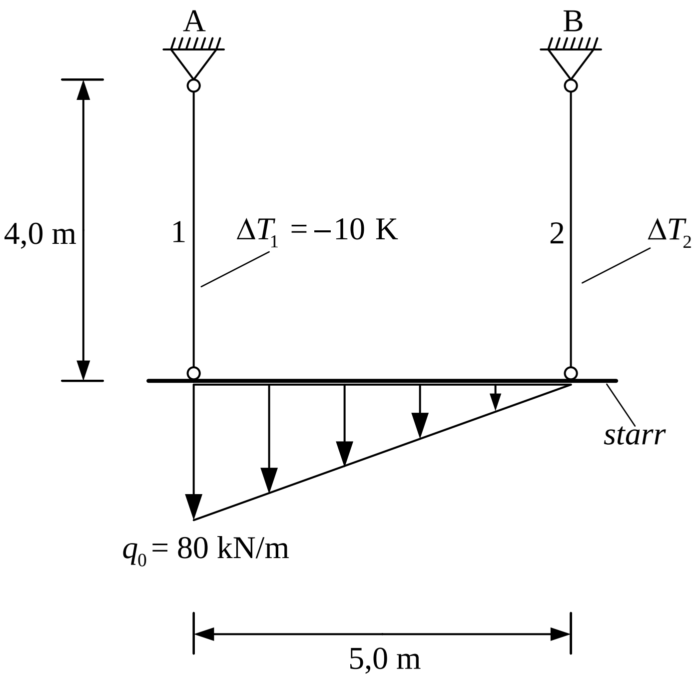
Aufgabe 1 (7 Punkte):

Ein starrer Balken ist an zwei parallelen Stäben aufgehängt und wird durch eine dreieckförmige Streckenlast q_0 belastet. Zusätzlich wirkt in beiden Stäben eine Temperaturlast ΔT .



Gegeben:

Stab $\boxed{1}$: $E_1 = 21000$ kN/cm^2

$A_1 = 24,5$ cm^2

$\alpha_{T,1} = 1,2 \cdot 10^{-5}$ K^{-1}

$\Delta T_1 = -10$ K

Stab $\boxed{2}$: $E_2 = 21000$ kN/cm^2

$A_2 = 44,5$ cm^2

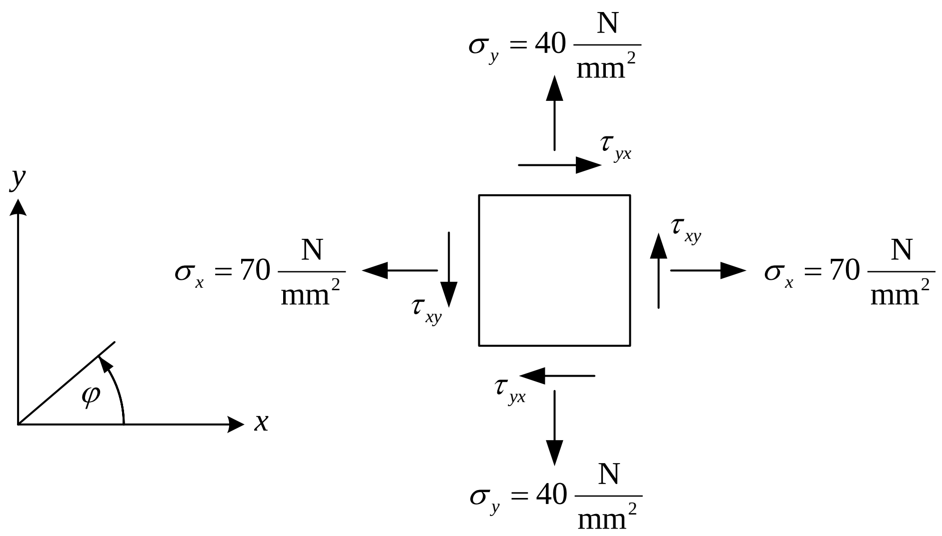
$\alpha_{T,2} = 1,2 \cdot 10^{-5}$ K^{-1}

a.) Bestimmen Sie die Normalkräfte N_1 und N_2 sowie die Normalspannungen σ_1 und σ_2 beider Stäbe.

b.) Bestimmen Sie die Temperaturlast ΔT_2 geradeso, dass der starre Balken horizontal ausgerichtet ist.

