

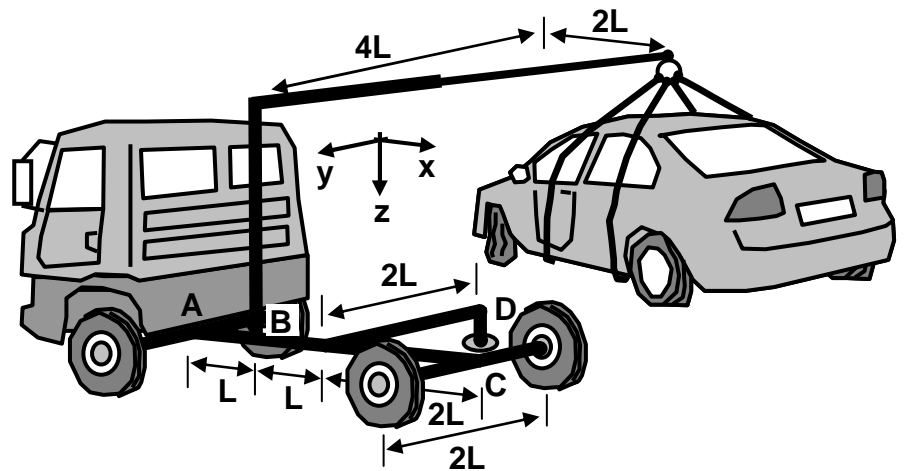
## Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

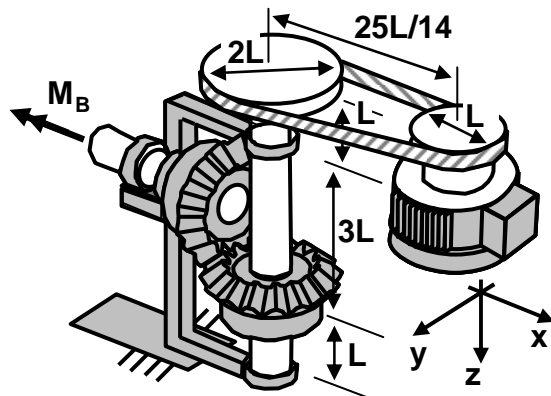
Note:

1.) (2+5+3 Punkte) Das Auto hat die Gewichtskraft  $4G$ , der Abschleppwagen  $16G$ , die am Punkt B angreift. Er stützt sich am Punkt D ab, wodurch auf einer Seite die Radkräfte gleich null sind ( $LG/(H^2s) = 4N/mm^2$ ).



- Zeigen Sie rechnerisch, dass die rechten Räder kräftefrei sind.
- Bestimmen Sie im Balken AC die inneren Kräfte und Momente.

c.) Der Balken AC hat einen dünnwandigen Rechteckquerschnitt mit der Breite  $a$ , der Höhe  $b$ , dem Umfang  $4H$  und der Wandstärke  $s$ . Für welches  $a$  wird die maximale Schubspannung infolge des Torsionsmoments minimal? Wie groß ist dann die maximale Vergleichsspannung  $\sigma_V$ ?

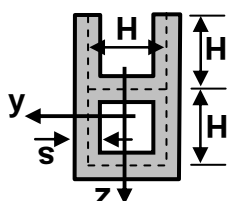
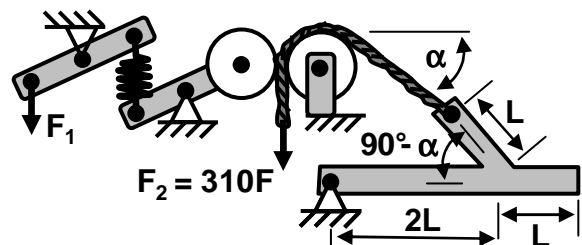


2.) (8+2 Punkte) Die Zahnräder haben die Radien  $L$  und übertragen nur Kräfte in Umfangsrichtung. Der Haftreibungskoeffizient am Riemen sei  $\mu = 0.42681$ .

