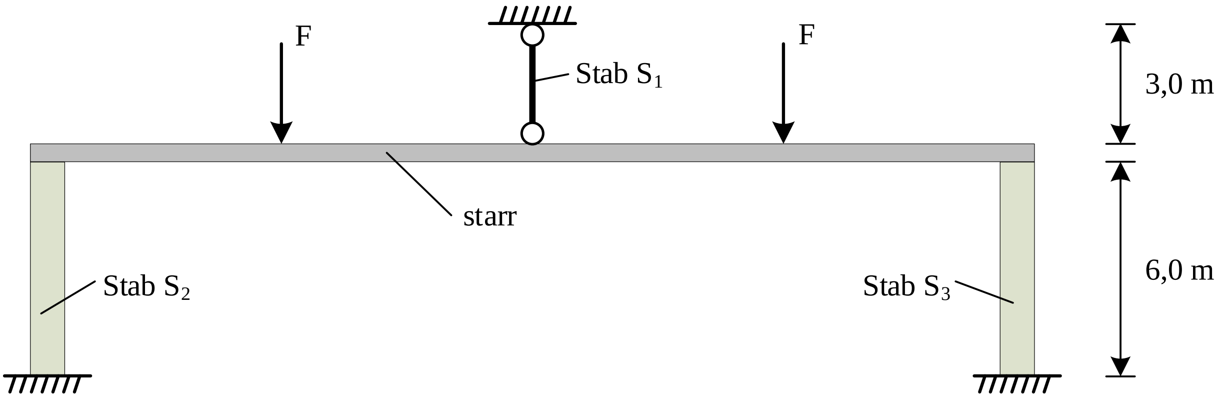
Aufgabe 1 (10 Punkte):

Gegeben ist ein symmetrisch belasteter starrer Träger, der an den Rändern auf den Stützen S_2 und S_3 liegt. Zusätzlich ist der Träger in der Mitte an dem Stahlseil S_1 aufgehängt.



Gegeben:

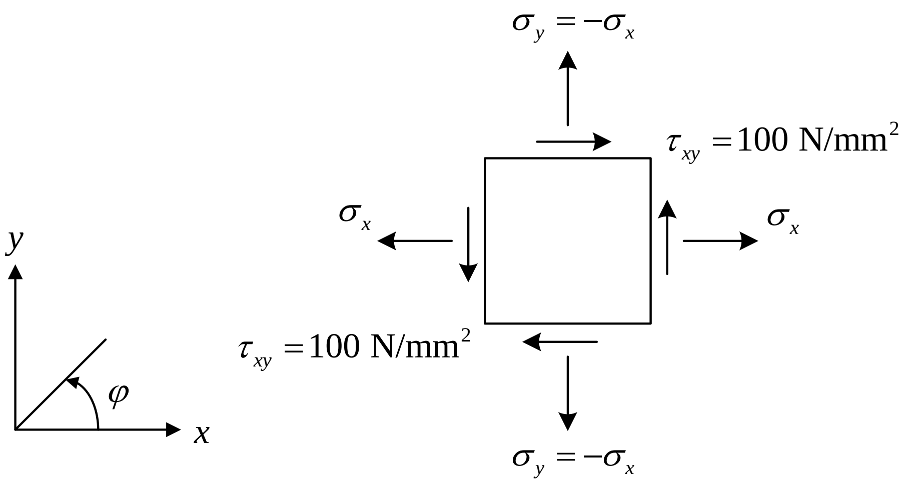
Belastung:	$F = 7000$ kN
Querschnittsflächen:	$A_1 = 200\ \text{cm}^2$
	$A_2 = A_3 = 1600\ \text{cm}^2$
Elastizitätsmoduln:	$E_1 = 2{,}1 \cdot 10^8\ \text{kN/m}^2$
	$E_2 = E_3 = 3 \cdot 10^7\ \text{kN/m}^2$
Temperaturausdehnungskoeffizient:	$\alpha_{T,1} = 1{,}2 \cdot 10^{-5} K^{-1}$

a.) Ermitteln Sie die Stabkräfte von S_1, S_2 und S_3. Geben Sie außerdem die Normalspannungen und die Längenänderungen der Stäbe an.

b.) Bestimmen Sie die Temperatur ΔT_1, um die Stab 1 erwärmt werden muss, damit alle Stäbe betragsmäßig die gleiche Normalkraft aufweisen.

