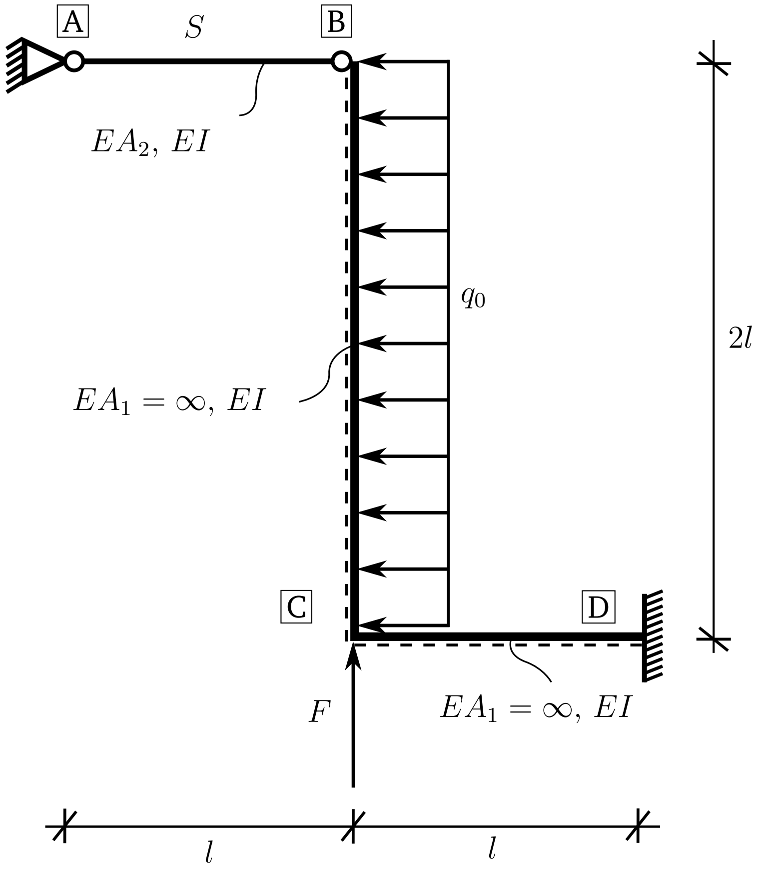
Aufgabe 1 [25 Punkte]



Der dargestellte dehn- und schubstarre Rahmen (Biegesteifigkeit EI) wird durch eine Gleichstreckenlast q_0 und eine Einzellast F belastet sowie von einem Stab (Dehnsteifigkeit EA_2, Biegesteifigkeit EI) gestützt.

a) Ermitteln Sie die Stabkraft S.

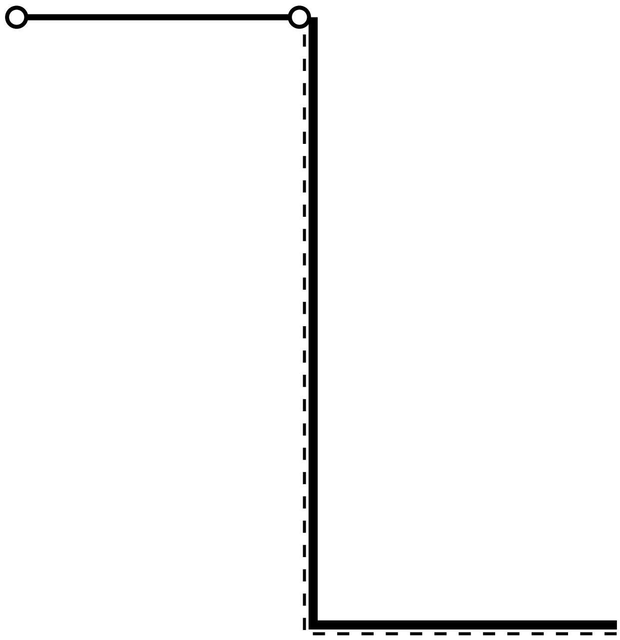
b) Zeichnen Sie die resultierende Normalkraft- und Momentenlinie in die Skizzen auf der nächsten Seite. Geben Sie für jeden Abschnitt die ausgezeichneten Werte an den Knoten $\boxed{A}$ bis $\boxed{D}$ mit Vorzeichen an. Kennzeichnen Sie darüber hinaus für jeden Abschnitt die Art des Verlaufs (konstant, linear, quadratisch,...). Wie groß ist das Biegemoment in der Mitte des vertikalen Balkenabschnitts?

