

## Inhalt

Berechnungen .....	1
Allgemein.....	1
Für Fall a .....	1
GGBs: .....	1
Schnittgrößen .....	2
Für Fall b .....	3
GGBs: .....	3
Schnittgrößen .....	3
Wellen- & Achsenauslegung.....	5
Variablen .....	6
Diagramme .....	7
Anwendungsfaktor .....	7
Biege-Dauerfestigkeit .....	7
Torsions-Dauerfestigkeit .....	8

## Berechnungen

### Allgemein

Fall a: voll beladen

Fall b: einseitig halb voll beladen

$$m_{\text{Material,ges,a}} = m_{\text{Material}} * A_k * A_h = 1,5\text{kg} * 6 * 9 = 81\text{kg}$$

$$m_{\text{Material,ges,b}} = m_{\text{Material}} * A_k/2 * A_h = 1,5\text{kg} * 3 * 9 = 40,5\text{kg}$$

$$m_{\text{Trommel}} = m_{\text{Böden}} + m_{\text{Wände}} + m_{\text{Ringe}}$$

$$m_{\text{Trommel}} = 0,079\text{kg} * 10 + 0,079\text{kg} * 10 * 0,1 + 81\text{kg} * 0,1$$

$$m_{\text{Trommel}} = 8,969\text{kg} \sim 9\text{kg}$$

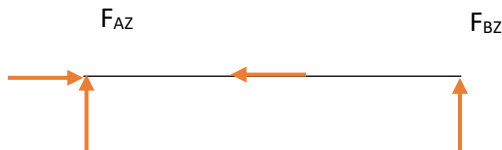
$$m_{\text{Welle/Achse}} = 2 * 15\text{kg}$$

$$F_{G\text{-Trommel}} = (m_{\text{Trommel}} + m_{\text{Welle/Achse}}) * g$$

$$F_{G\text{-Trommel}} = (9\text{kg} + 30\text{kg}) * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{G\text{-Trommel}} = 382,59 \text{ N}$$

Für Fall a



$$F_{G\text{-Material,ges,a}} = m_{\text{Material,ges,a}} * g = 81\text{kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 794,61\text{N}$$

$$F_{G,\text{ges}} = F_{G\text{-Trommel}} + F_{G\text{-Material,ges,a}}$$

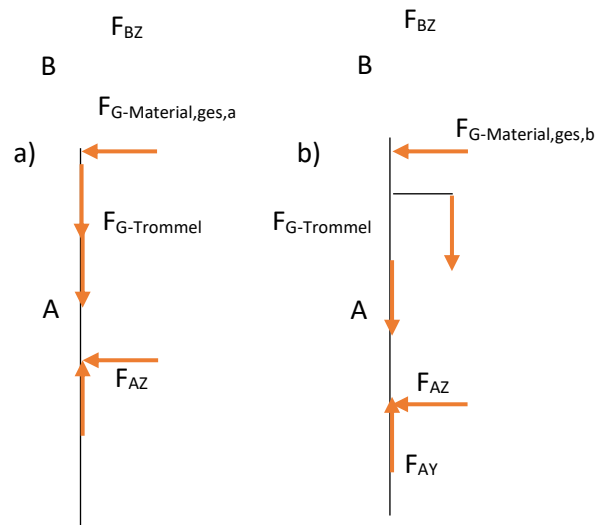
$$F_{G,\text{ges}} = 382,59 \text{ N} + 794,61\text{N}$$

$$F_{G,\text{ges}} = 1177,2\text{N}$$

GGBs:

$$\Sigma F_{iy} = 0: F_{Ay} - F_{G,\text{ges}} = 0 \Rightarrow F_{Ay} = F_{G,\text{ges}} = 1177,2\text{N}$$

$$\Sigma F_{iz} = 0: F_{Az} + F_{Bz} = 0 \Rightarrow F_{Az} = F_{Bz} = 0\text{N}$$