Aufgabe 2 (14 Punkte):

Für ein Element eines Bauteils ist der zweiachsige Spannungszustand dargestellt.



a.) Wie groß darf die Normalspannung σ_x <u>maximal</u> sein, damit die Hauptspannung s_1 einen zulässigen Wert von $\sigma_{zul} = 235\ \text{N/mm}^2$ nicht übersteigt.

Nehmen Sie für die folgenden Aufgabenteile an, dass der in Aufgabenteil a.) berechnete Maximalwert der Spannung σ_x und die zugehörige Spannung σ_y zusätzlich im Bauteil wirksam ist.

b.) Ermitteln Sie auch die zugehörige Hauptnormalspannung s_2 sowie die Schnitte, in der die beiden Hauptnormalspannungen wirken.

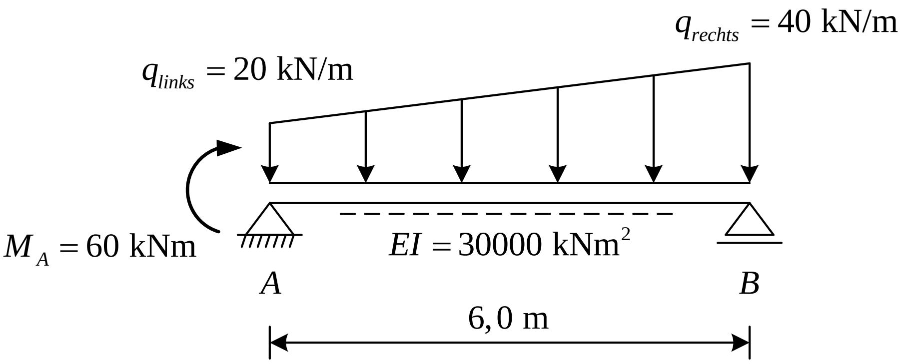
c.) Berechnen Sie die beiden Hauptdehnungen e_1 und e_2 des vorliegenden ebenen Spannungszustandes. Verwenden Sie hierbei $E = 210000\ \text{N/mm}^2$ und $v = 0{,}3$.

<u>Anmerkung:</u> Nutzen Sie hierbei folgenden Zusammenhang: $G = 0{,}5 \times E / (1 + n)$

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

Aufgabe 3 (20 Punkte):

Das dargestellte statische System wird durch eine trapezförmige Streckenlast $q(x)$ sowie ein Einzelmoment am Auflager A belastet.

