Konstruktionstechnik Formelsammlung V1.0

Christoph Hansen

chris@university-material.de

Ich erhebe keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit. Falls ihr Fehler findet oder etwas fehlt, dann meldet euch bitte über den Emailkontakt.

Inhaltsverzeichnis

Widerstandsmomente

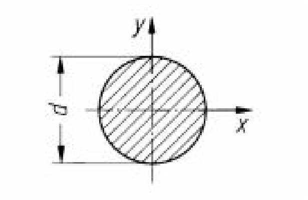
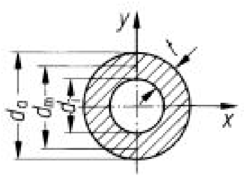
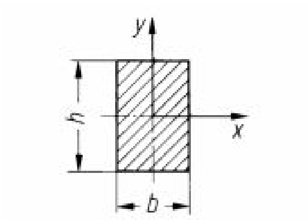
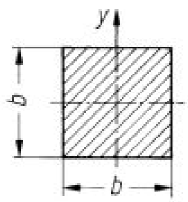
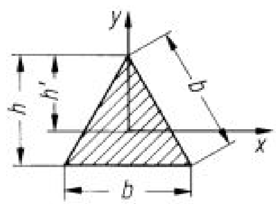
Geometrie	I	W
	$I_{\mathrm{ax}} = \dfrac{\pi d^4}{64}$ $I_{\mathrm{p}} = \dfrac{\pi d^4}{32}$	$W_{\mathrm{ax}} = \dfrac{\pi d^3}{32}$ $W_{\mathrm{p}} = \dfrac{\pi d^3}{16}$
	$I_{\mathrm{ax}} = \dfrac{\pi(d_{\mathrm{a}}^4 - d_{\mathrm{i}}^4)}{64}$ $I_{\mathrm{p}} = \dfrac{\pi(d_{\mathrm{a}}^4 - d_{\mathrm{i}}^4)}{32}$	$W_{\mathrm{ax}} = \dfrac{\pi(d_{\mathrm{a}}^4 - d_{\mathrm{i}}^4)}{32 \cdot d_{\mathrm{a}}}$ $W_{\mathrm{p}} = \dfrac{\pi(d_{\mathrm{a}}^4 - d_{\mathrm{i}}^4)}{16 \cdot d_{\mathrm{a}}}$
	$I_{\mathrm{x}} = \dfrac{bh^3}{12}$ $I_{\mathrm{y}} = \dfrac{b^3 h}{12}$	$W_{\mathrm{x}} = \dfrac{bh^2}{6}$ $W_{\mathrm{y}} = \dfrac{b^2 h}{6}$
	$I_{\mathrm{ax}} = \dfrac{b^4}{12}$	$W_{\mathrm{ax}} = \dfrac{b^3}{6}$
	$I_{\mathrm{x}} = \dfrac{bh^3}{36}$ $I_{\mathrm{y}} = \dfrac{b^3 h}{48}$	$W_{\mathrm{x}} = \dfrac{bh^2}{24}$ $W_{\mathrm{y}} = \dfrac{b^2 h}{24}$

Abbildung 1: Widerstandsmomente aus Römerturm

Beanspruchung

Spannung im Balken:

$$\sigma = \frac{F}{A} = Re_p$$

Trägheitsradius:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$ I = Axials Flächenträgheitsmoment, A = Querschnittfläche

Schlankheitsgrad:

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$ l_k = Knicklänge

Knicklänge:

$$l_k = k \cdot L_0$$

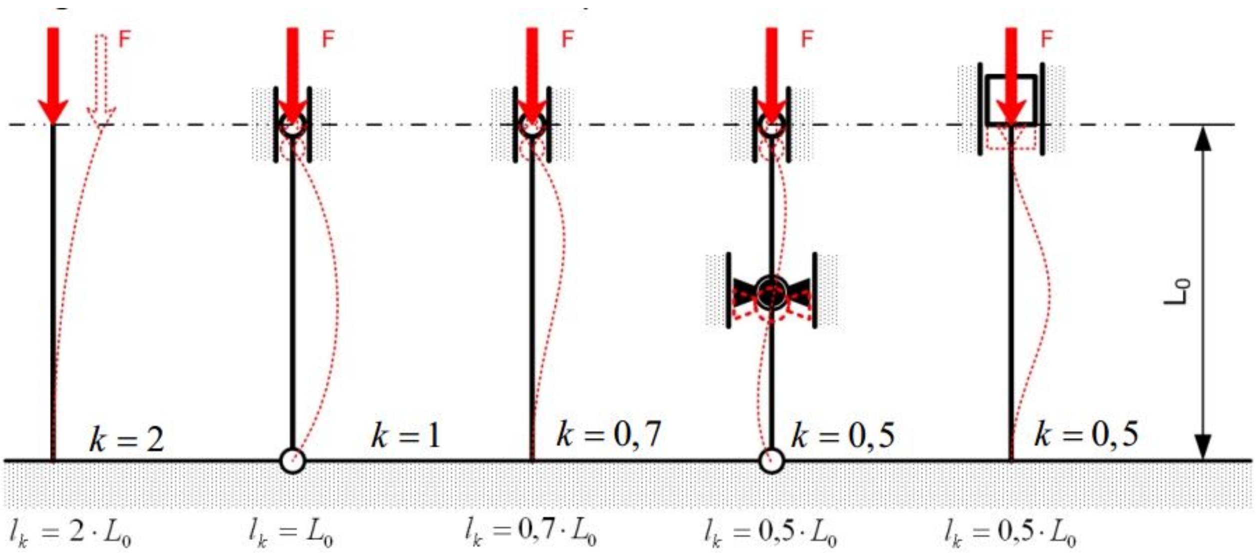


Abbildung 2: häufige Einspannfälle

$$F_{KE} = \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{l_k^2}$$

E = Elas. mod., I = min. axiales Flächenträgheitsmoment

Drucknennspannung bei Knickkraft:

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

Grenzschlankheitsgrad:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{Re_p}}$$

Schubmittelpunkt

Es gibt folgende Standard Schubmittelpunk Formeln:

