

Formelsammlung  
Konstruktionstechnik und  
Produktionstechnik

**1**

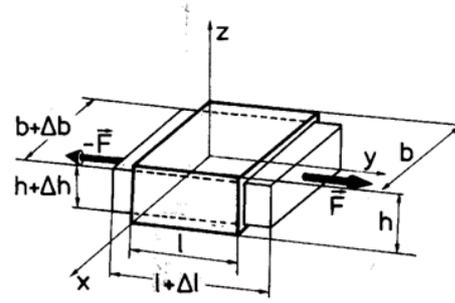
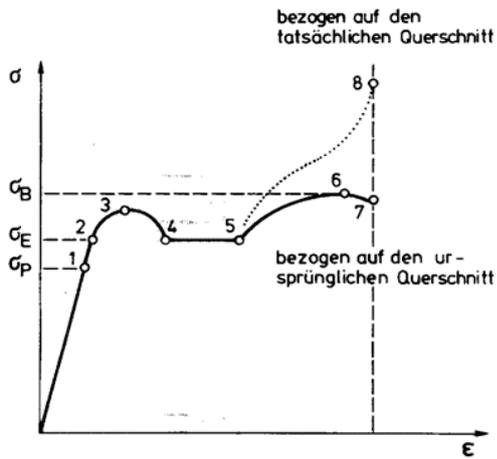
Hilfsmittel zur Klausur

1.0

Prof. Dr.-Ing. Ch. Schröder

FB Physikalische Technik

Längsdehnung



$$\epsilon = \Delta l / l$$

$$\epsilon_y = \frac{\Delta l}{l}, \quad \epsilon_x = \frac{\Delta b}{b}, \quad \epsilon_z = \frac{\Delta h}{h},$$

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

$$\epsilon_x = -\nu \epsilon_y$$

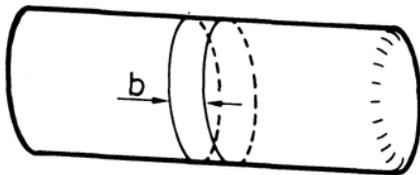
$$\epsilon_z = -\nu \epsilon_y$$

$$\nu = \mu = \frac{E}{2G} - 1$$

**Dehnungen am Zugstab**

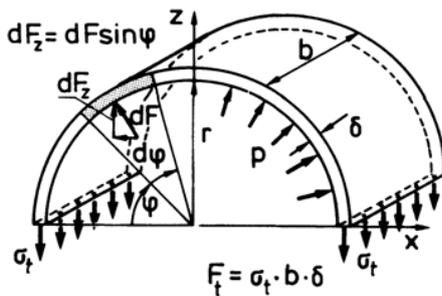
Konstruktionstechnik  
Prof. Schröder  
0078

Kesselformel



$$\sigma_t = p \frac{r}{\delta}$$

$$\sigma_a = p \frac{r}{2\delta}$$



$$\epsilon_u = \frac{(U + \Delta U) - U}{U} = \frac{2\pi(r + \Delta r) - 2\pi r}{2\pi r} = \frac{\Delta r}{r} = \epsilon_r$$

$$\epsilon_u = \epsilon_r = \frac{1}{E} (\sigma_t - \nu \sigma_a) = \frac{1}{E} \frac{pr}{\delta} (1 - \frac{\nu}{2})$$

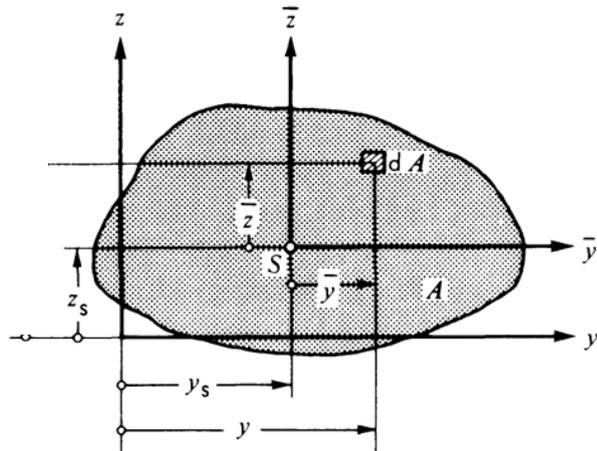
$$\Delta r = p \frac{r^2}{\delta} \frac{1}{E} (1 - \frac{\nu}{2})$$

Steiner

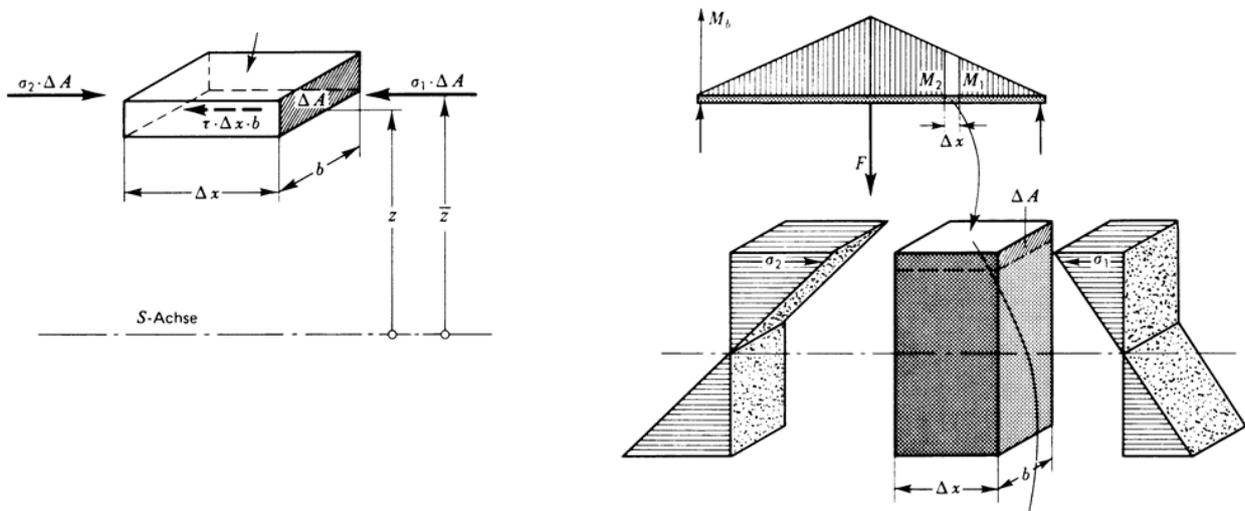
$$I_y = I_{\bar{y}} + z_s^2 \cdot A$$

$$I_z = I_{\bar{z}} + y_s^2 \cdot A$$

$$I = I_s + s^2 \cdot A$$



Schubspannungsverteilung im Biegeträger

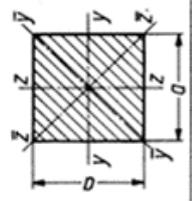
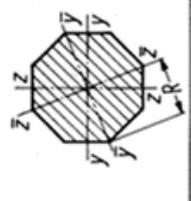
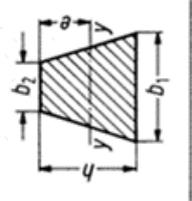
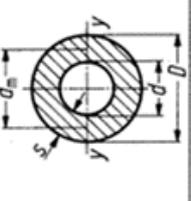
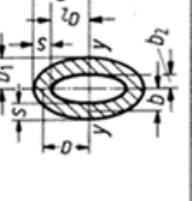
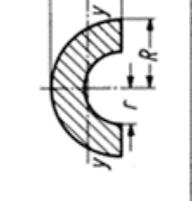


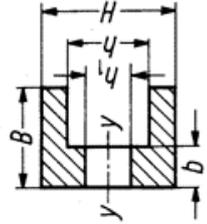
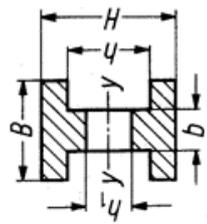
Damit ist 
$$\tau = \frac{F_q \cdot S}{I \cdot b}$$

mit

- $F_q$       Querkraft im Querschnitt
- $I$          Flächenträgheitsmoment der gesamten Querschnittsfläche bezogen auf S-Achse
- $b$          Breite der Querschnittsfläche an der Stelle, für die  $\tau$  berechnet wird
- $S = \bar{z} \cdot \Delta A$       das statische Moment des Flächenelementes zwischen Außenfaser und Schnitt  $b$  (angeschlossener Querschnitt).