- Bestimmen Sie die inneren Kräfte und Momente in der Welle der Länge  $5L$ , wenn der Elektromotor ein Moment von  $100LF$  erzeugt.
- Die Welle hat ein Hohlprofil. Wie groß muss der Innenradius  $R_i$  gewählt werden, wenn

die maximale Vergleichsspannung  $\sigma_V = 30N/mm^2$  betragen soll ( $F = 1N$ ,  $L = 40mm$ ,  $R_a = 10mm$ )?

3.) (2+5+3+2 Punkte) Der graue Winkel hat die Gewichtskraft  $G$ , die als **Streckenlast** zu berücksichtigen ist. Der Haftreibungskoeffizient zwischen den Rollen und dem Seil beträgt  $\mu = 1$ . Die linken Diagonalbalken haben die Länge  $2L$  und sind um den Winkel  $\alpha$  geneigt ( $\tan\alpha = 3/4$ ).



- Wie groß müssen  $F_1$  und  $G$  sein, damit das Bauteil im Gleichgewicht ist?
- Geben Sie die inneren Kräfte und Momente im waagrechten Balken des Winkels an.
- Wie groß ist der prozentuale Fehler, wenn statt mit der maximalen Schubspannung mit der mittleren gerechnet wird?

## Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

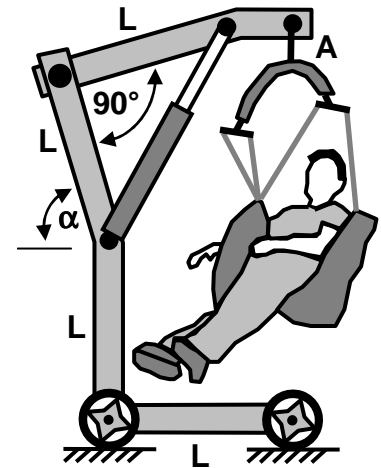
Note:

Das Seil hat die Querschnittsfläche  $A_{\text{Seil}} = 155L^2/37$  und den E-Modul  $E_{\text{Seil}} = 2250F/L^2$ .

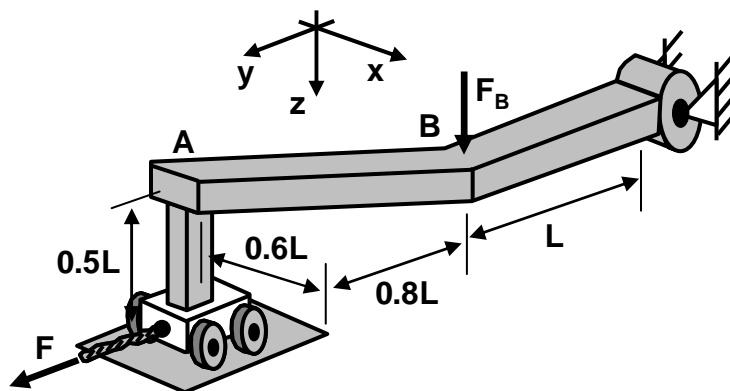
d.) Wie groß ist die Seillänge, wenn sich das rechte Ende des Winkels infolge Seilverlängerung um  $L/5$  absenkt?

4.) (6+2 Punkte) Der Mann hat die Gewichtskraft  $10000G$ . Sein Schwerpunkt liegt oberhalb des rechten Rades ( $\tan\alpha = 24/7$ ). Der graue Rahmen hat die Biegesteifigkeit  $EI_y = 5135168GL^2$ .

- Bestimmen Sie die Kraft im Hubzylinder und die inneren Momente in den Teilbalken des grauen Rahmens.
- Wie weit senkt der Punkt A infolge des Biegemoments ab?



5.) (1+4+2+3 Punkte) An den Verbindungspunkten grauen Hebel / Wagen und Wagen / Boden wirkt der Haftreibungskoeffizient  $\mu = 1$  ( $LF/(H^2s) = 80N/mm^2$ ).



