

# Konstruktionstechnik Formelsammlung V1.0

Christoph Hansen

[chris@university-material.de](mailto:chris@university-material.de)

Dieser Text ist unter dieser [Creative Commons](#) Lizenz veröffentlicht.

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>Widerstandsmomente</b>	<b>2</b>
<b>Beanspruchung</b>	<b>3</b>
<b>Mechanismen</b>	<b>10</b>
<b>Toleranzen</b>	<b>12</b>

## Widerstandsmomente

Abbildung 1: Widerstandsmomente aus Römerturm

## Beanspruchung

Spannung im Balken:

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

Trägheitsradius:

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

Schlankheitsgrad:

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

Knicklänge:

$$l_k = k \cdot L_0$$

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

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 Schubmittelpunkt Formeln:

## Abbildung 2: häufige Einspannfälle

Bei jedem anderen Körper rechnet man wie folgt:

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

**Querkraft**

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

Abbildung 3: Schubmittelpunkt einfache häufige Formen 1

**Torsion**

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

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 4: Schubmittelpunkt einfache häufige Formen 2

Der Schubfluss ist über den Umfang konstant:

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

Torsionsspannung:

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

maximale Torsionsspannung:

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

Verdrillung:

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

Abbildung 5: Allgemeine Rechnung Schubmittelpunkt

### Dünnwandige, geschlossene Profile

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

### Dünnwandige, geschlossene Profile

maximale Torsionsspannung:

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

Abbildung 6: Querkraft

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**

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



Abbildung 7: Torsion am Hohlprofil

**Offene, dünnwandige Profile. Korrekturfaktor.**

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

Abbildung 8: Torsion am geschlossenen Profil

## Mechanismen

In der Ebene gibt es 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

Abbildung 9: Torsion am offenen Profil

### Überbestimmtheit

$$\ddot{U} = \sum_{i=1}^k u'_i - u$$

$\ddot{U}$  = Grad der Überbestimmtheit

$u'_i$  = Unfreiheitsgrad des Untergelenks  $i$

$u$  = Vorgesehener Unfreiheitsgrad des Gesamtgelenks

$k$  = Anzahl der Untergelenke (Wirkflächenpaare)

Abbildung 10: Torsion am geschlitzten Rohr

## Toleranzen

### Maße

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

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

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

Abbildung 11: einfache Torsionsprofile

**Maßtabelle**

Abbildung 12: Toleranzen allgemein

Abbildung 13: Wie benutze ich die Maßtabelle