Aufgabe 2 (14 Punkte):

Für ein Element eines Bauteils ist der zweiachsige Spannungszustand dargestellt.



a.) Wie groß darf die Schubspannung t_{xy} bzw. t_{yx} <u>maximal</u> sein, damit die Vergleichsspannung nach der Gestaltsänderungsenergiehypothese einen zulässigen Wert von $\sigma_{zul} = 120$ N/mm^2 nicht übersteigt.

Nehmen Sie für die folgenden Aufgabenteile an, dass der in Aufgabenteil a.) berechnete Maximalwert der Spannung t_{xy} zusätzlich im Bauteil wirksam ist.

b.) Berechnen Sie die beiden Dehnungen e_x und e_y des vorliegenden ebenen Spannungszustandes. Verwenden Sie hierbei $E = 210000$ N/mm^2 und $v = 0{,}3$.

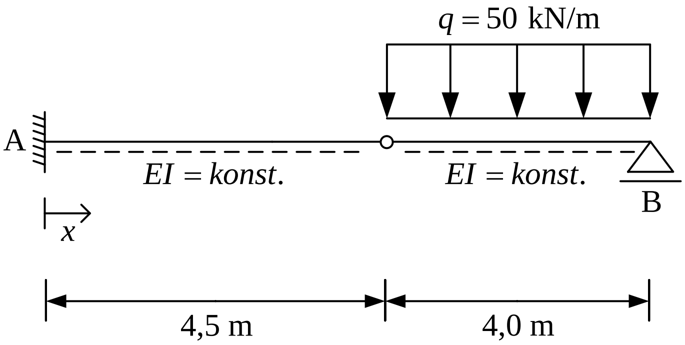
c.) Ermitteln Sie die Hauptnormalspannungen s_1 und s_2 sowie die Schnitte, in denen sie wirken.

d.) Bestimmen Sie die maximalen Schubspannungen $t_{\max}$ und die Mittelspannung s_M. Berechnen Sie hierzu auch die zugehörigen Richtungen.

e.) Kontrollieren Sie ihre Ergebnisse mit Hilfe des MOHRschen Spannungskreises. Geben Sie dabei alle relevanten Komponenten an.

Aufgabe 3 (20 Punkte):

Das dargestellte statische System wird durch eine konstante Streckenlast q belastet.

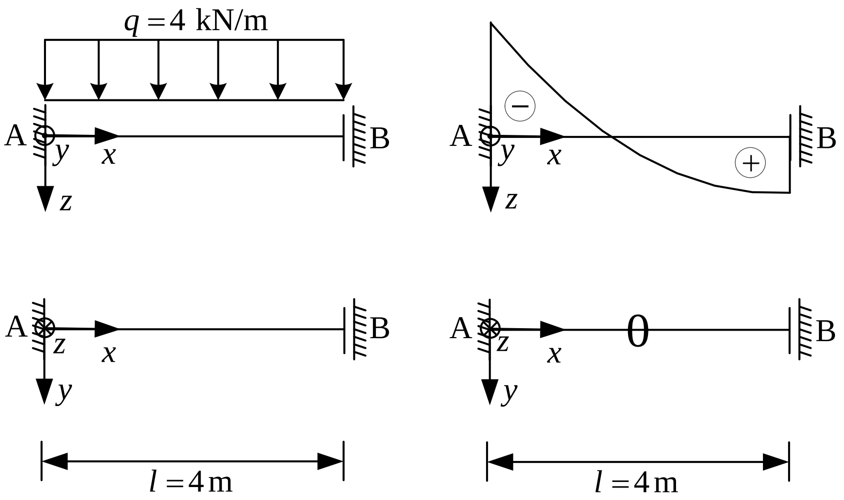


a.) Ermitteln Sie den Biegemomentenverlauf $M(x)$ und die Biegelinie $w(x)$.

b.) Bestimmen Sie die die Verdrehung j_B am Auflager B.