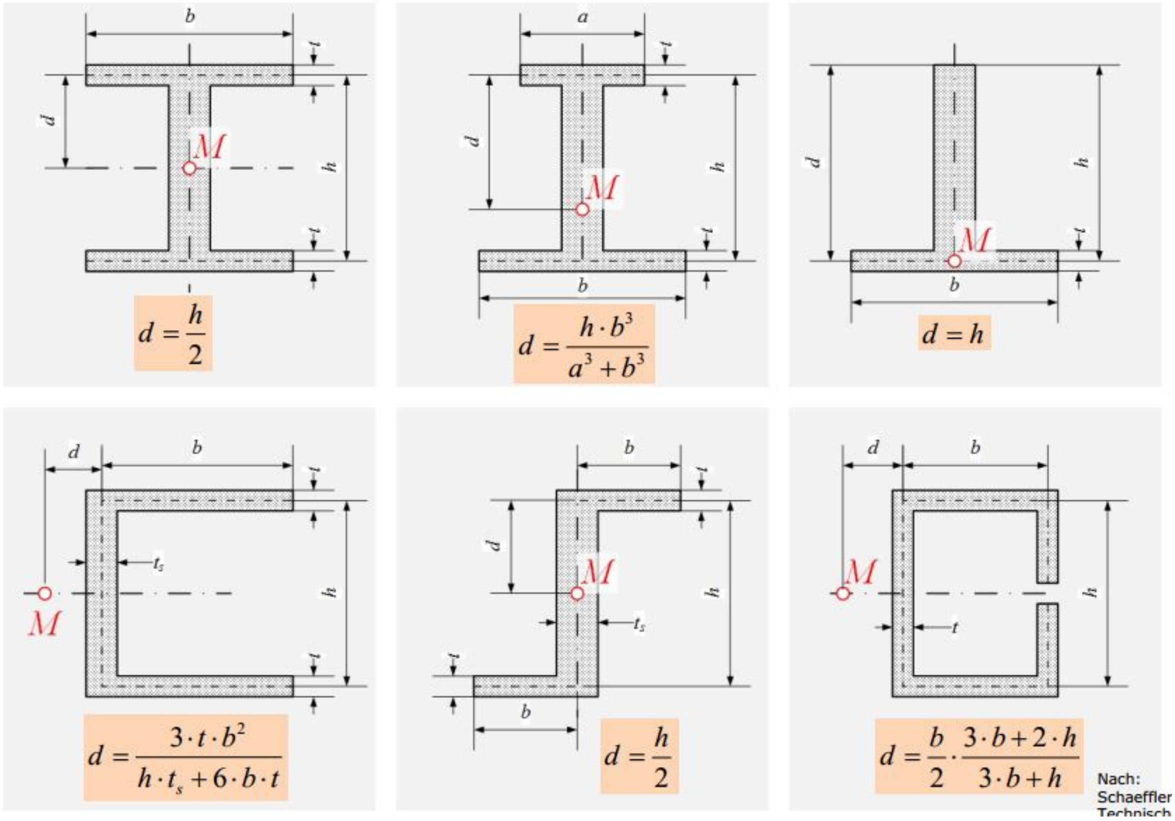


Abbildung 3: Schubmittelpunkt einfache häufige Formen 1

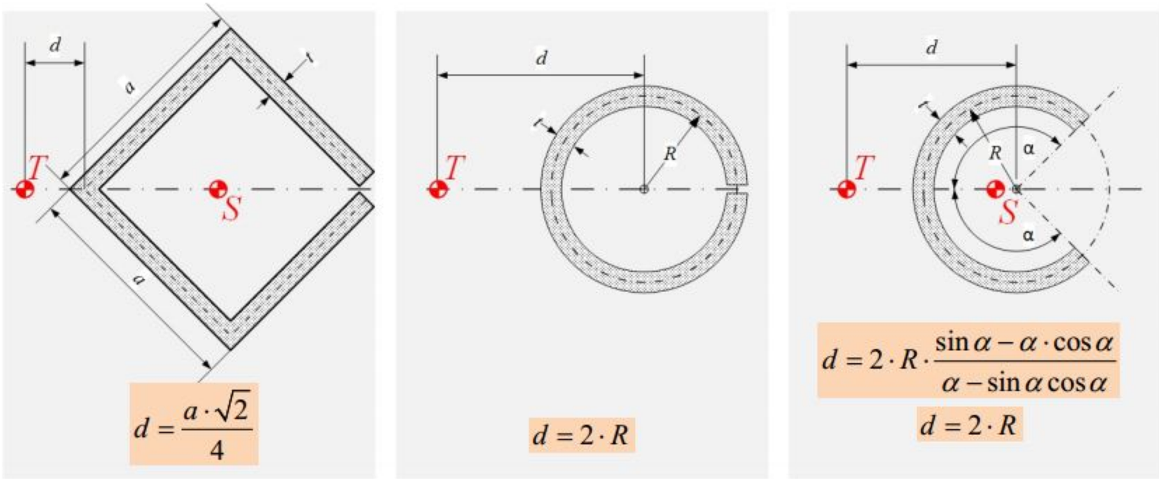


Abbildung 4: Schubmittelpunkt einfache häufige Formen 2

Bei jedem anderen Körper rechnet man wie folgt:

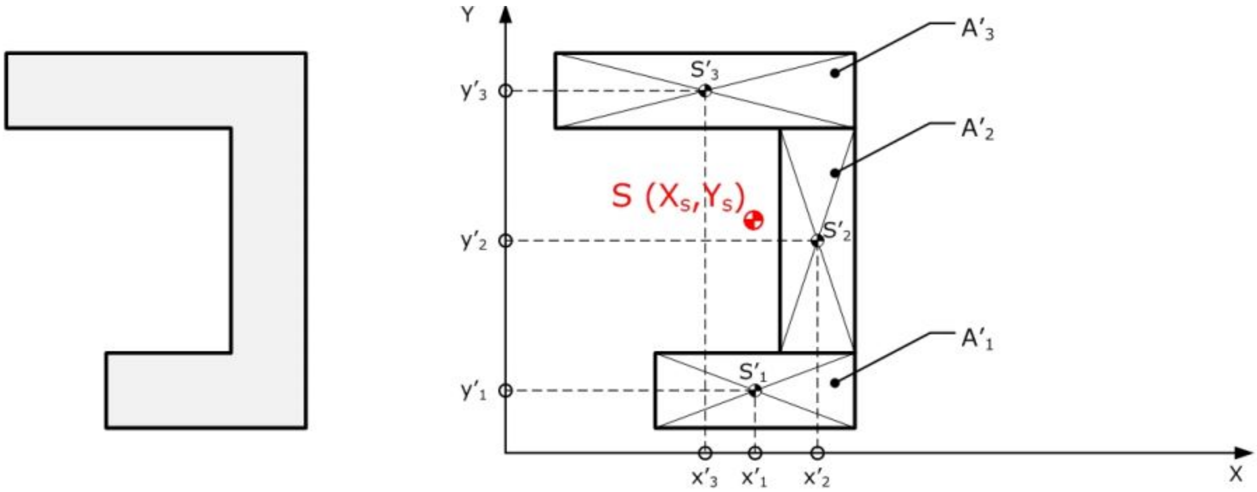


Abbildung 5: Allgemeine Rechnung Schubmittelpunkt

$$X_S = \frac{\sum_1^n x'_n \cdot A'_n}{\sum_1^n A'_n} \qquad Y_S = \frac{\sum_1^n y'_n \cdot A'_n}{\sum_1^n A'_n}$$

Querkraft

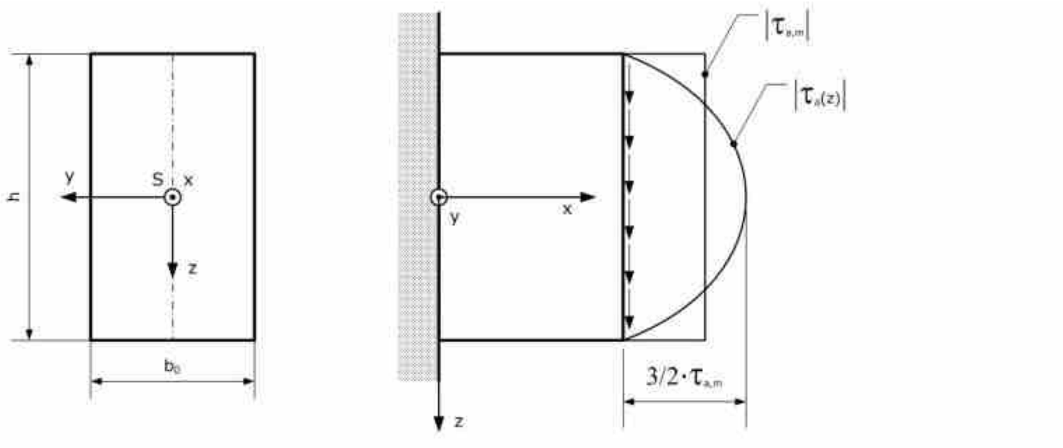


Abbildung 6: Querkraft

$$\tau_{a,m} = \frac{F}{b_0 \cdot h} \qquad \tau_a(z) = \frac{3}{2} \cdot \left[1 - 4 \cdot \left(\frac{z}{h}\right)^2\right] \cdot \frac{F}{b_0 \cdot h}$$

Torsion

$$I_t = \frac{4 \cdot A_m^2}{\int \frac{\mathrm{d}s}{h(s)}}$$

Für Profile mit abschnittweise konstantem $h(s)$ gilt:

$$I_t = \frac{4 \cdot A_m^2}{\sum_i \frac{l_i}{h_i}}$$

Dünnwandige, geschlossene, einzellige Hohlprofile

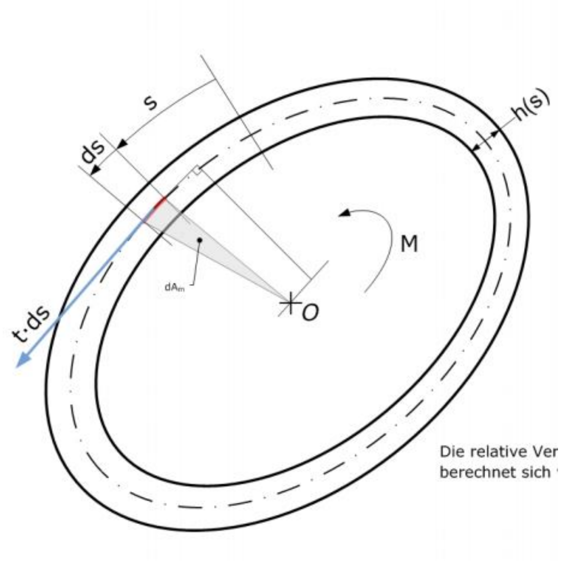


Abbildung 7: Torsion am Hohlprofil

Der Schubfluss ist über den Umfang konstant:

$$t = \frac{M}{2 \cdot A_m} = const$$

Torsionsspannung:

$$\tau_t(s) = \frac{t}{h(s)} = \frac{M}{2 \cdot A_m \cdot h(s)}$$

maximale Torsionsspannung:

$$\tau_t(s) = \frac{t}{h(s)} = \frac{M}{2 \cdot A_m \cdot h_{min}} \qquad \text{mit} \qquad W_t = 2 \cdot A_m \cdot h_{min}$$

Verdrillung:

$$\phi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I_t}$$

Dünnwandige, geschlossene Profile

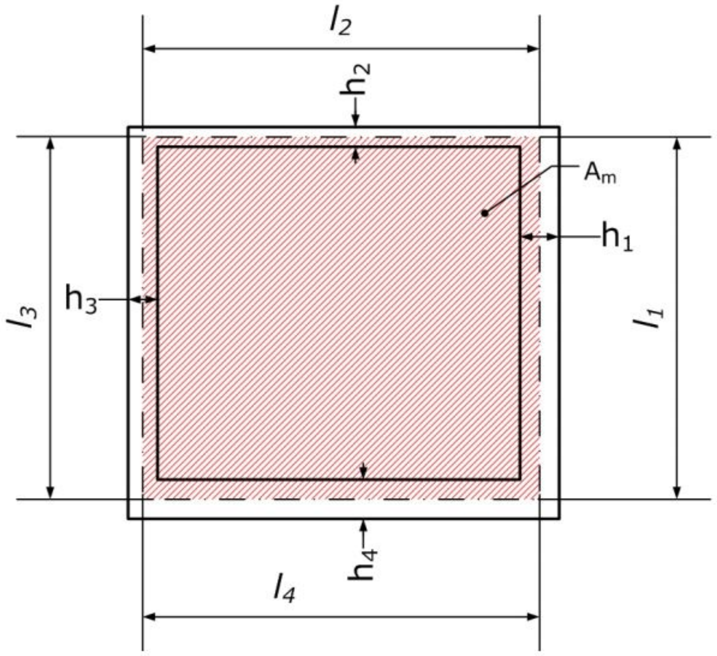


Abbildung 8: Torsion am geschlossenen Profil

$$I_t = \frac{4 \cdot A_m^2}{\frac{l_1}{h_1} + \frac{l_2}{h_2} + \frac{l_3}{h_3} + \frac{l_4}{h_4}}$$

Dünnwandige, offene Profile

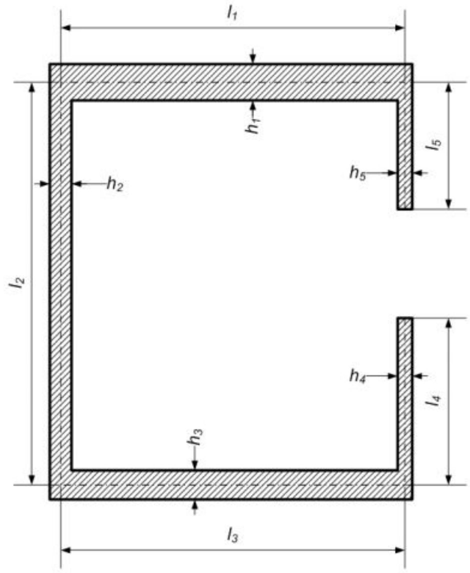


Abbildung 9: Torsion am offenen Profil

maximale Torsionsspannung:

$$\tau_{t,max} = \frac{M}{I_t} \cdot h_{max} \qquad \text{mit} \qquad W_t = \frac{I_t}{h_{max}}$$

