

Formelblatt zur Prüfung "Einführung in die Festigkeitslehre", Frühjahr 2005

Hookesches Gesetz		
Beanspruchung	Dehnungen	Spannungen
σ_x ($\sigma_y = \sigma_z = 0$)	$\varepsilon_x = \frac{1}{E} \cdot \sigma_x$ $\varepsilon_y = -\frac{\mu}{E} \cdot \sigma_x$ $\varepsilon_z = -\frac{\mu}{E} \cdot \sigma_x$	$\sigma_x = E \cdot \varepsilon_x$ $\sigma_y = 0$ $\sigma_z = 0$
$\sigma_x; \sigma_y$ ($\sigma_z = 0$)	$\varepsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \mu \sigma_y)$ $\varepsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \mu \sigma_x)$ $\varepsilon_z = -\frac{\mu}{E} (\sigma_x + \sigma_y)$	$\sigma_x = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_x + \mu \varepsilon_y)$ $\sigma_y = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_y + \mu \varepsilon_x)$ $\sigma_z = 0$
$\sigma_x; \sigma_y; \sigma_z$	$\varepsilon_x = \frac{1}{E} (\sigma_x - \mu (\sigma_y + \sigma_z))$ $\varepsilon_y = \frac{1}{E} (\sigma_y - \mu (\sigma_x + \sigma_z))$ $\varepsilon_z = \frac{1}{E} (\sigma_z - \mu (\sigma_x + \sigma_y))$	$\sigma_x = \frac{E}{1+\mu} \left(\varepsilon_x + \frac{\mu}{1-2\mu} e \right)$ $\sigma_y = \frac{E}{1+\mu} \left(\varepsilon_y + \frac{\mu}{1-2\mu} e \right)$ $\sigma_z = \frac{E}{1+\mu} \left(\varepsilon_z + \frac{\mu}{1-2\mu} e \right)$ ($e = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z$)

Schubspannungs-
Schiebungs-
Beziehungen:

$$\tau_{xy} = G \cdot \gamma_{xy}$$

$$\tau_{yz} = G \cdot \gamma_{yz}$$

$$\tau_{zx} = G \cdot \gamma_{zx}$$

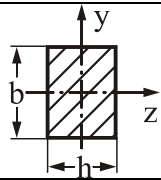
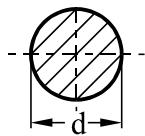
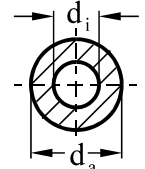
$$\left(G = \frac{E}{2(1+\mu)} \right)$$

Vergleichsspannungen				
Festigkeits- hypothese	Spannungszustand			
	dreiachsig	zweiachsig		
	$\sigma_1; \sigma_2; \sigma_3$	$\sigma_1; \sigma_2; \sigma_3 = 0^{+)}$	$\sigma_x; \sigma_y; \tau_{xy}$	$\sigma_b; \tau_t$
Normalspannungs- hypothese (NH)	σ_1 (Zug) bzw. σ_3 (Druck)	σ_1	$\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$	$\frac{\sigma_b}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau_t^2}$
Schubspannungs- hypothese (SH)	$\sigma_1 - \sigma_3 = 2\tau_{\max}$	$\sigma_1 = 2\tau_{\max}$	$\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}^{++)}$	$\sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau_t^2}$
Gestaltänderungs- energiehypothese (GEH)	$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$	$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2}$	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$	$\sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_t^2}$

⁺⁾ Für die Fälle $\sigma_1 > 0; \sigma_2 = 0; \sigma_3 < 0$ bzw. $\sigma_1 = 0; \sigma_2 < 0; \sigma_3 < 0$ ergibt sich σ_v aus Spalte 1

⁺⁺⁾ gilt nur für $\sigma_x \sigma_y \leq \tau_{xy}^2$; für $\sigma_x \sigma_y > \tau_{xy}^2$ ist $\sigma_v(\text{SH}) = \sigma_v(\text{NH})$

Verdrehwinkel: $\varphi = \frac{M_t \cdot l}{G \cdot I_p}$; Torsionsfließgrenze: $\tau_{tf} = 0,58 \cdot R_e$; Torsionsfestigkeit: $\tau_{tB} = R_m$
Ertragbare Spannungsamplitude: $\sigma_A = \sigma_w \sqrt{1 - \frac{\sigma_m}{R_m}}$ (zähe Werkstoffe); $\sigma_A = \sigma_w \left(1 - \frac{\sigma_m}{R_m} \right)$ (spröde Werkstoffe)
Kerbwirkungszahl: $\beta_k = \frac{\alpha_k}{1 + \frac{55}{R_e} \sqrt{\frac{c}{\rho}}}$ c=2 bei Zug/Druck und Biegung; c=1 bei Torsion (R_e in N/mm ² und ρ in mm)
Stützziffer: $n_{pl} = \sqrt{1 + \frac{\varepsilon_{pl}}{\varepsilon_F}} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{ges}}{\varepsilon_F}}$
Spannungen in einem dünnwandigen Hohlzylinder unter Innendruck: $\sigma_u = \frac{p d_i}{2s}$; $\sigma_l = \frac{p d_i}{4s}$; $\sigma_r = -\frac{p}{2}$

		Axiale Trägheits- und Widerstandsmomente		Polare Trägheits- und Widerstandsmomente	
Rechteckquerschnitt		$I_z = \frac{hb^3}{12}$	$W_b = \frac{hb^2}{6}$	nicht elementar lösbar	
Kreisquerschnitt		$I = \frac{\pi}{64} d^4$	$W_b = \frac{\pi}{32} d^3$	$I_P = \frac{\pi}{32} d^4$	$W_t = \frac{\pi}{16} d^3$
Kreisringquerschnitt		$I = \frac{\pi}{64} (d_a^4 - d_i^4)$	$W_b = \frac{\pi}{32} \left(\frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a} \right)$	$I_P = \frac{\pi}{32} (d_a^4 - d_i^4)$	$W_t = \frac{\pi}{16} \left(\frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a} \right)$

Formzahldiagramme