c) Berechnen Sie die Längenänderung des Stabes.

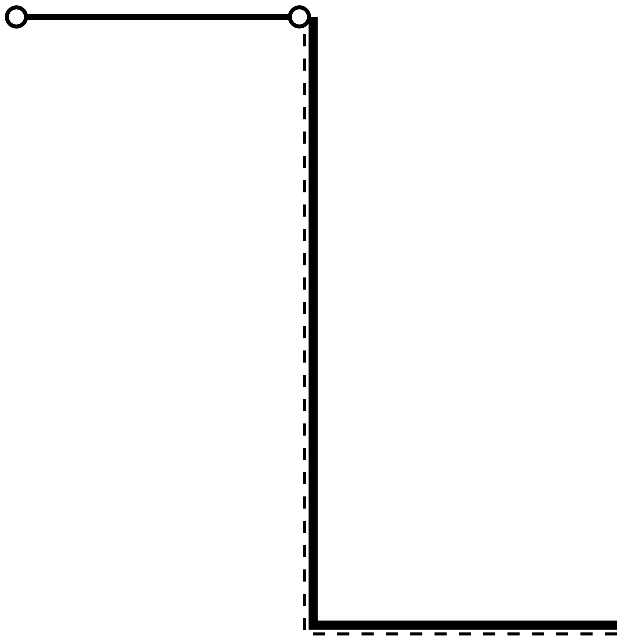
Gegeben: l, q_0, $F = q_0 l$, EI, $EA_2 = \dfrac{3EI}{10l^2}$, $EA_1 = \infty$, $GA_S = \infty$

Zu Teilaufgabe b)

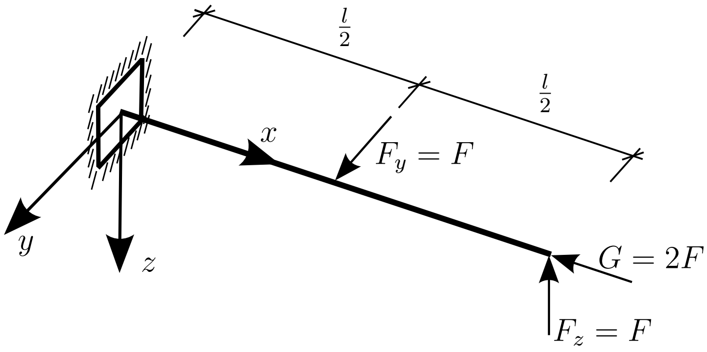
Normalkraftverlauf:

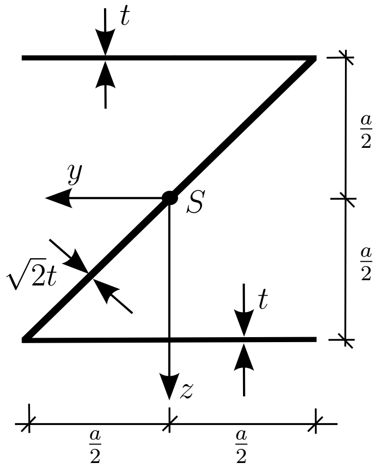


Momentenverlauf:



Aufgabe 2 [12 Punkte]





Das einseitig eingespannte Z-Profil (Dicke der Flansche t, Dicke des diagonalen Stegs $\sqrt{2}t$ mit $t \ll a$) ist durch die drei Einzellasten $F_y = F$, $F_z = F$ und $G = 2F$ belastet. Alle Lasten greifen im Schwerpunkt des Profils an. Die Querschnittswerte I_y, I_z und I_{yz} des Profils sind gegeben.

a) Zeichnen Sie die Verläufe der Schnittgrößen M_y, M_z und N des Systems unter Angabe der ausgezeichneten Werte und deren Vorzeichen.