## Schnittgrößen

### Schnitt 1

$$\Sigma F_{iy} = 0: F_{Ay} + F_L = 0 \Rightarrow F_L = -F_{Ay} = -1177,2\text{N}$$

$$\Sigma F_{iz} = 0: F_{Az} - F_Q = 0 \Rightarrow F_Q = F_{Az} = 0\text{N}$$

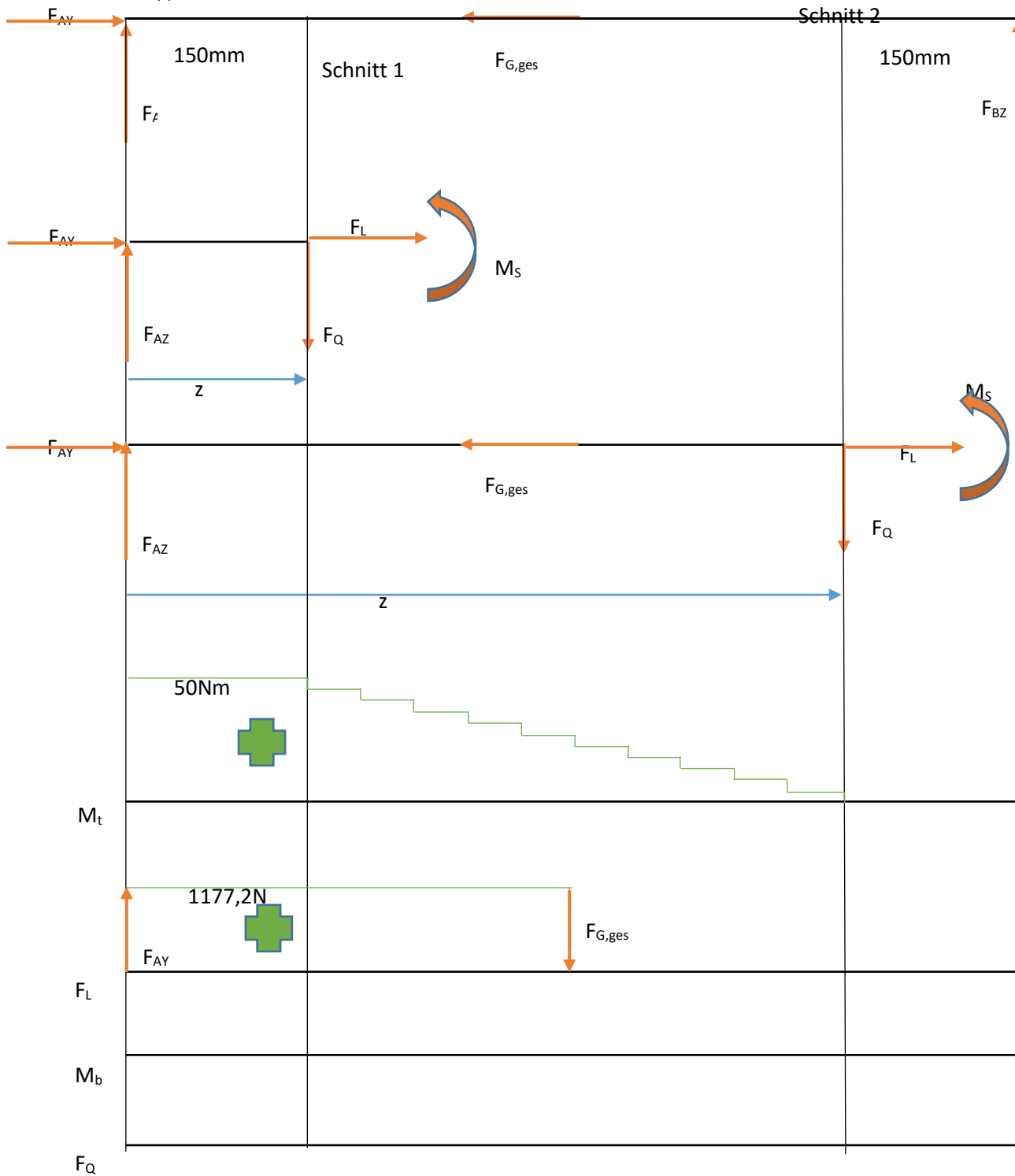
$$\Sigma M_{(S)} = 0: -F_{Az} * z + M_S = 0 \Rightarrow M_S = F_{Az} * z = 0\text{Nm}$$

