

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.

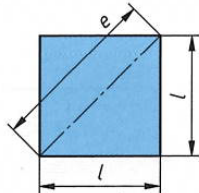
$$\alpha = 42^\circ + 16' \cdot \frac{1^\circ}{60'} = 42^\circ + \frac{16 \cdot 1^\circ}{60} = 42^\circ + 0,267^\circ = 42,267^\circ$$

Technische Mathematik

Flächen- Quadrat, Rechtecke

Flächen

Quadrat



A Fläche mm²
 l Seitenlänge mm
 e Eckenmaß mm

Fläche

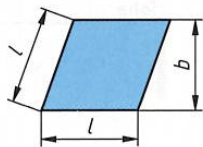
$$A = l^2$$

$$l = \sqrt{A}$$

Eckenmaß

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

Rhombus (Raute)



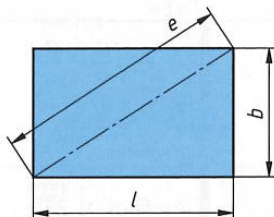
A Fläche mm²
 l Seitenlänge mm
 b Breite mm

Fläche

$$A = l \cdot b$$

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

Rechteck



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

Fläche

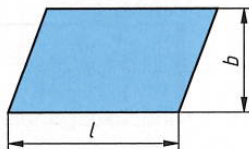
$$A = l \cdot b$$

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

Eckenmaß

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

Rhomboid (Parallelogramm)



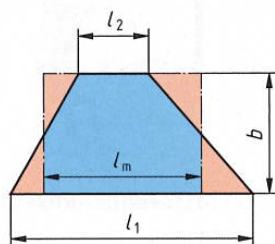
A Fläche mm²
 l Länge mm
 b Breite mm

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

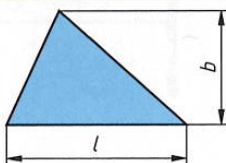
$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$$

$$A = l_m \cdot b$$

Mittlere Länge

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

Dreieck



A Fläche mm²
 l Seitenlänge mm
 b Breite mm

Fläche

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

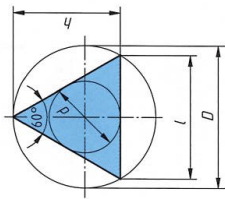
$$l = \frac{2 \cdot A}{b} \quad b = \frac{2 \cdot A}{l}$$

Technische Mathematik

Flächen- Dreiecke und Kreise

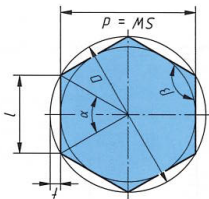
Flächen

Gleichseitiges Dreieck



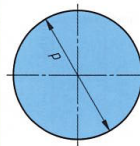
A	Fläche	$A = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot a^2$
l	Seitenlänge	$l = a$
D	Durchmesser des Umkreises	$D = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = 2 \cdot d$
d	Durchmesser des Inkreises	$d = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = \frac{D}{2}$
h	Höhe	$h = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot l$

Regelmäßiges Vieleck



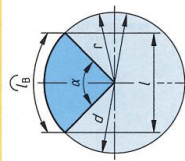
A	Fläche	$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4}$
l	Seitenlänge	$l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$
D	Durchmesser des Umkreises	$D = \frac{a}{\sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)}$
d	Durchmesser des Inkreises	$d = \sqrt{D^2 - l^2}$
SW	Schlüsselweite	$SW = 2 \cdot p$
n	Eckenzahl	
alpha	Mittelpunktswinkel	
beta	Eckenwinkel	

Kreis



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

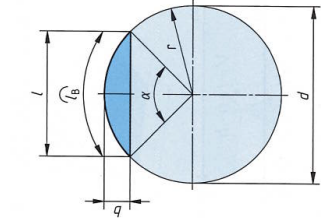
Kreisausschnitt



A	Fläche	$A = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot \alpha}{360^\circ}$
d	Durchmesser	$d = 2 \cdot r$
l	Bogenlänge	$l = 2 \cdot r \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
r	Radius	$r = \frac{l}{2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$
alpha	Mittelpunktswinkel	$\alpha = \frac{l}{r} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$

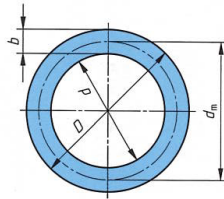
Flächen

Kreisabschnitt



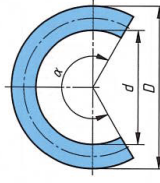
A	Fläche	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} - \frac{l \cdot (r-b)}{2}$
d	Durchmesser	$d = 2 \cdot r$
r	Radius	$r = \frac{b}{2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$
l	Bogenlänge	$l = 2 \cdot r \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
b	Sehnenlänge	$b = 2 \cdot r \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$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

