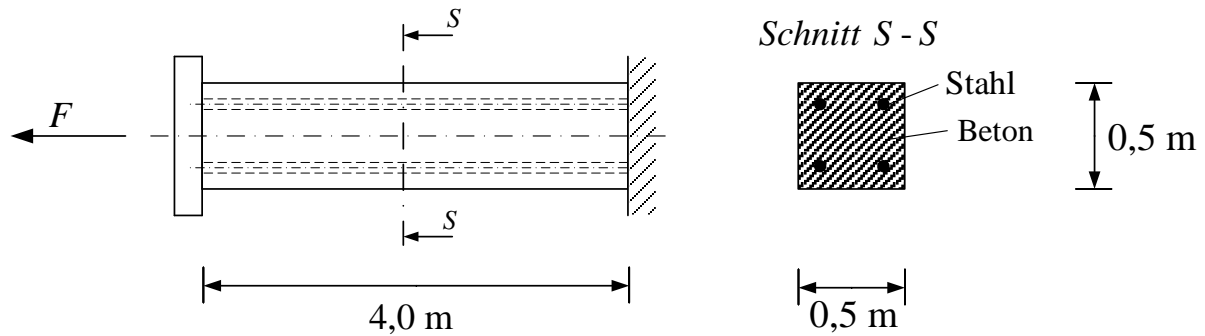


**Aufgabe 1 (9 Punkte):**

Ein Betonstab mit quadratischem Querschnitt wird durch eine Bewehrung aus vier Rundstählen ( $\varnothing 50 \text{ mm}$ ) verstärkt und soll am Ende durch eine äußere Kraft  $F$  belastet werden.

Gegeben:

Elastizitätsmodul für Stahl:  $E_{St} = 2,1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$

Elastizitätsmodul für Beton:  $E_B = 3,1 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$

zulässige Spannung (Beton):  $\sigma_{zul} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$

Beachte:

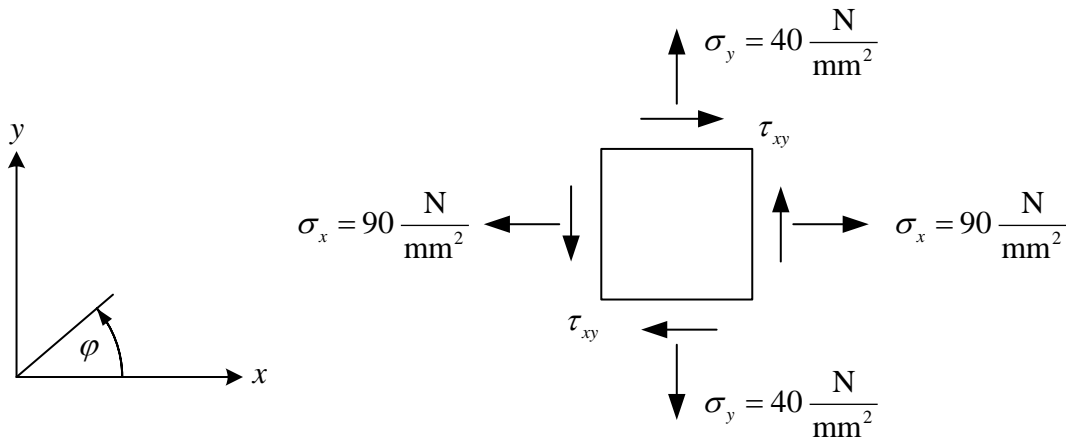
$$\varepsilon_{St} = \varepsilon_B \text{ (gleiche Dehnung)}$$

$$F = N_{St} + N_B$$

- Ermitteln Sie, welche Normalkraft  $N_B$  im Beton wirkt, wenn gerade die zulässige Spannung  $\sigma_{zul}$  erreicht wird. Wie groß ist dann gerade die Normalkraft  $N_{St}$  im Stahl?
- Bestimmen Sie auch die wirkende Zugkraft  $F$  für den in Aufgabenteil a.) ermittelten Zustand?
- Um welchen Betrag  $\Delta l$  längt sich der Stahl-Beton-Stab unter Einwirkung, der in Aufgabenteil b.) berechneten Zugkraft  $F$ .