### Schnitt 2

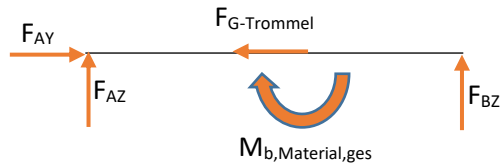
$$\Sigma F_{iy} = 0: F_{Ay} - F_{G,ges} + F_L = 0 \Rightarrow F_L = -F_{Ay} + F_{G,ges} = 0\text{N}$$

$$\Sigma F_{iz} = 0: F_{Az} + F_Q = 0 \Rightarrow F_Q = F_{Az} = 0\text{N}$$

$$\Sigma M_{(S)} = 0: -F_{Az} * z + M_S = 0 \Rightarrow M_S = F_{Az} * z = 0\text{Nm}$$



Für Fall b



$$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$$

$$l_m = \frac{0,29m + 0,12m}{2}$$

$$l_m = 0,205m$$

$$F_{G\text{-Material,ges,b}} = m_{\text{Material,ges,b}} \cdot g = 40,5\text{kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 397,305\text{N}$$

$$F_{G,ges} = F_{G\text{-Trommel}} + F_{G\text{-Material,ges,b}}$$

$$F_{G,ges} = 382,59\text{ N} + 397,305\text{N} \quad F_{G,ges} = 779,89\text{N}$$

GGBs:

$$\Sigma F_{iy} = 0: F_{AY} - F_{G,ges} = 0 \Rightarrow F_{AY} = F_{G,ges} = 779,89\text{N}$$

$$\Sigma M_{(A)} = 0: -F_{BZ} \cdot l + M_{b,Material,ges} = 0 \Rightarrow F_{BZ} = \frac{M_{b,Material,ges}}{l} = \frac{F_{G\text{-Material,ges,b}} \cdot l_m}{l} = \frac{397,305\text{N} \cdot 0,205m}{2,3m} = 35,412\text{N}$$

$$\Sigma F_{iz} = 0: F_{AZ} + F_{BZ} = 0 \Rightarrow F_{AZ} = -F_{BZ} = -35,412\text{N}$$

Schnittgrößen

*Schnitt 1*

$$\Sigma F_{iy} = 0: F_{AY} + F_L = 0 \Rightarrow F_L = -F_{AY} = -779,89\text{N}$$

$$\Sigma F_{iz} = 0: F_{AZ} - F_Q = 0 \Rightarrow F_Q = F_{AZ} = -35,412\text{N}$$