- Wie groß muss  $F_B$  mindestens sein, damit das Bauteil im Gleichgewicht sein kann?
- Bestimmen Sie mit dem minimalen  $F_B$  die inneren Kräfte und Momente im Balken AB.

Der Balkenquerschnitt des Balkens AB sei dünnwandig und quadratisch mit der Kantenlänge  $2H$  und der Wandstärke  $s$ .

- Geben Sie im Querschnitt der maximalen Vergleichsspannung die Koordinaten der Punkte an, an denen die Normalspannung infolge des Biegemoments gleich null ist.
- Der Querschnitt soll durch einen kreisrunden dünnwandigen Querschnitt mit dem Radius  $R_m = cH$  ersetzt werden. Um wie viel Prozent ändert sich die Masse des Balkens AB, wenn die maximale Normalspannung infolge des Biegemoments unverändert bleiben soll?

**Klausur Technische Mechanik 2**

Name/Mat-Nr.:

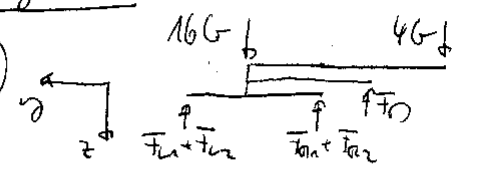
Punkte:

Note:

Klausur Technische Mechanik 2 WS 17/18

Aufgabe 1

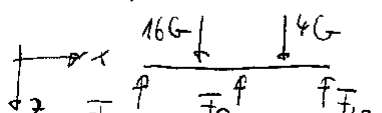
Annahme:  $\bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2} = 0$ :

a.)   $\Sigma M|_O = 0$ :  $2L \cdot 16G - L(\bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2}) - 2L \cdot 4G = 0$   
 $\Rightarrow \bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2} = 24G$

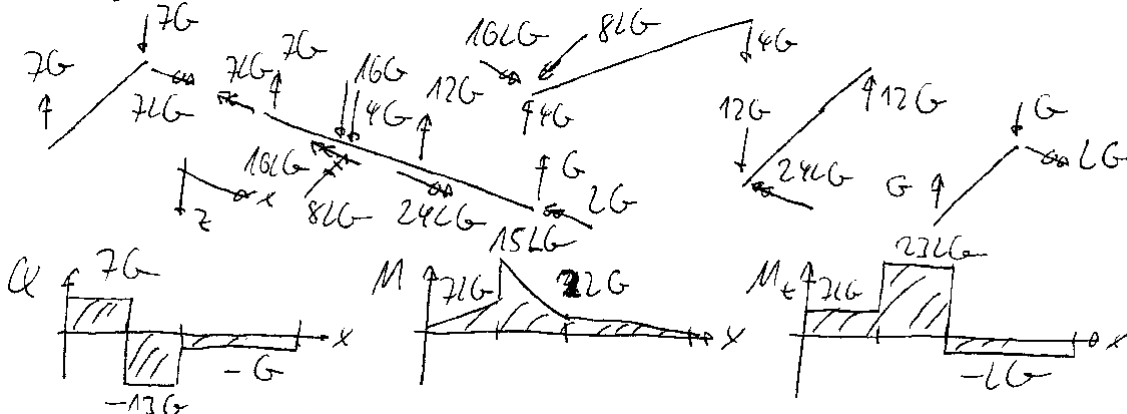
$\Sigma F_z = 0$ :  $16G - (\bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2}) - \bar{F}_D + 4G = 0 \Rightarrow \bar{F}_D = -4G$   
 $\Rightarrow \bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2} = 0$

b.)  $\Sigma M|_O = 0$ :  $-3L(\bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2}) + 2L \cdot 16G - 2L \cdot 4G = 0$   
 $\Rightarrow \bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2} = 8G$

