Konstruktionslehre

(Stand 5. März 2001)

Verwendete Variablen

F_Q	Querkraft	
S	Sicherheitsfaktor	$S \geq 1$
σ	Zug-/Druckspannung	$[\sigma] = {}^{\text{N}}\!/\!_{\text{m}^2}$
τ	Torsionsspannung	$[\tau] = {}^{\text{N}}\!/\!_{\text{m}^2}$
p	Flächenpressung	$[p] = {}^{\text{N}}\!/\!_{\text{m}^2}$
ρ	Reibwinkel	Reibung in Winkel umgerechnet
ϑ	Temperatur	
α	$\alpha = \frac{\Delta l}{l \Delta \vartheta}$	
c	Federkonstante	$x = cF$
E	Elastizitätsmodul	$[E] = {}^{\text{N}}\!/\!_{\text{m}^2}$
G	Schubmodul $\frac{d\tau}{d\alpha}$	$[G] = {}^{\text{N}}\!/\!_{\text{m}^2}$; α ist der Biegewinkel
W	Widerstandsmoment	$[W] = \text{m}^3$ W und J siehe S. 17
J	Flächenträgheitsmoment	$[J] = \text{m}^4$
α_K	Kerbzahl, S. 21	
μ	Reibkoeffizient	
ε	$\frac{\Delta l}{l}$	
T	Torsionsmoment	$[T] = {}^{\text{N}}\!/\!_{\text{m}^2}$

Schrauben[1] (49ff)

Mittlerer Auflageradius

$$r_A \approx \frac{1}{1.4} r \tag{52}$$

Reibmoment an der Auflagefläche

$$\tau_A = F \mu r_A$$

$$\rho = \frac{\mu}{\cos \frac{\beta}{2}} \; ^2$$

$$\tau_{\text{ges}} = \tau_A + r_{\text{Gewinde}} \cdot \begin{cases} F \tan(\alpha + \rho) & \text{Anziehen} \\ F \tan(\alpha - \rho) & \text{Lösen} \end{cases} \tag{52}$$

[1] Anhaltswerte für μ_{Stahl}, S_R:

	μ	S_R
Maschinenbau	0,1–0,15	1,25–2
Stahlbau	0,45	1,6

[2] β= 60° für metrische Gewinde (S. 50)

Festigkeitsklasse

$$\text{Festigkeitsklasse } a.b \Longrightarrow \begin{cases} R_m = 100 \cdot a \, {}^{\mathrm{N}}\!/\!{}_{\mathrm{m}^2} \\ R_p = \frac{b}{10} R_m \, {}^{\mathrm{N}}\!/\!{}_{\mathrm{m}^2} \end{cases}$$

Durchsteckschraube

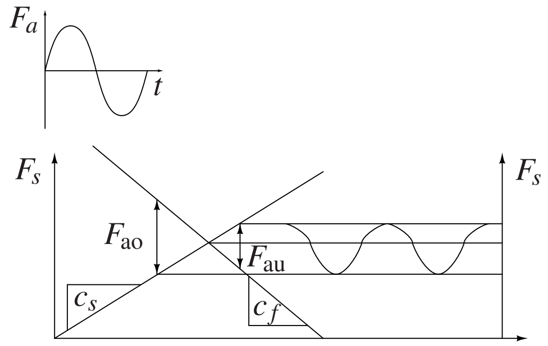
Querkraft

$$F_Q \leq F_R S_R = S_R F_V \mu$$

Zugspannung

$$\sigma = S\frac{F}{A} = S\frac{F}{\pi r^2} \leq \sigma_{\text{zul}} = 0,8 R_e$$

Verspannungsschaubilder (53)



$F_{\text{ao}} = \sup F_a$
$F_{\text{au}} = \inf F_a$

F_s	Schraubenkraft
c_s	Federkonstante, Schraube
c_f	Dito, jedoch vom Flansch
$F_s - F_a$	Kraft auf den Flansch, wenn > 0.