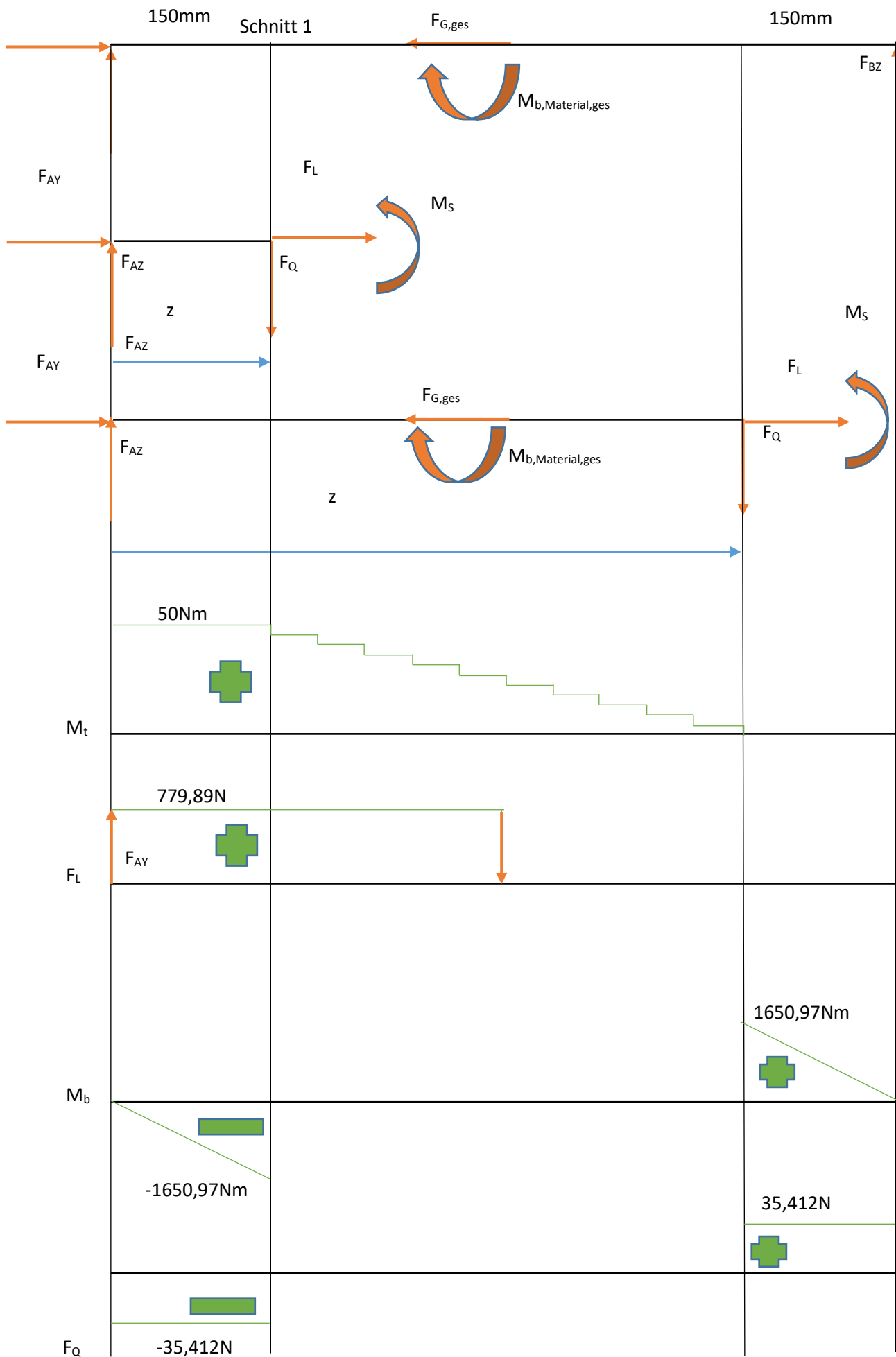
$$\Sigma M_{(S)} = 0: -F_{AZ} \cdot z + M_S = 0 \Rightarrow M_S = F_{AZ} \cdot z = -1650,97\text{Nm}$$

*Schnitt 2*

$$\Sigma F_{iy} = 0: F_{AY} - F_{G,ges} + F_L = 0 \Rightarrow F_L = -F_{AY} + F_{G,ges} = 0\text{N}$$

$$\Sigma F_{iz} = 0: F_{AZ} - F_Q = 0 \Rightarrow F_Q = F_{AZ} = 35,412\text{N}$$

$$\Sigma M_{(S)} = 0: -F_{AZ} \cdot z - M_{b,Material,ges} + M_S = 0 \Rightarrow M_S = F_{AZ} \cdot z + M_{b,Material,ges} = 1650,97\text{Nm}$$