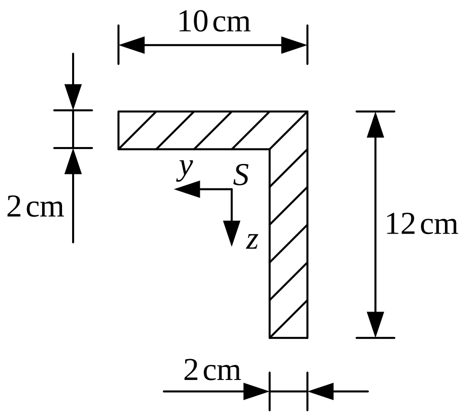
Aufgabe 4 (23 Punkte):

Gegeben ist der nachfolgend dargestellte Träger. Dieser wird durch eine konstante Streckenlast q belastet und soll den unten abgebildeten L-förmigen Querschnitt besitzen. Die Wirkungslinie der Kraft verläuft durch den Flächenschwerpunkt S. Für den vorhandenen Lastfall sind die Biegemomentenverläufe bereits unten angegeben und sollen für die folgende Aufgabenbearbeitung verwendet werden.



$$M_y(x) = -\frac{1}{2}qx^2 + ql\left(x - \frac{1}{3}l\right)$$

$$M_z(x) = 0$$



Gegeben:

$E = konst. = 21000 \text{ kN/cm}^2$

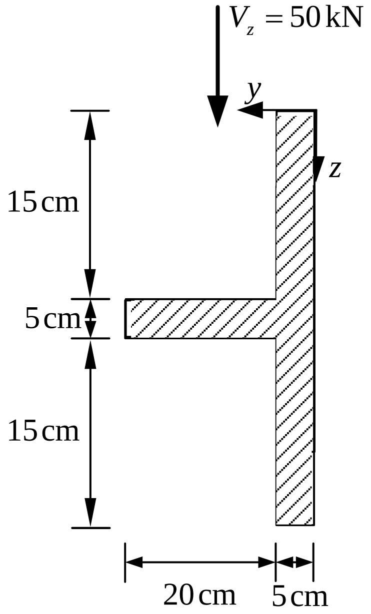
a.) Bestimmen Sie den Schwerpunkt S und die Flächenträgheitsmomente I_y, I_z und I_{yz} des dargestellten L-förmigen Querschnitts .

b.) Berechnen Sie die betragsmäßig maximale Biegespannung $s_{B,\max}$ im Tragwerk.

c.) Ermitteln Sie den Durchbiegungsverlauf $w(x)$ in z-Richtung und berechnen Sie anschließend die Absenkung w_B des Punktes B in z-Richtung.

Aufgabe 5 (15 Punkte):

Gegeben ist der dargestellte Querschnitt unter der Querkraftbeanspruchung V_z.



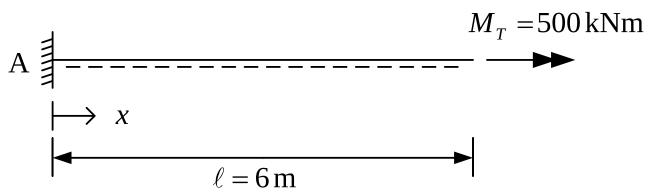
a.) Bestimmen Sie den Schwerpunkt S und das Flächenträgheitsmoment I_y des dargestellten Querschnitts.