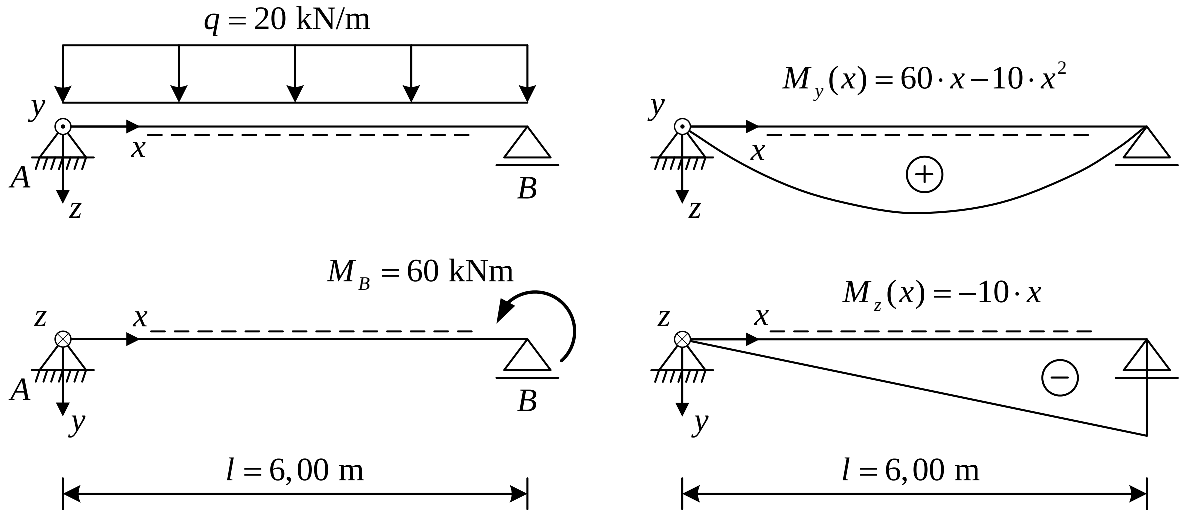


a.) Ermitteln Sie den Biegemomentenverlauf $M(x)$ und die Biegelinie $w(x)$.

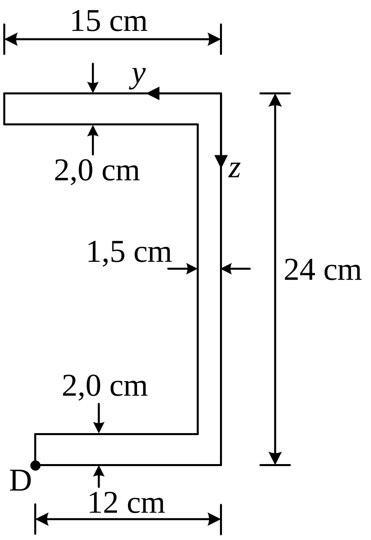
b.) Bestimmen Sie Ort $x_{\max}$ und Betrag des maximalen Biegemoments $M_{\max}$.

Aufgabe 4 (21 Punkte):

Gegeben ist der nachfolgend dargestellte Träger. Dieser wird durch eine konstante Streckenlast q in z-Richtung und ein Einzelmoment um die z-Achse belastet. Die Biegemomentenverläufe sind bereits angegeben und sollen für die folgende Aufgabenbearbeitung verwendet werden.



Querschnitt:



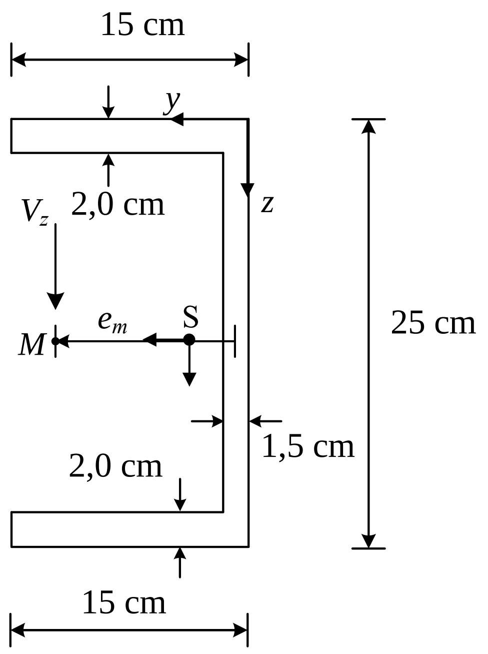
a.) Bestimmen Sie den Schwerpunkt S und die Flächenträgheitsmomente I_y, I_z und I_{yz} des dargestellten Querschnitts.

b.) Berechnen Sie in Feldmitte die Biegespannung σ_D im Punkt D des Querschnitts.

c.) Stellen Sie die zugehörige Gleichung für die Spannungsnulllinie auf.

Aufgabe 5 (11 Punkte):

Gegeben ist der dargestellte Querschnitt unter einer Querkraftbeanspruchung V_z.