## Wellen- & Achsenauslegung

$$M_{b\max} = F_{AZ} * z_{\max} = 35,412\text{N} * 0,15\text{m} = 5,3\text{Nm}$$

$$M_{t\max} = 50\text{Nm}$$

Werkstoff: S235JR

$$M_b \text{ Lastfall III: } \sigma_{bDIII} = 180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$M_t \text{ Lastfall III: } \tau_{tDIII} = 105 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\varphi = 1,73^\circ$$

$$M_v = \sqrt{M_{b\max}^2 + 0,75 * \left( \frac{\sigma_{bDIII} * M_{t\max}}{\varphi * \tau_{tDIII}} \right)^2}$$

$$M_v = \sqrt{5,3\text{Nm}^2 + 0,75 * \left( \frac{180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 50\text{Nm}}{1,73^\circ * 105 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^2}$$

$$M_v = 42,97\text{Nm}$$

$$d' = 3,4 * \sqrt[3]{\frac{M_v}{\sigma_{bDIII}}} = 3,4 * \sqrt[3]{\frac{42,97\text{Nm}}{180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} = 19,2\text{mm} \Rightarrow d' = 20\text{mm}$$

$$\omega = 0,7 \frac{1}{s} \Rightarrow \frac{\omega}{2 * \pi} = n = 6,68 \frac{U}{\text{min}}$$

$L_{10h} = 9000\text{h}$  aus Angabe

$$C_{erf} \geq P * \sqrt[p]{\frac{L_{10h} * 60 * n}{10^6}}$$

$$C_{erf} \geq 3,45 * \sqrt[3]{\frac{9000h * 60 * 6,68 \frac{U}{\text{min}}}{10^6}}$$

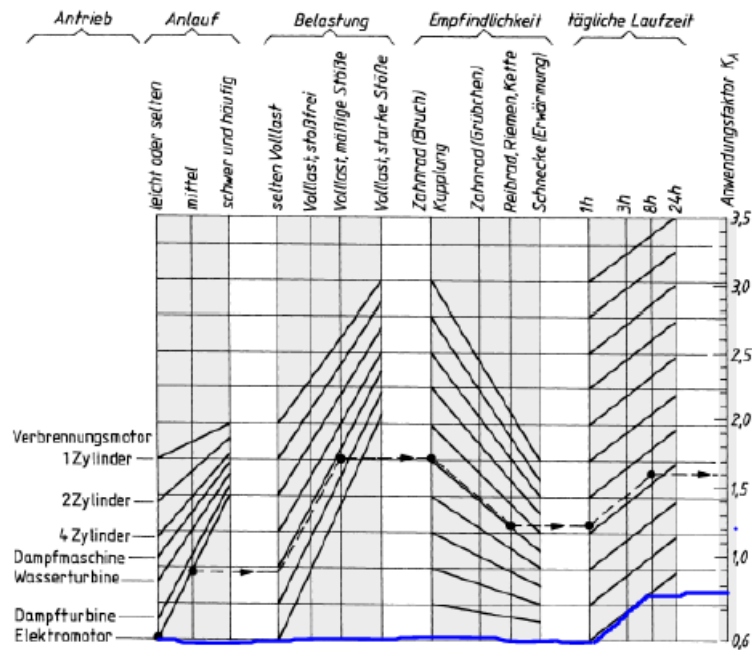
$$\underline{\underline{C_{erf} \geq 5,29\text{N}}}$$

