5.2.3.3 Grundlagen Festigkeitslehre – Lösungen

Aufgabe 1 - Lösung: Schnittverfahren bei Biege-, Zug- und Abscherbelastung

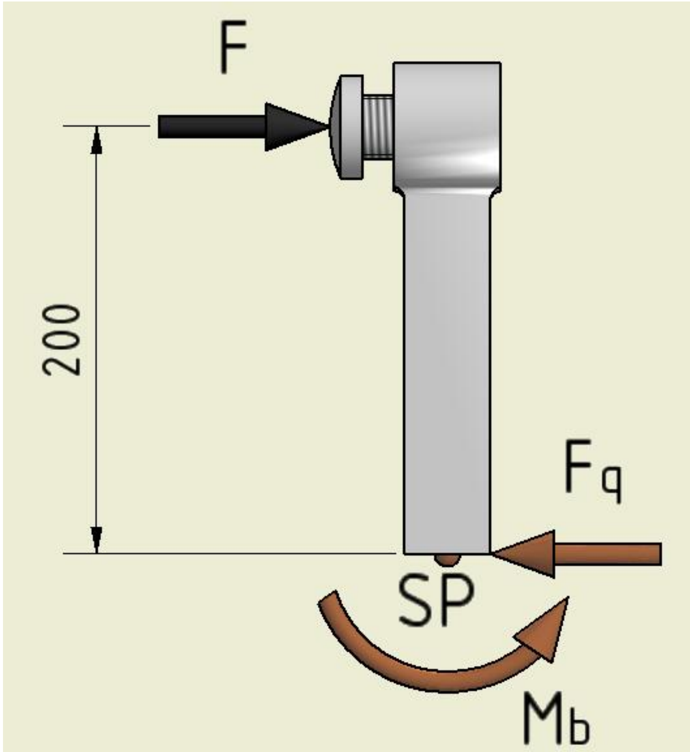
Schnitt X-X

Bei der Lösung der Aufgabe sollte mit dem Schnitt begonnen werden, der der äußeren Betriebskraft (hier F=3000N) am nächsten liegt.

Das freigemachte Teilstück würde von der Kraft F nach rechts verschoben werden. Da die Summe aller Kräfte gleich Null sein muss, wirkt die innere Kraft F_q im Querschnitt als Querkraft in die entgegen gesetzte Richtung. Das Kräftepaar F und F_q bewirkt ein rechtsdrehendes Moment, das von dem inneren Moment M_b ausgeglichen wird.

$$\sum F_x = 0 = F - F_q \qquad \Rightarrow \qquad F_q = F = 3000N$$

$$\sum M_{SP} = 0 = -F \bullet l + M_b \qquad \Rightarrow \qquad M_b = F \bullet l_1 = 600Nm$$

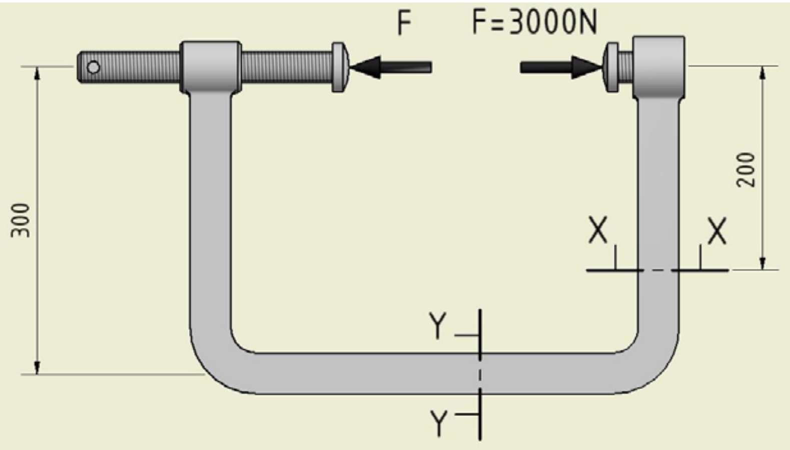


Belastung im Querschnitt X-X

Abscherbeanspruchung durch die Querkraft F_q = 3000N

Biegemoment M_b = 600Nm

Biegespannung $\sigma_b = M_b / W$



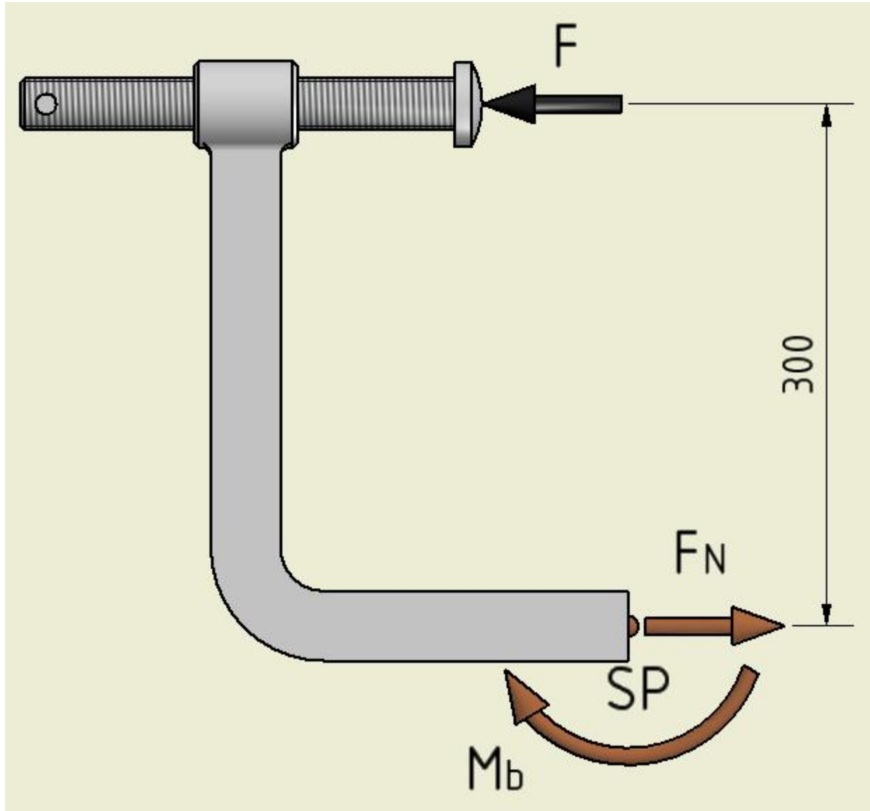
Aufgabe 1 - Lösung: Schnittverfahren bei Biege-, Zug- und Abscherbelastung

Schnitt Y-Y

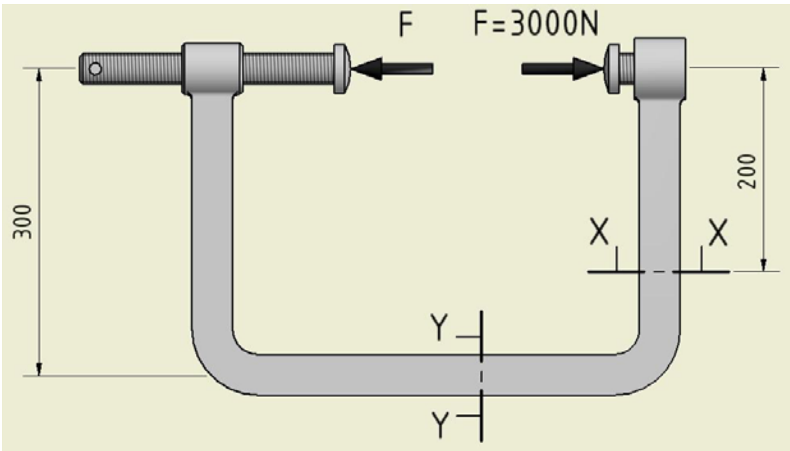
Das freigemachte Teilstück ll würde von der Kraft F nach links verschoben werden. Da die Summe aller Kräfte gleich Null sein muss, wirkt die innere Kraft F_N rechtwinklig zum Querschnitt als Normalkraft in die entgegengesetzte Richtung. Das Kräftepaar F und F_N bewirkt ein linksdrehendes Moment, das von dem inneren Moment M_b ausgeglichen wird.

$$\sum F_x = 0 = -F + F_N \quad \Rightarrow \quad F_N = F = 3000N$$

$$\sum M_{SP} = 0 = F \bullet l_2 - M_b \quad \Rightarrow \quad M_b = F \bullet l_2 = 900Nm$$



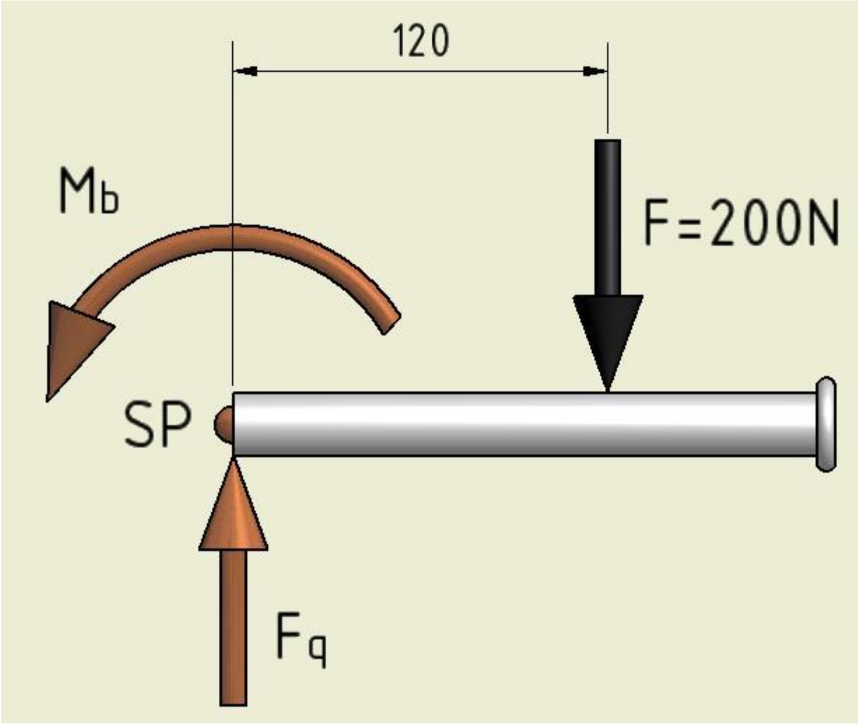
Belastung im Querschnitt Y-Y
Zugbeanspruchung durch die Normalkraft F_N = 3000N
Biegemoment M_b = 900Nm
Biegespannung $\sigma_b = M_b / W$



Aufgabe 2: Schnittverfahren bei mehreren Belastungsarten - Lösung

Schnitt I

Der freigemachte Handgriff würde von der Handkraft F nach unten verschoben werden. Da die Summe aller Kräfte gleich Null sein muss, wirkt die innere Kraft F_q im Querschnitt als Querkraft in die entgegen gesetzte Richtung. Das Kräftepaar F und F_q bewirkt ein rechtsdrehendes Moment, das von dem inneren Moment M_b ausgeglichen wird.