Passschraube[3]

$l \mathrel{\widehat{=}}$ Länge des kleineren Schaftbereichs

Flächenpressung gegen den Schaft

$$p = \frac{F_Q}{A} = \frac{F_Q}{2rl}$$

Spannung auf diesen

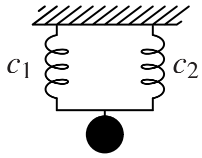
$$\tau = \frac{F_Q}{A} = \frac{F}{\pi r^2}$$

Federn (57ff)

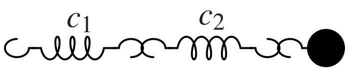
[3] Anhaltswerte

	P_{zul}	τ_{zul}
ruhend	$0{,}9R_E$	$0{,}42R_E$
schwellend	$0{,}7R_E$	$0{,}30R_E$
wechselnd	$0{,}25R_E$	$0{,}16R_E$

$$F = c \cdot x$$



$$c = c_1 + c_2$$



$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \tag{56}$$

Kegel

d, D sind der kleinste und Größte Durchmesser, l die Länge; Kegelverhältnis $1 : k$

$$k = \frac{l}{D-d} = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$\rho = \arctan \mu$$

Zugspannung

$$F_a = \frac{T}{r} \frac{\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \rho\right)}{\mu \cos \rho} \tag{43}$$

$$F_{\text{a,erf}} = S_R F_a$$

Normalkraft

$$F_N = \frac{F_{\text{a,erf}}}{\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \rho\right)}$$

Flächenpressung

$$p = \frac{F_N}{A} = \frac{F_N}{(D+d)\pi l}$$

Paßfederverbindungen (45)

Wellendurchmesser d, Passfeder $l \times d \times h$ Zulässige Flächenpressung P_{zul} und $\frac{l}{d}$ aus Tabelle.[4]

Flächenpressung

$$p = 2\frac{T}{rh(l-b)} \leq P_{\text{zul}} \Longrightarrow l \geq 2\frac{T}{rhP_{\text{zul}}} + b$$

$L = l + b$; wenn $\frac{L}{d}$ unzulässig, Größe angleichen.

Wellen/ Balken (15)

[4]

	statisch	schwellend	wechselnd	$\frac{l}{d}$
GG-Nabe	$p_{\text{zul}} = 50$	30	25	1,5...2
St-GS-Nabe	$p_{\text{zul}} = 100$	60	50	1,1...1,5

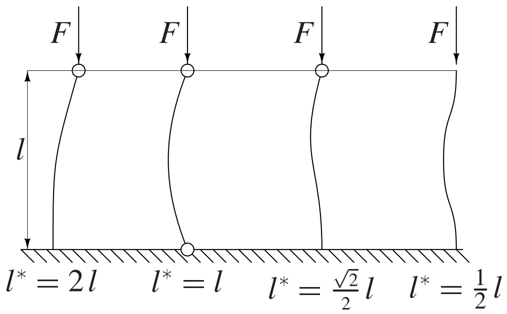
Normalspannung σ

Zugbelastung

$$\left.\begin{array}{l}\sigma_B = \frac{M_B}{W_B}\\ \sigma_Z = \frac{F_N}{A}\end{array}\right\}\sigma_N = \sigma_B + \sigma_Z$$

W_B etc. siehe S. 17

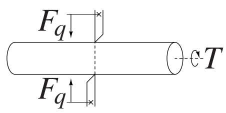
Druckbelastung



$$\left.\begin{array}{l}\sigma_B = \frac{M_B}{W_B}\\ \sigma_{\mathrm{Eu}} = \frac{E\,I_{\mathrm{B,min}}\pi^2}{A l^{*2}}\end{array}\right\}\sigma_N = \sigma_{\mathrm{Eu}} + \sigma_Z$$

Schubspannung τ

$$\left.\begin{array}{l}\tau_T = \frac{T}{W_t}\\ \tau_F = \frac{F_Q}{A}\end{array}\right\}\tau = \tau_T + \tau_F$$



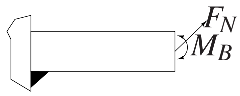
Flächenpressung

$$p = \frac{F}{A}$$

Schweißnähte (36ff)