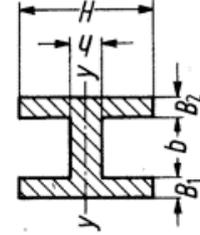
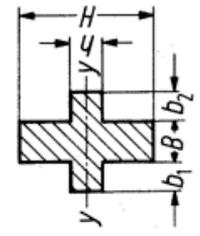
# Axiale Flächenträgheits- momente und Widerstands- momente I

 $I_y = I_z = \frac{a^4}{12}$ $W_y = W_z = \frac{a^3}{6}$ $I_y = I_z = \frac{a^4}{12}$ $W_y = W_z = \frac{\sqrt{2}}{12} a^3 = 0,118 a^3$	$I_y = I_z = \frac{bh^3}{12}$ $I_z = \frac{hb^3}{12}$ $W_y = \frac{bh^2}{6}$ $W_z = \frac{hb^2}{6}$
 $I_y = I_z = (1+2\sqrt{2}) \frac{R^4}{6} = 0,638 R^4$ $W_y = W_z = 0,6906 R^3$ $I_y = I_z = (1+2\sqrt{2}) \frac{R^4}{6} = 0,638 R^4$ $W_y = W_z = 0,638 R^3$	$I_y = I_z = \frac{5\sqrt{3}}{16} R^4 = 0,5413 R^4$ $W_y = \frac{5}{8} R^3 = 0,625 R^3$ $W_z = \frac{5\sqrt{3}}{16} R^3 = 0,5413 R^3$
 $I_y = \frac{bh^3}{36} \frac{b_1^2 + 4b_1b_2 + b_2^2}{b_1 + b_2}$ $I_z = \frac{h^3}{48} \frac{b_1^2 + 4b_1b_2 + b_2^2}{2b_1 + b_2}$ $W_y = \frac{bh^2}{24} \frac{b_1^2 + 4b_1b_2 + b_2^2}{2b_1 + b_2}$ $W_z = \frac{hb^2}{24} \frac{b_1^2 + 4b_1b_2 + b_2^2}{2b_1 + b_2}$ <p>für <math>e = \frac{2}{3} h</math></p>	$I_y = \frac{bh^3}{36}$ $I_z = \frac{hb^3}{48}$ $W_y = \frac{bh^2}{24}$ $W_z = \frac{hb^2}{24}$
 $I_y = I_z = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$ $W_y = W_z = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{32D}$ <p>bei geringer Wanddicke <math>\left(\frac{s}{d_m}\right)^2 \ll 1</math>:</p> $I_y = I_z = \frac{\pi d_m^3 s}{8}, W_y = W_z = \frac{\pi d_m^2 s}{4}$	$I_y = I_z = \frac{\pi d^4}{64}$ $W_y = W_z = \frac{\pi d^3}{32}$
 $I_y = \frac{\pi}{4} (a_1^3 b_1 - a_2^3 b_2)$ $W_y = \frac{\pi (a_1^3 b_1 - a_2^3 b_2)}{4 a_1}$ <p>bei geringer Wanddicke:</p> $I_y = \frac{\pi a^3 (a+3b)s}{4}, W_y = \frac{\pi a(a+3b)s}{4}$	$I_y = \frac{\pi a^3 b}{4}$ $I_z = \frac{\pi b^3 a}{4}$ $W_y = \frac{\pi a^2 b}{4}$ $W_z = \frac{\pi b^2 a}{4}$
 $I_y = 0,1098 (R^4 - r^4) - 0,283 R^2 r^2 \frac{R-r}{R+r}$ $W_{y1,2} = I_y / e_{1,2}$ <p>für <math>e_1 = \frac{4}{3\pi} \frac{R^2 + Rr + r^2}{R+r}</math> bzw. <math>e_2 = R - e_1</math></p>	$I_y = \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi}\right) r^4 = 0,1098 r^4$ $W_y = I_y / e = 0,1908 r^3$ <p>für <math>e = \left(1 - \frac{4}{3\pi}\right) r = 0,5756 r</math></p>



$$I_y = \frac{B(H^3 - h^3) + b(h^3 - h_1^3)}{12}$$

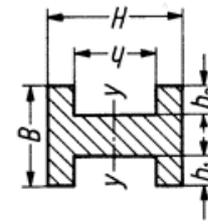
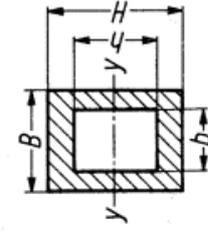
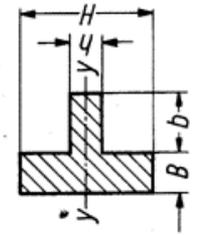
$$W_y = \frac{B(H^3 - h^3) + b(h^3 - h_1^3)}{6H}$$



$$I_y = \frac{BH^3 + bh^3}{12}$$

$$W_y = \frac{BH^3 + bh^3}{6H}$$

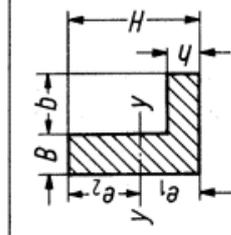
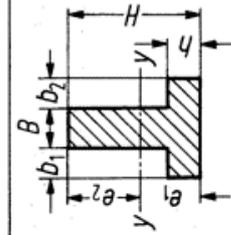
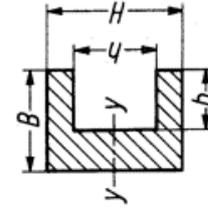
mit  $B = B_1 + B_2$   
 $b = b_1 + b_2$



$$I_y = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$$

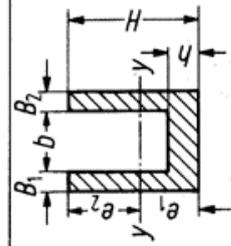
$$W_y = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$$

mit  $b = b_1 + b_2$



$$I_y = \frac{BH^3 + bh^3}{3} - (BH + bh) e_1^2$$

mit  $B = B_1 + B_2$ ,  $b = b_1 + b_2$   
 $W_{y1,2} = I_y / e_{1,2}$   
für  $e_1 = \frac{1}{2} \frac{BH^2 + bh^2}{BH + bh}$  bzw.  $e_2 = H - e_1$



