

Leseprobe

Taschenbuch der Technischen Formeln

Herausgegeben von Karl-Friedrich Fischer

ISBN: 978-3-446-41760-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41760-1>

sowie im Buchhandel.

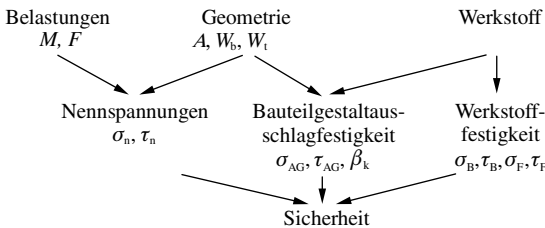
Maschinenelemente

1 Sicherheitsberechnung

Definition der Sicherheit als Verhältniswert

$$\text{Sicherheit} = \frac{\text{Festigkeit des Werkstücks}}{\text{Nennspannung}} \geq 1$$

Schematischer Ablauf der Sicherheitsberechnung



1.1 Einzelbeanspruchungen

Sicherheitsberechnung für zähe Werkstoffe gegen Fließen, für spröde Werkstoffe gegen Bruch

$$S_F = \frac{\sigma_F}{\sigma_n} \quad \text{bzw.} \quad S_F = \frac{\tau_F}{\tau_n}$$

S_F Sicherheit gegen Fließen,
 $S_F \geq 1 \dots 2$

σ_F Fließgrenze für Normalbeanspruchungen

τ_F Fließgrenze für Schubbeanspruchungen

$$S_B = \frac{\sigma_B}{\sigma_n} \quad \text{bzw.} \quad S_B = \frac{\tau_B}{\tau_n}$$

S_B Sicherheit gegen Bruch,
 $S_B \geq 2 \dots 4$

σ_B Bruchfestigkeit für Normalbeanspruchungen

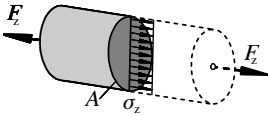
τ_B Bruchfestigkeit für Schubbeanspruchungen

Die Nennspannungen σ_n bzw. τ_n ergeben sich nach den Regeln der Technischen Mechanik (s. folgende Übersicht).

Die benötigten materialabhängigen Festigkeitswerte σ_F , σ_B bzw. τ_F , τ_B können den entsprechenden Werkstoffnormen entnommen werden.

Normalspannungen

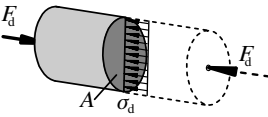
Zugspannung $\sigma_z = \frac{F_z}{A}$



Festigkeit $\sigma_F = R_e$ bzw. $R_{p0.2}$
 $\sigma_B = R_m$

R_e Streckgrenze
 $R_{p0.2}$ Dehngrenze
 R_m Zugfestigkeit

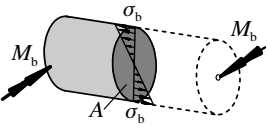
Druckspannung $\sigma_d = \frac{F_d}{A}$



Festigkeit $\sigma_F = \sigma_{dF}$
 $\sigma_B = \sigma_{dB}$

σ_{dF} Druckfließgrenze
 σ_{dB} Druckfestigkeit

Biegespannung $\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$

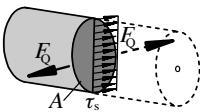


Festigkeit $\sigma_F = \sigma_{bF}$
 $\sigma_B = \sigma_{bB}$

σ_{bF} Biegefließgrenze
 σ_{bB} Biegefestigkeit
 W_b Widerstandsmoment

Schubspannungen

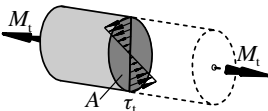
Scherspannung $\tau_s = \frac{F_Q}{A}$



Festigkeit $\tau_F = \tau_{sF}$
 $\tau_B = \tau_{sB}$

τ_{sF} Scherfließgrenze
 τ_{sB} Abscherfestigkeit

Torsionsspannung $\tau_t = \frac{M_t}{W_t}$

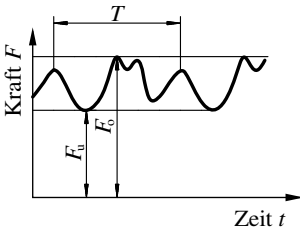


Festigkeit $\tau_F = \tau_{tF}$
 $\tau_B = \tau_{tB}$

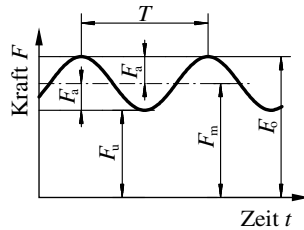
τ_{tF} Torsionsfließgrenze
 τ_{tB} Torsionsfestigkeit
 W_t Torsionswiderstandsmoment