Normalspannung σ

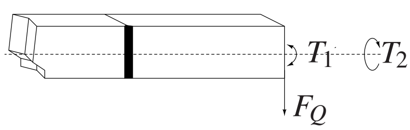
$$\left.\begin{array}{l}\sigma_B = \frac{M_B}{W_B}\\ \sigma_Z = \frac{F_N}{A}\end{array}\right\}\sigma_N = \sigma_B + \sigma_Z$$



W_B etc. siehe S. 17

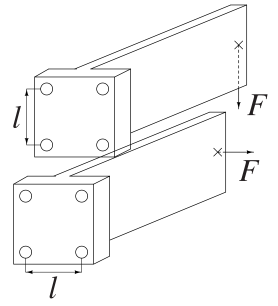
Schubspannung τ

$$\left.\begin{array}{l}\tau_{T1} = \frac{T_1}{W_p}\\ \tau_{T2} = \frac{T_2}{W_p}\\ \tau_F = \frac{F_Q}{A}\end{array}\right\}\tau = \sqrt{\tau_{T1}^2 + \tau_{T2}^2} + \tau_F$$



$$W_W = \frac{J_W}{l}$$

$$W_p = \frac{J_p}{l}$$



Zulässige Torsions-/ Normalspannung

(Beiwerte v, v_1 und v_2 siehe Seite 38).

statisch

$$\left.\begin{array}{l}\sigma_{\mathrm{w,zul}} \\ \tau_{\mathrm{w,zul}}\end{array}\right\} = v\,v_2\sigma_{\mathrm{zul}} = v\,v_2\frac{R_E}{S} \tag{38}$$

dynamisch

$$\left.\begin{array}{l}\sigma_{\mathrm{aw,zul}} \\ \tau_{\mathrm{aw,zul}}\end{array}\right\} = v\,v_2\sigma_{\mathrm{a,zul}} = v_1\,v_2\frac{\sigma_A}{S} \tag{38}$$

Festigkeitshypothesen[5] (24)

Normalspannungshypothese	R_m	$\sigma_v = \frac{\sigma_b}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{2}\right)^2 + (\alpha_0\tau)^2}$
Schubspannungshypothese	R_e	$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\,(\alpha_0\tau)^2}$
Gestaltänderungsenergie-	R_e	$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\,(\alpha_0\tau)^2}$

Werkstoffkennwerte (18)

Bei Zug, Druck, Biegung und Torsion

Dehnung/ Fließen

Streck(Fließ-)grenze	R_e	R_{ed}	σ_{bF}	τ_{tF}
0,2- Dehngrenze	$R_{\mathrm{p0,2}}$	$\sigma_{\mathrm{dp0,2}}$	$\sigma_{b0,2}$	$\tau_{t0,2}$
Warmstreckgrenze	$R_{\mathrm{p0,2/250^\circ C}}$			
Zeitdehngrenze	$R_{\mathrm{p0,2/10^5}}$			

Bruch

Zug(Bruch-)festigkeit	R_M	σ_{zB}	σ_{dB}	σ_{bB}	τ_{tB}
Warmfestigkeit		$R_{\mathrm{m/500^\circ C}}$			
Zeitstandfestigkeit		$R_{\mathrm{m/10^5}}$			

Dauerbruch

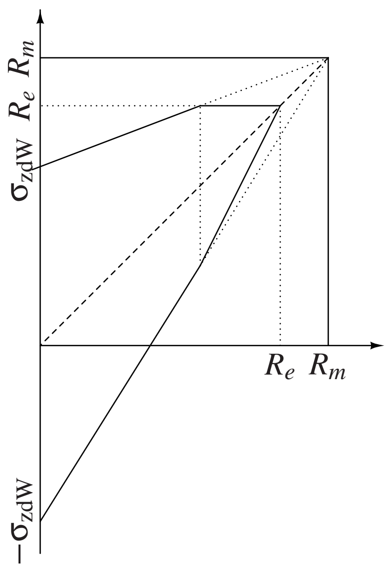


Abbildung 1: Ein Smith- Diagramm (S. 20)