$\Sigma F_z = 0$ :  $-(\bar{F}_{L1} + \bar{F}_{L2}) + 16G - \bar{F}_D + 4G = 0 \Rightarrow \bar{F}_D = 12G$

  $\Sigma M|_{L1} = 0$ :  $-L \cdot 16G + 2L \bar{F}_D - 3L \cdot 4G + 4L \bar{F}_{L2} = 0$   
 $\Rightarrow \bar{F}_{L2} = G$

$\Sigma F_z = 0$ :  $-\bar{F}_{L1} + 16G - \bar{F}_D + 4G - \bar{F}_{L2} = 0 \Rightarrow \bar{F}_{L1} = 7G$



c.)  $\tau_{max} = \frac{M_t}{W_t} \Rightarrow W_t$  muss maximal werden

$W_t = 2abs = 2a(2H-a)s = 4Hsa - 2sa^2$

$\frac{\partial W_t}{\partial a} = 4Hs - 4as = 0 \Rightarrow a = b = H$

$\tau_{max} = \frac{23LG}{2H^2s} = \frac{23}{2} \frac{LG}{H^2s} = 46 \frac{N}{mm^2}$

$\tau_{max} = \frac{15LG}{2/3 H^3s} \frac{H}{2} = \frac{45}{4} \frac{LG}{H^2s} = 45 \frac{N}{mm^2}$

**Klausur Technische Mechanik 2**

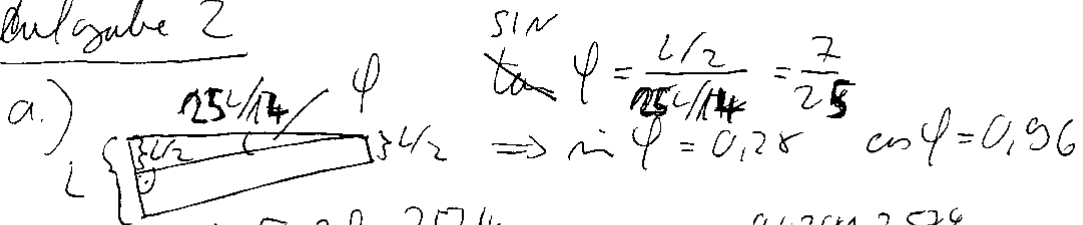
Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau_{max}^2} = \sqrt{45^2 + 3 \cdot 46^2} = \sqrt{8373} \frac{N}{mm^2}$$

Aufgabe 2

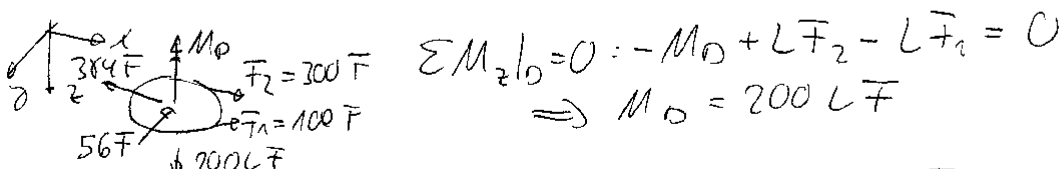
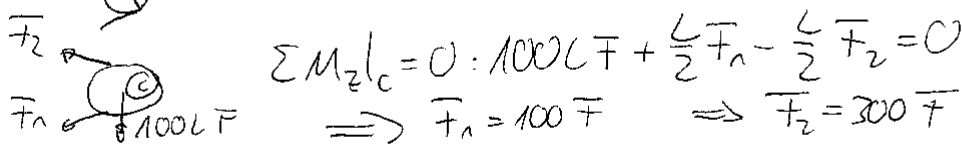


$$\tan \phi = \frac{L/2}{L/2} = \frac{7}{25}$$

$$\Rightarrow \sin \phi = 0,28 \quad \cos \phi = 0,96$$

$$\alpha = \pi - 2\phi = 2,574$$

$$\Rightarrow \vec{F}_2 = \vec{F}_1 e^{i\alpha} = \vec{F}_1 e^{0,426i - 2,574} = 3\vec{F}_1$$