$$\sum F_y = 0 = -F + F_q \quad \Rightarrow \quad F_q = F = 200N$$

$$\sum M_{SP} = 0 = -F \bullet l_1 + M_b \quad \Rightarrow \quad M_b = F \bullet l_1$$

$$M_b = 200N \bullet 120mm = 24Nm$$

Belastung im Querschnitt I:

Abscherbeanspruchung durch die Querkraft F_q = 200N

Biegemoment M_b = 24Nm

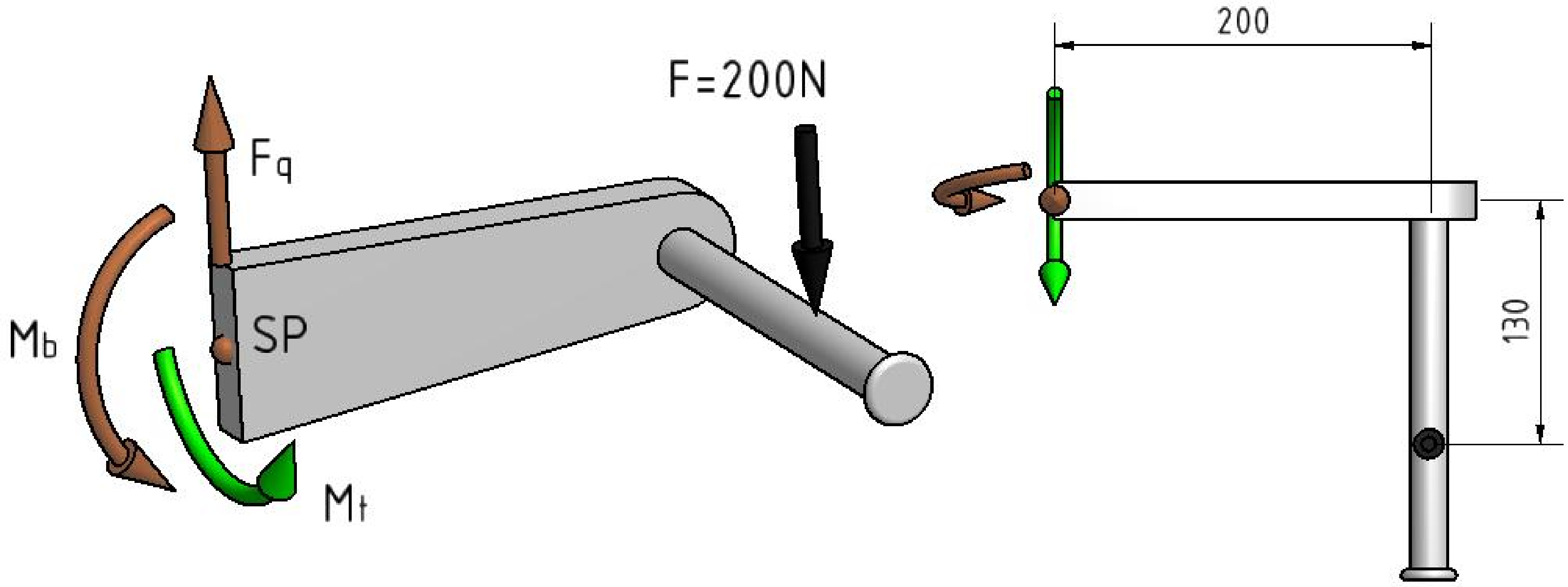
Biegespannung $\sigma_b = M_b / W$

Aufgabe 2: Schnittverfahren bei mehreren Belastungsarten - Lösung

Schnitt II

Der Hebelarm ist der lotrechte Abstand der angreifenden Kraft zum Drehpunkt.

Die Handkraft F besitzt somit zum Flächen-schwerpunkt „SP“ der Schnittfläche einen horizontalen und einen vertikalen Hebelarm.



Zwei Hebelarme bewirken zwei Momente. Die Handkraft F verursacht in der Schnittfläche zusammen mit dem Hebelarm l_1=130mm ein Torsionsmoment M_t, der Hebelarm l_2=200mm ein Biegemoment M_b.

Diesem äußeren Kräftesystem muss im Schnitt II ein entsprechendes Inneres entgegengesetzt werden. Es besteht aus drei Komponenten:

$\sum F_y = 0 = -F + F_q \quad \Rightarrow \quad F_q = F = 200N$ Abscherbeanspruchung durch die Querkraft F_q = 200N

$\sum M_{SP} = 0 = -F \bullet l_2 + M_b \quad \Rightarrow \quad M_b = F \bullet l_2 = 40Nm$ Biegemoment M_b = 40Nm Biegespannung $\sigma_b = M_b / W$

$\sum M_{SP} = 0 = -F \bullet l_1 + M_T \quad \Rightarrow \quad M_T = F \bullet l_1 = 26Nm$ Torsionsmoment M_T = 26Nm Torsionsspannung $\tau_t = M_T / W_p$

Aufgabe 2: Schnittverfahren bei mehreren Belastungsarten - Lösung

Schnitt III

Wie im vorhergehenden Schnitt bewirkt die Handkraft F bedingt durch zwei lotrecht zur Wirkrichtung der Kraft liegende Hebelarme sowohl ein Biege- als auch ein Torsionsmoment.

$$\sum F_y = 0 = -F + F_q$$

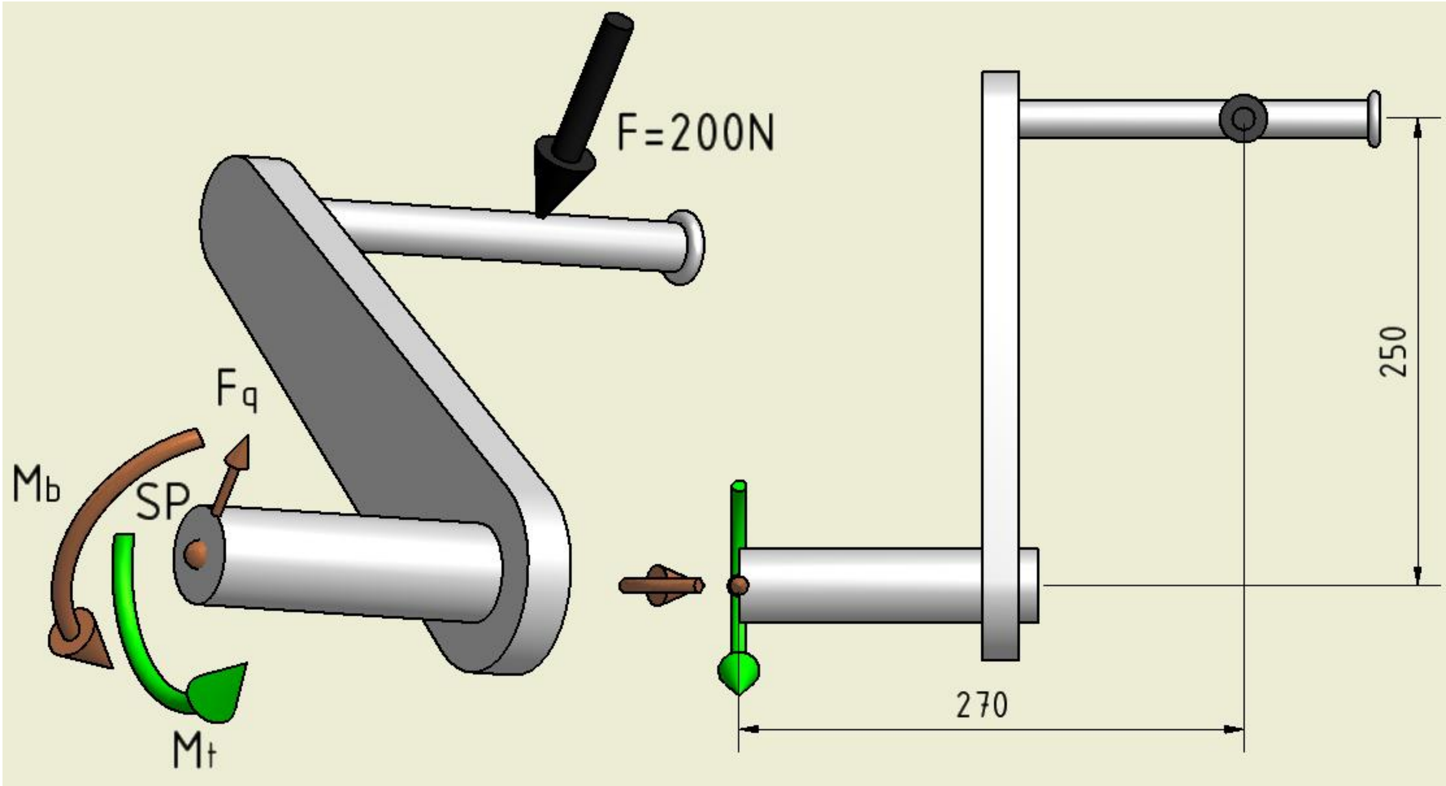
$$F_q = F = 200N$$

$$\sum M_{SP} = 0 = -F \bullet l_4 + M_b$$

$$M_b = F \bullet l_4 = 54Nm$$

$$\sum M_{SP} = 0 = -F \bullet l_6 + M_T$$

$$M_T = F \bullet l_6 = 50Nm$$



Belastung im Querschnitt III

Biegemoment M_b = 54Nm

Biegespannung $\sigma_b = M_b / W$

Abscherbeanspruchung durch die Querkraft F_q = 200N

Torsionsmoment M_T = 50Nm

Torsionsspannung $\tau_t = M_T / W_p$

Aufgabe 3: Zugbeanspruchung - Lösung

Die Dehnung des Drahtes

$\varepsilon = \Delta l / l_0 = 4mm / 2000mm = 0{,}002$

Angabe in Prozent:

$\varepsilon = 0{,}002 \bullet 100\% = 0{,}2\%$

Die vorhandene Zugspannung

$\sigma_z = \varepsilon \bullet E = 0{,}002 \bullet 210000\ N/mm^2 = 420\ N/mm^2$

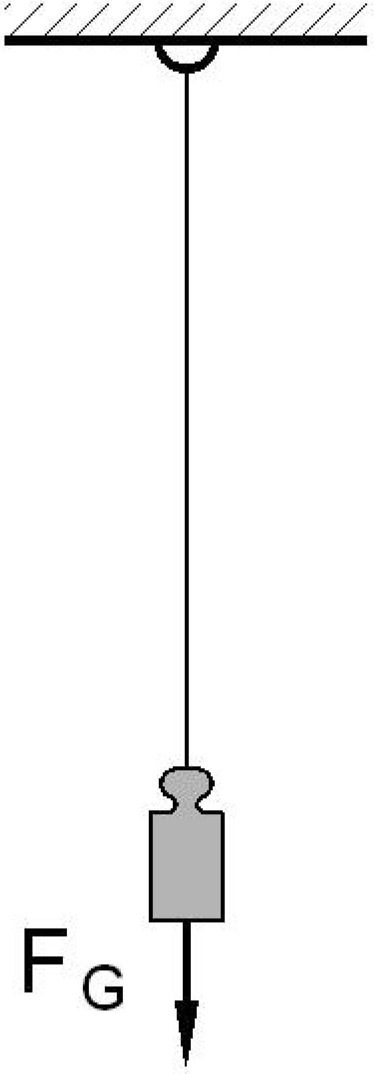
Die Querschnittsfläche des Drahtes:

$A = d^2 \bullet \pi / 4 = \pi / 4 \bullet (1mm)^2 = 0{,}785mm^2$

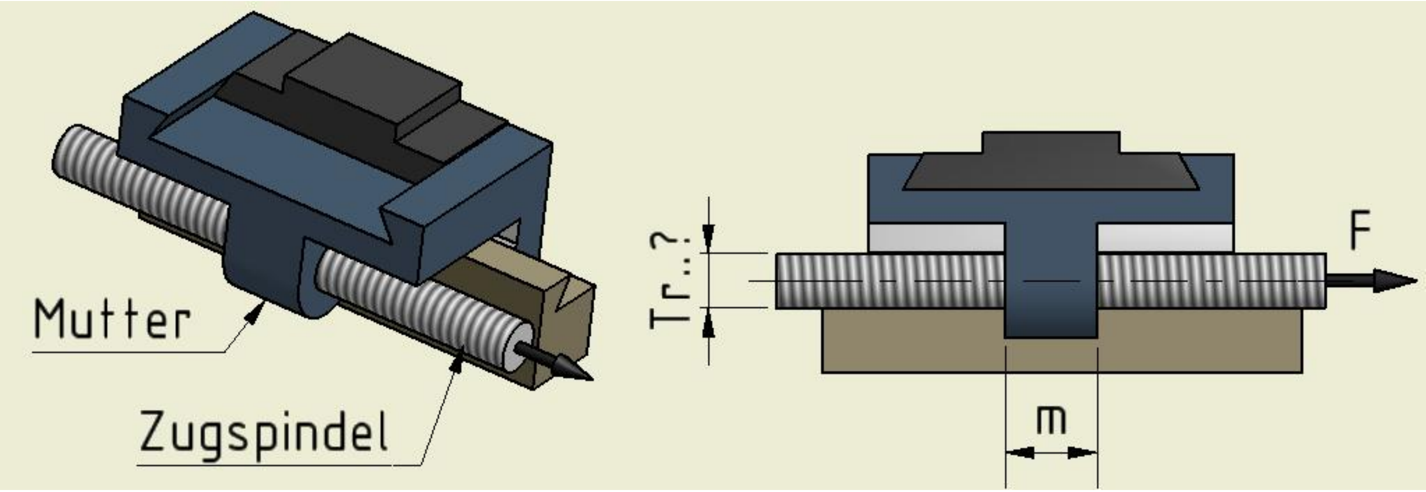
Die Zugkraft F_N

$\sigma_z = F_G / A$

$F_G = \sigma_z \bullet A = 420\ N/mm^2 \bullet 0{,}785mm^2 = 329{,}7\ N$



Aufgabe 4 – Lösung: Flächenpressung am Gewinde



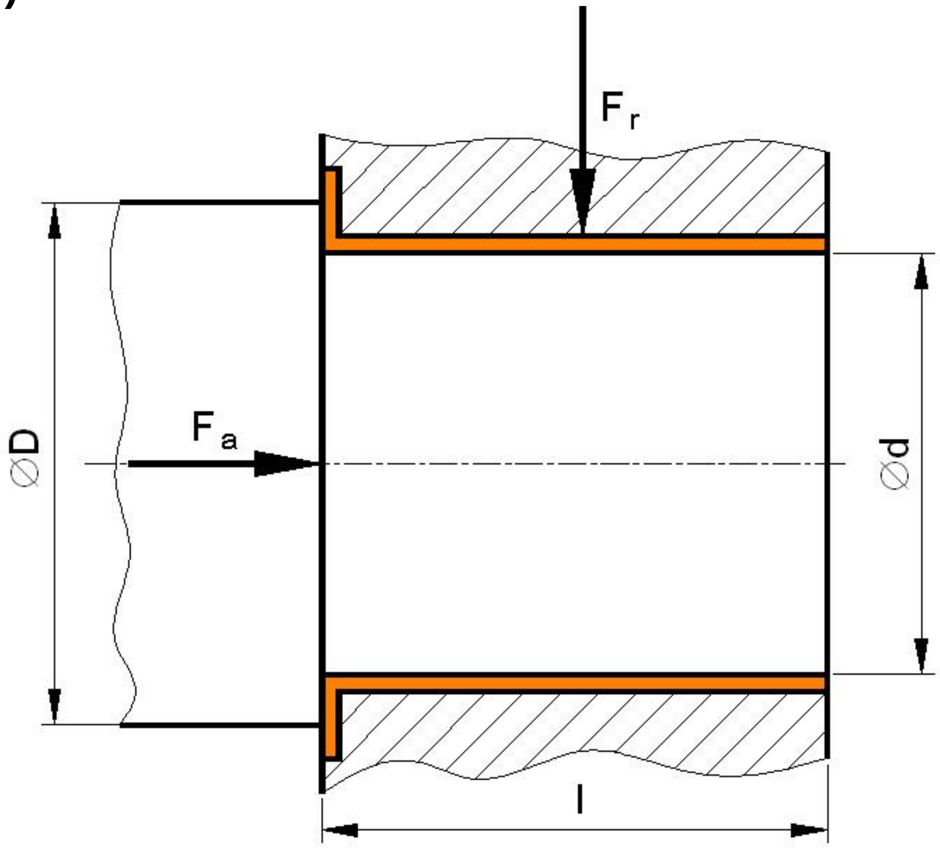
$$A_{erf} = \frac{F}{\sigma_{zzul}} = \frac{20000N}{80N/mm^2} = 250mm^2$$

gewählt wird das Trapezgewinde mit dem nächst höheren Kernquerschnitt A_3 = 269mm² (Tr 24x5)
Flankendurchmesser d_2 = 21,5mm Tragtiefe H_1 = 2,5mm z.B. aus Formelsammlung Böge S. 49

$$p = \frac{F \bullet P}{\pi \bullet d_2 \bullet H_1 \bullet m} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{F \bullet P}{\pi \bullet d_2 \bullet H_1 \bullet p} = \frac{20000N \bullet 5mm}{\pi \bullet 21{,}5mm \bullet 2{,}5mm \bullet 15N/mm^2} = 39{,}48mm$$

gewählt Mutternhöhe m = 40mm

Aufgabe 5 - Lösung: Flächenpressung (Gleitlager)



l / d = 1,2 $\Rightarrow$ l = d • 1,2

$$p = \frac{F_r}{A_{proj}} = \frac{F_r}{d \bullet l} = \frac{F_r}{d \bullet 1{,}2 \bullet d} = \frac{F_r}{1{,}2 \bullet d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{F_r}{1{,}2 \bullet p}} = \sqrt{\frac{15000N}{1{,}2 \bullet 5N/mm^2}} = 50mm$$

l = d • 1,2 = 50mm • 1,2 = 60mm

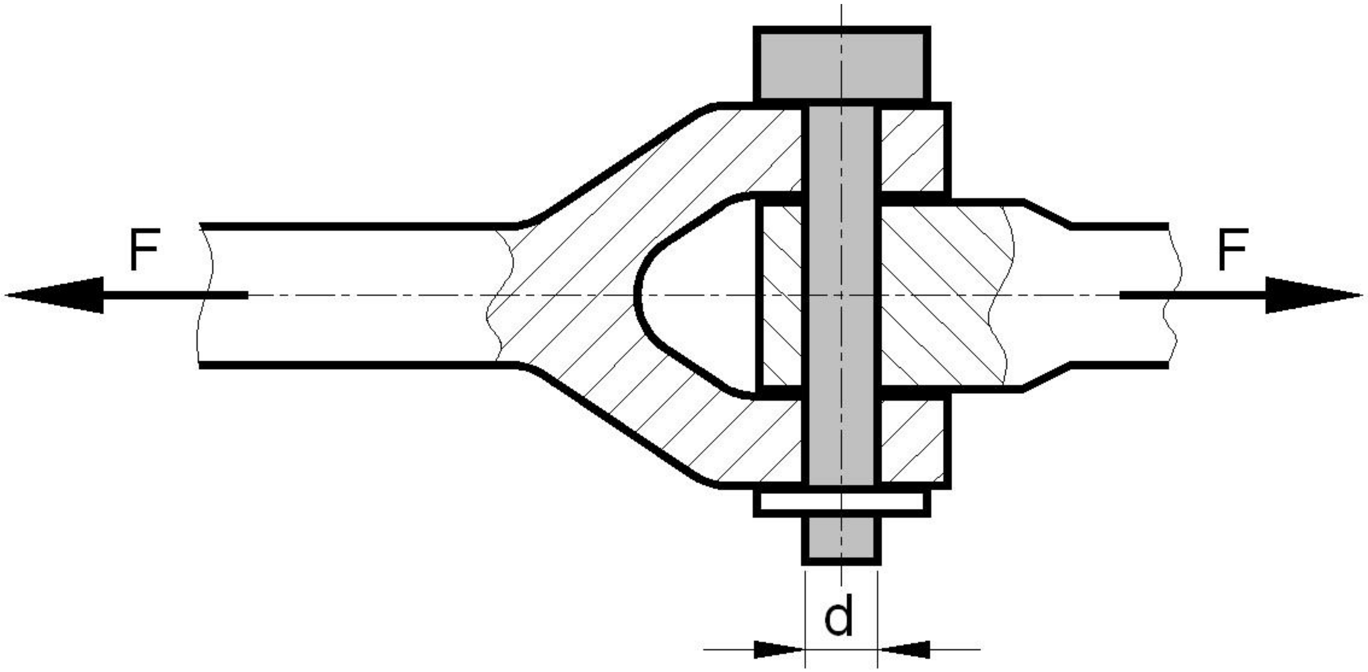
$$p = \frac{F_N}{A} = \frac{F_a}{\frac{\pi}{4}\left(D^2 - d^2\right)}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \bullet F_a}{\pi \bullet p} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \bullet 6000N}{\pi \bullet 5N/mm^2} + \left(50mm\right)^2} = 63{,}47mm$$

gewählt D = 65mm

Aufgabe 6 - Lösung: Abscherspannung

Gegeben: F=20 kN und τ_{azul} = 60 N/mm²



Umstellen der Hauptgleichung für die Abscherspannung nach dem Bolzendurchmesser:

$$\tau_{azul} = \frac{F}{A} = \frac{F}{2 \bullet \frac{\pi}{4} \bullet d^2} = \frac{2 \bullet F}{\pi \bullet d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{2 \bullet F}{\pi \bullet \tau_{a\,zul}}} = \sqrt{\frac{2 \bullet 20000N}{\pi \bullet 60N/mm^2}} = 14{,}56mm$$