Kreisring



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

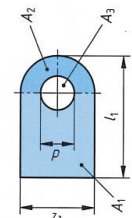
Kreisringausschnitt



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

Zusammengesetzte Flächen

Beispiel: 3 Teilflächen

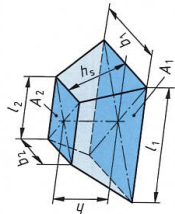
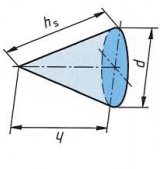
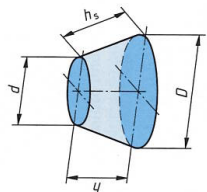
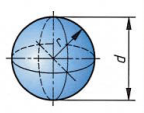
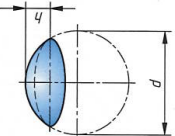


A	Gesamtfläche	$A = A_1 + A_2 + A_3$
A1, A2, A3	Teilflächen	
l1, l2	Längen	
d	Durchmesser	

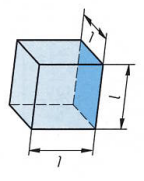
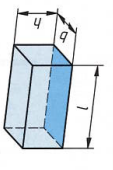
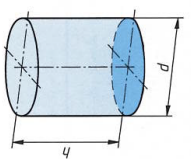
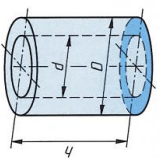
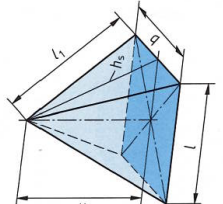
Technische Mathematik

Volumen, Oberflächen

Volumen, Oberfläche

Pyramidenstumpf	
	<p>Volumen $V = \frac{h}{3} \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$</p> <p>Mantelfläche $h_s = \sqrt{h^2 + \left(\frac{l_1 - l_2}{2}\right)^2}$</p>
<p>Volumen: mm³ Grundfläche: mm² Deckfläche: mm² Höhe: mm Mantelhöhe: mm Seitenlänge: mm l₁, l₂: mm b₁, b₂: mm</p>	<p>Volumen: mm³ Mantelfläche: mm² Durchmesser: mm Höhe: mm Mantelhöhe: mm</p>
Kegel	
	<p>Volumen $V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4 \cdot 3}$</p> <p>Mantelfläche $A_M = \frac{\pi \cdot d \cdot h_s}{2}$</p> <p>Mantelhöhe $h_s = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}$</p>
<p>Volumen: mm³ Mantelfläche: mm² Durchmesser: mm Höhe: mm Mantelhöhe: mm</p>	<p>Volumen: mm³ Mantelfläche: mm² Durchmesser: mm kleiner Durchmesser: mm Höhe: mm Mantelhöhe: mm</p>
Kegelstumpf	
	<p>Volumen $V = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d)$</p> <p>Mantelfläche $A_M = \frac{\pi \cdot h_s}{2} \cdot (D + d)$</p> <p>Mantelhöhe $h_s = \sqrt{h^2 + \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}$</p>
<p>Volumen: mm³ Mantelfläche: mm² Durchmesser: mm kleiner Durchmesser: mm Höhe: mm Mantelhöhe: mm</p>	<p>Volumen: mm³ Oberfläche: mm² Kugeldurchmesser: mm</p>
Kugel	
	<p>Volumen $V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$</p> <p>Oberfläche $A_0 = \pi \cdot d^2$</p>
<p>Volumen: mm³ Oberfläche: mm² Kugeldurchmesser: mm</p>	<p>Volumen: mm³ Mantelfläche: mm² Oberfläche: mm² Kugeldurchmesser: mm kleiner Durchmesser: mm Durchmesser: mm Höhe: mm</p>
Kugelabschnitt	
	<p>Volumen $V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(\frac{d-h}{3}\right)$</p> <p>Oberfläche $A_0 = \pi \cdot h \cdot (2 \cdot d - h)$</p> <p>Mantelfläche $A_M = \pi \cdot d \cdot h$</p>

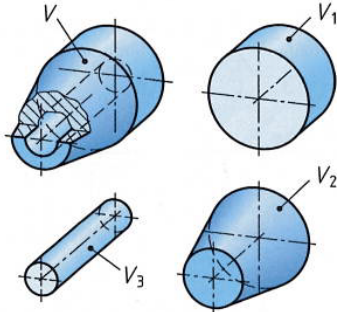
Volumen, Oberfläche

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

Technische Mathematik

Volumen, Massen

Volumen zusammengesetzter Körper



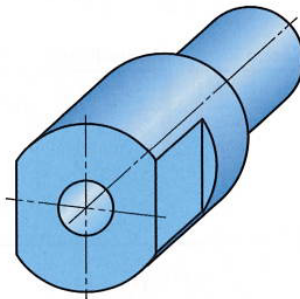
Zusammengesetzte Körper werden zur Berechnung des Gesamtvolumens in Teilvolumen zerlegt.