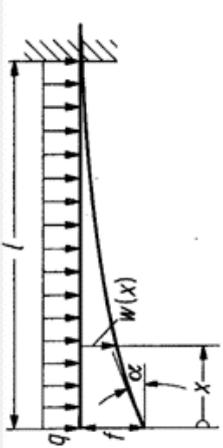
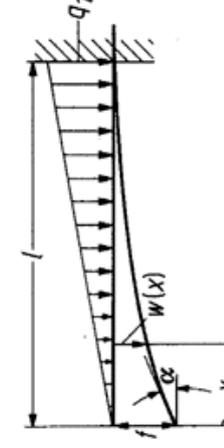
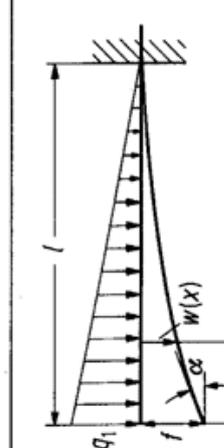
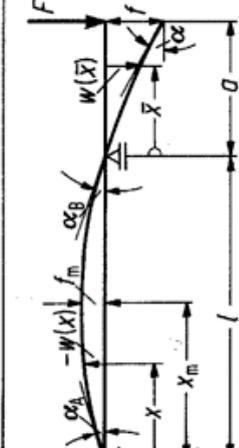
Axiale Flächenträgheitsmomente und Widerstandsmomente II

Belastungsfall	Gleichung der Biegelinie	Durchbiegung	Neigungswinkel [rad]
	$0 \leq x \leq l/2:$ $w(x) = \frac{Fl^3}{48EI_y} \left[ 3\frac{x}{l} - 4\left(\frac{x}{l}\right)^3 \right]$	$f_m = \frac{Fl^3}{48EI_y}$	$\alpha_A = \alpha_B = \frac{Fl^2}{16EI_y}$
	$0 \leq x \leq a:$ $w_I(x) = \frac{Fb^2}{6EI_y} \left[ \left(1 + \frac{l}{b}\right) \frac{x}{l} - \frac{x^3}{abl} \right]$ $a \leq x \leq l:$ $w_{II}(x) = \frac{Fa^2}{6EI_y} \left[ \left(1 + \frac{l}{a}\right) \frac{l-x}{l} - \frac{(l-x)^3}{abl} \right]$	$f = \frac{Fa^2b^2}{3EI_y l}$ $a > b: f_m = \frac{Fb\sqrt{(l^2 - b^2)^3}}{9\sqrt{3}EI_y l}$ in $x_m = \sqrt{(l^2 - b^2)/3}$ $a < b: f_m = \frac{Fa\sqrt{(l^2 - a^2)^3}}{9\sqrt{3}EI_y l}$ in $x_m = l - \sqrt{(l^2 - a^2)/3}$	$\alpha_A = \frac{Fb^2(l+b)}{6EI_y l}$ $\alpha_B = \frac{Fa^2(l+a)}{6EI_y l}$
	$w(x) = \frac{MI^2}{6EI_y} \left[ 2\frac{x}{l} - 3\left(\frac{x}{l}\right)^2 + \left(\frac{x}{l}\right)^3 \right]$	$f = \frac{MI^2}{16EI_y}$ in $x = \frac{l}{2}$ $f_m = \frac{MI^2}{9\sqrt{3}EI_y}$ in $x_m = l - \frac{l}{\sqrt{3}}$	$\alpha_A = \frac{MI}{3EI_y}$ $\alpha_B = \frac{MI}{6EI_y}$
	$w(x) = \frac{MI^2}{6EI_y} \left[ \frac{x}{l} - \left(\frac{x}{l}\right)^3 \right]$	$f = \frac{MI^2}{16EI_y}$ in $x = \frac{l}{2}$ $f_m = \frac{MI^2}{9\sqrt{3}EI_y}$ in $x_m = \frac{l}{\sqrt{3}}$	$\alpha_A = \frac{MI}{6EI_y}$ $\alpha_B = \frac{MI}{3EI_y}$

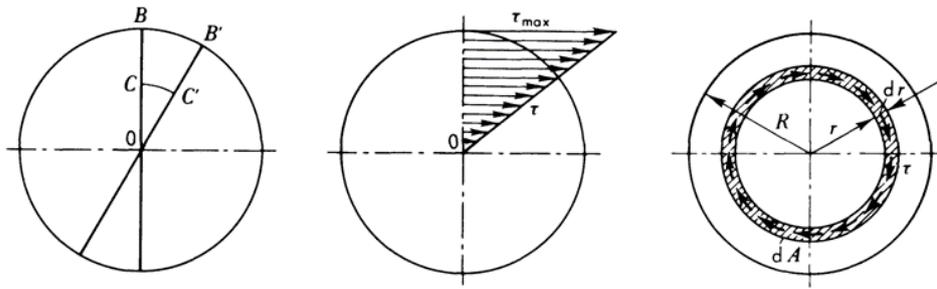
Verformung durch Biegung I

Belastungsfall	Gleichung der Biegelinie	Durchbiegung	Neigungswinkel [rad]
	$w(x) = \frac{q l^4}{24 E I_y} \left[ \frac{x}{l} - 2 \left( \frac{x}{l} \right)^3 + \left( \frac{x}{l} \right)^4 \right]$	$f_m = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{E I_y}$	$\alpha_A = \alpha_B = \frac{q l^3}{24 E I_y}$
	$w(x) = \frac{q_2 l^4}{360 E I_y} \left[ 7 \frac{x}{l} - 10 \left( \frac{x}{l} \right)^3 + 3 \left( \frac{x}{l} \right)^5 \right]$	$f_m = \frac{q_2 l^4}{153,3 E I_y} \text{ in } x_m = 0,519 l$	$\alpha_A = \frac{7}{360} \frac{q_2 l^3}{E I_y}$ $\alpha_B = \frac{8}{360} \frac{q_2 l^3}{E I_y}$
	$w(x) = \frac{F l^3}{6 E I_y} \left[ 2 - 3 \frac{x}{l} + \left( \frac{x}{l} \right)^3 \right]$	$f = \frac{F l^3}{3 E I_y}$	$\alpha = \frac{F l^2}{2 E I_y}$
	$w(x) = \frac{M l^2}{2 E I_y} \left[ 1 - 2 \frac{x}{l} + \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right]$	$f = \frac{M l^2}{2 E I_y}$	$\alpha = \frac{M l}{E I_y}$

**Verformung durch Biegung II**

Belastungsfall	Gleichung der Biegelinie	Durchbiegung	Neigungswinkel [rad]
	$w(x) = \frac{ql^4}{24EI_y} \left[ 3 - 4 \frac{x}{l} + \left( \frac{x}{l} \right)^4 \right]$	$f = \frac{ql^4}{8EI_y}$	$\alpha = \frac{ql^3}{6EI_y}$
	$w(x) = \frac{q_2 l^4}{120EI_y} \left[ 4 - 5 \frac{x}{l} + \left( \frac{x}{l} \right)^5 \right]$	$f = \frac{q_2 l^4}{30EI_y}$	$\alpha = \frac{q_2 l^3}{24EI_y}$
	$w(x) = \frac{q_1 l^4}{120EI_y} \left[ 11 - 15 \frac{x}{l} + 5 \left( \frac{x}{l} \right)^4 - \left( \frac{x}{l} \right)^5 \right]$	$f = \frac{11 q_1 l^4}{120 EI_y}$	$\alpha = \frac{q_1 l^3}{8EI_y}$
	$0 = x = l:$ $w(x) = -\frac{Fa l^2}{6EI_y} \left[ \frac{x}{l} - \left( \frac{x}{l} \right)^3 \right]$ $0 = \bar{x} = a:$ $w(\bar{x}) = \frac{F a^3}{6EI_y} \left[ 2 \frac{l \bar{x}}{a a} + 3 \left( \frac{\bar{x}}{a} \right)^2 - \left( \frac{\bar{x}}{a} \right)^3 \right]$	$f = \frac{Fa^2(l+a)}{3EI_y}$ $f_m = \frac{Fa l^2}{9\sqrt{3} EI_y} \text{ in } x_m = \frac{l}{\sqrt{3}}$	$\alpha = \frac{Fa(2l+3a)}{6EI_y}$ $\alpha_A = \frac{Fa l}{6EI_y}$ $\alpha_B = \frac{Fa l}{3EI_y}$

