

Modulprüfung – Technische Mechanik II

Name:	Hörsaal:	Sitzplatz:
Vorname:	Studiengang:	
Matrikelnummer:		

Hinweise:

- Der Angabenbogen beinhaltet 6 Aufgaben auf den Seiten A1–A7. Der Bearbeitungsbogen besteht aus den Seiten B1–B16. Lassen Sie die Bogen bitte zusammengeheftet.
- Tragen Sie bitte zunächst Ihre persönlichen Daten in die obigen Felder ein.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.
- Bearbeiten Sie bitte nur die im Angabenbogen gestellten Aufgaben und führen Sie Ihre Berechnungen an den dafür vorgesehenen Stellen im Bearbeitungsbogen durch. Reicht der Platz nicht aus, verwenden Sie bitte die Rückseiten der Blätter des Bearbeitungsbogens.
- Ergebnisse müssen in die vorgefertigten Kästen bzw. Zeichnungen eingetragen werden.
- Alle Ergebnisse sind ausschließlich in Abhängigkeit von den gegebenen Größen und Koordinaten anzugeben, sofern nichts anderes verlangt wird. Formelausdrücke, z. B. Brüche, müssen nicht vereinfacht oder zusammengefasst werden.
- Zugelassene Hilfsmittel sind eine sechs Blätter DIN A4 umfassende Formelsammlung ohne inhaltliche Einschränkungen sowie ein nicht programmierbarer Taschenrechner.
- Verwenden Sie bitte keine grüne Farbe.

Bitte nicht ausfüllen!

1		
2		
3		
4		
5		
6		
Σ		

Aufgabe 1

Aufgabe 1.a)

$$E = 2G (1+\nu) = 208000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Aufgabe 1.b)

$\tau_{xy} = q_0$ in gesamter Scheibe

$$\mu_{xy} = \frac{1}{G} \tau_{xy}$$

$$\gamma_{xy} = 0.00125$$

Aufgabe 1.c)

$$-f_x = \sigma_{xx,x} + \sigma_{xy,y}$$

$$-f_y = \sigma_{xy,x} + \sigma_{yy,y}$$

$$f = \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \end{bmatrix} = -140 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \begin{bmatrix} \frac{\pi}{l_1} \cos \frac{\pi x}{l_1} + \frac{\pi}{\sqrt{3} l_2} \cos \frac{\pi y}{l_2} \\ \frac{\pi}{2\sqrt{3} l_1} \cos \frac{\pi x}{l_1} + \frac{\pi}{l_2} \cos \frac{\pi y}{l_2} \end{bmatrix}$$

Aufgabe 1.d)

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2}$$

$$= 140 \sqrt{\sin^2 \frac{\pi x}{l_1} + \sin^2 \frac{\pi y}{l_2} - \sin \frac{\pi x}{l_1} \sin \frac{\pi y}{l_2} + \cancel{3 \cdot \frac{1}{3}} \left(\frac{1}{4} \sin^2 \frac{\pi x}{l_1} + \sin \frac{\pi x}{l_1} \sin \frac{\pi y}{l_2} + \sin^2 \frac{\pi y}{l_2} \right)}$$

$$= 140 \sqrt{\frac{5}{4} \sin^2 \frac{\pi x}{l_1} + 2 \sin^2 \frac{\pi y}{l_2}}$$

heben sich weg

Term wird maximal bei $x = \frac{l_1}{2}$ und $y = \frac{l_2}{2}$

$$\sigma_v \left(\frac{l_1}{2}, \frac{l_2}{2} \right) = 252.39 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} > \sigma_{zul}$$

Antwort: nicht zulässig, weil $\sigma_v > \sigma_{zul}$
im Mittelpunkt der Scheibe

Aufgabe 2

Aufgabe 2.a)

$$I_{zz} = \frac{\pi R^4}{4} + a^2 \pi R^2 - \left(\frac{\pi r^4}{4} + \left(a + \frac{1}{2} R \right)^2 r^2 \pi \right)$$