[5] Werte für das Anstrengungsverhältnis laut Dubbel (17. Auflage, C6)

Biegung wechselnd, Torsion konstant	$\alpha_0 \approx 0.7$
Biegung wechselnd, Torsion dito	$\alpha_0 \approx 1$
Biegung konstant , Torsion wechselnd	$\alpha_0 \approx 1.5$

σ_D, τ_D (Wöhlerlinie) $\quad \sigma_{\mathrm{zD}} \quad \sigma_{\mathrm{dD}} \quad \sigma_{\mathrm{bD}} \quad \tau_{tD}$

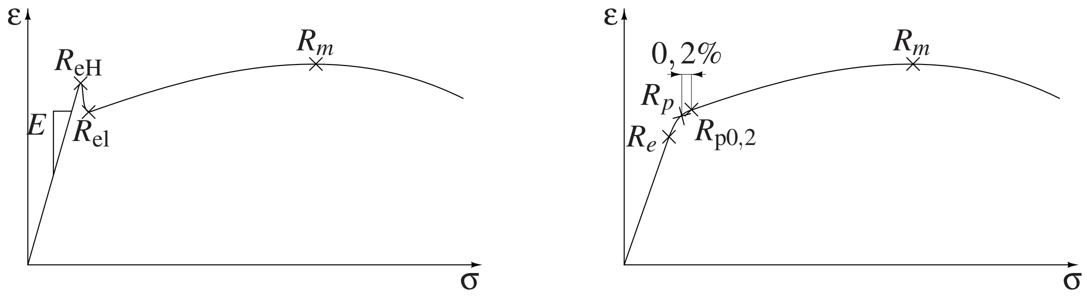
Wechsel(Schwell-)festigkeit σ_D (σ_{Sch}) $\quad \sigma_{\mathrm{zdW}} \quad \sigma_{\mathrm{zdW}} \quad \sigma_{\mathrm{bW}} \quad \tau_{tW}$

Zeitbruch

Zeit-Wechselfestigkeit $\sigma_{W-N} \quad \sigma_{\mathrm{zW_N}} \quad \sigma_{\mathrm{dW_N}} \quad \sigma_{\mathrm{bW-N}} \quad \tau_{tW_N}$

Zeit-Schwellfestigkeit $\sigma_{Sch-N} \quad \sigma_{\mathrm{zSch-N}} \quad \sigma_{\mathrm{dSch-N}} \quad \sigma_{\mathrm{bSch-N}} \quad \tau_{tSch-N}$

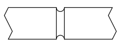
Diagramme



Kerbwirkungen

Bei statischer Belastung (21)

$$\sigma_{\max} = \alpha_k \sigma_n$$



$$\underset{\text{Zug}}{\alpha_{\mathrm{k,z}}} > \underset{\text{Biegung}}{\alpha_{\mathrm{k,b}}} > \underset{\text{Torsion}}{\alpha_{\mathrm{k,t}}}$$

o

Bei dynamischer Belastung (21)

Dito, jedoch mit $\beta_k \leq \alpha_k$ statt α_k. (E13)

Temperaturänderung

$$\Delta l = l\,\alpha \Delta\vartheta \tag{25}$$

Ausdehnung behindert (25)

$$\sigma = E\varepsilon_{\mathrm{el}} = E\frac{\Delta l - l\,\alpha\Delta\vartheta}{l}$$

Wichtige Scriptseiten

Inhaltsverzeichnis

WARNUNG

Diese Formelsammlung ist aus mehreren Quellen zusammengebaut. Die Quellenangaben sind aus dem Skript von

Prof. Dr.-Ing. H. Meerkamm
und
Prof. Dr.-Ing. W. Schweiger

auf dem dies hier hauptsächlich basiert, und aus dem Dubbel, 17. Auflage.
Die Numerierung der Seitenzahlen beginnt erst nach dem Inhaltsverzeichnis.
Keinerlei Garantie auf irgendwas — Fehler und Unvollständigkeiten bitte an
Gunter Königsmann $<$ gunter.koenigsmann@gmx.de $>$ melden.