**Verformung durch Biegung III**



$$M_t = \int dM_t = \int r \cdot dF = \int r \cdot \tau \cdot dA . \quad \tau = \frac{r}{R} \cdot \tau_{\max}$$

$$M_t = \frac{\tau_{\max}}{R} \int_0^R r^2 \cdot dA .$$

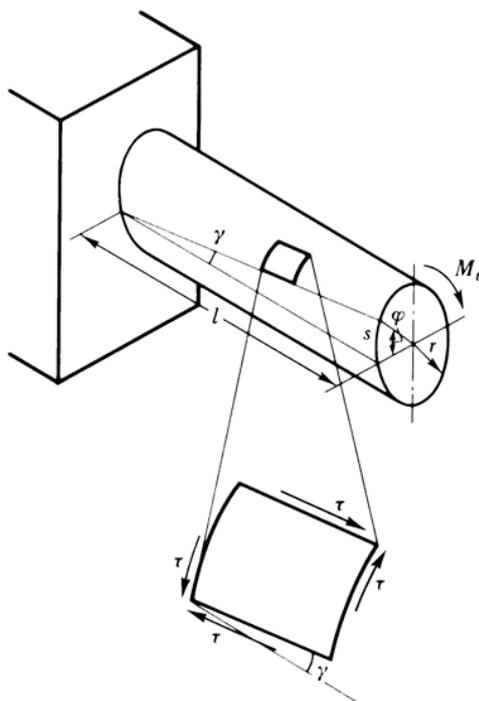
Das Integral ist das polare Trägheitsmoment,

$$I_p = \int r^2 \cdot dA$$

Analog zum Biege­wider­stands­moment ist hier das Torsions-Wider­stands­moment

$$W_t = \frac{I_p}{R} . \quad \text{Damit ist} \quad \tau_t = \frac{M_t}{W_t} .$$

### Torsions-Widerstandsmoment



$$\varphi \cdot r = \gamma \cdot l = s \quad \Rightarrow \quad \gamma = \frac{\varphi \cdot r}{l} .$$

$$\gamma = \frac{\tau_t}{G} .$$

$$\gamma = \frac{M_t}{W_t \cdot G} .$$

Gleichsetzen mit der Ausgangsgleichung für  $\gamma$  ist

$$\frac{\varphi \cdot r}{l} = \frac{M_t}{W_t \cdot G} \quad \Rightarrow \quad \varphi = \frac{M_t \cdot l}{W_t \cdot r \cdot G} .$$

$W_t \cdot r = I_p$ . Das führt auf

$$\varphi = \frac{M_t \cdot l}{G \cdot I_p} .$$

Das Produkt  $GI_p$  nennt man *Verdrehsteifigkeit*

### Verformung durch Torsion



Querschnitt	$I_t$	$W_t$	Bemerkung
	$\frac{\pi d^4}{32} = I_p$	$\frac{\pi d^3}{16} = W_p$	$\tau_{\max}$ am Umfang
	$\frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{32} = I_p$ Für geringe Wanddicken, d.h. $\left(\frac{t}{d_m}\right)^2 \ll 1$ : $\pi d_m^3 t / 4$	$\frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{16 d_o} = W_p$ $\pi d_m^2 t / 2$	$\tau_{\max}$ am Umfang
	$\frac{\pi d^4}{32} = I_p$	$\frac{W_p}{\lambda} = \frac{\pi d^3}{16 \lambda}$ $\lambda = \frac{2 - \xi}{1 - 2\xi^2 + (16/3\pi)\xi^3}$ Für kleine $\xi$ : $\lambda \approx 2$	$\tau_{\max}$ am Kerbgrund (in P) $\xi = \frac{q}{d/2}$
	$\frac{\pi a^3 b^3}{a^2 + b^2} = \frac{\pi n^3 b^4}{n^2 + 1}$	$\frac{\pi a b^2}{2} = \frac{\pi n b^3}{2}$	Voraussetzung: $a/b = n \geq 1$ $\tau_{\max}$ in $P_1$ in $P_2$ : $\tau_2 = \tau_{\max}/n$

**Polare Flächenträgheitsmomente und polare Widerstandsmomente I**



Querschnitt	$I_t$	$W_t$	Bemerkung
	$\frac{\pi n^3 (b_1^4 - b_2^4)}{n^2 + 1}$	$\frac{\pi n (b_1^4 - b_2^4)}{2b_1}$	Voraussetzung: $a_1/b_1 = a_2/b_2 = n \geq 1$ $\tau_{\max}$ in $P_1$ in $P_2$ : $\tau_2 = \tau_{\max}/n$
	$\frac{b^4}{46,19} \approx \frac{h^4}{26}$	$\frac{b^3}{20} \approx \frac{h^3}{13}$	$\tau_{\max}$ in Mitte der Seiten ( $P_1$ ) in den Ecken ( $P_2$ ): $\tau_2 = 0$
	$0,133b^2 A = 0,115b^4$	$0,217b^4 = 0,188b^3$	$\tau_{\max}$ in Mitte der Seiten ( $P$ )
	$0,130b^2 A = 0,108b^4$	$0,223b^4 = 0,185b^3$	$\tau_{\max}$ in Mitte der Seiten ( $P$ )
	$0,141b^4$	$0,208b^3$	$\tau_{\max}$ in Mitte der Seiten ( $P_1$ ) in den Ecken ( $P_2$ ): $\tau_2 = 0$

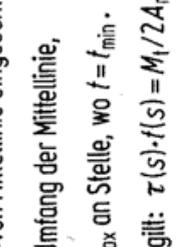
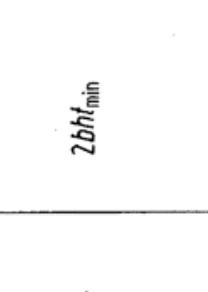
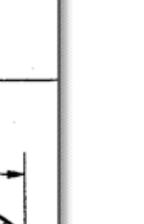
**Polare Flächenträgheitsmomente und polare Widerstandsmomente II**



