

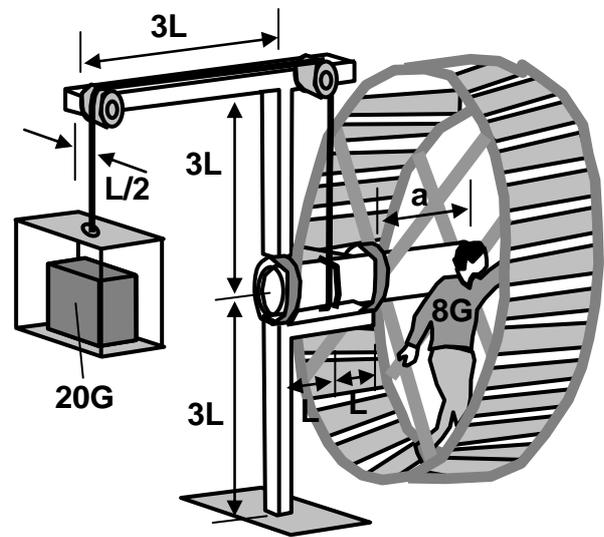
Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

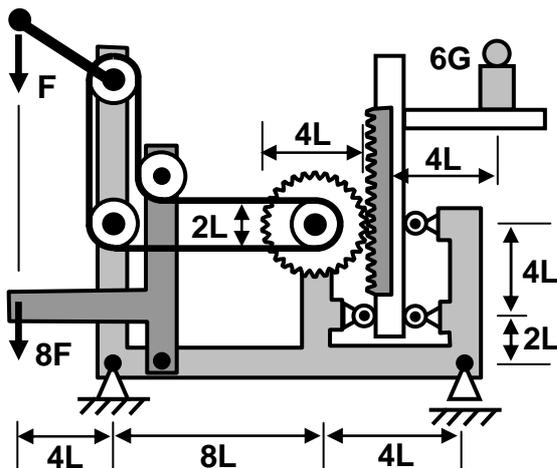
Punkte:

Note:

1.) (6+2+5 Punkte) Der Laufkran ist im Gleichgewicht. Der obere dünnwandige waagrechte Balken hat die Breite H , die Höhe $1.5H$ und die Wandstärke s . Die dünnwandige Laufradwelle hat den Radius $L/2$ und die Wandstärke s .



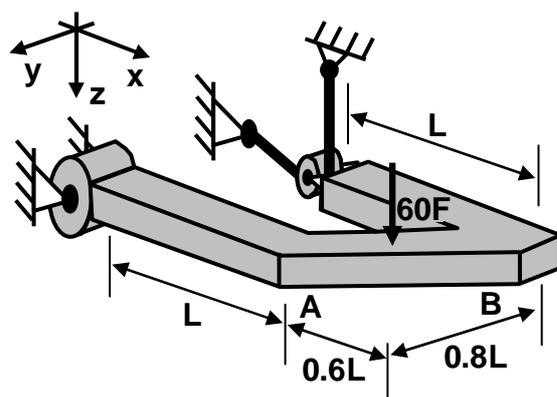
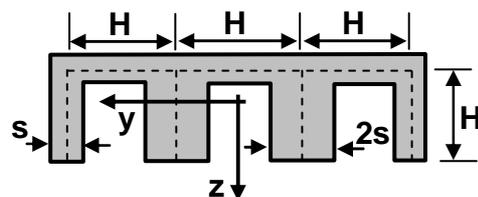
- a.) Bestimmen Sie im oberen waagrechten Balken die maximale Vergleichsspannung σ_v infolge der Momente ($LG/(H^2s) = 1N/mm^2$).
- b.) Wie groß ist der prozentuale Fehler, wenn man in diesem Balken statt der maximalen die durchschnittliche Schubspannung infolge Querkraft verwendet?
- c.) Wie groß ist an der Laufradwelle der Abstand a (Abstand Lager Mann), wenn kurz nach dem Seilanbindungspunkt die maximale Vergleichsspannung σ_v mit $\sigma_v Ls/G = 6384^{1/2}/\pi$ wirkt?



2.) (9+2 Punkte) Das Bauteil ist im Gleichgewicht. An den Zähnen des Zahnrades wirken nur Kräfte in Umfangsrichtung.