Aufgabe 2.b)

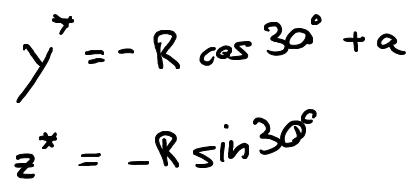
$$\sigma_x = \frac{\tilde{N}}{A} + \frac{M_y}{I_{yy}} \cdot z - \frac{M_z}{I_{zz}} \cdot y \stackrel{!}{=} 0$$

$$M_y = M \cos \beta$$

$$M_z = -M \sin \beta$$

$$z(y) = - \frac{I_{xy}}{I_{zz}} \tan \beta \cdot y$$

1



$$z^* = -\frac{1}{2}R$$

Aufgabe 2.d)

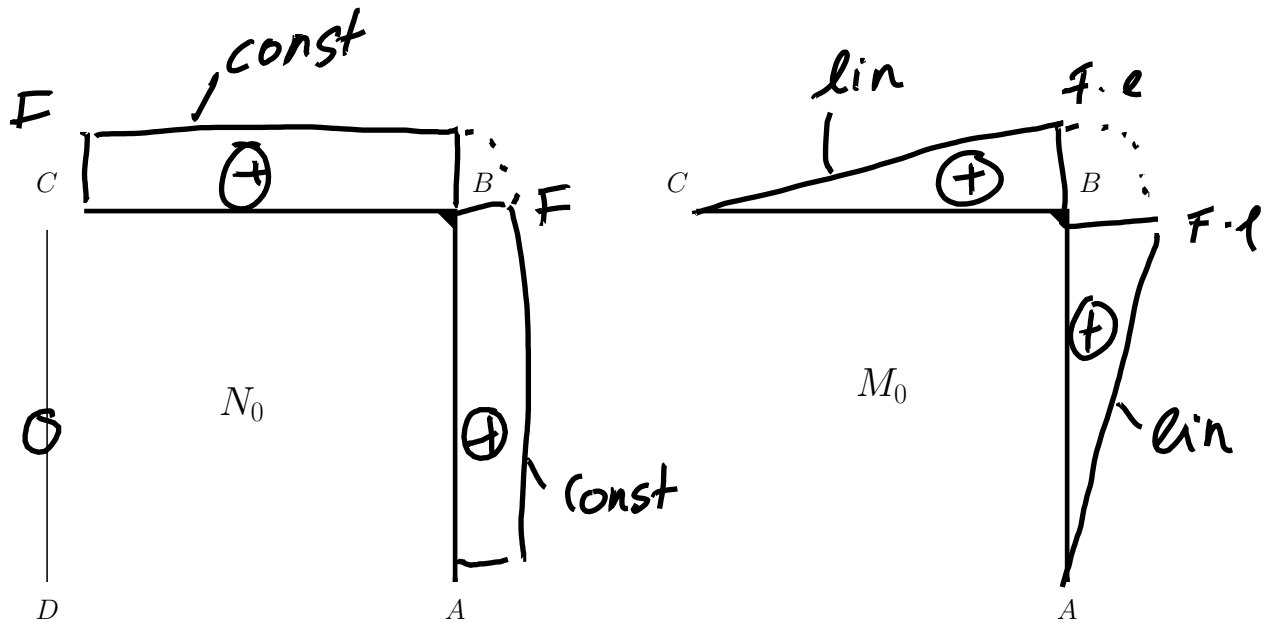
|

$$N_{\min} = -\sigma_x(y^*, z^*) \cdot A$$

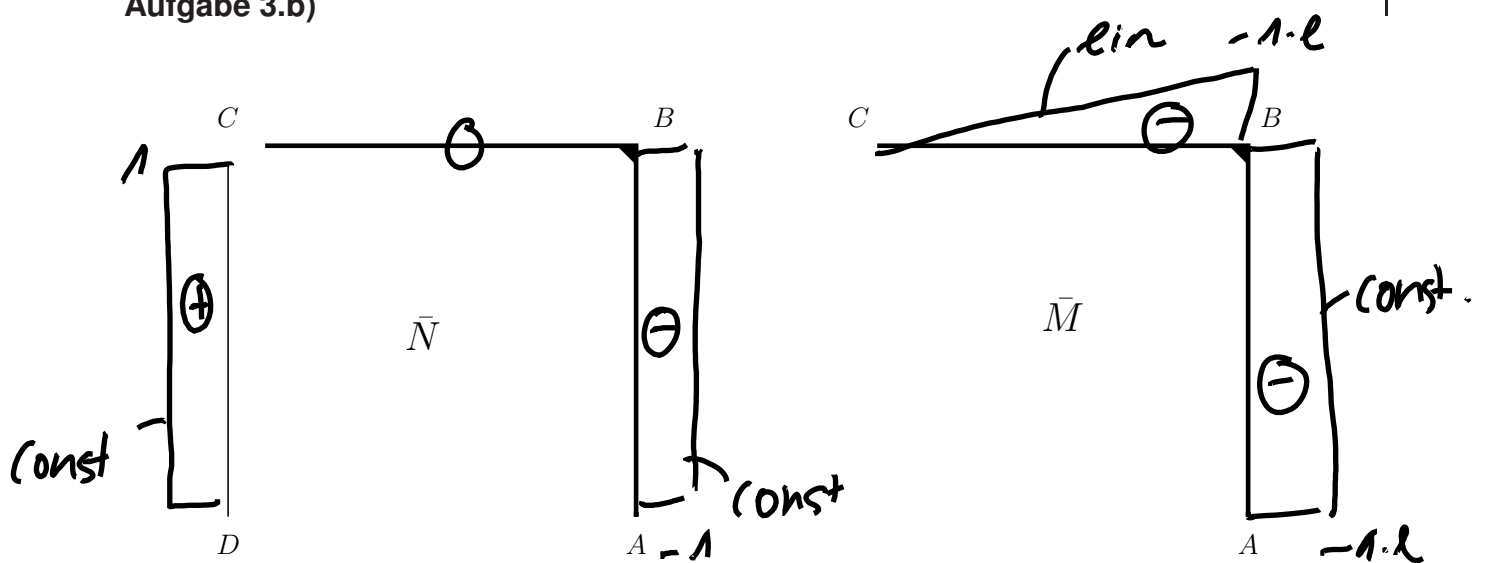
$$N_{\min} = - \left[R^2 \pi - r^2 \pi \right] \left[\frac{\mu \cos \beta z^*}{I_{yy}} + \frac{\mu \sin \beta y^*}{I_{zz}} \right]$$

Aufgabe 3

Aufgabe 3.a)



Aufgabe 3.b)



Aufgabe 3.c)

$$\delta_{10} = \underbrace{\frac{l}{EA} F \cdot (-1)}_{\text{Normalkräfte}} + \underbrace{\frac{l}{EI} \frac{1}{3} F l (-1e) + \frac{l}{EI} \frac{1}{2} F l (-1e)}_{\text{Momente}}$$

$$\delta_{10} = -\frac{Fl}{EA} + \frac{Fl^3}{EI} \left(-\frac{5}{6}\right)$$

Aufgabe 3.d)

$$\delta_{11} = \underbrace{\frac{l}{EA} (1 \cdot 1 + 1 \cdot 1)}_{\text{"N"}} + \underbrace{\frac{l}{EI} \left(\frac{1}{3} l^2 + l^2\right)}_{\text{"M"}}$$

$$\delta_{11} = \frac{2l}{EA} + \frac{4}{3} \frac{l^3}{EI}$$

Aufgabe 3.e)