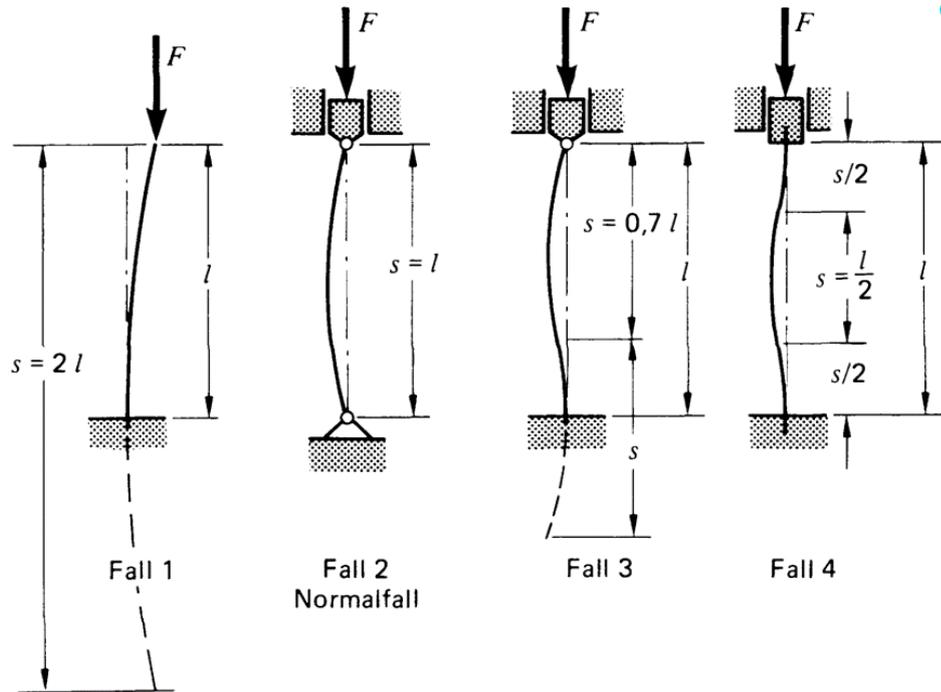
Querschnitt	$I_t$	$W_t$	Bemerkung							
	$c_1 h b^3 = c_1 n b^4$	$c_2 h b^2 = c_2 n b^3$	Voraussetzung: $h/b = n \geq 1$ $\tau_{\max}$ in $P_1$ In $P_2: \tau_2 = c_3 \tau_{\max}$ In $P_3: \tau_3 = 0$							
	$n = h/b$	1	1,5	2	3	4	6	8	10	$\infty$
	$c_1$	0,141	0,196	0,229	0,263	0,281	0,298	0,307	0,312	0,333
	$c_2$	0,208	0,231	0,246	0,267	0,282	0,299	0,307	0,312	0,333
$c_3$	1,000	0,858	0,796	0,753	0,745	0,743	0,743	0,743	0,743	
dünnwandige Profile 	$\frac{\eta}{3} \sum h_i t_i^3$	$I_t / t_{\max}$	Voraussetzung: $h_i / t_i \gg 1$ $\tau_{\max}$ in Mitte der Längsseite des Rechtecks mit $t_{\max}$							
	Profil	L	C	J	I	I <sup>PB</sup>	+			
	$\eta$	0,99	1,12	1,12	1,31	1,29	1,17			

**Polare Flächenträgheitsmomente und polare Widerstandsmomente III**



Querschnitt	$I_t$	Wt	Bemerkung
<p>dünnwandige Hohlquerschnitte</p> 	$\frac{4A_m^2}{\oint ds/t(s)}$ <p>Für konstante Wanddicke t:</p> $4A_m^2 t/U$	$2A_m t_{\min}$  $2A_m t$	<p><math>A_m</math> = von Mittellinie eingeschlossene Fläche,  <math>U</math> = Umfang der Mittellinie,  <math>t_{\max}</math> an Stelle, wo <math>t = t_{\min}</math>.                      Es gilt: <math>\tau(s) \cdot t(s) = M_t / 2A_m = \text{const}</math></p>
	$\frac{4(bh)^2}{2(b/t_1 + h/t_2)}$	$2bht_{\min}$	<p><math>\tau_{\max}</math> dort, wo <math>t = t_{\min}</math></p>
	$\pi d_m^3 / 4$	$\pi d_m^2 t / 2$	

## Knicken



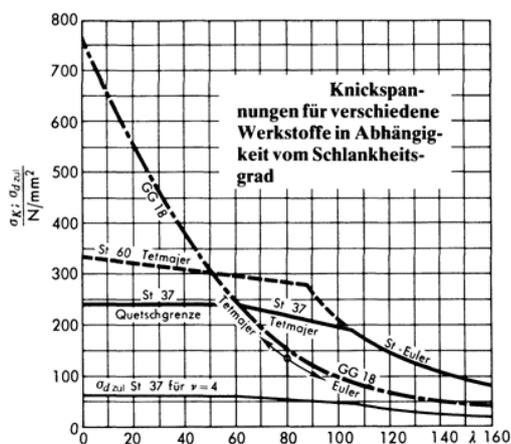
$$F_K = \frac{\pi^2 \cdot E I_{\min}}{s^2}$$

Die Knickspannung ist

$$\frac{F_K}{A} = \sigma_K = \frac{\pi^2 E \cdot I_{\min}}{A \cdot s^2} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left( \frac{s}{\sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}} \right)^2}$$

EULERSche Gleichung für die Knickspannung für  $\sigma_K < \sigma_p$ ,

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



Die minimalen Schlankheitsgrade des Gültigkeitsbereichs können aus der Bedingung  $\sigma_K = \sigma_p$  berechnet werden

$$\lambda_{\min} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}}$$

Für St 37 erhält man mit  $\sigma_p \approx 190 \text{ N/mm}^2$  und  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

$$\lambda_{\min} \approx \pi \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{1,9 \cdot 10^2}} \approx 104$$

Analog dazu für St 60 mit  $\sigma_p \approx 270 \text{ N/mm}^2$

$$\lambda_{\min} \approx \pi \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{2,7 \cdot 10^2}} \approx 88$$

Die Knickspannung ergibt über dem Schlankheitsgrad bis zu  $\sigma_p$  aufgetragen einen Hyperbelast (EULER-Hyperbel).

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$ $\sigma_{tS}$										
<b>1. ALLGEMEINE BAUSTÄHLE NACH DIN 17100</b>												
St 34	340	300	950	220	160	280	170	130	100	210000	80000	UNTERGEORDNETE BAUTEILE GERIN- GE BEANSPRUCHUNG.
	bis	220	bis									
	420	130	1200									
St 37	370	340	1050	240	170	320	190	140	110	210000	80000	ÜBLICHER STAHL IM MASCHINEN- UND STAHLBAU BEI MÄSSIGER BEANSPRU- CHUNG, GUT BEARBEITBAR, SCHWEISSBAR.
	bis	240	bis									
	450	140	1250									
St 42	420	380	1200	270	190	380	220	150	130	210000	80000	MÄSSIG BEANSPRUCHTE BAUTEILE WIE ZAPFEN, KURBELN, HEBEL, GUT BE- ARBEITBAR, SCHWEISSBAR, EIN- SETZBAR
	bis	270	bis									
	500	150	1400									
St 50	500	450	1400	320	220	400	250	180	150	210000	80000	ACHSEN, WELLEN, BOLZEN UND SPINDELN BEI MITTL. BEANSPRUCHUNG, GUT ZER- SPANBAR, BEDINGT SCHWEISSBAR, KALM HÄRTBAR, FÜR GLEITBEANSPRUCHUNG BRAUCH- BAR
	bis	320	bis									
	600	180	1700									
St 52	520	450	1450	340	240	400	270	190	160	210000	80000	QUALITÄTSSTAHL IM STAHLBAU GUT SCHWEISSBAR.
	bis	340	bis									
	620	190	1750									
St 60	600	540	1700	380	260	530	320	220	180	210000	80000	HÖHER BEANSPRUCHTE VERSCHLEISSFREIE TEILE, PASSSTIFTE, PASSFEDERN, KEILE, ZAHNRÄDER, RITZEL UND SCHNECKEN, HÄRT- UND VERGÜTBAR, BEDINGT SCHWEISSBAR, BEARBEITUNG TEILER.
	bis	380	bis									
	720	220	1950									
St 70	700	620	1950	450	320	620	370	260	200	210000	80000	HÖCHSTBEANSPRUCHTE, NATURHARTE, VER- SCHLEISSFESTE TEILE, WIE: WERKZEUGE, GESENKE, WALZEN, NÖCKEN UND STEUE- RUNGSTEILE, SEHR GUT HÄRT- UND VER- GÜTBAR, SCHWER ZERSPANBAR, NICHT SCHWEISSBAR.
	bis	450	bis									
	850	260	2400									