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

$$m = V \cdot e$$

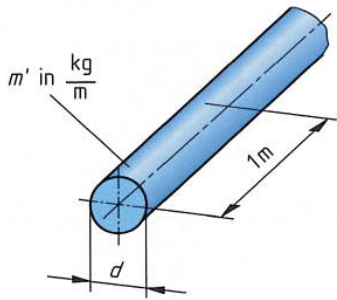
$$V = \frac{m}{e}$$

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

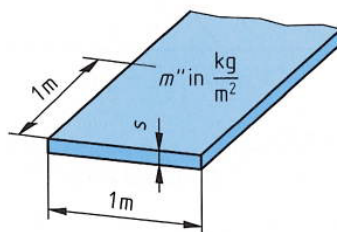
Masse

$$m = m' \cdot l$$

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

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.

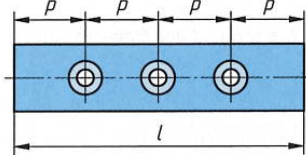
Technische Mathematik

Länge- Teilung, Gestreckte Längen

Längen

Teilung von Längen

Randabstand = Teilung



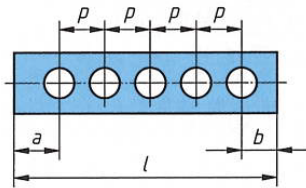
- l Gesamtlänge mm
- p Teilung mm
- n Anzahl der Bohrungen, Sägeschnitte ... -

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

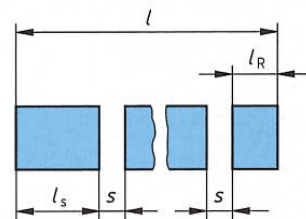
Teilung

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

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

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

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

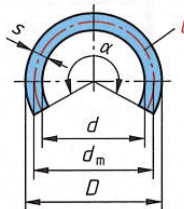
$$z = \frac{l}{l_s + s}$$

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

Restlänge

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

Gestreckte Länge kreisförmiger Bauteile



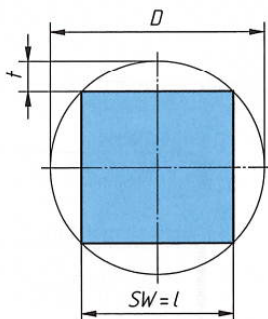
- l gestreckte Länge mm
- d Innendurchmesser mm
- d_m mittlerer Durchmesser mm
- D Außendurchmesser mm
- α Mittelpunktswinkel °
- s Dicke mm

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





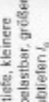









Frästiefe








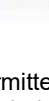











$$t = \frac{D - SW}{2}$$

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 das Kernloch und formen das Gewinde aus.
	Limessenkopf mit Kreuzschlitz	ST2,2 ... ST6,3	DIN EN ISO 15483	
Stiftschrauben				
	$t_r = 2 \cdot d$	M4 ... M24	DIN 835	für Aluminiumlegierungen für Gussmetallwerkstoffe für Stahl
	$t_r = 1,25 \cdot d$	M4 ... M48	DIN 939	
	$t_r = 1 \cdot d$	M3 ... M48	DIN 938	
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	Seite 228 Getriebebau; Full-, Überlauf- und Entleerschrauben für Getriebe; spannen die Bearbeitung des Dichtflansches am Gehäuse erforderlich; Verankerung mit Dichttringen DIN 7633
Gewindetiefende Schrauben				
	verschiedene Kopf- und Zylinderkopfformen, z.B. Sechskant, Zylinderkopf	M2 ... M10	DIN 7590-1	Seite 227 bei geringer Beanspruchung in spaltlos formbaren Werkstoffen, z.B. S235, DC01 ... DC04, NE-Metallen; Verwendung ohne Schraubensicherung
Ringschrauben				
	mit Ringgewinde	M8 ... M100x6	DIN 590	Seite 226 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. St 304, CuZn Kupfer Zink Legierung
* Schrauben, die nach DIN EN genormt sind, erhalten in der Bezeichnung das Kürzel ISO (Beispiel 221) mit der ISO-Nummer (= DIN EN-Nummer – 20000) oder das Kürzel EN (Seite 223) mit der EN-Nummer.				