|

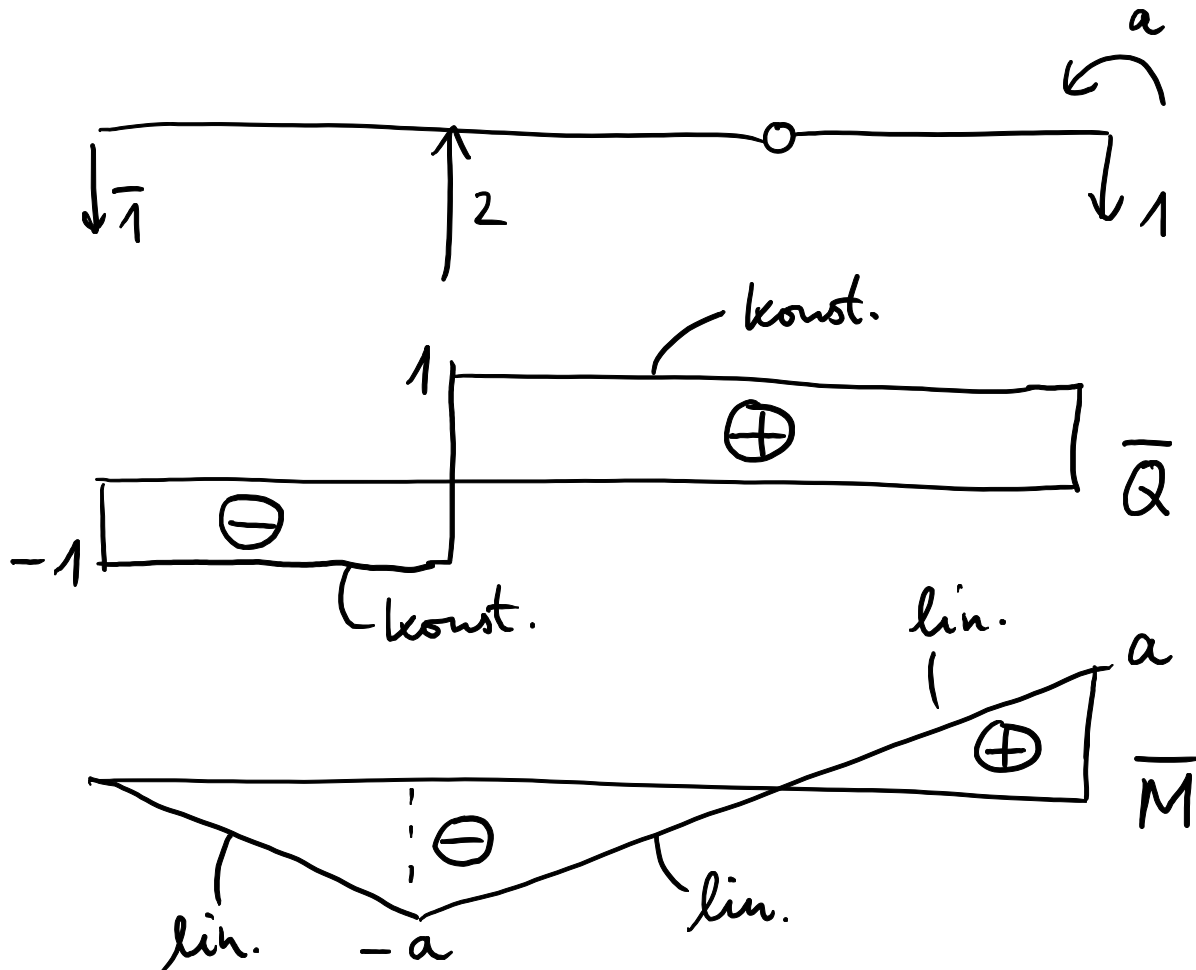
- C 0745 ist $\rightarrow$ äußere Arbeit von F ist 0
- $\rightarrow$ Formänderungsenergie ist 0
- $\rightarrow$ Rahmen unbelastet

$$\hat{S}_{CD} = F$$

Aufgabe 4

Aufgabe 4.a)