**Werkstoffkennwerte I**

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$ $\sigma_{tS}$										
<b>2. VERGÜTUNGSSTÄHLE NACH DIN 17200</b>												
C22	500	410	1550	280	210	350	250	160	140	210000	80000	VERSCHLEISSFESTE BAUTEILE KLEI- NERER ABMESSUNGEN.
	bis	300										
	600	170										
C35 Ck 35	600	450	bis1720	350	250	450	300	190	160	210000	80000	SCHRAUBENSTAHL, NACH DIN 1050 AUCH IM STAHLBAU VERWENDET.
	bis	330										
	720	190										
C 45 Ck 45	650	530	bis2060	390	290	530	350	210	170	210000	80000	HOCHBEANSPRUCHTE, VERSCHLEISS- FESTE WELLEN, ZAPFEN UND ACHSSCHENKEL.
	bis	390										
	800	210										
C60 Ck 60	750	600	bis2430	450	340	600	400	260	200	210000	80000	ZÄHHARTE SCHNECKEN UND ZAHN- RÄDER.
	bis	450										
	900	260										
24CrMo4	650	600	bis2170	450	320	600	350	260	200	210000	80000	WARMFESTE SCHRAUBEN UND MÜTTERN
	bis	450										
	800	260										
30 Mn 5 40 Mn 4	800	630	bis2170	450	320	600	350	260	200	210000	80000	HOCHBEANSPRUCHTE TEILE BEI SCHWIN- GENDER BELASTUNG, Z.B. LEITSPIN- DELN, KURBELWELLEN UND HOCH- WERTIGE ACHSSCHENKEL
	bis	450										
	950	260										

**Werkstoffkennwerte II**

Prof. Schürber  
2100  
Dachstein  
Technikum

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub

Brinellhärte HB

Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel

Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Prof. Schürber  
2101  
Dachstein  
Technikum

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub

Brinellhärte HB

Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel

Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$ $\sigma_{tS}$										
<b>3. EINSATZSTÄHLE (UNLEG. UND LEG.) NACH DIN 17210</b>												
C10 Ck10	420 Bis 520	350 250 150	Bis1300	250	190	350	220	150	130	210000	80000	BAUTEILE MIT NIEDRIGER BEANSPRUCHUNG
C15 Ck15	500 Bis 620	420 300 180	Bis1400	300	230	420	250	180	150	210000	80000	BOLZEN UND STIFTE MITTLERER FESTIGKEIT SOWIE HEBEL UND GROSSRÄDER.
15Cr3	600 Bis 850	400	Bis1870	400	270	520	300	230	170	210000	80000	MEISTENS VERWENDET BEI STEUER- WELLEN, NOCKENWELLEN UND KOL- BENBOLZEN.
16MnCr5	800 Bis 1100	840 600 350	Bis2070	600	360	670	400	350	230	210000	90000	DIREKT HÄRTBARER EINSATZSTAHL FÜR VORGELEGEWELLEN UND -RÄDER, TELLER- UND SCHRÄGRÄDER.
20MnCr5	1000 Bis 1300	1000 700 410	Bis2170	700	450	850	500	410	300	210000	80000	BEI HOHER BEANSPRUCHUNG FÜR ANTRIEBS-, GANG- UND SCHALT- RÄDER SOWIE ZWISCHENWELLEN
18CrNi8	1200 Bis 1450	1100 800 460	Bis2350	800	530	1040	600	460	350	210000	80000	FÜR HÖCHSTE ANFORDERUNGEN AN HÄR- TE WIE BEI ZAHNKRÄNZEN UND GETRIE- BEITEILEN, KORROSIONSBESTÄNDIG.

**Werkstoffkennwerte IV**

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$ $\sigma_{tS}$										
37MnSi5 (37MnSi3)	900 Bis 1050	700 550 320	Bis2170	550	360	680	400	320	230	210000	80000	HAUPTSÄCHLICH FÜR BIEGEBELASTUNG WIE BEI PLEUEL- UND SCHUB- STANGEN
41Cr4 (34Cr4)	950 Bis 1100	800 550 320	Bis2170	550	360	690	400	320	230	210000	80000	HOCHBELASTBARE STIRN- UND KEGELRÄDER.
42CrMo4	1000 Bis 1200	1000 700 400	Bis2170	700	400	770	450	400	260	210000	80000	FÜR GRÖSSBRE SCHMIEDESTÜCKE GUT GEEIGNET.
34CrNiMo6	1000 Bis 1200	1100 800 460	Bis2350	780	450	880	500	460	290	210000	80000	HOCHBEANSPRUCHTE TRIEBWERK- TEILE MIT GROSSER ZÄHIGKEIT.
50CrMo4	1250 Bis 1300	1260 900 470	Bis2350	790	450	850	500	470	290	210000	80000	FÜR HÖCHSTE BEANSPRUCHUNG DES WERKSTOFFES AN OBERFLÄCHENHÄRTE, FESTIGKEIT UND VERSCHLEISS WIE BEI FÖRDERSCHECKEN UND TURBINENLÄUFERN.
30CrNiMo8	1250 Bis 1450	1260 900 500	Bis2480	850	500	960	550	500	320	210000	80000	

**Werkstoffkennwerte III**

Dieses Buch ist  
Schutzrechtlich

**Legende**

Bruch-  
spannung  
 $\sigma_B$

Streck-  
grenzen  
 $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub

Brinellhärte  
HB

Dynamische  
Werte

Zug  
 $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  
 $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel  
Schub

$\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Prof. Schürer  
**2103**

Dieses Buch ist  
Schutzrechtlich

**Legende**

Bruch-  
spannung  
 $\sigma_B$

Streck-  
grenzen  
 $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub

Brinellhärte  
HB

Dynamische  
Werte

Zug  
 $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  
 $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel  
Schub

$\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Prof. Schürer  
**2102**

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zs}$										
4. GRAUGUSS NACH DIN 1691												
GG-15	110 BIS 150	240* - 650**	1400 BIS 2000	65	40	110	70	90	70	55000 BIS 95000	35000	FÜR GERING BEANSPRUCHTE LAGER UND GETRIEBEGEHÄUSE.
GG-20	150 BIS 200	300* - 800**	1600 BIS 2200	80	50	140	90	110	80	80000 BIS 105000	40000	MÄSSIG BEANSPRUCHTE HAND- RÄDER, GRUNDPLATTEN UND RIEMENSCHLEIBEN
GG-25	190 BIS 250	360* - -	1800 BIS 2600	100	60	175	110	130	90	95000 BIS 120000	45000	FÜR MITTLERE BEANSPRUCHUNG AN WERKZEUGMACHINEN- KÖRPERN.
GG-30	230 BIS 300	420* - -	2000 BIS 2600	110	70	200	130	150	100	110000 BIS 130000	50000	HOCHBEANSPRUCHTE KOLBEN UND ZYLINDER.
GG-35	280 BIS 350	450* - -	2100 BIS 2800	130	80	230	150	180	120	120000 BIS 150000	60000	HOCHWERTIGER GRAUGUSS FÜR MOTOREN- UND TURBINEN- GEHÄUSE

**Werkstoffkennwerte V**

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zs}$										
4. GRAUGUSS NACH DIN 1691												
GG-15	110 BIS 150	240* - 650**	1400 BIS 2000	65	40	110	70	90	70	55000 BIS 95000	35000	FÜR GERING BEANSPRUCHTE LAGER UND GETRIEBEGEHÄUSE.
GG-20	150 BIS 200	300* - 800**	1600 BIS 2200	80	50	140	90	110	80	80000 BIS 105000	40000	MÄSSIG BEANSPRUCHTE HAND- RÄDER, GRUNDPLATTEN UND RIEMENSCHLEIBEN
GG-25	190 BIS 250	360* - -	1800 BIS 2600	100	60	175	110	130	90	95000 BIS 120000	45000	FÜR MITTLERE BEANSPRUCHUNG AN WERKZEUGMACHINEN- KÖRPERN.
GG-30	230 BIS 300	420* - -	2000 BIS 2600	110	70	200	130	150	100	110000 BIS 130000	50000	HOCHBEANSPRUCHTE KOLBEN UND ZYLINDER.
GG-35	280 BIS 350	450* - -	2100 BIS 2800	130	80	230	150	180	120	120000 BIS 150000	60000	HOCHWERTIGER GRAUGUSS FÜR MOTOREN- UND TURBINEN- GEHÄUSE