Verdrillung:

$$\phi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I_t}$$

$$I_t = \frac{1}{3} \cdot \sum_i l_i \cdot h_i^3$$

Geschlitzte Rohre

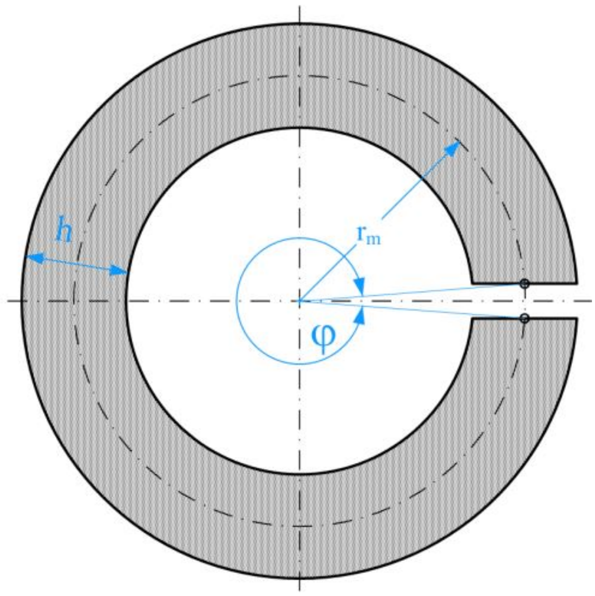


Abbildung 10: Torsion am geschlitzen Rohr

$$l = \phi \cdot r \qquad I_t = \frac{1}{3} \cdot l \cdot h^3 \qquad W_t = \frac{1}{3} \cdot l \cdot h^2$$

Offene, dünnwandige Profile. Korrekturfaktor.

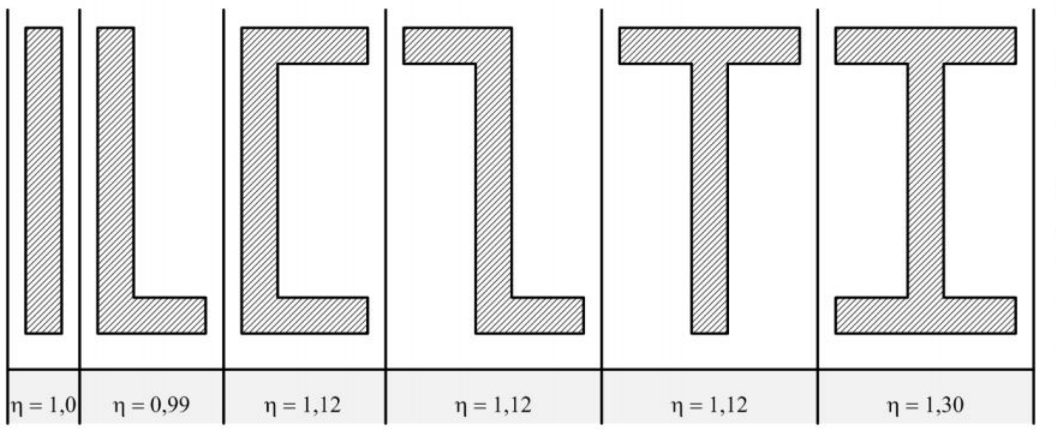


Abbildung 11: einfache Torsionsprofile

$$I_t = \frac{1}{3} \cdot \eta \cdot \sum_i l_i \cdot h_t^3$$

Mechanismen

In der Ebene gibt des 3 Freiheitsgrade, im Raum 6. Wegen dem Gestell hat man dann $b \cdot (n-1)$ Freiheitsgrade. Jedes Gelenk eliminiert $u = b - f$ Freiheitsgrade.