Einheitszustand:



Arbeitssatz der Statik:

$$\begin{aligned} 1 \cdot w_A &= \int \bar{M} \cdot \frac{M}{EI} dx = \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} \cdot q_0 a^2 \cdot (-a) \cdot a + \right. \\ &\quad \left. + \frac{5}{12} q_0 a^2 \cdot (-a) \cdot a + \frac{1}{3} \cdot (-2q_0 a^2) \cdot a \cdot a \right) \end{aligned}$$

$$w_A = - \frac{19 q_0 a^4}{12 EI}$$

Aufgabe 4.b)

statische und kinematische Rand- und Übergangsbedingungen:

1) $M_1(x_1=0) = q_0 a^2$

7) $M_2(x_2=a) = 0$

2) $Q_1(x_1=0) = 0$

8) $Q_3(x_3=0) = Q_2(x_2=a)$

3) $w_1(x_1=a) = 0$

9) $w_3(x_3=0) = w_2(x_2=a)$

4) $M_2(x_2=0) = M_1(x_1=a)$

10) $M_3(x_3=0) = 0$

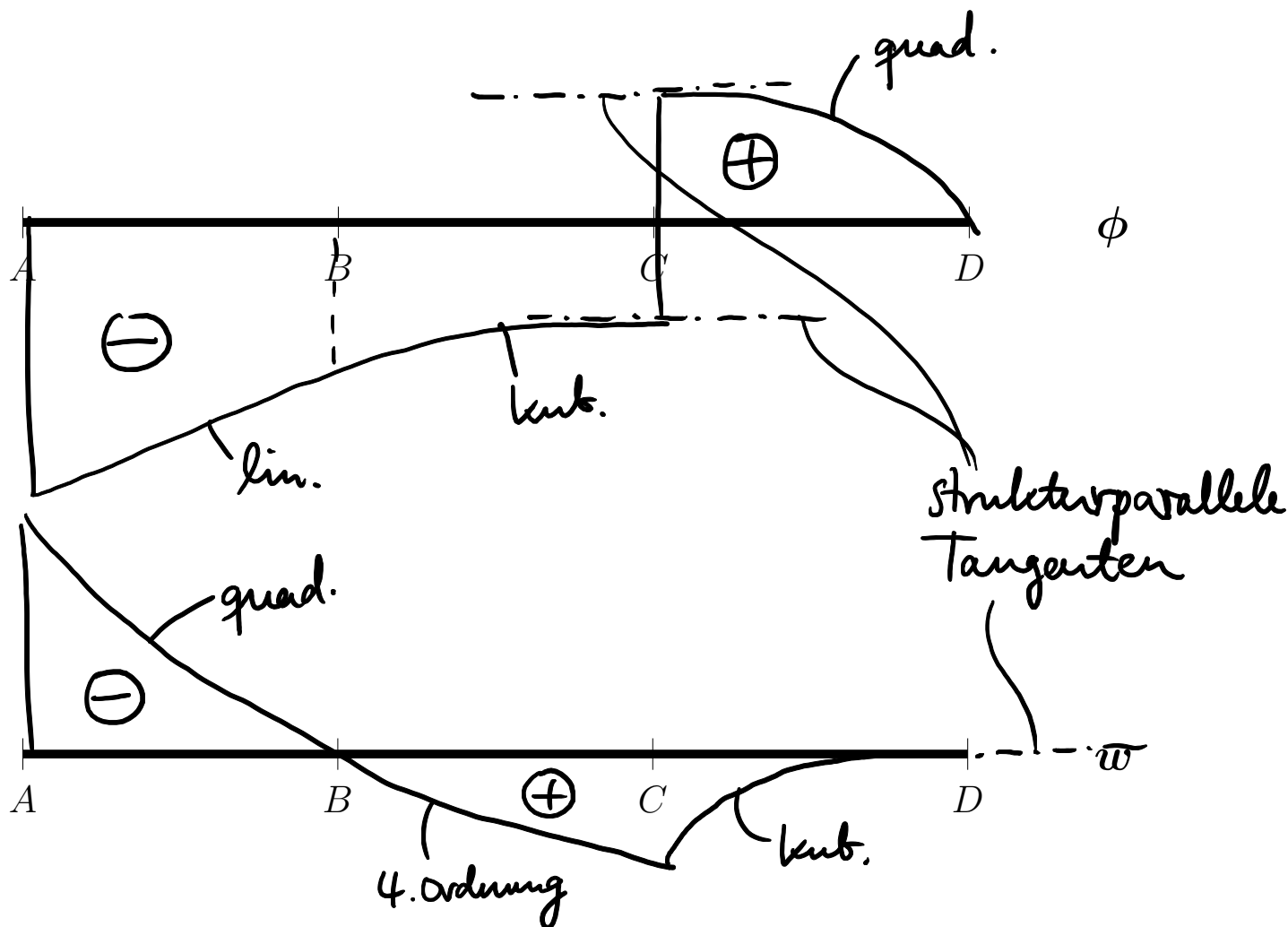
5) $\phi_2(x_2=0) = \phi_1(x_1=a)$

11) $\phi_3(x_3=a) = 0$

6) $w_2(x_2=0)$

12) $w_3(x_3=a) = 0$

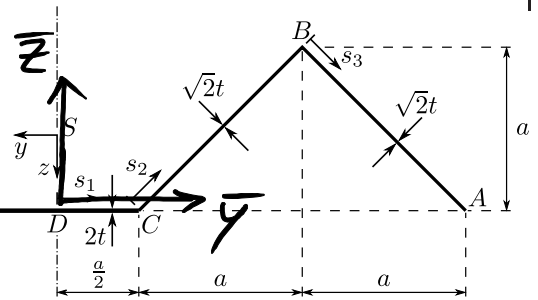
Aufgabe 4.c)



Aufgabe 5

Aufgabe 5.a)