- a.) Wie groß ist F in Abhängigkeit von G ? Bestimmen Sie die inneren Kräfte und Momente im waagrechten unteren Balken der Länge $12L$.
- b.) Der Balken hat den dargestellten dünn-

wandigen Querschnitt. Wie ist L/H zu wählen, dass die maximale Normalspannung den Betrag $72G/(Hs)$ besitzt?



3.) (6+2 Punkte) Die Kraft $60F$ wirkt in der Mitte des Balkens AB. Der Radius der Seilrolle ist zu vernachlässigen. Das Bauteil hat einen dünnwandigen quadratischen Querschnitt mit der Kantenlänge H und der Wandstärke s .

- a.) Geben Sie die inneren Kräfte und Momente im Balken AB an.
- b.) Skizzieren Sie den Normalspannungsverlauf infolge der Biegemomente am Punkt A des Balkens AB ($LF/(H^2s) = 2N/mm^2$).

Klausur Technische Mechanik 2

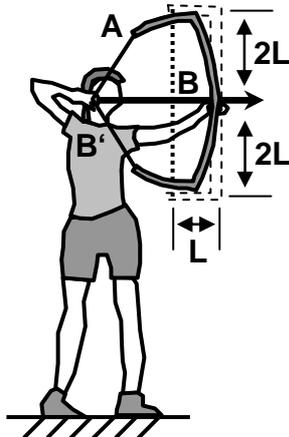
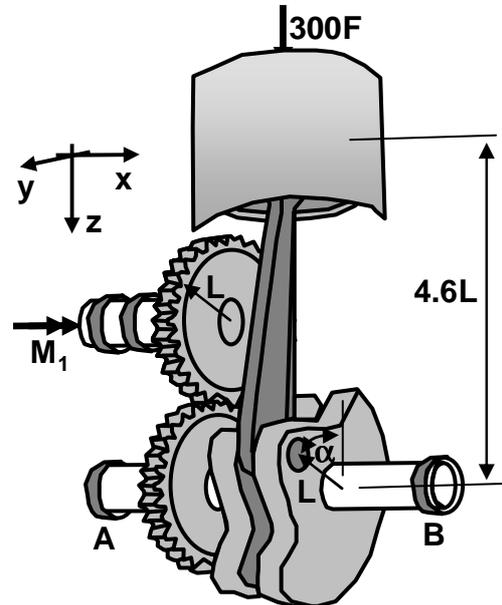
Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

4.) (8 Punkte) Die Welle mit dem Moment M_1 liegt senkrecht über der Kurbelwelle, die an den Punkten A und B gelenkig gelagert ist. Sie besteht aus drei Abschnitten der Länge L und kann bei der Berechnung als durchgehend betrachtet werden. Sie ist eine Vollwelle mit dem Radius R . An den Zähnen der Zahnräder wirken nur Kräfte in Umfangsrichtung ($\tan\alpha = 4/3$, $L = 40\text{mm}$, $F = 5\text{N}$).

a.) Wie ist R zu wählen, wenn die maximale Vergleichsspannung $\sigma_v = 40\text{N/mm}^2$ betragen soll? Nur die Momente sind zu berücksichtigen.



5.) (9+1 Punkte) Im unverformten Zustand hat der Bogen die gestrichelte Geometrie. Die Frau zieht mit einer waagrechten Kraft F am Pfeil. An ihrer linken Hand (B) ist der Bogen für die Berechnung fest eingespannt. Seine senkrechte Symmetrie ist auszunutzen. Seine Biegesteifigkeit beträgt $EI_y = 5FL^2$. Die Sehne ist als Seil zu betrachten und hat eine unendlich große Zugsteifigkeit.

a.) Bestimmen Sie mit zwei Iterationen den waagrechten Abstand BB' . Nur der Beitrag des Biegemoments ist zu berücksichtigen. Dieses soll immer am unverformten Bogen (nicht Sehne) bestimmt werden.

- In der ersten Iteration muss die Sehne als senkrechter biege-steifer Balken betrachtet werden, der am Punkt A gelenkig angebunden ist.
- Für die Sehnenorientierung in der zweiten Iteration muss die waagrechte und senkrechte Verschiebung des Punktes A in der ersten Iteration ausgewertet werden. Die Sehne hat dann keine Biegesteifigkeit mehr und überträgt nur Kräfte in Sehnenrichtung.

b.) Wird bei der 3. Iteration die Strecke BB' größer oder kleiner? Begründen Sie Ihre Antwort sinnvoll.