$$\sum M_z|_A = 0: 4L F_{Az} - 5L \cdot 384F = 0$$

$$\Rightarrow F_{Az} = 480F$$

$$\sum F_z = 0: F_{Az} - F_{Bz} + 384F = 0$$

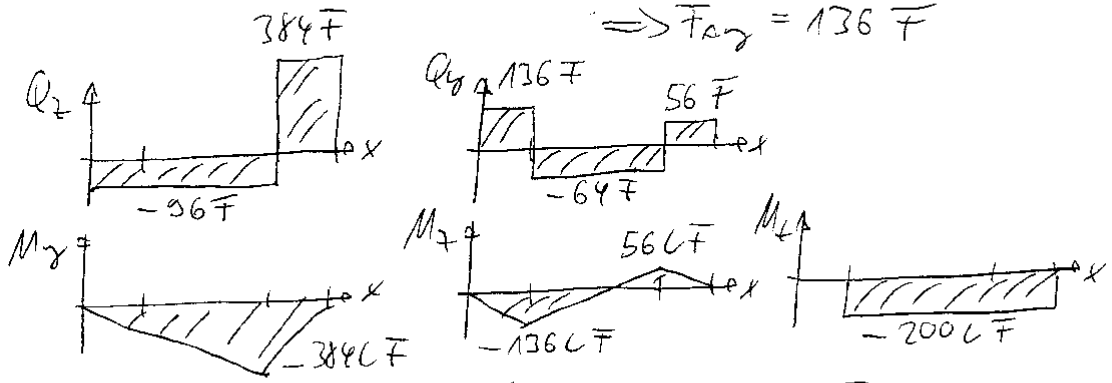
$$\Rightarrow F_{Az} = 96F$$

$$\sum M_z|_A = 0: L \cdot 200F - 4L F_{Ay} + 5L \cdot 56F = 0$$

$$\Rightarrow F_{Ay} = 120F$$

$$\sum F_y = 0: -F_{Ay} + 200F - F_{By} + 56F = 0$$

$$\Rightarrow F_{By} = 136F$$



b.) 
$$M_{ges} = \sqrt{(-384)^2 + 56^2} LF = \sqrt{150592} LF$$

**Klausur Technische Mechanik 2**

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

Klausur Technische Mechanik 2 WS 17/18

$$z_v = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{150592} L F}{\frac{\pi}{4} (\sigma_a^4 - \sigma_i^4)} \sigma_a\right)^2 + 3 \left(\frac{-200 L F}{\frac{\pi}{2} (\sigma_a^4 - \sigma_i^4)} \sigma_a\right)^2} \quad (2/3)$$

$$= \sqrt{2889472} \frac{L F}{\pi (\sigma_a^4 - \sigma_i^4)} \sigma_a$$

$$\Rightarrow \sigma_i = \sqrt[4]{\sigma_a^4 - \sqrt{2889472} \frac{L F \sigma_a}{\pi z_v}} = 7,26 \text{ mm}$$