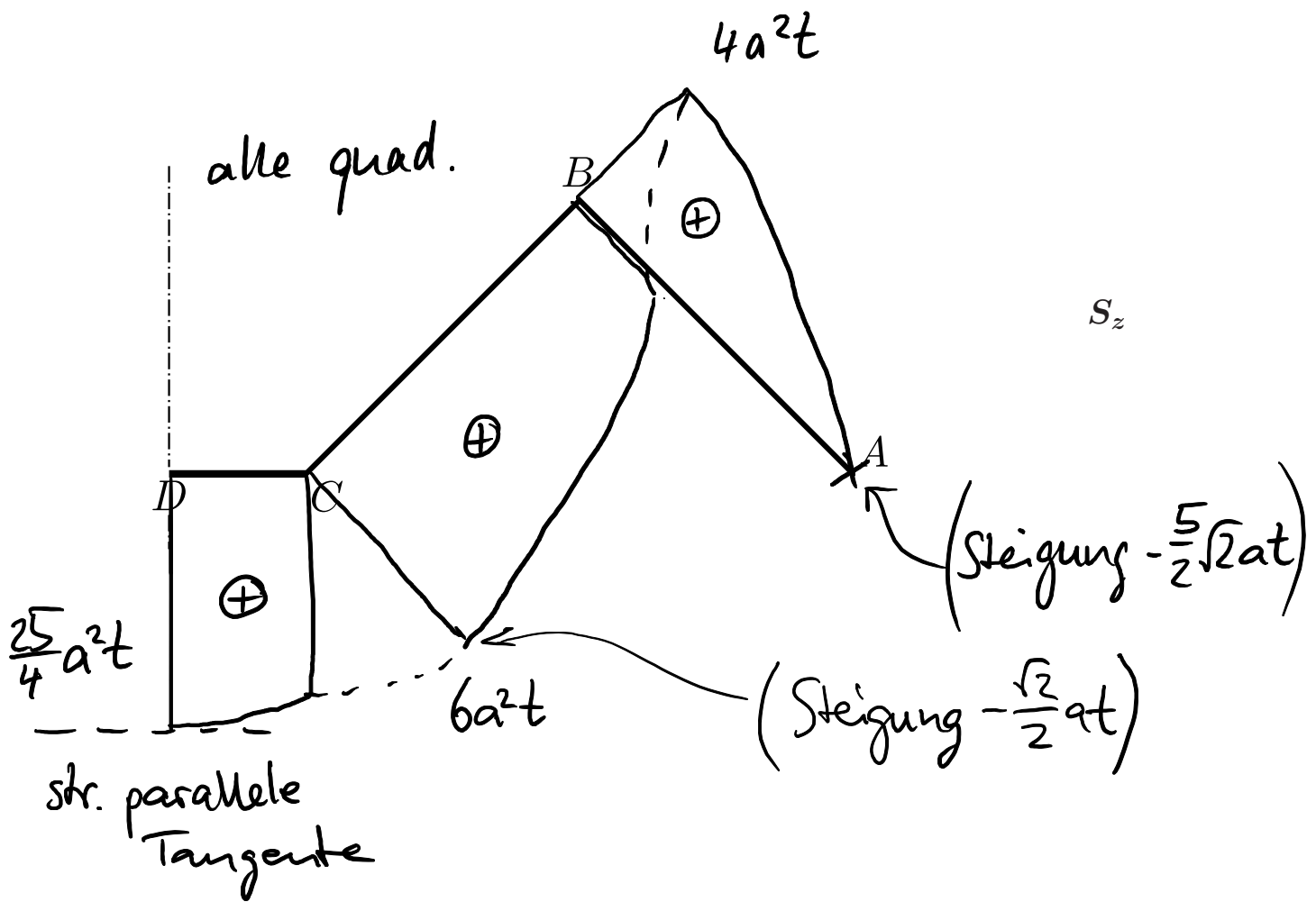
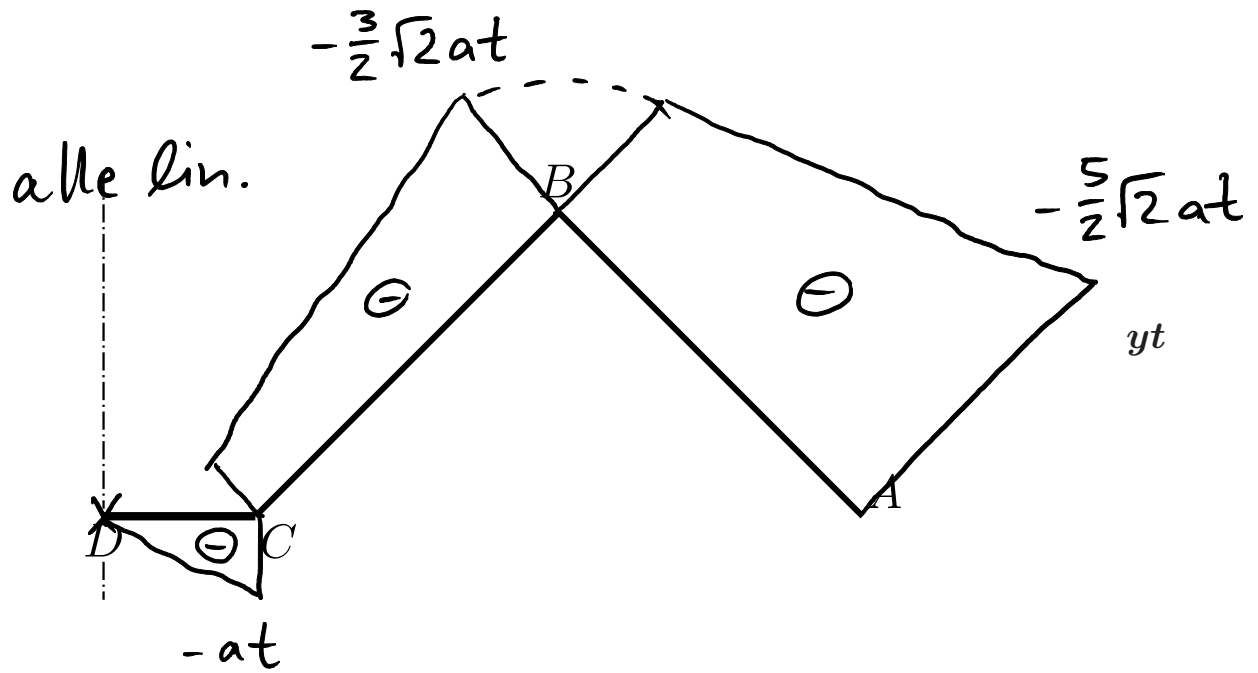
$$\overline{DS} = \frac{\sum_i \overline{z}_{s_i} \cdot A_i}{\sum_i A_i}$$