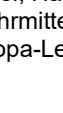



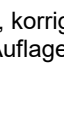



Schrauben – Übersicht				
Bild	Ausführung	Normbereich von ... bis	Norm	Verwendung, Eigenschaften
Sechskantschrauben				
	mit Schaft und Ringgewinde	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4014	Seite 221 ... 223 am häufigsten verwendete Schrauben im Maschinen-, Geräte- und Fahrzeugbau;
	mit Ringgewinde bis zum Kopf	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4017	
	mit Schaft und Feingewinde	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 8765	Im Vergleich zu Regelgewinde: kleinere Gewindestifte, kleinere Steigung, höher belastbar, größere Mindestschraubtiefen t_r
	mit Feingewinde bis zum Kopf	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 8676	
	mit Dinmischelf	M3 ... M20	DIN EN ISO 24015	Dehnschrauben; 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	Seite 223 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), Scher-/Lochleibungs-Verbindungen (SLF)
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	
	mit Innensechskant, Ringel-, Feingewinde	M6 ... M16	DIN 34621	Innenverzahn: gute Drehmomentübertragung, kleiner Montageaufwand
	mit Schlitz, Ringelgewinde	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	
	mit Limessenkopf und Schlitz	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 2010	bei Schrauben mit Kreuzschlitz: sicheres Anziehen und Lösen gegenüber Schrauben mit Schlitz
	mit Limessenkopf und Kreuzschlitz	M1,6 ... M10	DIN EN ISO 7047	
Blechschauben mit Blechschaubengewinde				
	Limessenkopf schraube	ST2,2 ... ST9,5	DIN EN ISO 7049	Seite 225, 227 Karosserie- und Blechbau. Die zu verbindenden Bleche weisen Kernlöcher 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
Muttermutter				
	hohe Form, Regel- oder Feingewinde	M4 ... M36 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	M6 ... M100x6 M20x2 ... M100x4	DIN 582	Transportlösen an Maschinen und Geräten; Besatzung hängt von Lastwinkel 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				
Bezeichnung:	Sechskantmutter	ISO 4032 – M12 – 8		
	Kronenmutter	DIN 929 – M8 x 1 – 5t		
	Sechskantmutter	EN 1561 – M12 – 10		
Bezeichnung	Bezugsform, z. B. ISO, DIN, EN; Nummer des Normblattes ¹⁾	Nennmaß, z. B. M – metrisches Gewinde / 8 – Nennschraubenserie / 1 – Gewindeausführung P bei Feingewinden		Festigkeitsklasse, z. B. 05, 8, 10; Werkstoff, z. B. St Stahl; GT Tempartypus
*) 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 .				

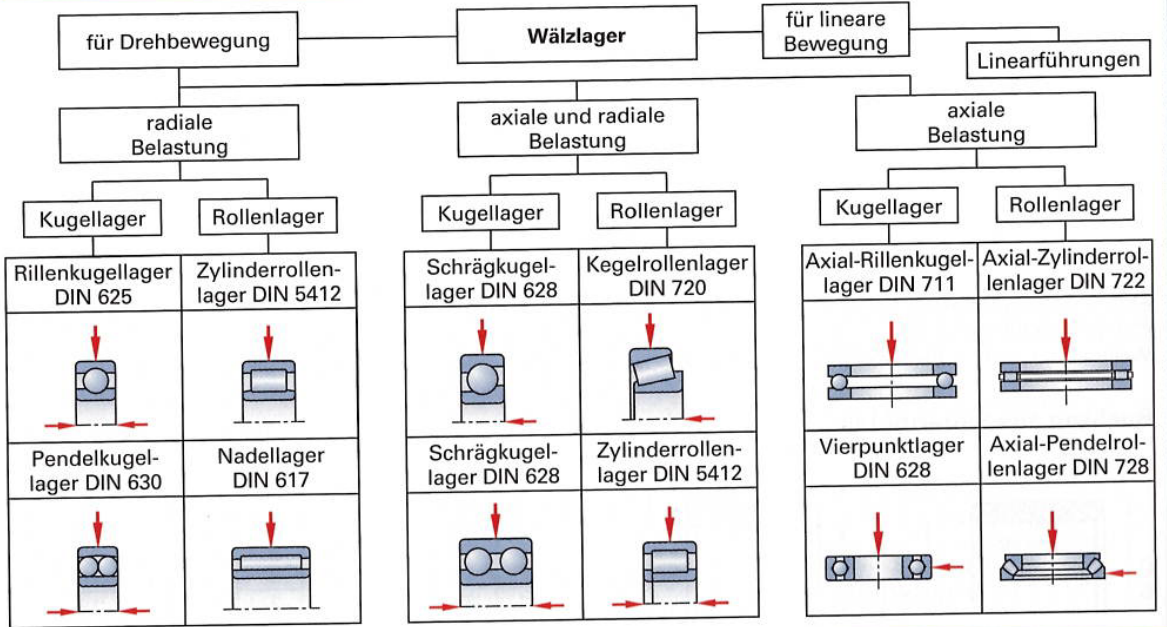
Muttern – Übersicht				
Bild	Ausführung	Normbereich von ... bis	Norm	Verwendung, Eigenschaften
Sechskantmutter, Typ 1				
	mit Regelgewinde	M1,6 ... M64	DIN EN ISO 4032	am häufigsten verwendete Mutter; Verwendung für Schrauben bis zur gleichen Festigkeitsklasse;
	mit Feingewinde	M8x1 ... M64x4	DIN EN ISO 9673	Feingewinde: höhere Kraftübertragung als bei Regelgewinden
Sechskantmutter, Typ 2				
	mit Regelgewinde	M5 ... M36	DIN EN ISO 4033	Mutterhöhe meist 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 verformungsstarke 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 Verformung der Flächenpressung
	Schweißmutter, Regelgewinde	M3 ... M16 M8x1 ... M16x1,5	DIN 929	Verwendung in Blechkonstruktionen; Mutter werden mit den Buchsen meist durch Buchelschweißnaht 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 Quereibehaltung 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	