**Werkstoffkennwerte V**

Dachverband  
Schweiz

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zs}$  Zug  
 $\sigma_{ts}$  Biegung  
 $\sigma_{ts}$  Schub

Brinellhärte HB

Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel  
Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Prof. Schürler  
**2104**

Dachverband  
Schweiz

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zs}$  Zug  
 $\sigma_{ts}$  Biegung  
 $\sigma_{ts}$  Schub

Brinellhärte HB

Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel  
Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Prof. Schürler  
**2104**

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zs}$										
5. TEMPERGUSS (WEISS UND SCHWARZ) NACH DIN 1692 *BIEGEFESTIGKEIT $\sigma_{bb}$ ; **DRUCKFESTIGKEIT $\sigma_{bb}$												
GTW-35	350	700*	1250	180	100	250	140	130	100	170000	68000	NORMALER WEISSER TEMPERGUSS FÜR KLEINE MASSENTEILE, WIE HEBEL, SCHLÜSSEL UND KETTEN, SCHWEISSBAR.
		-	2200									
GTW-40	400	280	1250	200	140	330	200	180	120	170000	68000	HOCHWERTIGER WEISSER TEMPERGUSS FÜR KARDAN- UND SCHALTGABELN, SCHWEISSBAR.
		220	BIS									
		180	2200									
GTS-35	350	280	BIS	150	80	220	120	190	100	175000	68000	SCHWARZER TEMPERGUSS FÜR GRÖßERE TEILE, BREMSBACKEN, ROHRVERBINDUNGSTEILE, GEHÄUSE, SCHWEISSBAR.
		200										
GTS-45	450	360	1600	220	160	370	220	210	130	180000	68000	FÜR GRÖßERE TEILE WIE LAGERBÖCKE, GEHÄUSE UND TROMMELN GUT GEEIGNET, SCHWEISSBAR.
		300	BIS									
		220	2000									

Dachstuhl  
Bauteile

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zs}$  Zug  
 $\sigma_{bs}$  Biegung  
 $\sigma_{ts}$  Schub

Brinellhärte HB

Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{bsch}$  schnell  
 $\sigma_{bw}$  wechsel  
Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Prof. Schäfer  
**2105**

**Werkstoffkennwerte VI**

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck	
	$\sigma_B$	$\sigma_{zs}$											$\sigma_{ts}$
6. GUSSEISEN MIT KUGELGRAPHIT NACH DIN 1693													
GGG-38	380	300	1400	200	110	300	190	170	100	165000	63500	SEHR GUTE BEARBEITBARKEIT, GUTE DÄMPFUNG, VORZIEGEND KUPPLUNGS- UND GETRIEBEGEHÄUSE.	
		BIS	250										BIS
		420	200										1800
GGG-42	420	400	1500	230	130	350	210	200	120	170000	63500	WIE VORHER, DOCH FÜR VERBINDUNGSAGGREGATE MITTL. FESTIGKEIT.	
		BIS	280										BIS
		500	230										2000
GGG-50	500	500	1700	260	150	430	250	250	150	175000	67500	BEI GUTER BEARBEITBARKEIT GUTE VERSCHLEISSFESTIGKEIT UND OBERFLÄCHENHÄRTBARKEIT, WIE ES Z.B. FÜR KURBELWELLEN ERFORDERLICH IST.	
		BIS	350										BIS
		600	300										2400
GGG-60	600	600	2100	320	180	510	300	290	170	180000	71500		
		BIS	420										BIS
		700	350										3000
GGG-70	700	690	230	380	210	600	350	340	200	185000	71500	HÖCHSTE BEANSPRUCHUNG AUF VERSCHLEISSFESTIGKEIT UND OBERFLÄCHENHÄRTE; MALZEN UND KURBELWELLEN.	
		BIS	500										BIS
		900	400										3200

Dachstuhl  
Bauteile

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zs}$  Zug  
 $\sigma_{bs}$  Biegung  
 $\sigma_{ts}$  Schub

Brinellhärte HB

Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{bsch}$  schnell  
 $\sigma_{bw}$  wechsel  
Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Prof. Schäfer  
**2106**

**Werkstoffkennwerte VII**

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E Modul	G Modul	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$ $\sigma_{tS}$										
7. STAHLGUSS NACH DIN 1681												
GS-38	380	260 180 110	bis1100	180	130	260	160	110	95	215000	83000	STAHLGUSS WIRD BEI GUSSSTÜCKEN MIT HOHEN ANFORDERUNGEN AN DIE FESTIGKEITSEIGENSCHAFTEN VERWENDET, BEI DENEN GUSS-EISEN ALSO NICHT GENÜGEN WÜRDE.  DIE WERKSTÜCKE SIND SCHWEISS- UND SCHMIDDBAR, ZAHNKRÄNZE, RADKÖRPER UND RITZEL, BIEGEGOLME SOWIE MALZENSTÄNDER UND ANDERES MEHR GEHÖREN ZUM WIRTSCHAFTLICHEN ERZEUGUNGSPROGRAMM, GUSS-TEILE SPANNUNGSFREI GLÜHEN.
	GS-45	450										
GS-52		520	350 250 150	bis1500	250	180	350	220	150	130	215000	
	GS-60	600	500 360 210									
8. FEDERSTAHL NACH DIN 17221 UND DIN 17222 (FEDERHART VERGÜTET)												
55Si7	1300	1100	bis2350	700	430	1000	560	480	350	210000	80000	FÜR MITTLERE BEANSPRUCHUNG BEI BLATT- UND SPIRALFEDERN,  HOCHBEANSPRUCHTE TELLER- UND SCHRAUBENDREHFEDERN,  SCHRAUBENBIEGE- UND DREHSTABFEDERN HÖCHSTER FESTIGKEIT UND FEDERSTEIFE.
	1500											
1350	1350	bis2400	800	490	1150	640	550	400	210000	80000		
1700											1700	

**Werkstoffkennwerte VIII**

Prof. Schürber  
**2107**

**Legende**  
Bruchspannung  $\sigma_B$   
  
Streckgrenzen  $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub  
  
Brinellhärte HB  
  
Dynamische Werte  
  
Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel  
  
Biegung  $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel  
Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E Modul	G Modul	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$ $\sigma_{tS}$										
9. KUPFER-GUSSLEGIERUNGEN NACH DIN 1705, DIN 1709												
G-SnBz14	200	140	bis1150							92000	30000	HART, HÖCHSTER VERSCHLEISSWIDERSTAND FÜR SCHNECKENKRÄNZE OHNE STOSSBELASTUNG, HAUPTSPINDELLAGER VON WERKZEUGMASCHINEN, GLEITLAGERSCHALEN,  STANDARDWERKSTOFF FÜR SCHNELL-LAUFENDE, HÖCHSTBELASTBARE SCHNECKENRÄDER,  ARMATUREN, LAGER MITTL. BEANSPRUCHUNG,  MANGANBRONZE MIT GUTEN FESTIGKEITS- UND KORROSIONSEIGENSCHAFTEN,  HOCHFESTES SoMs FÜR HÖCHSTE STATISCHE UND DYNAMISCHE BEANSPRUCHUNG, GUTE GLEIT-EIGENSCHAFTEN.
	250	170										
G-SnBz12	240	120	bis700									
	280	160										
Rg5	150	80	bis1600									
	240	100										240
SoMs60	600	300	bis2200							105000	40000	
	650	600										
SoMs75	800	600										