Aufgabe 3

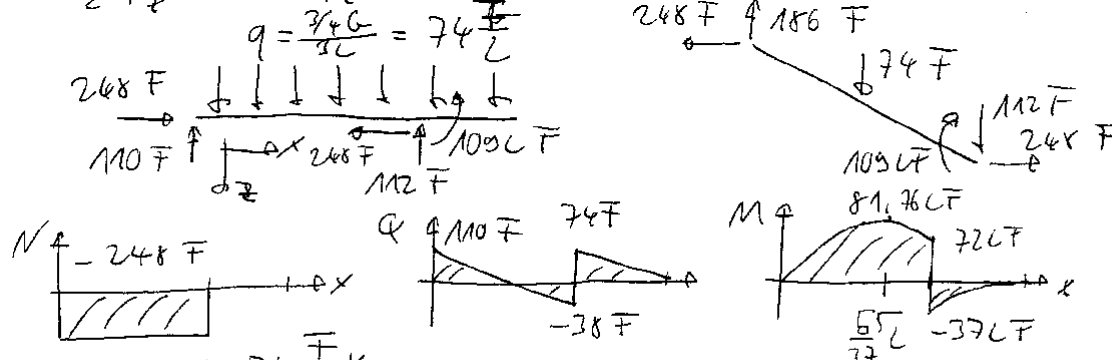
a.)  $F_A$  kann beliebig sein

$\sum M|_A = 0:$

$$- \frac{3}{2} L \frac{3}{4} G - 1,7 L \frac{1}{4} G + 0,8 L \cdot 248 F + 1,1 L \cdot 186 F = 0$$

$$\Rightarrow G = 296 F$$

b.)  $\sum F_x = 0: F_{Ax} - 248 F = 0 \Rightarrow F_{Ax} = 248 F$   
 $\sum F_z = 0: -F_{Az} + G - 186 F = 0 \Rightarrow F_{Az} = 110 F$



$$Q = 110 F - 74 \frac{F}{L} x$$

$$M = 110 F x - 37 \frac{F}{L} x^2$$

$$0 = Q \Rightarrow x = \frac{55}{37} L \quad M(x = \frac{55}{37} L) = 81,76 LF \quad M(x = 2L) = -37 LF$$

c.)  $z_s' = \frac{1}{6 H^5} (2 H \cdot 2 H^5 + H \cdot H^5 + 2 H \cdot H^5) = \frac{7}{6} H$

$$I_s = 2 \left( \frac{(2H)^3 F}{12} + (-\frac{H}{6})^2 2H F \right) + (-\frac{H}{6})^2 H F + (\frac{5H}{6})^2 H F = \frac{13}{6} H^3 F$$

$$S_s = \frac{7}{6} H^5 \cdot \frac{7}{12} H + \frac{1}{2} H^5 \frac{1}{6} H = \frac{55}{72} H^2 F$$

$$\tilde{I}_{max} = \frac{Q}{\frac{13}{6} H^3 F} = \frac{55}{72} H^2 F \cdot \frac{6}{13 H^3 F} = \frac{55}{156} \frac{Q}{H^5}$$

**Klausur Technische Mechanik 2**

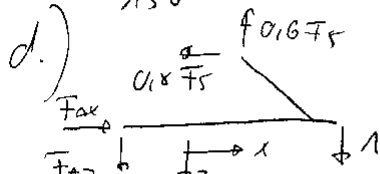
Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

$$\bar{T}_{mittel} = \frac{Q}{G H_5} = \frac{1}{6} \frac{Q}{H_5}$$

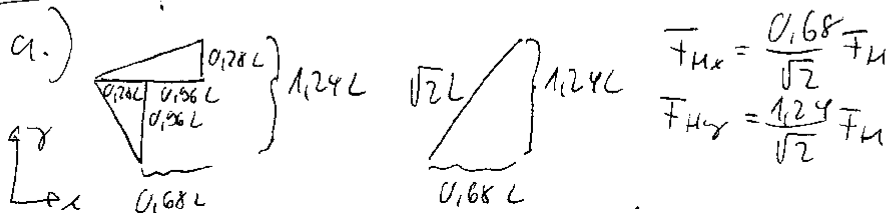
$$\Rightarrow \frac{55}{156} \hat{=} 100\%, \quad \frac{1}{6} \hat{=} 47,3\% \Rightarrow \text{Fallb: } 52,7\%$$

d.)   $\sum M|_A = 0: 0,8L \cdot 0,8 F_5 + 1,4L \cdot 0,6 F_5 - 3L \cdot 1 = 0$   
 $\Rightarrow F_5 = \frac{3}{1,48}$

$$u = \frac{1}{E_{st} A_{soll}} (L_{soll} F_2 F_5)$$

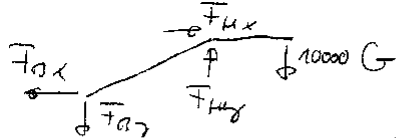
$$\Rightarrow L_{soll} = \frac{u E_{st} A_{soll}}{F_2 F_5} = \frac{L/10 \cdot 2250 \frac{F}{L^2} \cdot \frac{155}{37} L^2}{310 F \cdot \frac{3}{1,48}} = 3L$$

