$$LG = \text{Flächengewicht} \cdot \text{Warenbreite in m}$$

Statistische Messwertbeurteilung

Arithmetischer Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

\bar{x}	Mittelwert
$x_{1,2,\dots,n}$	einzelne Messwerte
n	Anzahl der Messwerte

Standardabweichung

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

\bar{x}	Mittelwert
$x_{1,2,\dots,n}$	einzelne Messwerte
n	Anzahl der Messwerte
s_x	Standardabweichung

Streubereich

$$\bar{x} \pm t \cdot s_x$$

\bar{x}	Mittelwert
s_x	Standardabweichung
t	Faktor aus t-Tabelle für vorgegebene statistische Sicherheit P und Anzahl der Freiheitsgrade $f = n - 1$

Variationskoeffizient

$$VK = \frac{s_x}{\bar{x}}$$

$$VK = \frac{s_x}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Vertrauensbereich

$$VB = \bar{x} \pm \frac{t(P,f) \cdot s_x}{\sqrt{n}}$$

VB	Vertrauensbereich
t	t-Faktor aus der Studentverteilung
P	gewählte statistische Sicherheit
f	Freiheitsgrad n-1