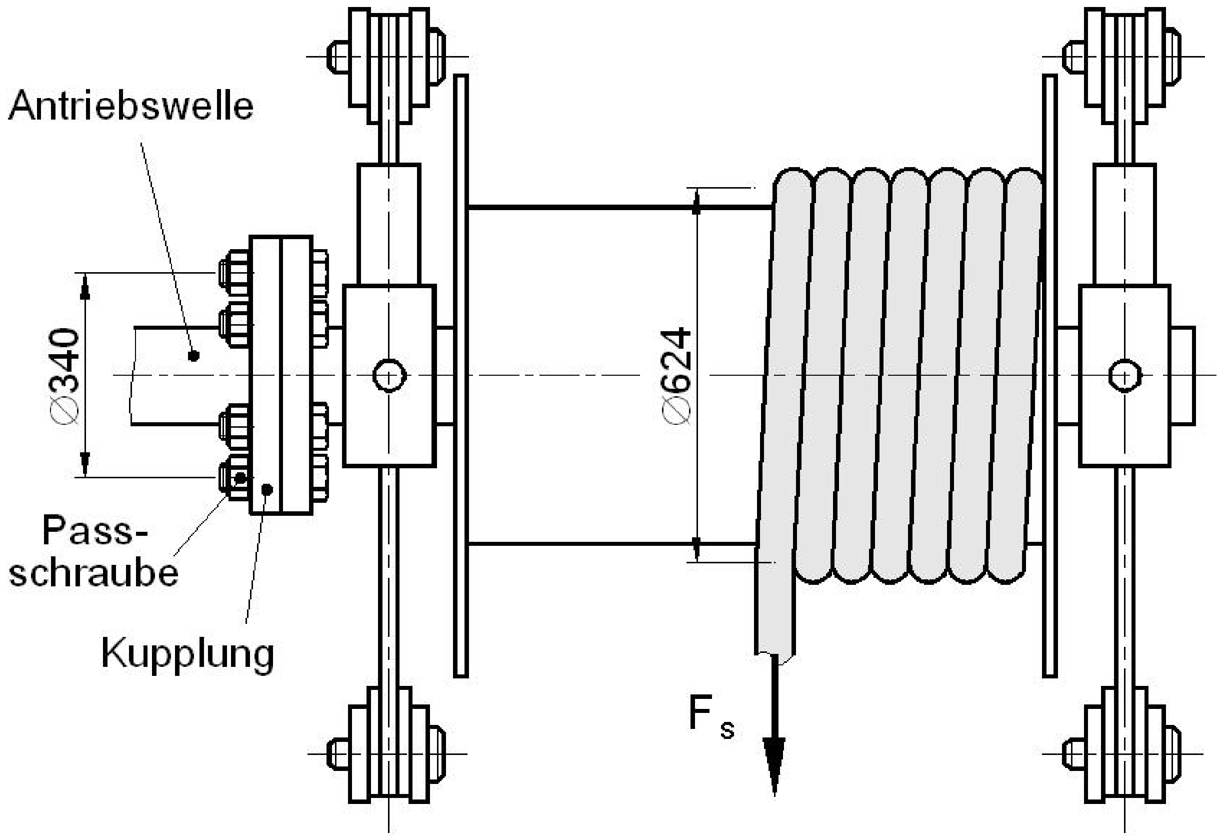
gewählt d = 15mm

Aufgabe 7 - Lösung : Abscherspannung

Die an der Passschraube wirkende Kraft F_q:

$$\sum M_D = 0 = 6 \bullet F_q \bullet \frac{d_1}{2} - F_S \bullet \frac{d_2}{2}$$

$$F_q = \frac{F_S \bullet d_2}{6 \bullet d_1} = \frac{150kN \bullet 624mm}{340mm} = 45{,}9kN$$



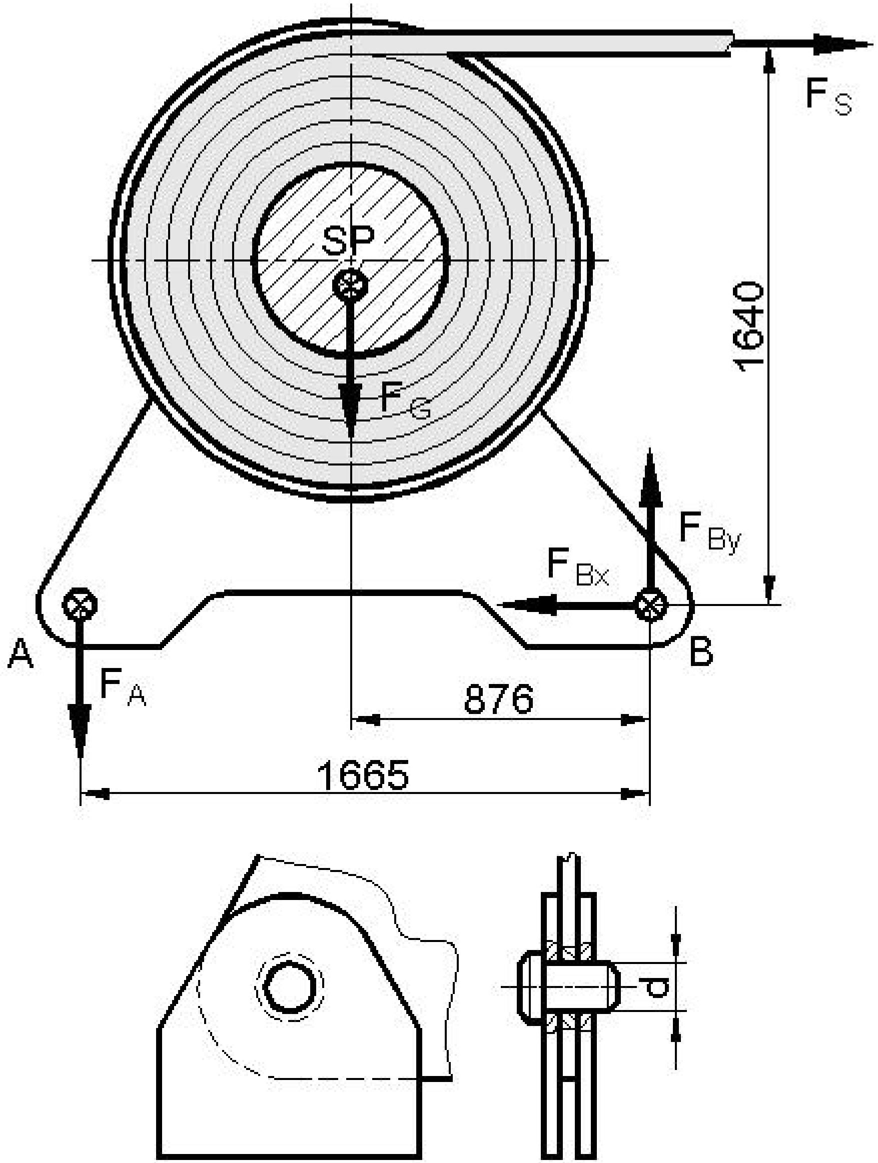
Der erforderliche Schraubendurchmesser d:

$$\tau_a = \frac{F_q}{\frac{d^2 \bullet \pi}{4}} = \frac{4 \bullet F_q}{\pi \bullet d^2} \qquad d^2 = \frac{4 \bullet F_q}{\pi \bullet \tau_a}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \bullet F_q}{\pi \bullet \tau_a}} = \sqrt{\frac{4 \bullet 45900N}{\pi \bullet 80N/mm^2}} = 27mm$$

gewählt M27 mit d = 28mm

Aufgabe 8 - Lösung: Abscherspannung



Gegeben:

F_G=30kN F_s=150kN

$\Sigma M_B = 0 = F_A \bullet 1{,}665\text{m} + F_G \bullet 0{,}876\text{m} – F_S \bullet 1{,}64\text{m}$

$$F_A = \frac{F_S \bullet 1{,}640m - F_G \bullet 0{,}876m}{1{,}665m}$$

$$F_A = \frac{150kN \bullet 1{,}640m - 30kN \bullet 0{,}876m}{1{,}665m} = 132kN$$

$\Sigma F_x = 0 = F_S – F_{Bx} \Rightarrow F_S = F_{Bx} =150\text{kN}$

$\Sigma F_y = 0 = F_{By} – F_G - F_A \Rightarrow F_{By} = F_G + F_A$

F_{By} = 30kN + 132kN = 162kN

$$F_B = \sqrt{F_{Bx}^2 + F_{By}^2} = \sqrt{150^2 kN^2 + 162^2 kN^2} = 220{,}8kN$$

Aufgabe 8 - Lösung: Abscherspannung

Der erforderliche Bolzendurchmesser d:

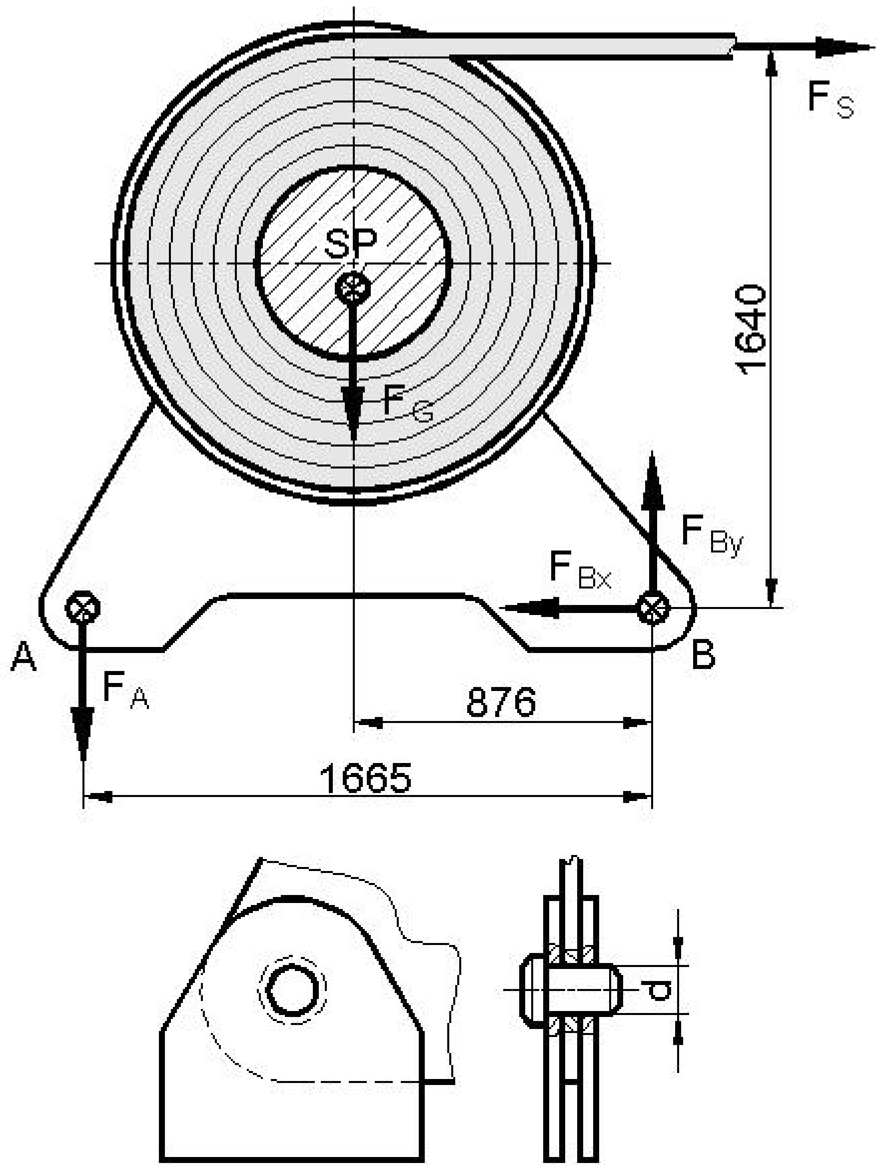
Hinweis: Zwei Abscherebenen, daher wird die Fläche verdoppelt.