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

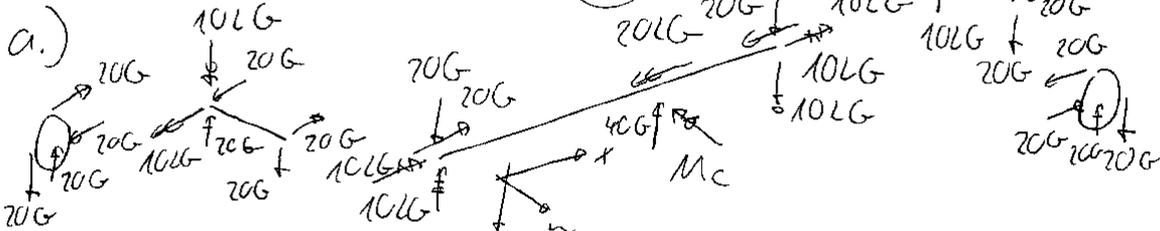
Punkte:

Note:

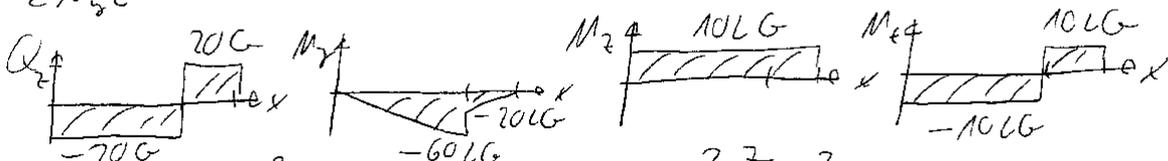
Klausur Technische Mechanik 2 55/18

Aufgabe 1

(1/3)



$$\sum M_{z/c} = 0: 3L \cdot 20G - M_c - L \cdot 20G = 0 \Rightarrow M_c = 40LG$$



$$I_y = 2 \frac{(1,5H)^3}{12} + 2(0,75H)^2 H = \frac{27}{16} H^3$$

$$I_z = 2 \frac{H^3}{12} + 2(0,5H)^2 1,5H = \frac{11}{12} H^3$$

$$I_v = \sqrt{\left(\frac{60LG}{\frac{27}{16} H^3} \cdot \frac{3}{4} H + \frac{10LG}{\frac{11}{12} H^3} \cdot \frac{H}{2}\right)^2 + 3 \left(\frac{10LG}{2 \cdot 1,5H^2}\right)^2}$$

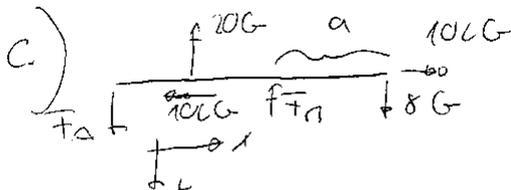
$$= \frac{LG}{H^2} \sqrt{\left(\frac{720}{27} + \frac{60}{11}\right)^2 + 3 \left(\frac{10}{3}\right)^2} = 32,6 \frac{LG}{H^2} = 326 \frac{N}{m^2}$$

$$h) S_y = -(-0,75H) 0,75H - (-0,375H) 0,75H = \frac{21}{32} H^2$$

$$\bar{\sigma}_{max} = \frac{Q_z}{I_y} S_y = \frac{Q_z}{\frac{27}{16} H^3} \frac{21}{32} H^2 = \frac{7}{18} \frac{Q_z}{H}$$

$$\bar{\sigma}_{mittel} = \frac{Q_z}{A} = \frac{Q_z}{5H} = \frac{1}{5} \frac{Q_z}{H}$$

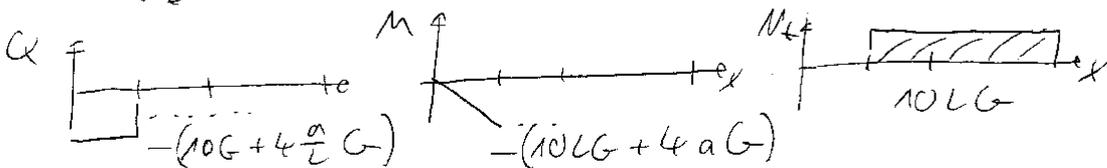
$$\frac{7}{18} \hat{=} 100\% \Rightarrow N_F \hat{=} 51\% \Rightarrow \text{Fall } 49\%$$