$$\overline{DS} = \frac{0 + 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot \sqrt{2}a \cdot \sqrt{2}t}{a \cdot 2t + 4 \cdot \sqrt{2}a \cdot \sqrt{2}t} \quad \left(= \frac{2}{5}a \right)$$

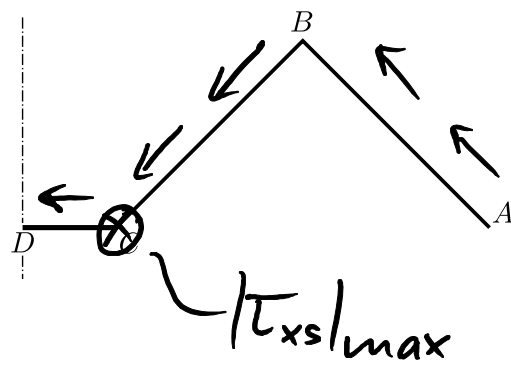
Aufgabe 5.b)

|



Aufgabe 5.c)

|



Aufgabe 6

Aufgabe 6.a)

$$I_T = \frac{4 \cdot A_m^2}{\oint \frac{1}{t} ds}$$

$$I_T = \frac{4 \cdot \left(r^2 + \frac{\pi r^2}{2}\right)^2}{\frac{1}{\sqrt{2}t} \cdot 2\sqrt{2}r + \frac{1}{t} \cdot \pi r} \quad (\approx 5,14 r^3 t)$$

Aufgabe 6.b)

$$M_T(x) = m_T l \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right)$$

$$\phi(x) = \underbrace{\phi(x=0)}_{=0} + \frac{1}{GI_T} \int_0^x m_T l \cdot \left(1 - \frac{\tilde{x}}{l}\right) d\tilde{x} = \frac{m_T l}{GI_T} \cdot \left[\tilde{x} - \frac{\tilde{x}^2}{2l}\right]_0^x =$$

$$\Phi(x) = \frac{m_T l}{GI_T} \cdot \left(x - \frac{x^2}{2l}\right)$$

Aufgabe 6.c)

$$x|_{\Phi'|_{\max}} = 0 \quad x|_{\Phi|_{\max}} = l \quad x|_{\tau|_{\max}} = 0$$

$|\tau|_{\max}$ tritt an der Stelle $x=0$ (da M_r maximal)
im Abschnitt des Halbkreises
(da Profildicke minimal)
auf:

$$|\tau|_{\max} = \frac{m_r l}{2 \cdot \left(r^2 + \frac{\pi r^2}{2} \right) \cdot t}$$