$$\tau_a = \frac{F_B}{2 \bullet A} = \frac{F_B}{2 \bullet \frac{d^2 \bullet \pi}{4}} = \frac{2 \bullet F_B}{\pi \bullet d^2}$$

$$d^2 = \frac{2 \bullet F_B}{\pi \bullet \tau_a}$$

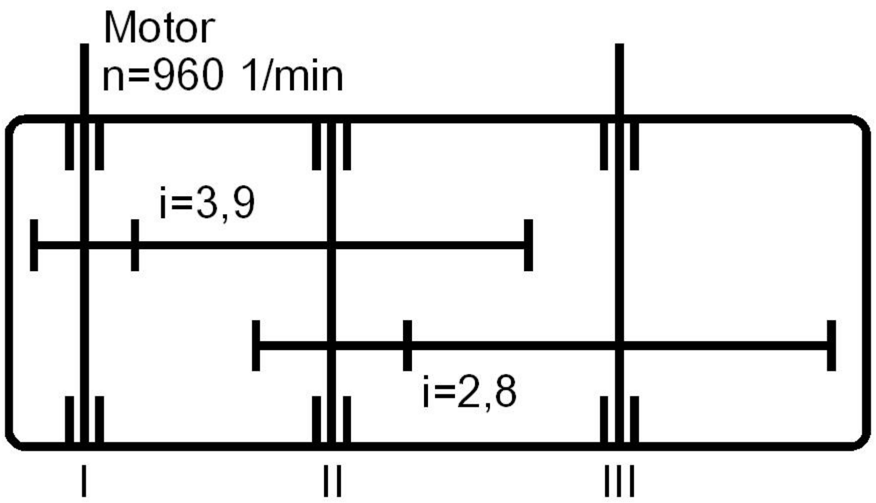
$$d = \sqrt{\frac{2 \bullet F_B}{\pi \bullet \tau_a}} = \sqrt{\frac{2 \bullet 220800 N}{\pi \bullet 90 N/mm^2}} = 39{,}5 mm$$

gewählt Bolzendurchmesser 40mm



Aufgabe 9 - Lösung: Torsionsbelastung

Gegebene Werte:
Wellenwerkstoff mit τ_{tzul} = 25 N/mm²
Motorkenndaten: 18 kW bei 960 1/min
Übersetzung i_1 = 3,9
Übersetzung i_2 = 2,8



Lösung:

$$M_I = 9550 \bullet \frac{P_{mot}}{n_1} = 9550 \bullet \frac{18kW}{960\min^{-1}} = 179Nm = M_{tI}$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_I \bullet 16}{\tau_{tzul} \bullet \pi}} = \sqrt[3]{\frac{179000Nmm \bullet 16}{25N/mm^2 \bullet \pi}} = 33mm \Rightarrow \text{35mm}$$

$M_{II} = M_I \bullet i_1$ = 179Nm • 3,9 = 698Nm

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_{II} \bullet 16}{\tau_{tzul} \bullet \pi}} = \sqrt[3]{\frac{698000Nmm \bullet 16}{25N/mm^2 \bullet \pi}} = 52mm \Rightarrow \text{55mm}$$

$M_{III} = M_{II} \bullet i_2$ = 698Nm • 2,8 = 1954Nm

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{M_{III} \bullet 16}{\tau_{tzul} \bullet \pi}} = \sqrt[3]{\frac{1954000Nmm \bullet 16}{25N/mm^2 \bullet \pi}} = 74mm \Rightarrow \text{75mm}$$

Aufgabe 10 - Lösung: Torsionsbelastung und Verdrehwinkel

Gegebene Werte:
Wellenwerkstoff mit τ_{tzul} = 40 N/mm²
Motorkenndaten: 12 kW bei 1460 1/min

a) $$M_t = 9550 \bullet \frac{P_{mot}}{n} = 9550 \bullet \frac{12kW}{1460\,\min^{-1}} = 78{,}5Nm$$

$$d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{M_t \bullet 16}{\tau_{tzul} \bullet \pi}} = \sqrt[3]{\frac{78500Nmm \bullet 16}{25N/mm^2 \bullet \pi}} = 21{,}5mm$$ gewählt 25mm

b) Da der Verdrehwinkel pro Meter Wellenlänge ermittelt werden soll, wird mit l = 1000mm gearbeitet. Der Wert des Schubmoduls G beträgt bei Stahl 80000 N/mm².

Die tatsächliche Torsionsspannung τ_t bei einem Wellendurchmesser von d = 25mm:

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$$ $$W_p = \frac{\pi}{16} \bullet d^3$$ (bei Vollwellen) $$\tau_t = \frac{16 \bullet M_t}{\pi \bullet d^3} = \frac{16 \bullet 78500Nmm}{\pi \bullet 25^3 mm^3} = 25{,}6N/mm^2$$

$$\varphi = \frac{\tau_t \bullet l}{G \bullet r} \bullet \frac{180°}{\pi} = \frac{25{,}6N/mm^2 \bullet 1000mm}{80000N/mm^2 \bullet 12{,}5mm} \bullet \frac{180°}{\pi} = 1{,}47°$$

Aufgabe 10 - Lösung: Torsionsbelastung und Verdrehwinkel

Gegebene Werte:
Wellenwerkstoff mit τ_{tzul} = 40 N/mm²
Außendurchmesser der Hohlwelle D = 30mm
Torsionsmoment = 78,5 Nm
Dichte von Stahl ρ = 7,85 kg/dm³
Länge der Welle l = 1400mm

c) $d_{erf} = \sqrt[4]{D^4 - \frac{16 \bullet M_t}{\pi \bullet \tau_{tzul}} \bullet D} = \sqrt[4]{30^4 mm^4 - \frac{16 \bullet 78500 Nmm}{\pi \bullet 40 N / mm^2} \bullet 30mm} = 26{,}7mm$ gewählt 26mm

Gewicht der Vollwelle mit Durchmesser 25mm:

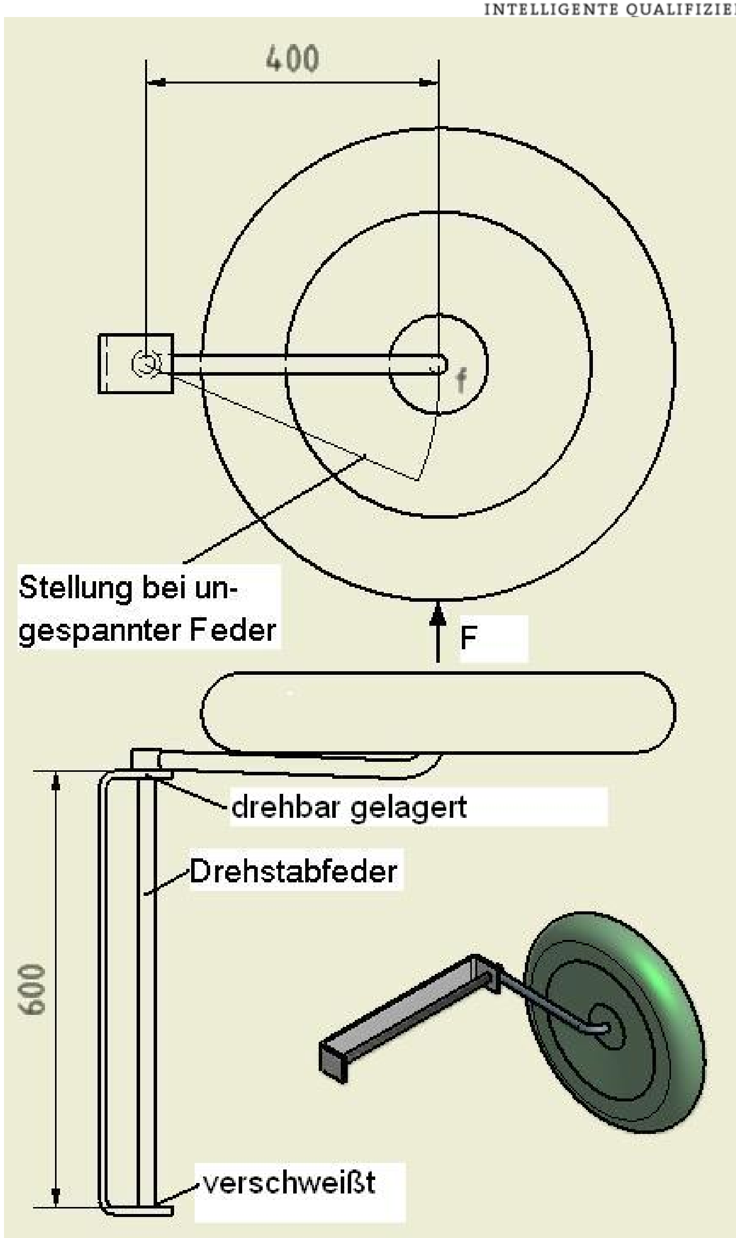
$$m = V \bullet \rho \qquad V = A \bullet l = \frac{D^2 \bullet \pi}{4} \bullet l \qquad m = \frac{D^2 \bullet \pi}{4} \bullet l \bullet \rho = \frac{0{,}25^2 dm^2 \bullet \pi}{4} \bullet 14dm \bullet 7{,}85kg / dm^3 = 5{,}4kg$$

Gewicht der Hohlwelle mit D = 30mm (Außendurchmesser) und d = 26mm (Innendurchmesser):

$$V = \frac{\pi}{4} \bullet (D^2 - d^2) \bullet l \qquad m = \frac{\pi}{4} \bullet (D^2 - d^2) \bullet l \bullet \rho = \frac{\pi}{4}(0{,}3^2 dm^2 - 0{,}26^2 dm^2) \bullet 14dm \bullet 7{,}85kg / dm^3 = 2kg$$