$$\sum M/B = 0:$$

$$2L F_A - L \cdot 20G - a \cdot 8G = 0$$

$$\Rightarrow F_A = 10G + 4 \frac{a}{L} G$$



Klausur Technische Mechanik 2

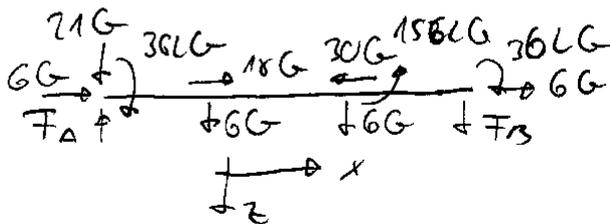
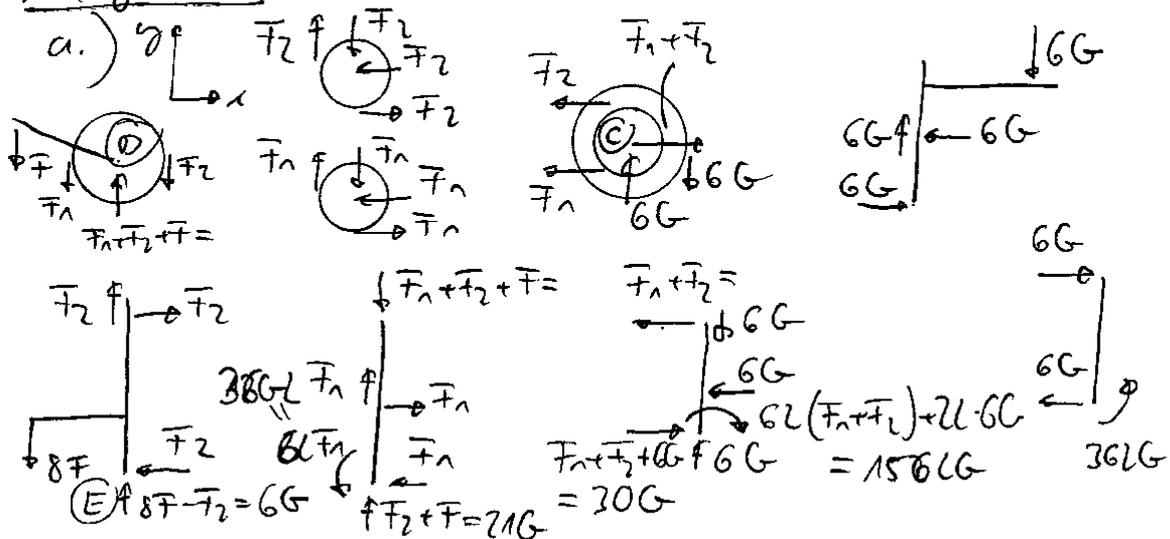
Name/Mat-Nr.:

Punkte:

Note:

$$\begin{aligned}
 z_v &= \sqrt{\left(\frac{10LG + 4aG}{\pi(4r)^3} \frac{L}{2}\right)^2 + 3\left(\frac{10LG}{2\pi(4r)^2}\right)^2} \\
 &= \frac{4G}{\pi 2^3 r} \sqrt{(10L + 4a)^2 + 3(5L)^2} \\
 \Rightarrow \frac{11}{4} \frac{z_v L^5}{G} L &= \sqrt{100L^2 + 80aL + 16a^2 + 75L^2} \\
 \Rightarrow \frac{11}{4} \frac{\sqrt{6384}}{\pi} L &= \sqrt{16a^2 + 80aL + 175L^2} \\
 \Rightarrow 399L^2 &= 16a^2 + 80aL + 175L^2 \\
 \Rightarrow 16a^2 + 80aL - 224L^2 &= 0 \Rightarrow a = \frac{-80L + \sqrt{6400L^2 + 16 \cdot 4 \cdot 224L^2}}{32} \\
 &= 2L
 \end{aligned}$$

Aufgabe 2



Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

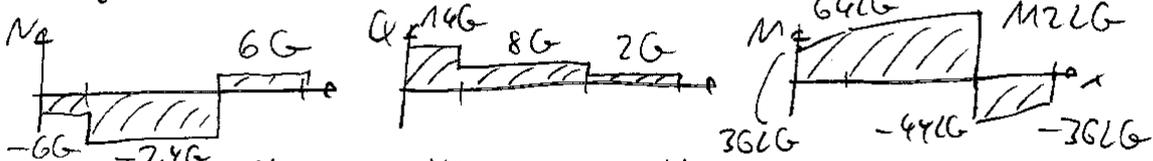
Note:

Klausur Technische Mechanik 2 SS 18 (2/3)

$$\sum M|_A = 0: -36LG - 2L \cdot 6G - 8L \cdot 6G + 156LG - 12L F_B - 36LG = 0$$

$$\Rightarrow F_B = 2G$$

$$\sum F_z = 0: -F_A + 21G + 6G + 6G + F_B = 0 \Rightarrow F_A = 35G$$



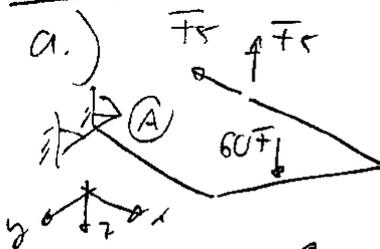
$$b.) z_s = \frac{2 \cdot \frac{1}{2} H_1 + 2 \cdot \frac{1}{2} 2H_1}{\varnothing H_1} = \frac{1}{3} H_1$$

$$I_y = 2 \left(\frac{H^3}{12} + \left(\frac{H}{6} \right)^2 H_1 \right) + 2 \left(\frac{H^3}{12} + \left(\frac{H}{6} \right)^2 2H_1 + \left(-\frac{H}{2} \right)^2 3H_1 \right) = H^3$$

$$z_{max} = \frac{122LG}{H^3} \cdot \frac{2}{3} H - \frac{24G}{\varnothing H_1} = \frac{224}{3} \frac{L}{H} \frac{G}{H_1} - \frac{24}{9} \frac{G}{H_1} = 72 \frac{G}{H_1}$$

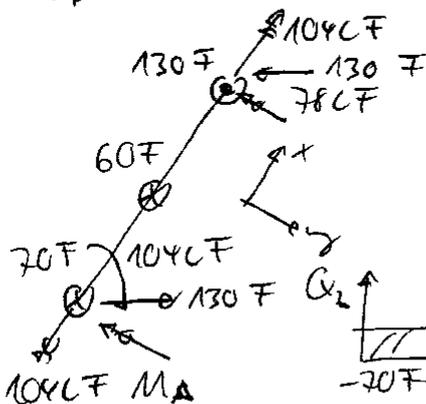
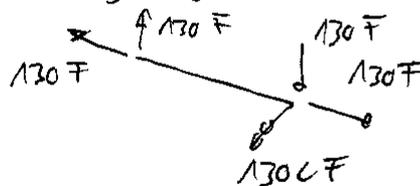
$$\Rightarrow \frac{224}{3} \frac{L}{H} - \frac{24}{9} = 72 \Rightarrow \frac{L}{H} = 1$$

Aufgabe 3



$$\sum M|_A = 0: 0,6 F_5 - 1,13L \cdot 60F = 0$$

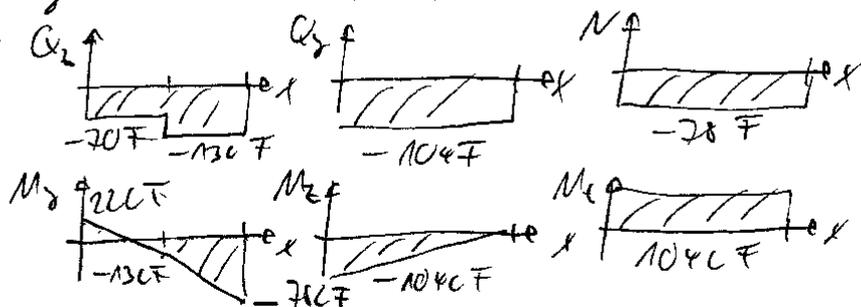
$$\Rightarrow F_5 = 130F$$



$$\sum M|_A = 0:$$

$$-M_A - 0,5L \cdot 60F - 78CF + L \cdot 130F = 0$$

$$\Rightarrow M_A = 22CF$$



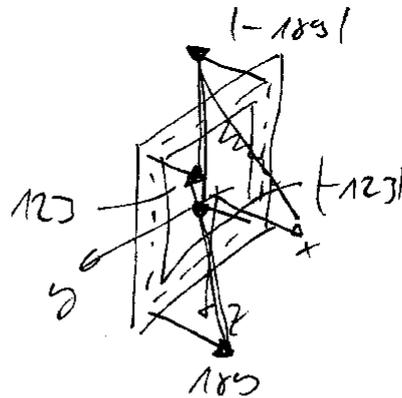
Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