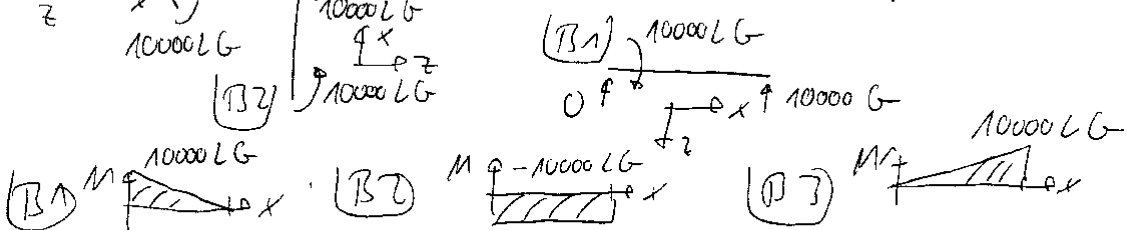
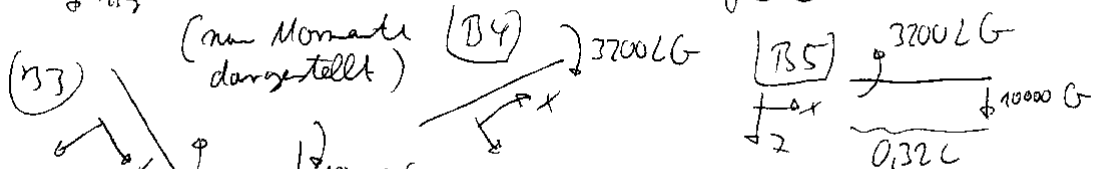
Aufgabe 4



$$F_{Hx} = \frac{0,68}{\sqrt{2}} F_H$$

$$F_{Hy} = \frac{1,24}{\sqrt{2}} F_H$$

  $\sum M|_B = 0: 0,96L F_{Hy} - 0,28L F_{Hx} - 1,28L \cdot 10000 G = 0$   
 $\Rightarrow F_H = 12800 \sqrt{2} G$



b.) 
$$u = \frac{1}{E I_0} \left( \frac{10000 L G \cdot L \cdot L}{3} + (-10000 L G) (-L) L + \frac{10000 L G \cdot L \cdot L}{3} + \frac{-3200 L G (-0,32 L) 0,32 L}{3} + \frac{-3200 L G (-0,32 L) L}{3} \right)$$

**Klausur Technische Mechanik 2**

Name/Mat-Nr.:

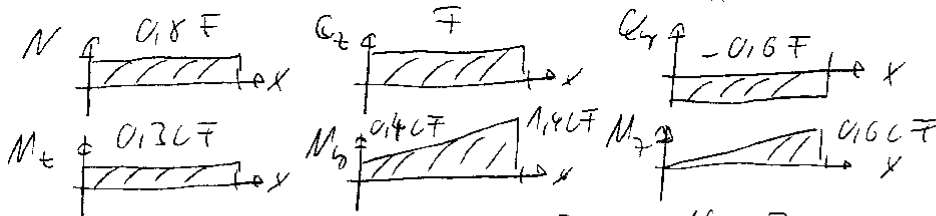
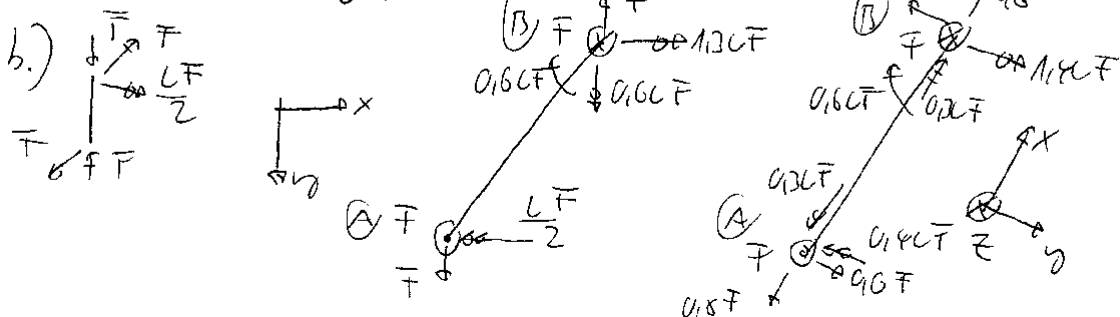
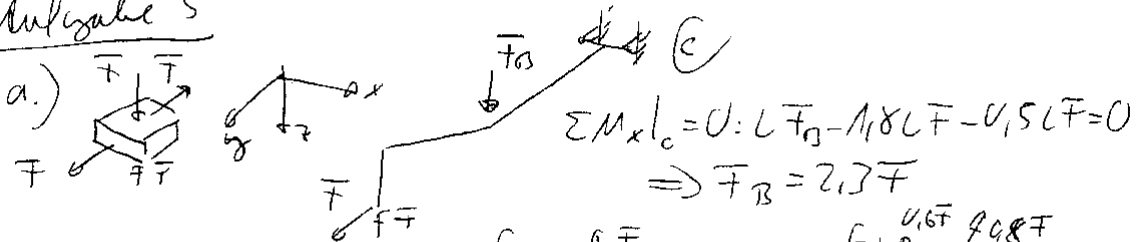
Punkte:

Note:

Klausur Technische Mechanik 2 WS 17/18

$$= \frac{GL^3}{5135168GL^2} 1717,226 = \frac{L}{200} \quad \left( \frac{3}{3} \right)$$

Aufgabe 5



c.)  $I_0 = \frac{2}{3} (4x)^3 s = \frac{2}{3} (24)^3 s = \frac{16}{3} 4^3 s$   
 $\bar{z} = -\frac{0,16 L F}{\frac{16}{3} 4^3 s} y + \frac{1,4 L F}{\frac{16}{3} 4^3 s} z = \left( -\frac{9}{80} \frac{y}{m} + \frac{21}{80} \frac{z}{m} \right) \frac{L F}{4^2 s}$   
 $0 = \bar{z} \Rightarrow z = \frac{3}{7} y \Rightarrow P_1 = (4, \frac{7}{2} 4) \quad P_2 = (-4, -\frac{7}{2} 4)$

d.)  $\bar{z}_{max} = \bar{z}(y = -4, z = 4) = \frac{3}{8} \frac{L F}{4^2 s}$   
 $\bar{z}_{max} = \frac{\sqrt{(1,4 L F)^2 + (0,16 L F)^2}}{\pi \sigma_m^2 s} \quad \sigma_m = \frac{\sqrt{2,32} L F}{\pi c^2} = \frac{\sqrt{2,32}}{\pi c^2} \frac{L F}{4^2 s}$

$\bar{z}_{max} = \bar{z}_{max} \Rightarrow \frac{3}{8} = \frac{\sqrt{2,32}}{\pi c^2} \Rightarrow c = \sqrt{\frac{8 \sqrt{2,32}}{3 \pi}} = 1,137$

$A_{\square} = 8 4 s \quad A_0 = 2 \pi \sigma_m s = 2 \pi c 4 s$

$\Rightarrow 8 \hat{=} 100\% \quad 2 \pi c \hat{=} 89,3\% \Rightarrow \text{Ankers: } -10,7\%$