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

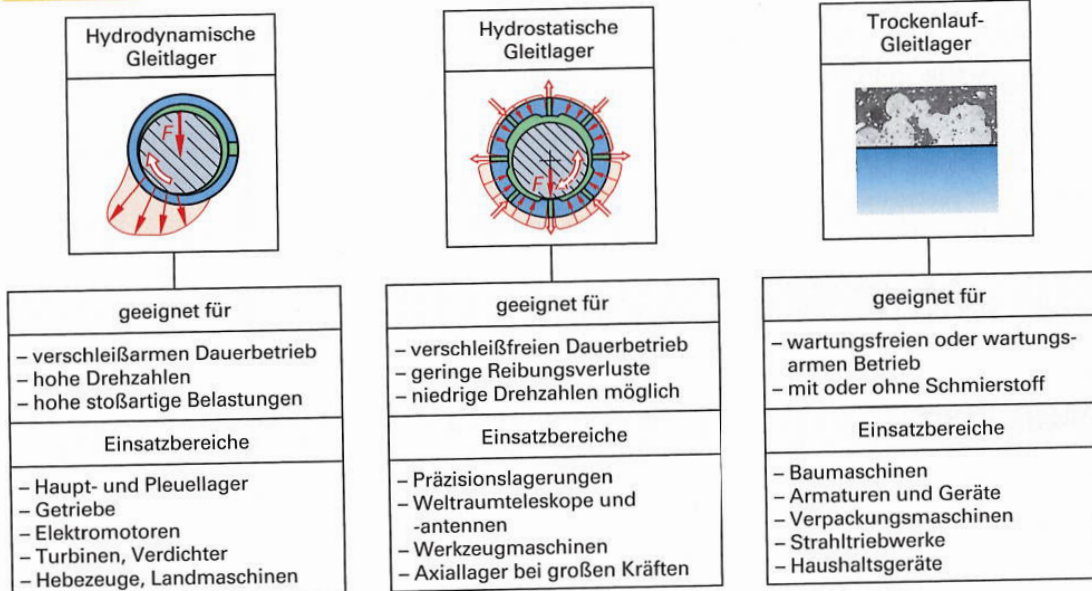
Energieübertragungseinheit

Lager- Wälzlager und Gleitlager

Wälzlager (Auswahl)



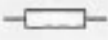











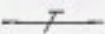
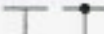

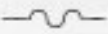

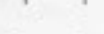



























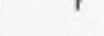



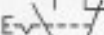




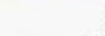

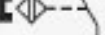
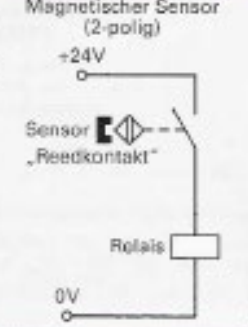

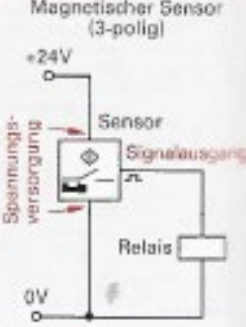
Gleitlager¹⁾ (Auswahl nach Art der Schmierung)



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

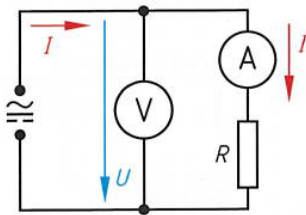
Elektrotechnik

Schaltzeichen

Schaltzeichen		vgl. DIN EN 60617-1 bis -11 (1997-08)	
Allgemeine Schaltzeichen			
 Widerstand, allgemein	 Induktivität, Spule	 Lampe, allgemein, wahlweise Darstellung	 galvanisches Element
 Sicherung	 nichtgenormte Darstellung	 Summer	 Umsetzer, Umformer
 Kondensator	 Dauermagnet	 Hupe	
Leiter, Verbinder und Anschlüsse			
 Leiter, allgemein	 Schutzleiter, PE	 Abzweig, wahlweise Darstellung	 Massenanschluss, wahlweise Darstellung
 Leiter, beweglich	 Neutralleiter, PN	 Doppelabzweig, wahlweise Darstellung	 Erdung
 Leiter, geschirmt	 Neutralleiter mit Schutzfunktion PEN	 Schutzleiteranschluss	
Relaiskontakte		Betätigungsarten	
 Schließer, Einschaltglied	 von Hand, allgemein	 durch Kippen	 durch Druckenergie
 Öffner, Ausschaltglied	 durch Drücken	 durch Schlüssel	 durch Annähern
 Wechsler, Umschaltglied	 durch Ziehen	 durch Pedal	 durch Berühren
	 durch Drehen	 durch Rolle	 durch Bimetall (thermisch)
El.-mech. Relais		Schaltverhalten	
 Relaisspule, allgemein	 Raste, verhindert selbsttätige Rückkehr	Anwendungsbeispiele für Schalter	
 mit Ansprechverzögerung	a)  verzögerte Wirkung (Fallschirmwirkung) bei Bewegung a) nach rechts b) nach links	 Schließer mit Handbetätigung	a)  Öffner
 mit Rückfallverzögerung	b)  verzögerte Wirkung (Fallschirmwirkung) bei Bewegung a) nach rechts b) nach links	 Stellschalter mit 1 Schließer und 1 Öffner	b)  Schließer in betätigtem Zustand
 mit Ansprech- und Rückfallverzögerung	 Kennzeichen für „betätigter Zustand“	 Druckschalter, gibt bei einem voreingestellten Druck ein elektrisches Signal ab	a)  verzögert bei Betätigung
		 Notdruck-Taster	b)  verzögert bei Betätigung
Endschalter, Näherungsschalter, Ventil		Schaltungselemente im Strompfad (Auswahl)	
 Endschalter, Öffner	 magnetischer Näherungsschalter mit Schließerkontakt, reagiert auf Annäherung magnetischer Stoffe	Magnetischer Sensor (2-polig)	
 Endschalter, Schließer	 kapazitiver Näherungsschalter mit Öffnerkontakt, reagiert auf Annäherung aller Stoffe	 Magnetischer Sensor (2-polig) mit +24V, Sensor „Reedkontakt“, Relais, 0V	
 Ventil mit elektromagnetischer Betätigung		Magnetischer Sensor (3-polig)	
		 Magnetischer Sensor (3-polig) mit +24V, Sensor, Spannungsvorsorgung, Signalausgang, Relais, 0V	