Aufgabe 11: Torsionsbelastung - Lösung

Gegebene Werte:
Gewichtskraft des Fahrzeuges F= 2400N
Die zulässige Schubspannung der Feder τ_t = 320 N/mm²



a) $M_t = F \bullet l_1 = 2400N \bullet 400mm = 960000\ Nmm$

$W_{perf} = M_T / \tau_{tzul}$

$$D_{erf} = \sqrt[3]{\frac{16 \bullet W_{perf}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \bullet M_T}{\pi \bullet \tau_{tzul}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \bullet 960000 Nmm}{\pi \bullet 320 N/mm^2}} = 24{,}8mm$$

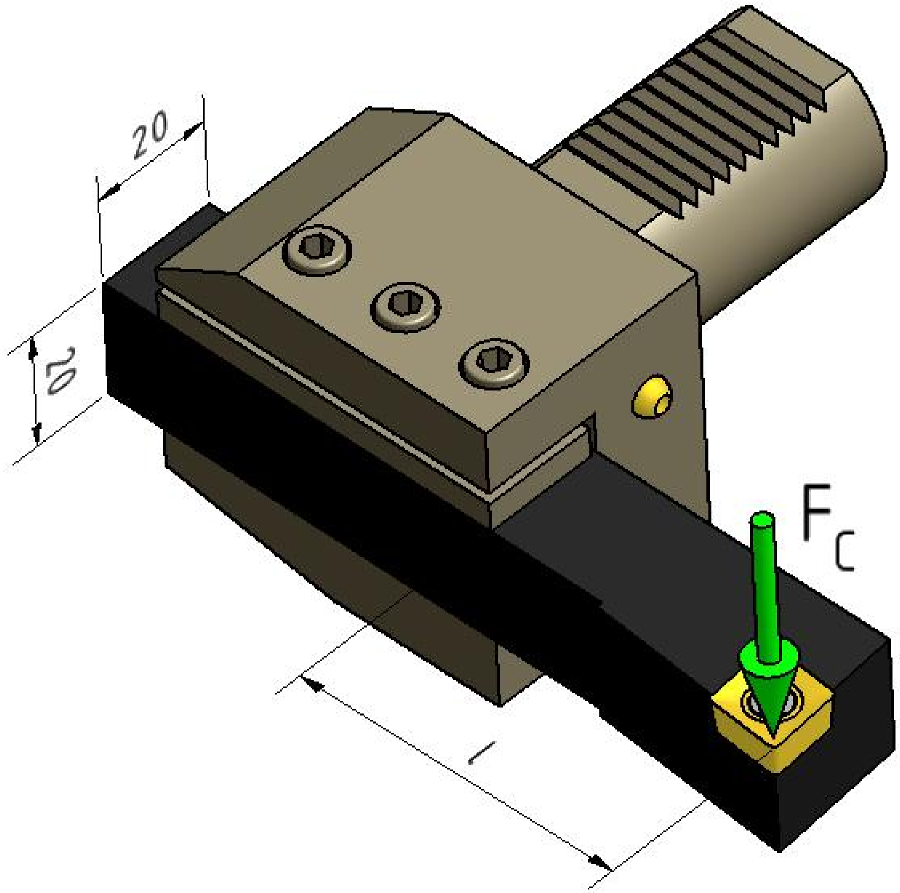
gewählt D = 25mm

b) $$\varphi = \frac{\tau_t \bullet l}{G \bullet r} \bullet \frac{180°}{\pi} = \frac{320 N/mm^2 \bullet 600mm}{80000 N/mm^2 \bullet 12{,}5mm} \bullet \frac{180°}{\pi} = 11°$$

$f = \pi \bullet l_1 \bullet \varphi / 180° = \pi \bullet 400mm \bullet 11° / 180° = 76{,}8mm$

Aufgabe 12 - Lösung: Biegebelastung

Gegebene Werte:
Abmessungen Meißelquerschnitt: b = 20mm und h = 20mm.
Biegespannung σ_{bzul} = 260 N/mm²
Schnittkraft F_C = 4,9kN.



Widerstandsmoment Rechteckquerschnitt

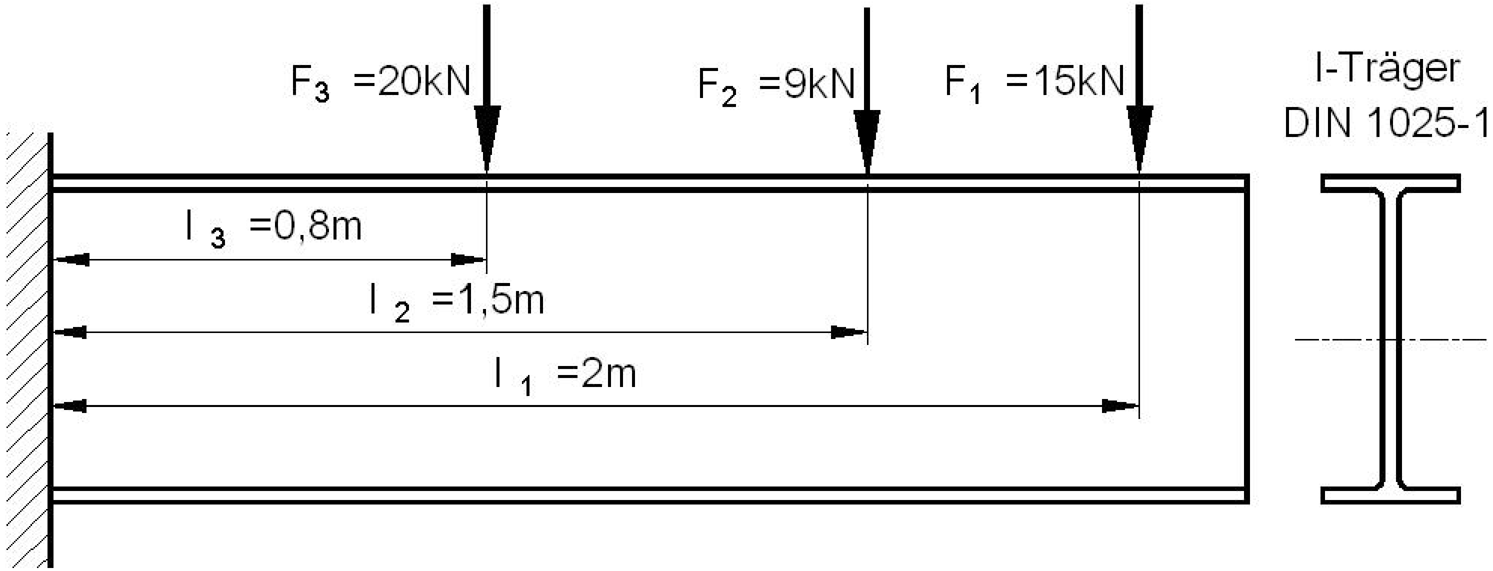
$$W = \frac{h^3}{6} = \frac{20^3 mm^3}{6} = 1333 mm^3$$

Biegespannung

$$M_b = \sigma_b \bullet W \qquad \Rightarrow \qquad F_C \bullet l = \sigma_b \bullet W$$

$$l = \frac{\sigma_b \bullet W}{F_C} = \frac{260 N/mm^2 \bullet 1333 mm^3}{4900 N} = 70{,}7 mm$$

Aufgabe 13 - Lösung: Biegebelastung



a) Der Querschnitt ist direkt an der Einspannstelle am stärksten gefährdet, da hier das Biegemoment am größten ist. Das axiale Widerstandsmoment ist über die gesamte Länge des Trägers konstant.

$M_{bmax} = F_1 \bullet l_1 + F_2 \bullet l_2 + F_3 \bullet l_3 = 15kN \bullet 2m + 9kN \bullet 1{,}5m + 20kN \bullet 0{,}8m = 59{,}5\ kNm = 59\ 500\ 000\ Nmm$

b) $W_x = \dfrac{59500000\,Nmm}{120\,N/mm^2} = 496000\,mm^3 = 496 \bullet 10^3\,mm^3$

c) nach Tabellenbuch gewählt nächst größeren Querschnitt I-280 nach DIN 1025-1 mit $W_x = 542 \bullet 10^3 mm^3$

d) $\sigma_{bvorh} = \dfrac{M_{b\max}}{W_x} = \dfrac{59500000\,Nmm}{542000\,mm^3} = 109{,}8\,N/mm^2$

Aufgabe 14 - Lösung: Freiträger mit mehreren Lasten

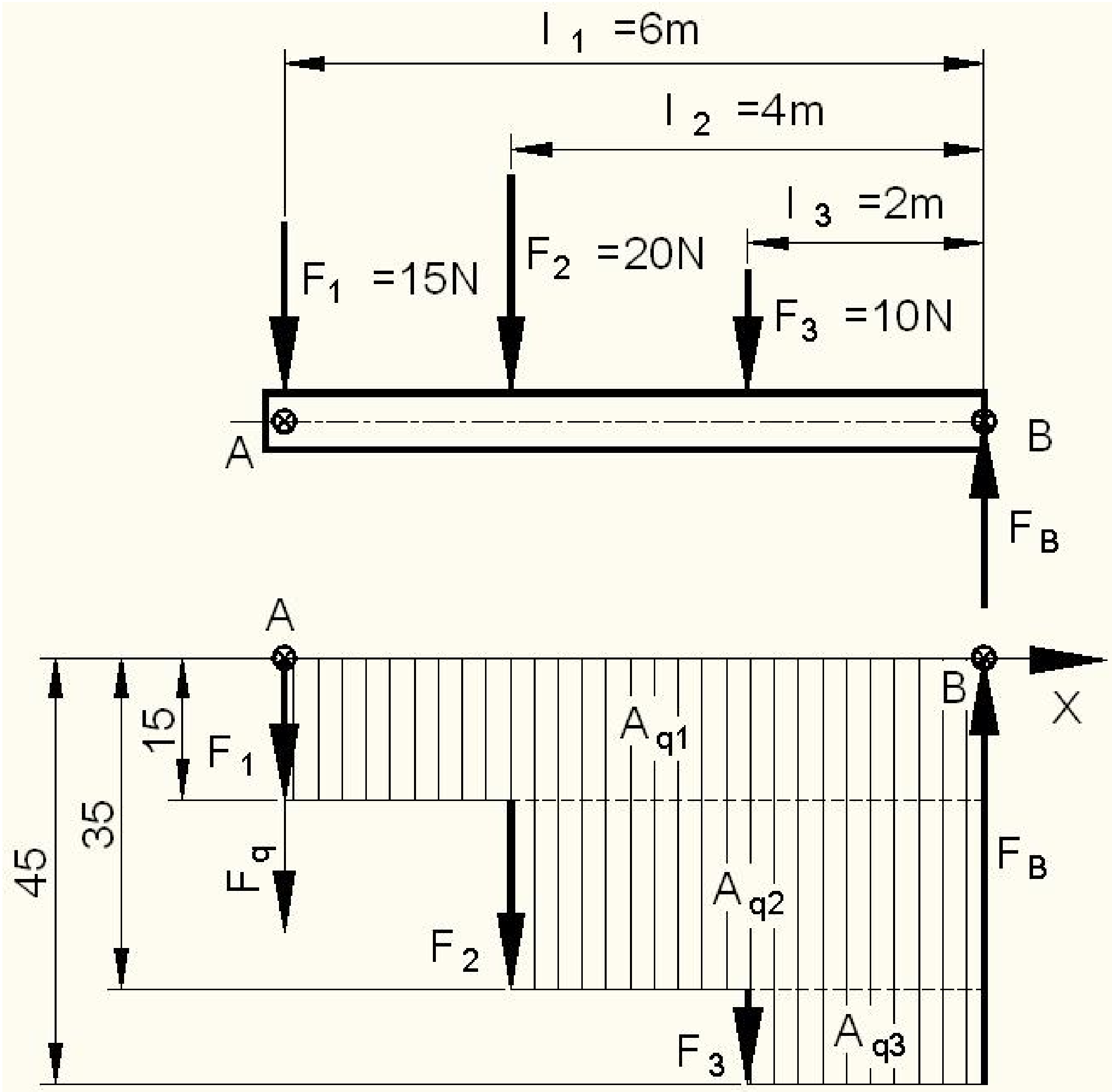
Berechnung der Kraft im Lager B:

$F_B = F_1 + F_2 + F_3 = 15N + 20N + 10N = 45N$

Querkraftverlauf:

Auf einen Freiträger wirken drei einzelne Kräfte. Die Querkraftbelastung steigt von Punkt A nach B stufenförmig an und erreicht ihren Maximalwert zwischen der Kraft F_3 und dem Lager (Punkt B).

$F_{qmax} = F_{q1} + F_{q2} + F_{q3} = F_B$



Aufgabe 15 - Lösung: Stützträger mit Einzellast

Berechnung der Auflagerkräfte:

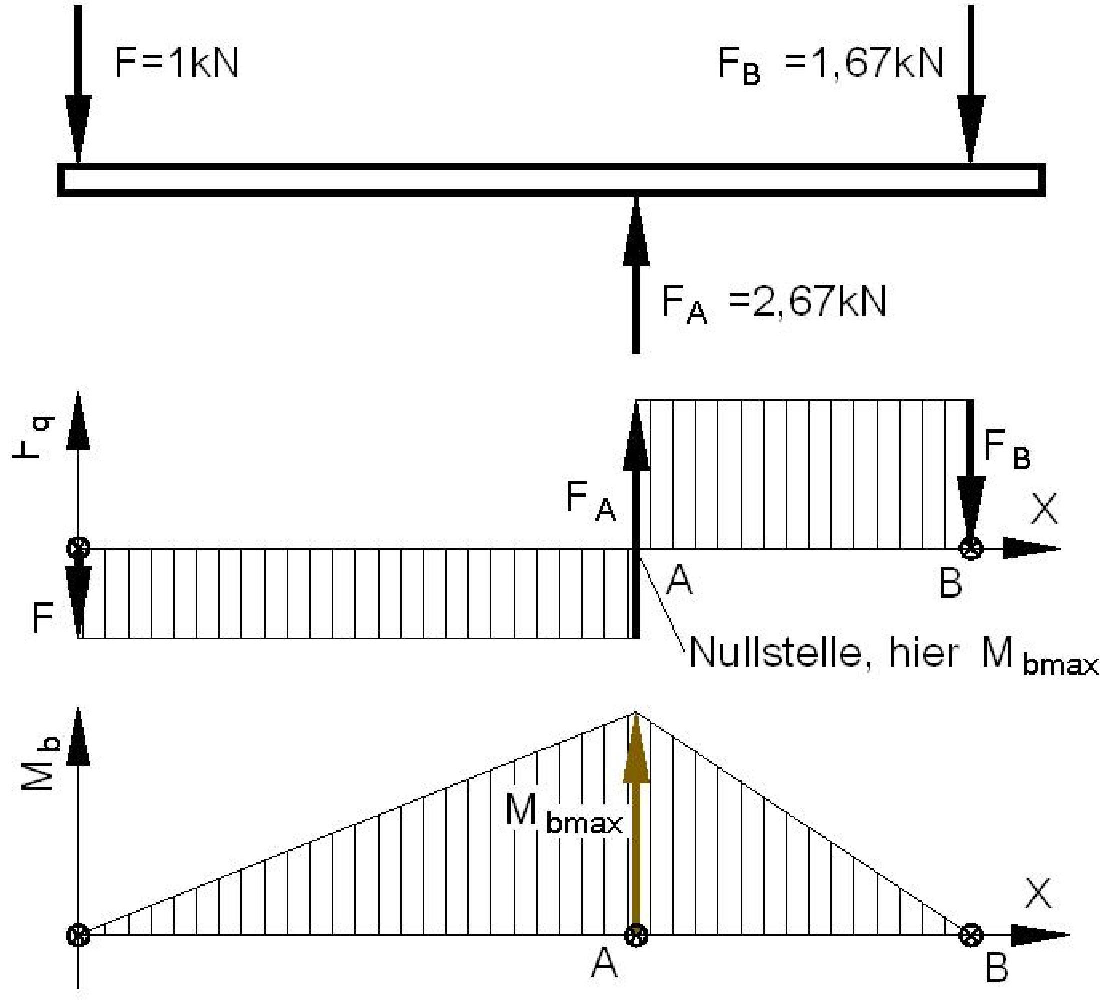
$\Sigma M_A = 0 = F \bullet l_1 - F_B \bullet l_2$

$F_B = (F \bullet l_1) / l_2$

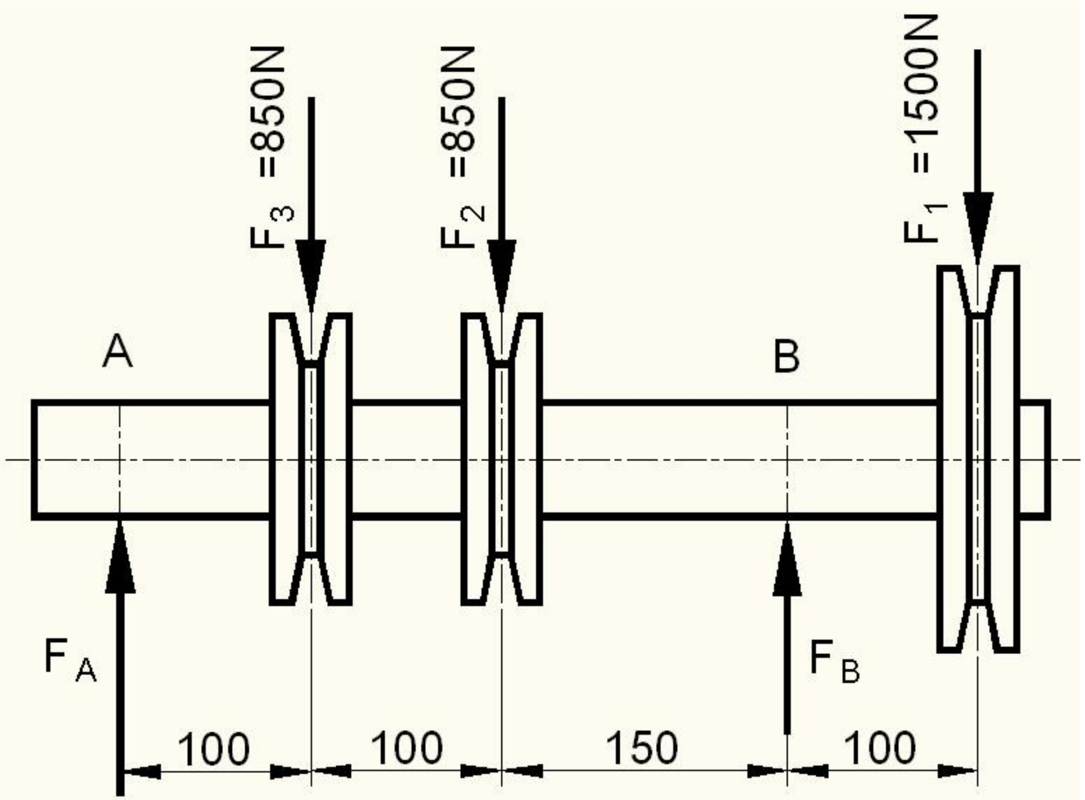
$F_B = (1kN \bullet 2{,}5m) / 1{,}5m = 1{,}67kN$

$\Sigma F_y = 0 = F_A - F - F_B$

$F_A = F + F_B = 1kN + 1{,}67kN = 2{,}67kN$



Aufgabe 16 - Lösung: Stützträger mit mehreren Einzellasten



Berechnung des Drehmomente M_t:

$$M_{tmot} = 9550 \bullet \frac{P_{mot}}{n} = 9550 \bullet \frac{12kW}{1450\,\mathrm{min}^{-1}} = 79\,Nm$$

$M_{tGetr} = M_{tmot} \bullet i = 79Nm \bullet 1{,}6 = 126{,}4Nm$

Berechnung der Lagerkräfte:

$\Sigma M_A = 0 = - F_3 \bullet 0{,}1m - F_2 \bullet 0{,}2m + F_B \bullet 0{,}35m$
$- F_1 \bullet 0{,}45m$

$F_B = (F_3 \bullet 0{,}1m + F_2 \bullet 0{,}2m + F_1 \bullet 0{,}45m) / 0{,}35m$

$F_B = (850N \bullet 0{,}1m + 850N \bullet 0{,}2m + 1500N \bullet 0{,}45m) / 0{,}35m = (85Nm + 170Nm + 675Nm) / 0{,}35m = 2657N$

$\Sigma F_y = 0 = F_A - F_3 - F_2 + F_B - F_1$ $F_A = F_3 + F_2 - F_B + F_1 = 850N + 850N - 2657N + 1500N = 543N$

Aufgabe 16 - Lösung:

Stützträger mit mehreren Einzellasten

Querkraftverlauf siehe nebenstehende Abbildung

Berechnung der Biegemomente (linkes Teilstück):