1.2 Dynamische Beanspruchungen

Realer Belastungsverlauf



Vereinfachter Belastungsverlauf



$$F_m = \frac{F_o + F_u}{2}$$

$$F_a = \frac{F_o - F_u}{2}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_o + \sigma_u}{2}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_o - \sigma_u}{2}$$

$$\sigma_o = \sigma_m + \sigma_a$$

$$\sigma_u = \sigma_m - \sigma_a$$

$$\kappa = \frac{\sigma_u}{\sigma_o} = \frac{\tau_u}{\tau_o} = \frac{F_u}{F_o}$$

F_m mittlere Kraft

F_a Kraftamplitude

σ_m Mittelspannung (analog für τ)

σ_a Ausschlagspannung
(analog für τ)

σ_o Oberspannung (analog für τ)

σ_u Unterspannung (analog für τ)

κ Spannungsverhältnis

Spezialfälle:

$\kappa = 1$ statische Beanspruchung

$\kappa = 0$ schwellende Beanspruchung

$\kappa = -1$ Wechselbeanspruchung

Dauerschwingfestigkeit

Dauerfestigkeitsdiagramm (Smith-Diagramm) für S235JRG2 (St37-2) für Biege-, Zug- und Torsionsbeanspruchung

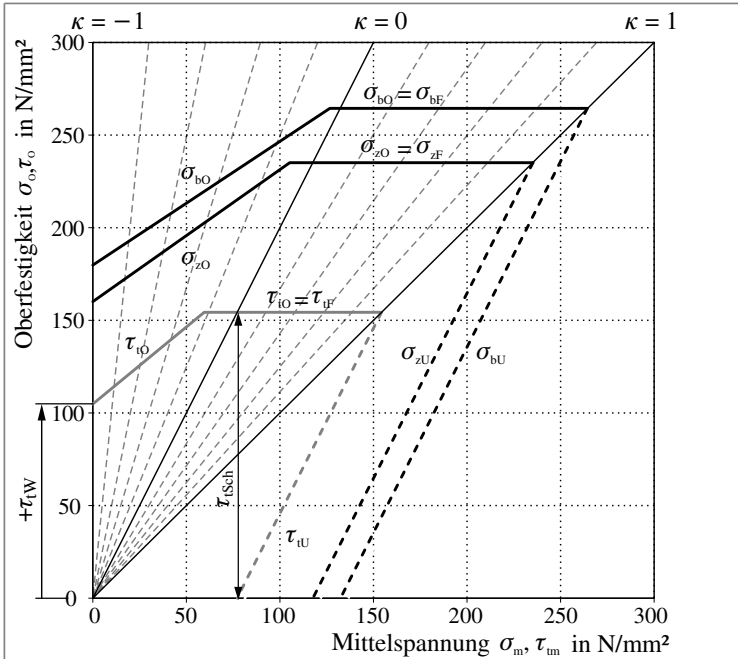
σ_{zO} Oberfestigkeit bei Zugbeanspruchung

σ_{bO} Oberfestigkeit bei Biegebeanspruchung

τ_{tO} Oberfestigkeit bei Torsionsbeanspruchung

$\tau_{tW} = \tau_{tO} (\kappa = -1)$ Torsionswechselfestigkeit (analog für σ_z bzw. σ_b)

$\tau_{tSch} = \tau_{tO} (\kappa = 0)$ Torsionsschwellfestigkeit (analog für σ_z bzw. σ_b)



$$\sigma_A = \sigma_o - \sigma_m$$

$$\sigma_A = \frac{1 - \kappa}{2} \sigma_o$$

σ_o Oberfestigkeit

σ_A Ausschlagfestigkeit

► DIN 50 100 Werkstoffprüfung; Dauerschwingversuch, Begriffe, Zeichen, Durchführung, Auswertung

Größenfaktor b für Baustahl

$$d \leq 10 \text{ mm} \quad b = 1$$

$$d = 20 \text{ mm} \quad b \approx 0,8 \dots 0,9$$

$$d = 50 \text{ mm} \quad b \approx 0,7 \dots 0,8$$

$$d > 100 \text{ mm} \quad b \approx 0,6 \dots 0,8$$

Kerbwirkung

$$\alpha_k = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_n} \geq 1$$

α_k Formziffer, abhängig von der Geometrie (\rightarrow Neuber)

$$\beta_k = \frac{\sigma_A}{\sigma_{A \text{ gekerbt}}}$$

β_k Kerbwirkungszahl