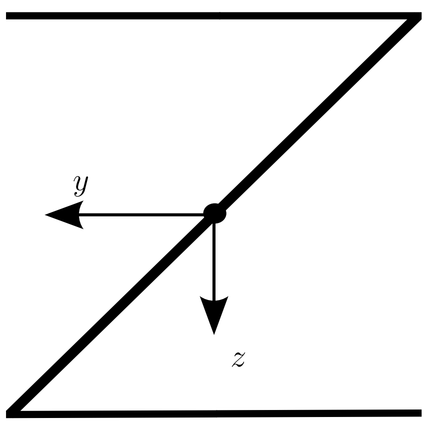
b) Geben Sie die Normalspannung $\sigma_x(x = 0, y, z)$ an der Einspannstelle in Abhängigkeit von den Koordinaten y und z an.

c) Bestimmen Sie die Spannungsnulllinie an der Einspannstelle unter Vernachlässigung des Normalkraftanteils und zeichnen Sie diese maßstäblich in das unten abgebildete Profil ein.

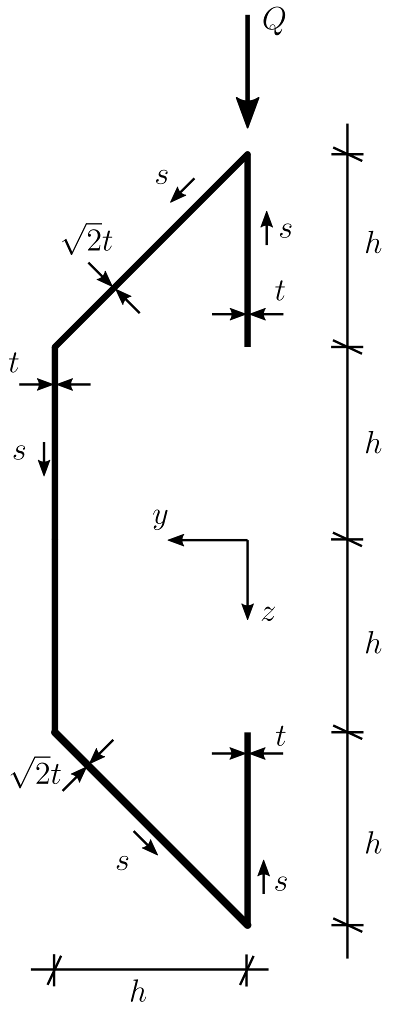
d) Bestimmen Sie weiterhin unter Vernachlässigung des Normalkraftanteils die betragsmäßig größte Spannung $|\sigma_x|_{\max}$ an der Einspannstelle.

Gegeben: l, a, t $(t \ll a)$, $F_y = F_z = F$, $G = 2F$, $I_y = \dfrac{2}{3}a^3t$, $I_z = \dfrac{1}{3}a^3t$, $I_{yz} = -\dfrac{1}{6}a^3t$

zu Aufgabenteil d) - Spannungsnulllinie:



Aufgabe 3 [13 Punkte]



Der abgebildete dünnwandige, offene Querschnitt wird durch die Querkraft Q belastet.