Angriffspunkt der Kraft F_A:
F_A mit dem Hebelarm 0 → $M_{b1} = 0$

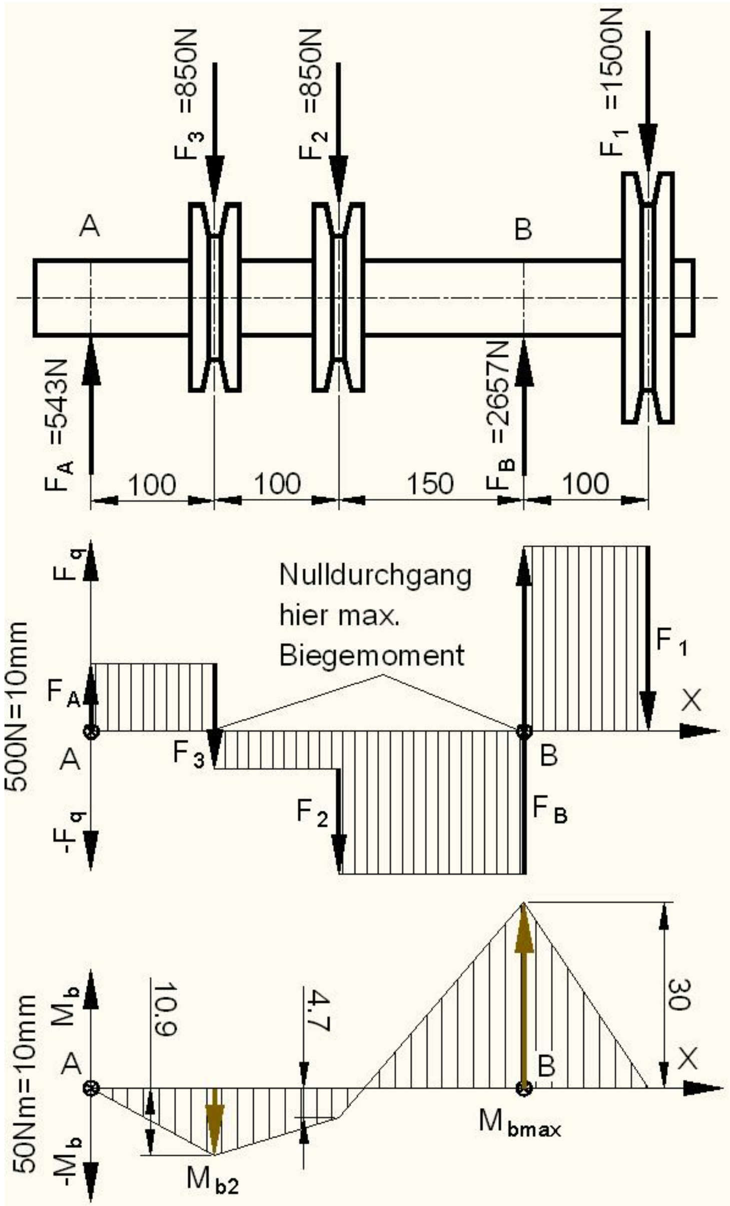
Angriffspunkt der Kraft F_3:
Es wirken die Momente $-F_A \bullet 0{,}1m + F_3 \bullet 0m = -54{,}3Nm$

Angriffspunkt der Kraft F_2:
Es wirken die Momente $-F_A \bullet 0{,}2m + F_3 \bullet 0{,}1m = -23{,}6Nm$

Angriffspunkt der Kraft F_B:
Es wirken die Momente $-F_A \bullet 0{,}35m + F_3 \bullet 0{,}25m + F_2 \bullet 0{,}15m = 150Nm$

Angriffspunkt der Kraft F_1:
Es wirken die Momente $-F_A \bullet 0{,}45m + F_3 \bullet 0{,}35m + F_2 \bullet 0{,}25m - F_B \bullet 0{,}1m = 0$

Biegemomentenverlauf siehe nebenstehende Abbildung

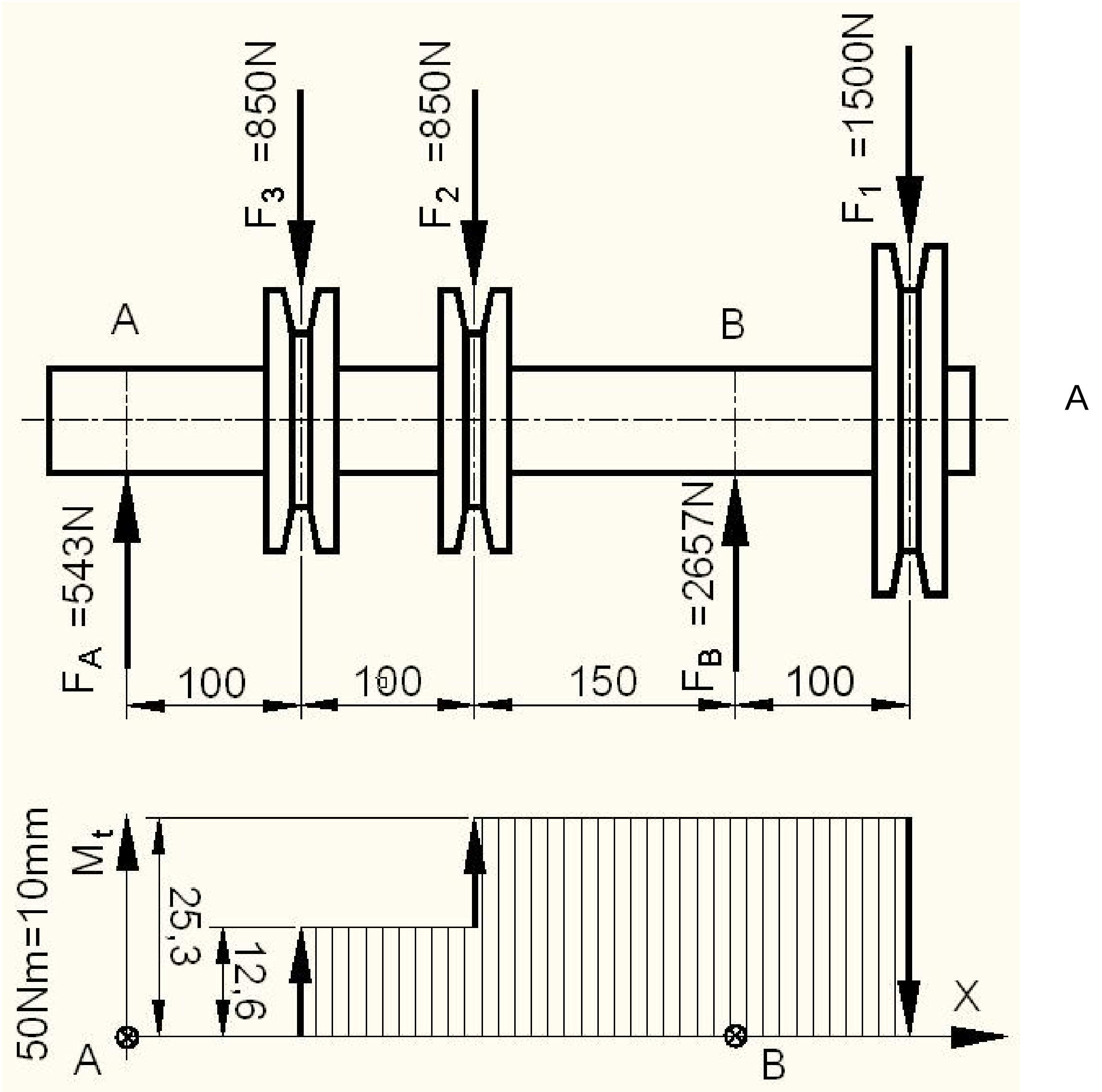


Aufgabe 16 - Lösung: Stützträger mit mehreren Einzellasten

Torsionsmomentenverlauf:

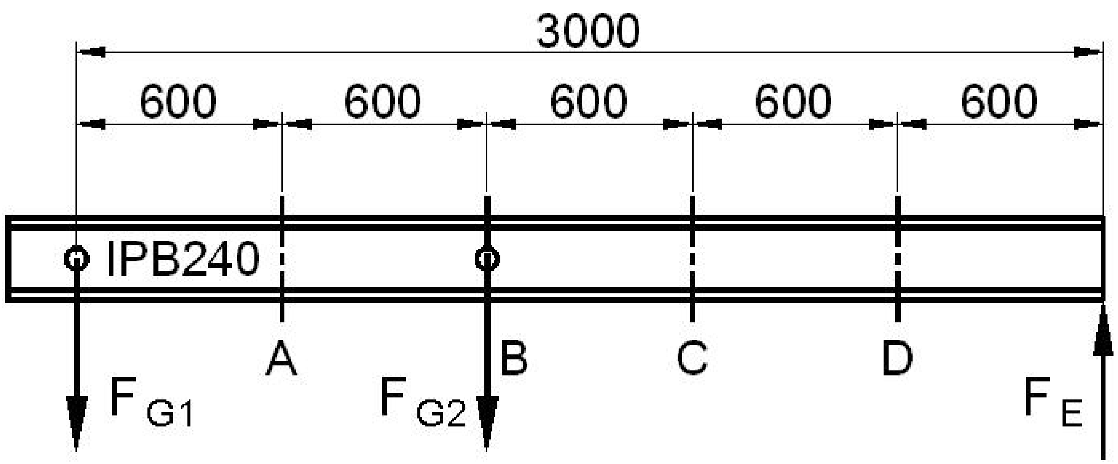
Das Drehmoment wird über die Riemenscheibe 1 auf die Welle übertragen und zu gleichen Teilen über die Scheiben 2 und 3 an die Pumpen weitergeleitet.

Der Bereich zwischen Riemenscheibe 3 und Lager wird vom Drehmoment nicht belastet.



Aufgabe 17 - Lösung: Stützträger mit Einzel- und Streckenlasten - Lösung

a) Streckenlast für den schmalen Träger I 240 DIN1025 = 36,2 kg/m = 355 N/m (nach Tabellenbuch)



Querkraft und Biegemoment an der Einspannstelle „E“:

$F_E = F' \bullet l + F_{G1} + F_{G2} = 355N \bullet 3m + 1200N + 800N = 3065N$

$M_{bmax} = F' \bullet l^2 / 2 + F_{G1} \bullet 3m + F_{G2} \bullet 1{,}8m = 355N \bullet (3m)^2 / 2 + 1200N \bullet 3m + 800N \bullet 1{,}8m = 6638Nm$

Biegemomente in den Querschnitten A bis D:

$M_{bA} = F' \bullet l^2 / 2 + F_{G1} \bullet 0{,}6m = 355N \bullet (0{,}6m)^2 / 2 + 1200N \bullet 0{,}6m = 784Nm$

$M_{bB} = F' \bullet l^2 / 2 + F_{G1} \bullet 1{,}2m = 355N \bullet (1{,}2m)^2 / 2 + 1200N \bullet 1{,}2m = 1696Nm$

$M_{bC} = F' \bullet l^2 / 2 + F_{G1} \bullet 1{,}8m + F_{G2} \bullet 0{,}6m = 355N \bullet (1{,}8m)^2 / 2 + 1200N \bullet 1{,}8m + 800N \bullet 0{,}6m = 3215Nm$

$M_{bD} = F' \bullet l^2 / 2 + F_{G1} \bullet 2{,}4m + F_{G2} \bullet 1{,}2m = 355N \bullet (2{,}4m)^2 / 2 + 1200N \bullet 2{,}4m + 800N \bullet 1{,}2m = 4862Nm$

IQ TECHNIKUM
INTELLIGENTE QUALIFIZIERUNG

Aufgabe 17 - Lösung: Stützträger mit Einzel- und Streckenlasten