Elektrotechnik

Ohmsches Gesetz



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

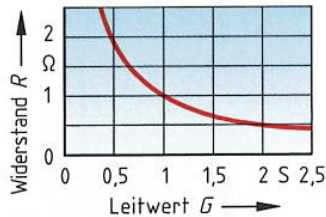
V
 A
 Ω

Stromstärke

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

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

Widerstand und Leitwert



R Widerstand
 G Leitwert

Ω
 S

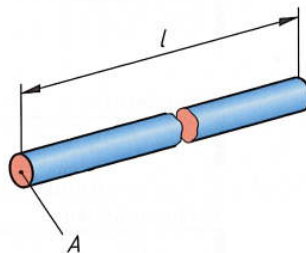
Widerstand

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

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

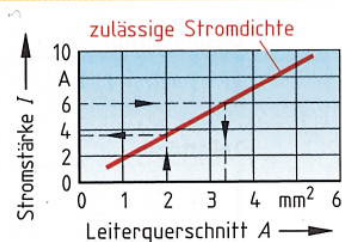
$$\Delta R = \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta t$$

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

Elektrische Arbeit



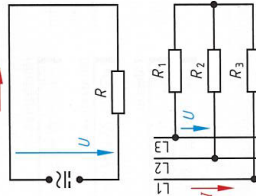
W	elektrische Arbeit	kW · h	Elektrische Arbeit
P	elektrische Leistung	kW	$W = P \cdot t$
t	Zeit	h	$P = \frac{W}{t}$
			$t = \frac{W}{P}$

1 kW · h = 3,6 MJ = 3600000 W · s

Elektrische Leistung bei ohmscher Belastung¹⁾

P	elektrische Leistung	W	Leistung bei Gleich- oder Wechselstrom
U	Spannung (Leiterspannung)	V	$P = U \cdot I$
I	Stromstärke	A	$P = I^2 \cdot R$
R	Widerstand	Ω	$P = \frac{U^2}{R}$

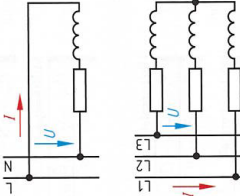
¹⁾ d.h. nur bei Wärmegeräten (ohmsche Widerstände)



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

P	Wirkleistung	W	Wirkleistung bei Wechselstrom
U	Spannung (Leiterspannung)	V	$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
I	Stromstärke	A	
$\cos \varphi$	Leistungsfaktor	-	

²⁾ z. B. bei Elektromotoren und Generatoren

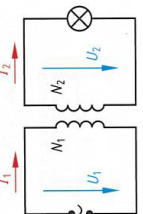


Transformator

U_1	Spannung	V	Eingangsseite (Primärspule)
U_2	Spannung	V	
I_1	Stromstärke	A	Ausgangsseite (Sekundärspule)
I_2	Stromstärke	A	

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

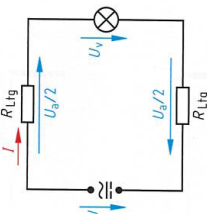
$I_1 \cdot N_1 = I_2 \cdot N_2$



Elektrotechnik

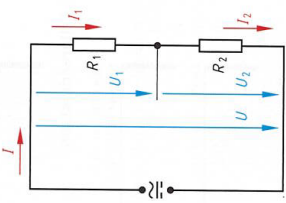
Spannungsabfall in Leitern

U_0	Spannungsabfall im Leiter	V	Spannungsabfall
U	Klemmenspannung	V	$U_0 = 2 \cdot I \cdot R_{Lig}$
U_c	Spannung am Verbraucher	V	
I	Stromstärke	A	Spannung am Verbraucher
R_{Lig}	Leitenwiderstand für Zuleitung bzw. Rückleitung	Ω	$U_c = U - U_0$