Gegeben:

Schwerpunkt des Querschnitts:

$S = \left(\bar{z}_s = 12{,}5\text{ cm},\quad \bar{y}_s = 5{,}18\text{ cm}\right)$

Flächenträgheitsmoment des Querschnitts:

$I_y = 9112{,}63\text{ cm}^4$

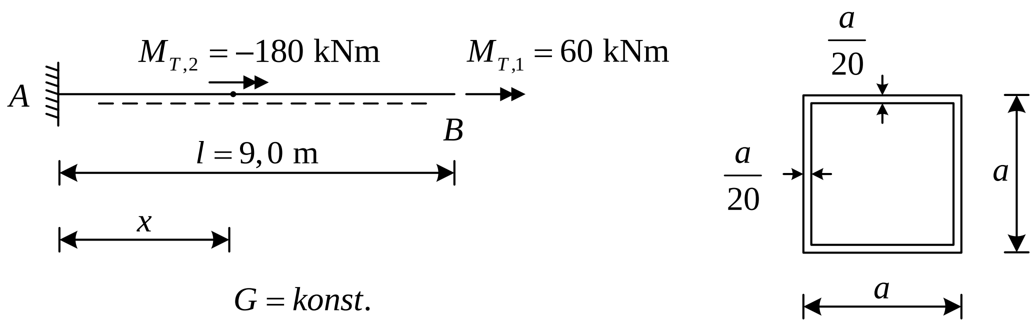
Beachten Sie bei der Bearbeitung der Aufgabenteile, dass der Schwerpunkt S und das Flächenträgheitsmoment I_y bereits vorgegeben sind und nicht mehr berechnet werden sollen!

a.) Skizzieren Sie den Schubspannungsverlauf im Querschnitt.

b.) Ermitteln Sie die Lage e_M des Schubmittelpunktes M.

Aufgabe 6 (9 Punkte):

Der dargestellte einseitig eingespannte Drillstab wird durch ein Torsionmoment $M_{T,1}$ am Stabende sowie ein Torsionsmoment $M_{T,2}$ im Abstand x vom Auflager A belastet. Als Querschnitt soll ein dünnwandiger quadratischer Hohlkastenquerschnitt verwendet werden.



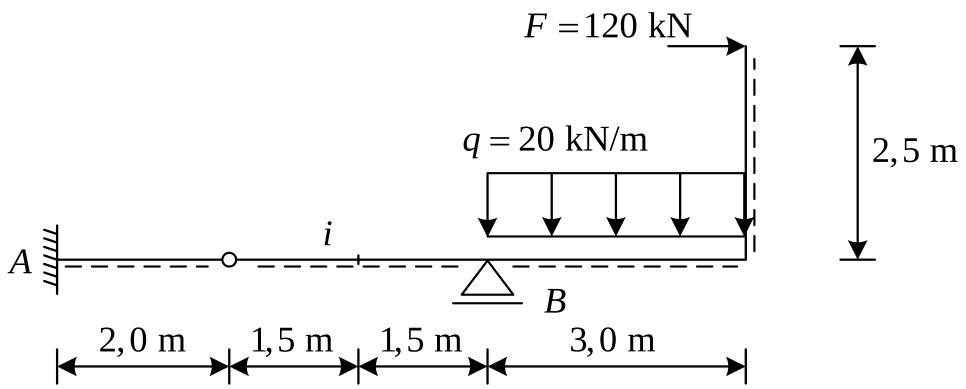
a.) Bestimmen Sie den Torsionsmomentenverlauf.

b.) Dimensionieren Sie den dargestellten Querschnitt für eine zulässige Schubspannung von $\tau_{\max} = 13$ kN/cm^2.

c.) Wie groß muss der Abstand x gewählt werden, damit der Verdrehwinkel φ_l am Stabende B Null wird?

Aufgabe 7 (15 Punkte):

Gegeben ist das unten dargestellte statische System, welches durch eine Gleichstreckenlast und eine Einzelkraft belastet wird.



a.) Bestimmen Sie unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen (PvV) das Biegemoment M_i im Punkt i.

b.) Bestimmen Sie unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen (PvV) die vertikale Auflagerkraft B_v.