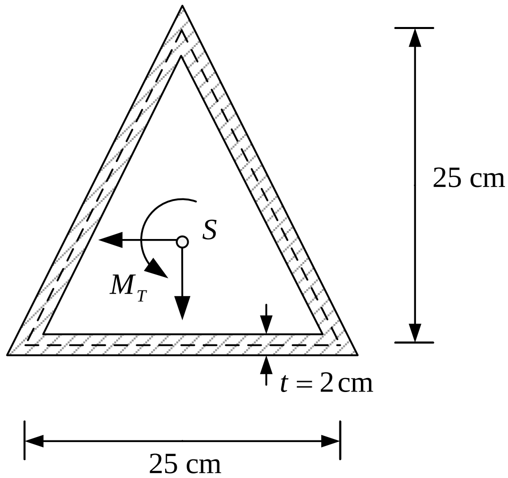
b.) Skizzieren Sie den Schubspannungsverlauf im Querschnitt.

c.) Unterteilen Sie den Querschnitt in geeignete Teilelemente und berechnen Sie hierfür jeweils die maßgebenden Beträge des Schubflusses. Stellen Sie anschließend den Schubflussverlauf grafisch dar.

Aufgabe 6 (7 Punkte):

Der dargestellte Kragarm mit einem dreieckförmigen Hohlquerschnitt wird an seinem Ende durch ein Torsionsmoment M_T belastet.





Gegeben:

$G = konst. = 8000\ \mathrm{kN/cm^2}$

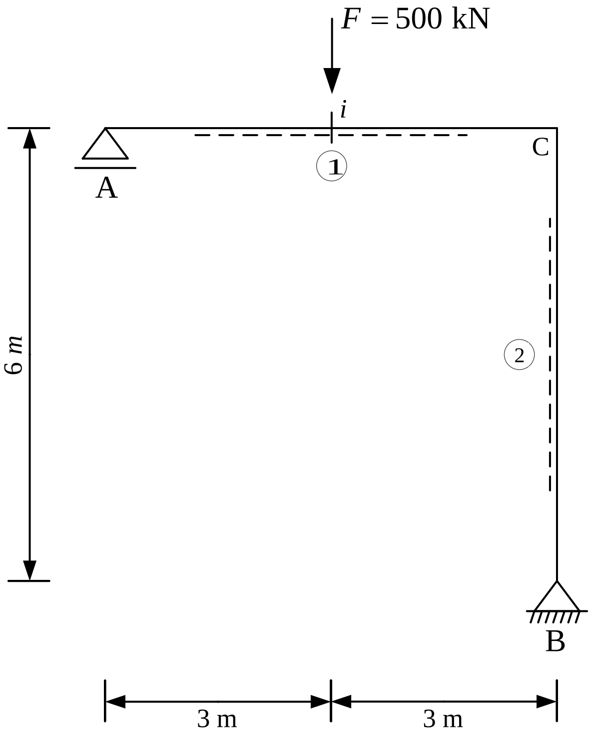
a.) Bestimmen Sie das Torsionsträgheitsmoment I_T des dargestellten Hohlquerschnitts.

b.) Berechnen Sie die maximale Schubspannung $t_{\max}$ im Querschnitt infolge der wirkenden Torsion.

c.) Ermitteln Sie die Verdrehung j_l am Balkenende.

Aufgabe 7 (14 Punkte):

Gegeben ist das unten dargestellte statische System, welches im Punkt i durch eine vertikale Kraft F belastet wird.



Für beide Stäbe:

$EI = konst. = 25000\ \text{kNm}^2$

$EA = konst. = 200000\ \text{kN}$

a.) Bestimmen Sie unter Verwendung des Arbeitssatzes die vertikale Verschiebung v_i des Punktes i in Balkenmitte.

b.) Ermitteln Sie unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Kräfte (PvK) die Verdrehung j_C des Punktes C.