Punkte:

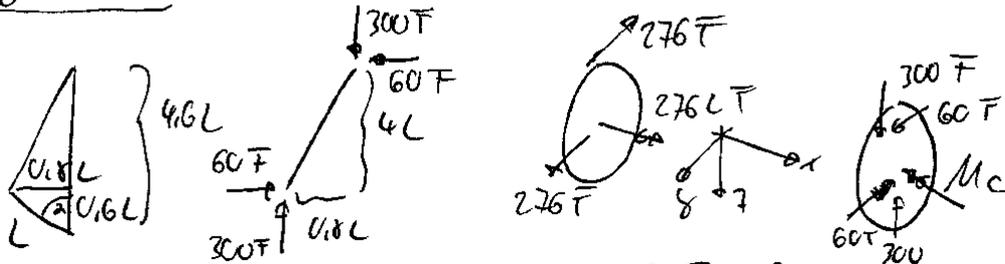
Note:

$$\begin{aligned} b) \varphi(y, z) &= -\frac{104LF}{\frac{2}{3}4^{3.5}} y + \frac{22LF}{\frac{2}{3}4^{3.5}} z \\ &= 156 \frac{LF}{4^{3.5}} y + 33 \frac{LF}{4^{3.5}} z \\ \varphi(y = \frac{4}{2}, z = \frac{4}{2}) &= 94,5 \frac{LF}{4^{3.5}} = 189 \frac{N}{m^2} \\ \varphi(y = -\frac{4}{2}, z = \frac{4}{2}) &= -61,5 \frac{LF}{4^{3.5}} = -123 \frac{N}{m^2} \end{aligned}$$



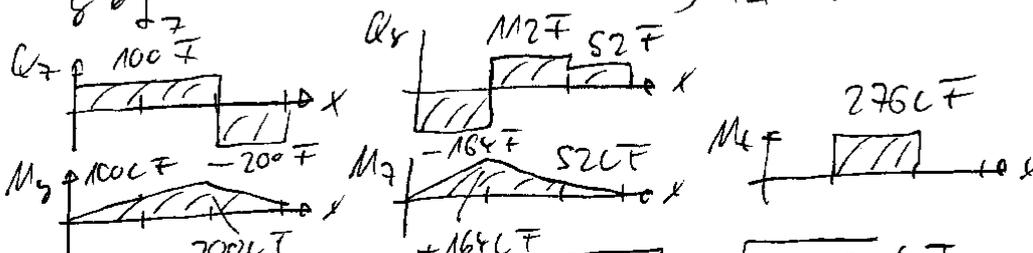
Aufgabe 4

a.)



$$\begin{aligned} \sum M_x|_c = 0: & -M_c + 0,6L \cdot 60F + 0,8L \cdot 300F = 0 \\ \Rightarrow & M_c = 276LF \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_z|_A = 0: & -L \cdot 276F + 2L \cdot 60F + 3L \cdot F_B = 0 \\ \Rightarrow & F_B = 52F \\ \sum F_y = 0: & F_A - 276F + 60F + F_B = 0 \\ \Rightarrow & F_A = 164F \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} x=L: M_{\text{ges}} &= \sqrt{(200LF)^2 + (164LF)^2} = \sqrt{36896} LF \\ x=2L: M_{\text{ges}} &= \sqrt{(200LF)^2 + (52LF)^2} = \sqrt{42704} LF \end{aligned}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{M_{\text{ges}}}{\frac{\pi}{4} d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{M_t}{\frac{\pi}{2} d^3}\right)^2} = \frac{LF}{\frac{\pi}{4} d^3} \sqrt{1597376}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{LF}{\frac{\pi}{4} \sigma_v} \sqrt{1597376}} = 12,6 \text{ mm}$$

Klausur Technische Mechanik 2

Name/Mat-Nr.:

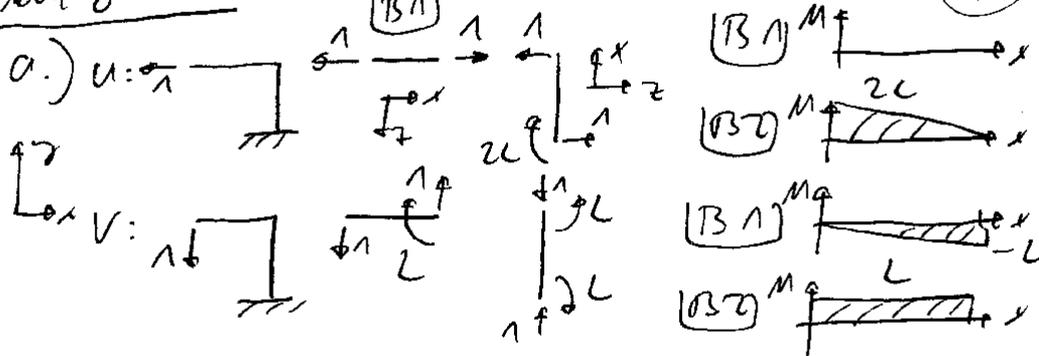
Punkte:

Note:

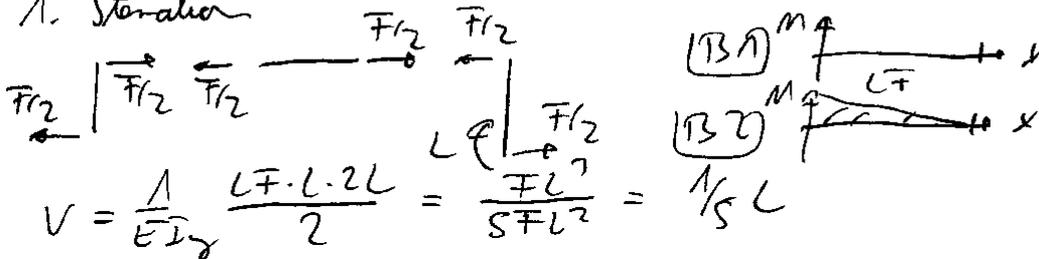
Klausur Technische Mechanik 2 55 18

Aufgabe 5

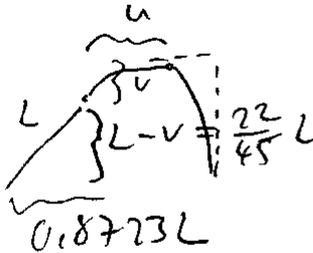
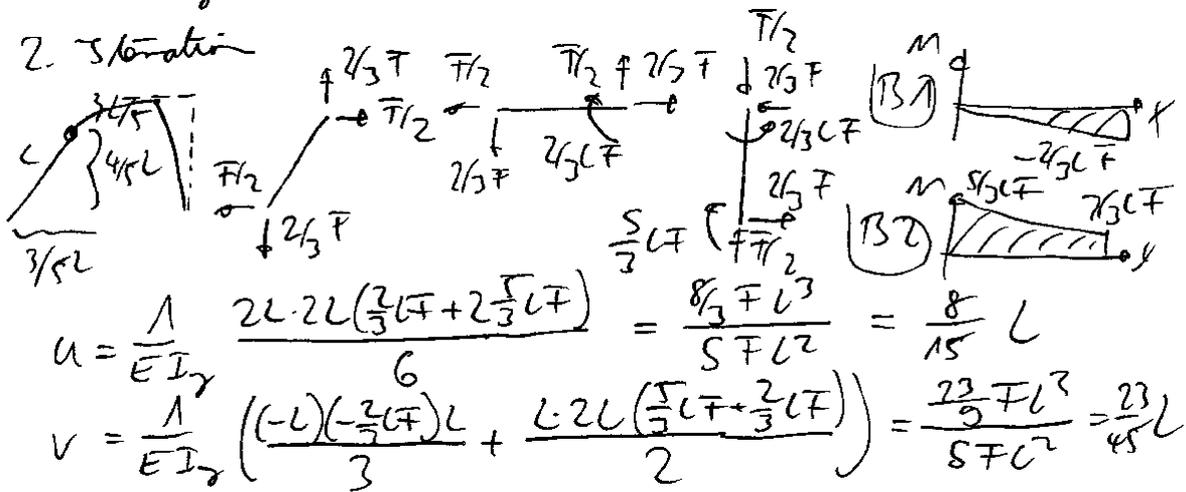
3/3



1. Station



2. Station



$$BB' = u + 0,8723L = 1,4057L$$

b.) BB' wird klein, da bei A die verbleibende Kraft klein wird und somit auch die Verschiebung.