## Variablen

Variable	Erklärung
$m_{\text{Material,ges,a/b}}$	Masse des gesamten Materials bei Fall a oder Fall b
$m_{\text{Material}}$	Masse eines Materials
$m_{\text{Ringe}}$	Masse der Ringe welche 10 % der Masse von $m_{\text{Material,ges,a}}$ entspricht
$m_{\text{Wände}}$	Masse der Wände welche 10 % der Masse von $m_{\text{Böden}}$ entspricht
$m_{\text{Böden}}$	Masse der Böden (aus Inventor)
$m_{\text{Trommel}}$	Masse der Trommel ohne Welle und Achse
$m_{\text{Welle/Achse}}$	Masse der Welle und Achse
$F_{\text{G-Trommel}}$	Gewichtskraft der gesamten Trommel
$F_{\text{G-Material,ges,a/b}}$	Gewichtskraft des gesamten Materials bei Fall a oder Fall b
$F_{\text{G,ges}}$	Gesamte Gewichtskraft
$l$	Gesamte Länge des Systems
$l_m, l_1, l_2$	$l_1$ und $l_2$ sind die Abstände der Werkstücke zum Mittelpunkt und $l_m$ ist der Mittelwert dieser beiden
$M_{b,\text{Material,ges}}$	Dieses Moment wirkt bei einseitiger Belastung
$M_{b\text{max}}$	Maximale Biegemoment
$M_{t\text{max}}$	Maximale Torsionsmoment
$S_{bDIII}$	Dauerfestigkeit bei wechselnden Biegespannungen
$\tau_{tDIII}$	Dauerfestigkeit bei wechselnden Torsionsspannungen
$\varphi$	Faktor zur Berechnung des Anstrengungsmomentes
$M_v$	Vergleichsmoment zur Berechnung des Durchmessers
$d'$	Der benötigte Durchmesser
$d_{\text{gew}}$	Der gewählte Durchmesser
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit
$n$	Drehzahl in Umdrehungen pro Minute
$C_{\text{erf}}$	Erforderliche Tragzahl
$P$	Kraft die auf das Lager wirkt
$p$	Faktor für die Belastungsart
$L_{10h}$	Lebensdauer in Stunden

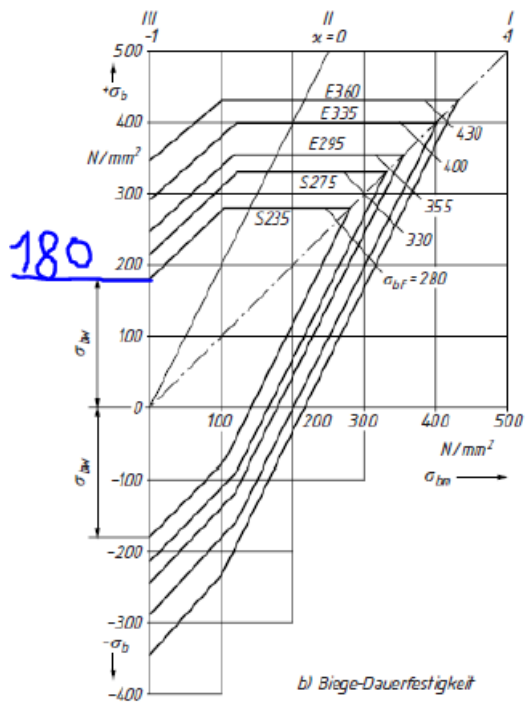
## Diagramme

### Anwendungsfaktor



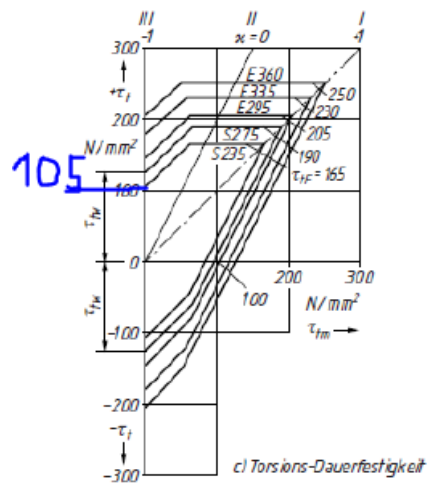
0,75

### Biege-Dauerfestigkeit





## Torsions-Dauerfestigkeit



$$n = \frac{\omega}{2 * \pi}$$

$$n = \frac{1,2 \frac{1}{s}}{2 * \pi}$$

$$n = 0,11 \frac{1}{s} = 6,6 \frac{1}{min}$$