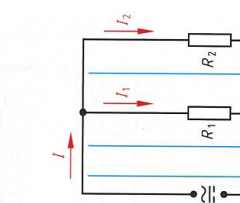
Reihenschaltung von Widerständen

R	Gesamtwiderstand	Ω	Gesamtwiderstand
I	Gesamtstrom	A	$R = R_1 + R_2 + \dots$
U	Gesamtspannung	V	$U = U_1 + U_2 + \dots$
R_1, R_2	Einzelwiderstände	Ω	Gesamtstrom
I_1, I_2	Teilströme	A	$I = I_1 = I_2 = \dots$
U_1, U_2	Teilspannungen	V	Teilspannungen
			$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$



Parallelschaltung von Widerständen

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



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

Automatisierungstechnik

Pneumatik und Hydraulik








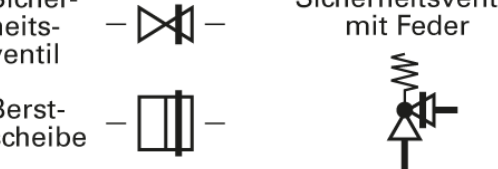
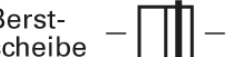
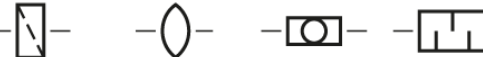
Schaltzeichen ¹⁾		vgl. DIN ISO 1219-1 (2019-01)				
Funktionselemente	Hydrostrom Druckluftstrom	Strömungsrichtung	Drehrichtung Versetzbarkeit	Feder Drosselung		
Energieübertragung	Druckquelle hydraulisch	Leitungsverbindung	Schall- dämpfer	Filter oder Sieb		
	Druckquelle pneumatisch	Leitungskreuzung	Behälter	Wasserrück- abscheider		
	Arbeitsleitung	Schweiß- kupplung	Hydro-Gas- drucksperr- einheit mit Blase	Luftrockner		
	Steuerleitung Leostrom- leitung	Entlüftung ohne Anschluss	Wartungs- einheit	Öler		
	Umrahmung von Bau- gruppen	Entlüftung mit Anschluss				
Pumpen, Kompressoren, Motoren	Konstant- Hydropumpe, eine Dreh- richtung	Hydraulik- Konstant- motor, eine Drehrichtung	Hydraulik- Versellmotor, zwei Dreh- richtungen	Dreh-/Schwenk- einheit, zwei Volumenstrom- richtungen		
	Verstell- Hydropumpe, zwei Dreh- richtungen	Pneumatik- Konstant- motor, eine Drehrichtung	Pneumatik- Versellmotor, zwei Dreh- richtungen	Dreh-/Schwenk- einheit, einfach wirkend		
	Kompressor, eine Dreh- richtung			Elektromotor		
Einfachwirkende Zylinder						
Doppeltwirkende Zylinder						
Einfachwirkender Zylinder, Entlüftung ohne An- schlussmöglichkeit, Rück- hub durch eingebaute Feder.	Schlauchzylinder (pneu- matisch) (Wasser), Bewegung durch Verkürzung des Schlauches bei Druck- aufschlagung	Doppeltwirkender Zylinder, einseitige Kolben- stange	Doppeltwirkender Zylinder, einseitige Kolbenstange beidseitig einstellbare End- lagendämpfung, -magneti- scher Kolben			
Rückschlagventile	Rückschlag- ventil, un- besel	Druckventile	Stromventile			
	Rückschlag- ventil, feder- belastet	Druckbegren- zungsventil		2-Wege Strom- regelventil, weggehend unabhängig von Vorkessel und Druckstuf- ferenzen		
	Entsperrbares Rückschlag- ventil	Folgeventil		3-Wege Strom- regelventil Engpass- strom in Kon- stanzstrom und Reststrom		
Wechselventile	Wechselventil (ODER-Funktion)	Zwischdruck- ventil (UND- Funktion)				
	Schnellent- lüftungsventil	2-Wege- Druckredu- zierventil, Ausgleich von Druckspitzen am Ausgang				