Laufgrad:

$$F = b \cdot (n-1) - g \cdot b + \sum_{i=1}^{g} f_i$$

$F \leq -1$ überbestimmt, nicht montierbar

$F = 0$ statisch bestimmt

$F = 1$ ein Getriebeglied bewegt auch alle anderen, ein Antrieb

$F \geq 1$ es werden F Antriebe gebraucht

Überbestimmtheit

$$\text{Ü} = \sum_{i=1}^{k} u_i' - u$$

Ü = Grad der Überbestimmtheit

u_i' = Unfreiheitsgrad des Untergelenks i

u = Vorgesehender Unfreiheitsgrad des Gesamtgelenks

k = Anzahl der Untergelenke (Wirkflächenpaare)

Toleranzen

Maße

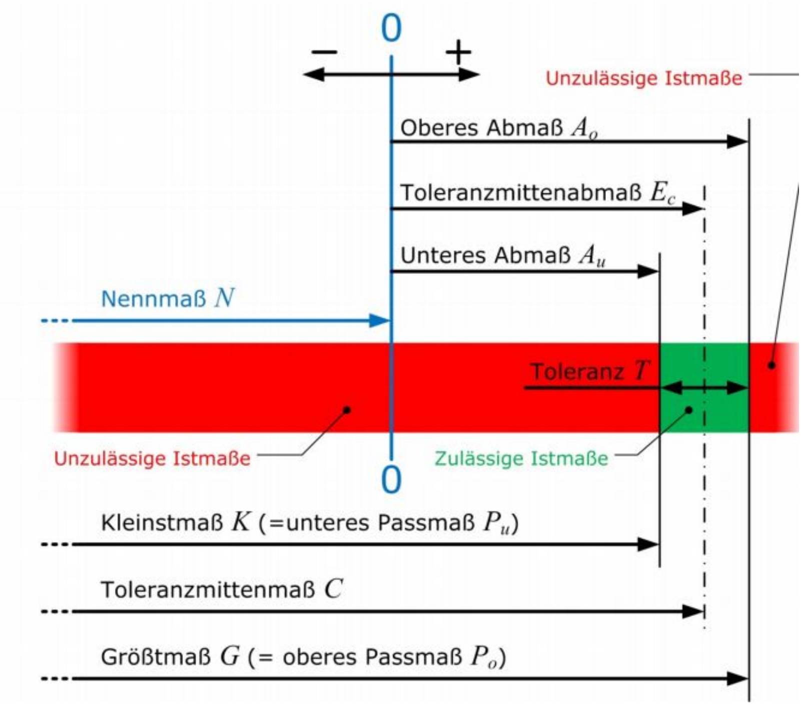


Abbildung 12: Toleranzen allgemein

$$M = N_{A_u}^{A_0} = N + E_c \pm \frac{T}{2} = N_{E_c - \frac{T}{2}}^{E_c + \frac{T}{2}}$$

$$G = N + A_o = N + E_c + \frac{T}{2}$$

$$K = N + A_o = N + E_c - \frac{T}{2}$$

Maßtabelle

$$k_0 \cdot M_0 + k_1 \cdot M_1 + k_2 \cdot M_2 + \cdots + k_n \cdot M_n = 0$$

i	M_i	k_i	N_i	$k_i \cdot N_i$	E_{Ci}	$k_i \cdot E_{Ci}$	$\lvert k_i \rvert\ T_i$
1	M_1	k_1	N_1	$k_1 \cdot N_1$	E_{C1}	$k_1 \cdot E_{C1}$	$\lvert k_1 \rvert\ T_1$
2	M_2	k_2	N_2	$k_2 \cdot N_2$	E_{C2}	$k_2 \cdot E_{C2}$	$\lvert k_2 \rvert\ T_2$
3	M_3	k_3	N_3	$k_3 \cdot N_3$	E_{C3}	$k_3 \cdot E_{C3}$	$\lvert k_3 \rvert\ T_3$
n	M_n	k_n	N_n	$k_n \cdot N_n$	E_{Cn}	$k_n \cdot E_{Cn}$	$\lvert k_n \rvert\ T_n$

$$N_0 = \frac{-1}{k_0}\left(\sum_1^n k_i \cdot N_i\right) \qquad E_{C0} = \frac{-1}{k_0}\sum_1^n k_i \cdot E_{Ci} \qquad T_0 = \sum_1^n \lvert k_i \rvert T_i$$

$$M_0 = N_0 + E_{C0} \pm \frac{T_0}{2}$$

Abbildung 13: Wie benutze ich die Maßtabelle

Gestaltung

Checkliste für Gestaltparameter

1) Form der Wirkflächen
2) Zahl der Wirkflächen
3) Zahl der Bauteile
4) Anordnung der Bauteile
5) Abmessungen