**Aufgabe 2 (14 Punkte):**

Für ein Element eines Bauteils ist der zweiachsige Spannungszustand dargestellt.



- a.) Wie groß darf die Schubspannung  $t_{xy}$  maximal sein, damit die Hauptspannung  $s_1$  einen zulässigen Wert von  $\sigma_{zul} = 130 \text{ N/mm}^2$  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.

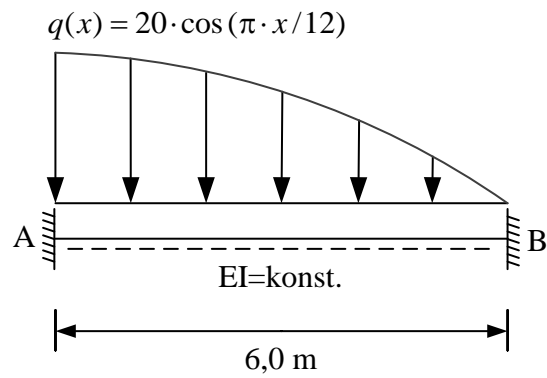
- b.) Ermitteln Sie auch die zugehörige Hauptnormalspannung  $s_2$  sowie die Schnitte, in der die beiden Hauptnormalspannungen wirken.
- c.) Berechnen Sie die beiden Hauptdehnungen  $e_1$  und  $e_2$  des vorliegenden ebenen Spannungszustandes. Verwenden Sie hierbei  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$  und  $\nu = 0,3$ .

Anmerkung: Nutzen Sie hierbei folgenden Zusammenhang:  $G = 0,5 \times E / (1 + \nu)$

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

**Aufgabe 3 (22 Punkte):**

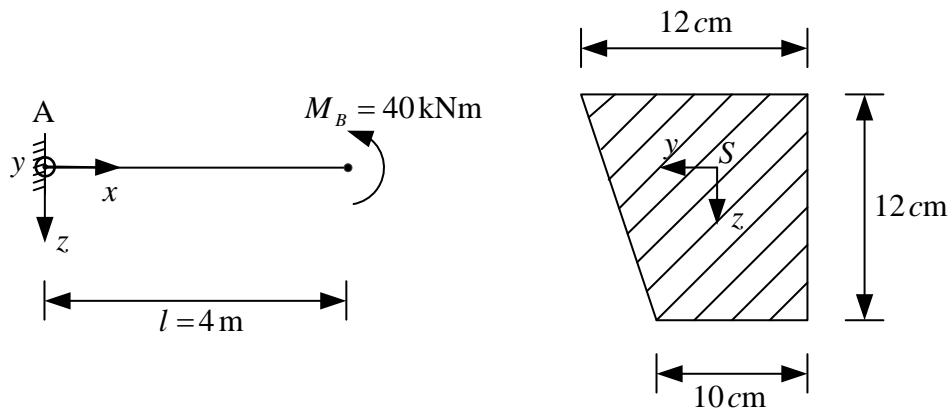
Das dargestellte statische System wird durch eine kosinusförmige Streckenlast  $q(x)$  belastet.



- Ermitteln Sie den Biegemomentenverlauf  $M(x)$  und die Biegelinie  $w(x)$ .
- Bestimmen Sie Ort  $x_{\max}$  und Betrag des maximalen Feldmoments  $M_{\max}$ .

**Aufgabe 4 (21 Punkte):**

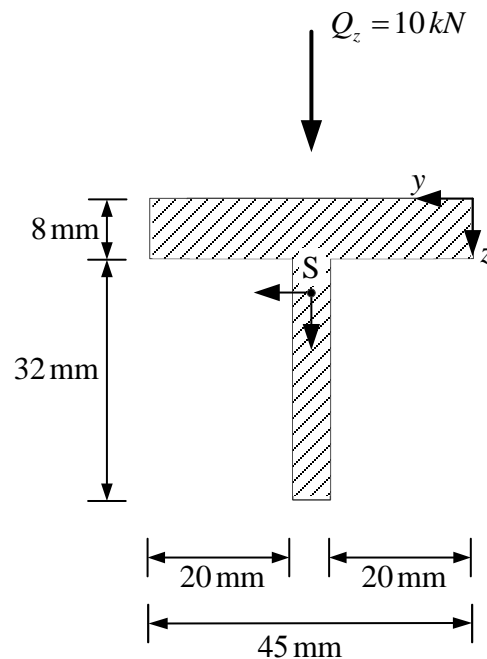
Gegeben ist der nachfolgend dargestellte Träger. Dieser wird an seinem Ende durch ein Einzelmoment  $M_B$  belastet und soll den unten abgebildeten trapezförmigen Querschnitt besitzen.