Schaltzeichen, Wegeventile		vgl. DIN EN 81346 (2010-06), DIN ISO 1219-2 (2019-01), DIN ISO 5469 (2005-12), DIN ISO 11727 (2003-10), ISO 5461 (1992-12)				
Anschluss- und Kurzbezeichnung von Wegeventilen		Anschlussbezeichnung von pneumatischen und hydraulischen Geräten				
Beispiel: 5/2-Wegeventil mit Anschlussbezeichnung (Symbol nach ISO 1219-1)		Anschluss Pneumatik ⁵⁾	1	P		
Kurzbezeichnung	5/2-Wegeventil -OM1 oder 1,3	Zufluss, Druck- Arbeits- anschluss	2, 4, 6	A, B, C		
Anzahl der Anschlüsse	5/2-Wegeventil	Entlüftung, Abfluss	3, 5, 7	R, S, T		
Schaltstellungen ¹⁾	2 Schaltstellungen 3 Schaltstellungen	Lecköl- anschluss	-	L		
Ventil mit 2 Schaltstellungen		Steueran- schlüsse ⁴⁾	12, 14	X, Y, Z		
Ventil mit 3 Schaltstellungen						
¹⁾ Anzahl der Rechtscks = Anzahl der Schaltstellungen						
Kennzeichnung nach DIN EN 81346						
Für alle technischen Anlagen anwendbare DIN EN-Norm. (Beschreibung auf S. 431)						
Beispiele: Pneumatik: S. 433, E-Pneumatik: S. 442, Hydraulik: S. 448, GRAF/ET: S. 440 ff.						
Kennzeichnung nach ISO 1219-2						
Für rein fluidtech- nische Anlagen. (Beschreibung S. 434) Beispiel: S. 434						
Im Folgenden wird alle technische Systeme gÜltig Konstruktions- zeichnung nach DIN EN 81346 verwendet						
⁵⁾ vgl. DIN 11727 DIN 5559 ⁴⁾ vgl. ISO 9461 ³⁾ Die Folge der Buchstaben entspricht nicht unbedingt der Ziffernfolge. ²⁾ Ein Impuls, z. B. am Steueran- schluss 12, bewirkt eine Verbin- dung der Anschlüsse 1 und 2.						

Bauarten von Wegeventilen		Bedeutung von Wegeventilen				
2/-Wegeventile		Durchflusswege	ein Durch- flussweg		Schaltzustand	a rollen- betätigt
3/-Wegeventile		zwei gesperr- te Anschlüsse		Betätigung durch Muskelkraft	b betätigt	Druckknopf
4/-Wegeventile		zwei Durch- flusswege		Mechanische Betätigung	Druckknopf Zugknopf	Stößel
5/-Wegeventile		zwei Durch- flusswege mit Verbindung zueinander		Elektrische Betätigung	Druck- und Zugknopf	über Annähe- rung eines Magneten
		ein Durch- flussweg in Neben- schaltstel- lung und zwei gesperrte Anschlüsse		Mechanische Betätigung	Drehknopf mit fester Verbindung	Feder
				Elektrische Betätigung	Hebel	Rollenstößel
				Kombinierte Betätigung	Pedal	Rollenhebel, eine Betätig- ungsrich- tung
				Mechanische Bestandteile	Wippe, in beide Rich- tungen	Rollenhebel, eine Betätig- ungsrich- tung
						Raste

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

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

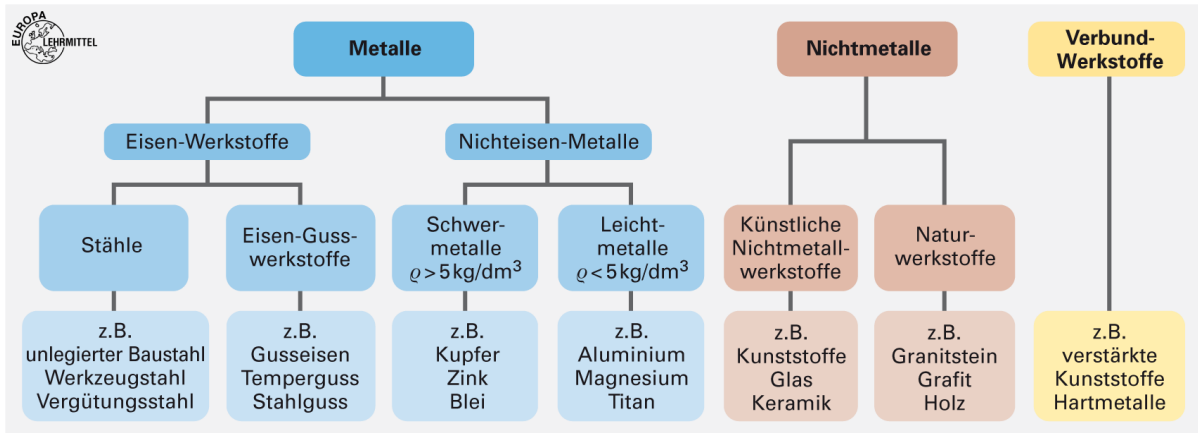
Linien in Zeichnungen der mechanischen Technik		vgl. DIN ISO 128-24 (2014-02)	
Nr.	Benennung, Darstellung	Beispiele für die Anwendung	
01.1	Volllinie, schmal 	<ul style="list-style-type: none"> • Maß- und Maßhilfslinien • Hinweis- und Bezugslinien • Gewindegrund • Schraffuren • Lagerichtung von Schichtungen (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 • Umrahmungen 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"> • Umrisse benachbarter Teile • Endstellungen beweglicher Teile • Schwerlinien • Umrisse vor der Formgebung • Teile vor der Schnittebene • Umrisse alternativer Ausführungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umrisse von Fertigteilen in Rohteilen • Umrahmung 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