**Werkstoffkennwerte IX**

Prof. Schürber  
**2108**

**Legende**  
Bruchspannung  $\sigma_B$   
  
Streckgrenzen  $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub  
  
Brinellhärte HB  
  
Dynamische Werte  
  
Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel  
  
Biegung  $\sigma_{tsch}$  schnell  
 $\sigma_{tw}$  wechsel  
Schub  $\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tw}$  wechsel

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$										
10. ALUMINIUM- UND ALUMINIUMGUSGLEGERUNG NACH DIN 1725												
Al Mg	220	120	400	110	80	100	110	100	65	70000	28000	JE NACH LEGIERUNGSGEHALT FÜR KORROSIONSBESTÄNDIGE BAUTEILE GERINGER BIS HOHER FESTIGKEIT IM FAHRZEUG- UND SCHIFFBAU.
	bis 380	bis 270	bis 900									
Al Mg Si	260	180	350	130	90	120	130	110	80	71000	28000	FÜR MITTL. BIS HOHE BEANSPRUCHUNG BEI AUSHÄRTBARKEIT, GUTE FORMBARKEIT UND KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT, PRESS- UND SCHMIEDESTÜCKE, FLUGZEUGBAU.
	bis 350	bis 250	bis 950									
Al Cu Mg	380	250	600	130	95	170	115	10	75	71500	28000	AUSHÄRTBARER WERKSTOFF.
	bis 440	bis 320	bis 1200									
Al Si Cu Ni	280	240	900 bis 1300	140	100	120	100	90	85	72500	30000	GLEITLAGER MITTL. BEANSPRUCHUNG UND HOHER VERSCHLEISSFESTIGKEIT FÜR WELLENLAGERUNG IN LEICHTMETALLGEHÄUSEN.
G-Al Mg	140	80	600	100	70	90	70	65	60	75000	30000	GUSSSTÜCKE MIT HOHER CHEMISCHER BESTÄNDIGKEIT UND GUTER BEARBEITBARKEIT.
	bis 250	bis 120	bis 800									
G-Al Si	150	80	700	100	70	90	70	65	60	69000	30000	BESTE GIESS- UND SCHWEISSBARKEIT; FLÜSSIGKEITSDICHTE GUSSTEILE.
	bis 260	bis 190	bis 900									
G-Al Si Cu	200	130	700	120	80	100	75	70	65	74000	30000	BESONDERE EIGENSCHAFT IST GUTE WÄRMFESTIGKEIT, ZYLINDERKÖPFE.
	bis 280	bis 180	bis 1300									

**Werkstoffkennwerte X**

Prof. Schürber  
Technische Mechanik

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub

Brinellhärte HB

Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{tSch}$  schnell  
 $\sigma_{tW}$  wechsel  
Schub

$\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tW}$  wechsel

Werkstoff	$\sigma_{bs}$		HB	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$	E	G	Eigenschaften Verwendungszweck
	$\sigma_B$	$\sigma_{zS}$										
11. MAGNESIUM-GUSSLEGIERUNGEN NACH DIN 1729												
G-MgAl 6Zn3	160	90	50	40	40	80	75	50	35	43000		GUT GEEIGNET FÜR GAS- UND FLÜSSIGKEITSDICHTE GUSSTEILE.
	bis 200	bis 110	bis 650									
G-MgAl 9Zn1	220	110	650	55	55	110	90	65	50	43000		DAUER-, STOSS- UND WÄRMEBEANSPRUCHTE GUSSSTÜCKE HÖCHSTER FESTIGKEIT, WIE KURBELGEHÄUSE.
	bis 250	bis 130	bis 850									
12. HOLZARTEN												
EICHE	5° 90°**									13000**		$\sigma_{bB} = 90; \tau_B = 10$
BUCHE	7° 120°**									16000**		$\sigma_{bB} = 110; \tau_B = 10$
13. KUNSTSTOFFE FESTIGKEIT SEHR UNTERSCHIEDLICH; VGL. W. DOMKE, WERKSTOFFKUNDE UND WERKSTOFFPRÜFUNG, GIRARDET, ESSEN												
Thermo-Plaste	60...80		90							1500 4000		KUNSTSTOFFE HABEN BIS VOR KÜRZER ZEIT IM ALLGEMEINEN MASCHINENBAU KAUM ANWENDUNG GEFUNDEN. ORDNUNG DER KUNSTSTOFFE FÜR KONSTRUKTIVEN ZWECHE WIRD ERST JETZT VERSUCHT.
Duro-Plaste	bis 200***									10000		

\*QUER ZUR FASER; \*\*LÄNGS ZUR FASER; \*\*\*ABHÄNGIG VON DER FASERRICHTUNG

**Werkstoffkennwerte XI**

Prof. Schürber  
Technische Mechanik

**Legende**

Bruchspannung  $\sigma_B$

Streckgrenzen  $\sigma_{zS}$  Zug  
 $\sigma_{tS}$  Biegung  
 $\sigma_{tS}$  Schub

Brinellhärte HB

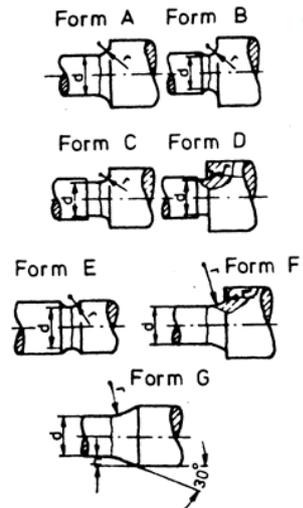
Dynamische Werte

Zug  $\sigma_{zsch}$  schnell  
 $\sigma_{zw}$  wechsel

Biegung  $\sigma_{tSch}$  schnell  
 $\sigma_{tW}$  wechsel  
Schub

$\tau_{tsch}$  schnell  
 $\tau_{tW}$  wechsel

Form	r/d	Wellenwerkstoff mit $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )			
		400..600	800	1000	1200
A...D	0	2,2..2,7	3,4	3,5	4,5
	0,05	1,7..1,8	2,1	2,3	2,8
	0,1	1,5	1,7	1,8	2,1
	0,15	1,4	1,5	1,6	1,7
	0,2	1,3	1,35	1,4	1,6
	0,25	1,25	1,3	1,35	1,5
E	0,1	1,36	1,64	1,68	1,72
	0,2	1,22	1,4	1,42	1,45
	0,3	1,18	1,32	1,34	1,36
	0,4	1,13	1,24	1,26	1,27
	0,6	1,1	1,16	1,17	1,18
F u. G	-	1,1	1,2	1,3	1,4



Die Werte für die Formen A...D gelten für ein Durchmesser Verhältnis  $D/d = 2$ . Für andere Durchmesser Verhältnisse  $D/d$  gilt für die Formen A...D:

$$B_{kb} = 1 + c_1 \cdot (B_{kb(D/d=2)} - 1) \text{ mit } c_1 = f(D/d)$$

D/d	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0
$c_1$	1,0	0,95	0,85	0,78	0,7	0,58	0,44	0,0

### Kerbwirkungszahlen von Wellenabsätzen II

Form	Wellenwerkstoff mit $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )							
	400	500	600	700	800	900	1000	1100
A	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,5	3,8	4,1
B	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6
C	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3
D	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1

### Kerbwirkungszahlen von Pressverbänden

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad [\sigma_v = \sigma_{GEH} = \sigma_{Mises}]$$

### Gestaltänderungsenergiehypothese II