- Bestimmen Sie den Schwerpunkt  $S$  und die Flächenträgheitsmomente  $I_y$ ,  $I_z$  und  $I_{yz}$  des dargestellten trapezförmigen Querschnitts.
- Berechnen Sie die betragsmäßig maximale Biegespannung  $\sigma_{B,\max}$  im Tragwerk.
- Stellen Sie die zugehörige Gleichung für die Spannungsnulllinie auf.

**Aufgabe 5 (10 Punkte):**

Gegeben ist der dargestellte Querschnitt unter einer Querkraftbeanspruchung  $Q_z$ .



Gegeben:

Schwerpunkt des Querschnitts:

$$S = (y_s = 22.5 \text{ mm}, z_s = 10.15 \text{ mm})$$

Flächenträgheitsmoment des Querschnitts:

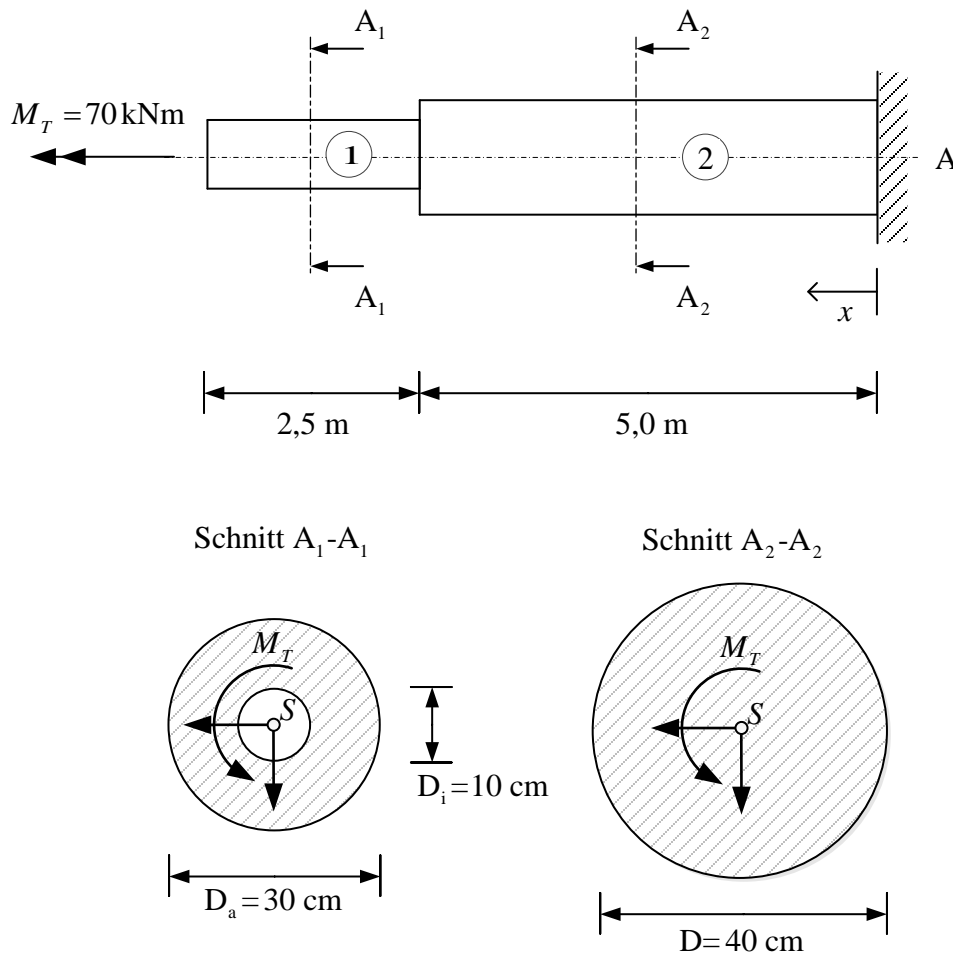
$$I_y = 59881 \text{ mm}^4$$

Beachten Sie bei der Bearbeitung der Aufgabenteile, dass der Schwerpunkt  $S$  und das Flächenträgheitsmoment  $I_y$  bereits vorgegeben sind und nicht mehr berechnet werden sollen!

- Skizzieren Sie den Schubspannungsverlauf im Querschnitt.
- 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 (10 Punkte):**

Der dargestellte einseitig eingespannte Drillstab besteht aus zwei Abschnitten unterschiedlichen Querschnitts. Stab 1 besteht hierbei aus einem dickwandigen Kreisringquerschnitt und Stab 2 aus einem Vollkreisquerschnitt. Am Stabende soll ein Torsionsmoment  $M_T$  wirken.



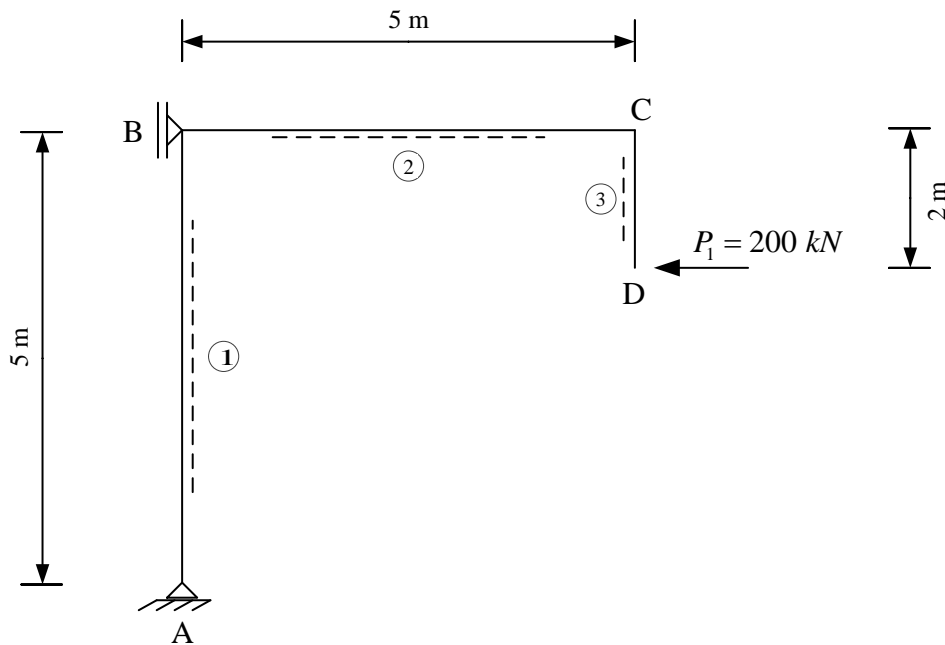
Für beide Abschnitte gilt:

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

- Bestimmen Sie die Torsionsträgheitsmomente  $I_{T,1}$  und  $I_{T,2}$  der beiden dargestellten Querschnitte.
- Berechnen Sie die maximalen Schubspannungen  $t_{\max,1}$  und  $t_{\max,2}$  für beide Querschnitte infolge der wirkenden Torsion.
- Ermitteln Sie die zugehörige Verdrehung  $j_l$  am Balkenende bei  $x = 7,5 \text{ m}$ .

**Aufgabe 7 (14 Punkte):**

Gegeben ist das unten dargestellte statische System, welches im Punkt D durch eine horizontale Kraft  $P_1$  belastet wird.



Für alle Stäbe:

$$EI = \text{konst.} = 30000 \text{ kNm}^2$$

$$EA = \text{konst.} = 100000 \text{ kN}$$

- Bestimmen Sie unter Verwendung des Arbeitssatzes die horizontale Verschiebung  $u_D$  im Punkt D.
- Ermitteln Sie unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Kräfte (PvK) die vertikale Verschiebung  $w_D$  im Punkt D.