Zeichnen Sie den:

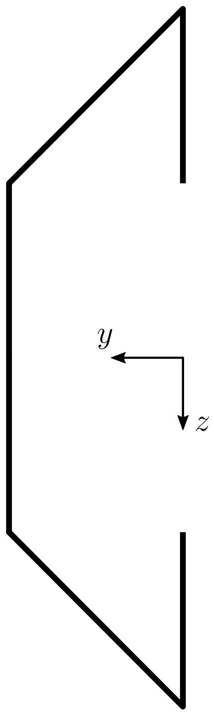
- $z \cdot t$ - Verlauf
- S_y - Verlauf
- τ - Verlauf (aus Querkraft)

in die entsprechenden Abbildungen auf der nächsten Seite ein und geben Sie ausgezeichnete Werte inklusive Vorzeichen sowie bei der Schubspannung τ (aus Querkraft) die Richtung an. Beachten Sie die vorgegebene Integrationsrichtung s!
Nehmen Sie das Flächenträgheitsmoment I_y hierbei als gegeben an.

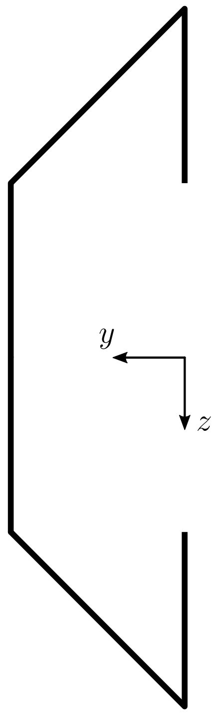
Hinweis: Es werden nur die Zeichnungen einschließlich der dort angegebenen Werte bewertet!

Gegeben: I_y, Q, h, t $(t \ll h)$

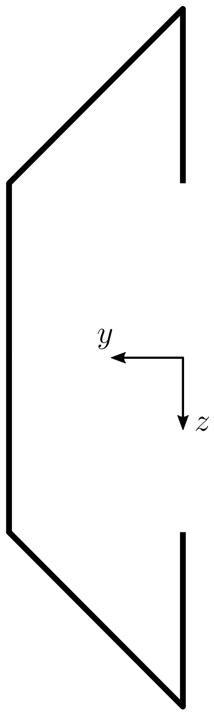
$z \cdot t$ - Verlauf:



S_y - Verlauf:



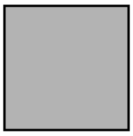
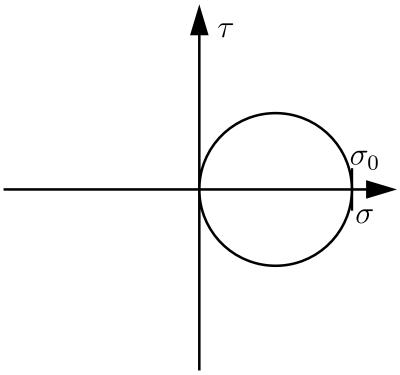
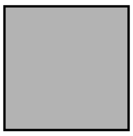
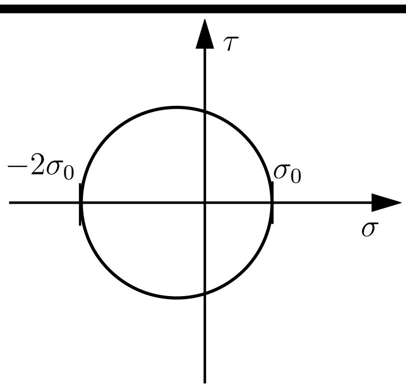
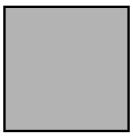
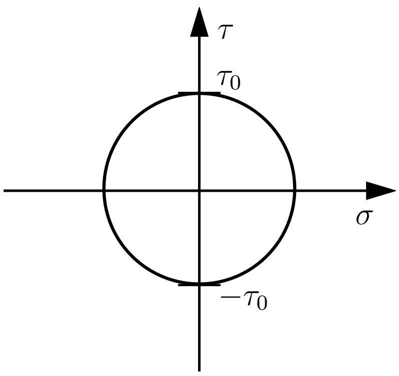
τ - Verlauf:



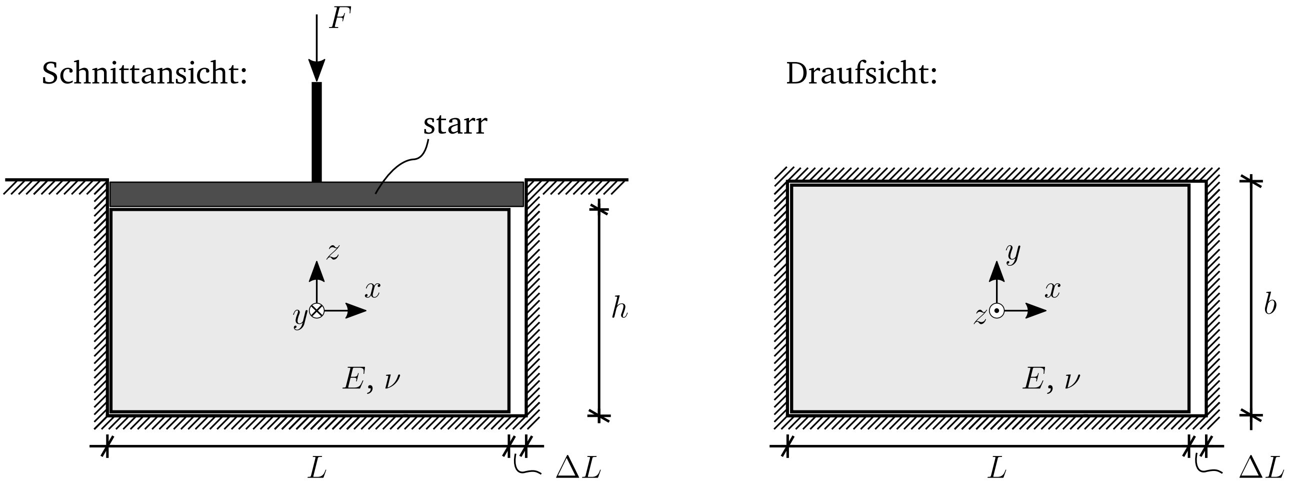
Kurzfrage 1 [3 Punkte]

Skizzieren Sie links neben die folgenden Mohr'schen Kreise ($\sigma_0 > 0$, $\tau_0 > 0$) jeweils einen möglichen zugehörigen Spannungszustand. Kennzeichnen Sie die Spannungen jeweils mit einem Pfeil und der zugehörigen Größe σ_0, τ_0, $2\sigma_0$.

Gegeben: σ_0, τ_0

Spannungszustand	Mohr'scher Kreis
	
	
	

Kurzfrage 2 [9 Punkte]



Ein gewichtsloser Quader (Elastizitätsmodul E, Querdehnungszahl ν) ist in eine um ΔL zu lange Öffnung eingelassen, deren Ränder als starr und glatt (Reibkoeffizient $\mu = 0$) angenommen werden können. Im dargestellten Zustand ist der Quader spannungsfrei.
Über den starren Stempel wird der Quader mit Hilfe der Kraft F nun so weit zusammengedrückt, dass er sich in x-Richtung genau bis zur rechten Kante ausdehnt (Verlängerung um $\Delta L \ll L$).

a) Geben Sie die Größen ε_x, ε_y, σ_x und σ_z im verformten Zustand in Abhängigkeit von den Größen L, ΔL, b, h und F an.

b) Geben Sie die resultierende Spannung σ_y und die notwendige Kraft F für diese Verformung in Abhängigkeit von den Größen E, ν, L, ΔL, b und h an.

c) Berechnen Sie die resultierende Verkürzung Δh des Quaders in z-Richtung.

Gegeben: $E,\ \nu,\ b,\ h,\ L,\ \Delta L,\ \Delta L \ll L,\ \mu = 0$

In Abhängigkeit von L, ΔL, b, h und F:

$\varepsilon_x =$ $\qquad$ $\varepsilon_y =$ $\qquad$ $\sigma_x =$ $\qquad$ $\sigma_z =$

In Abhängigkeit von L, ΔL, b, h, E und ν:

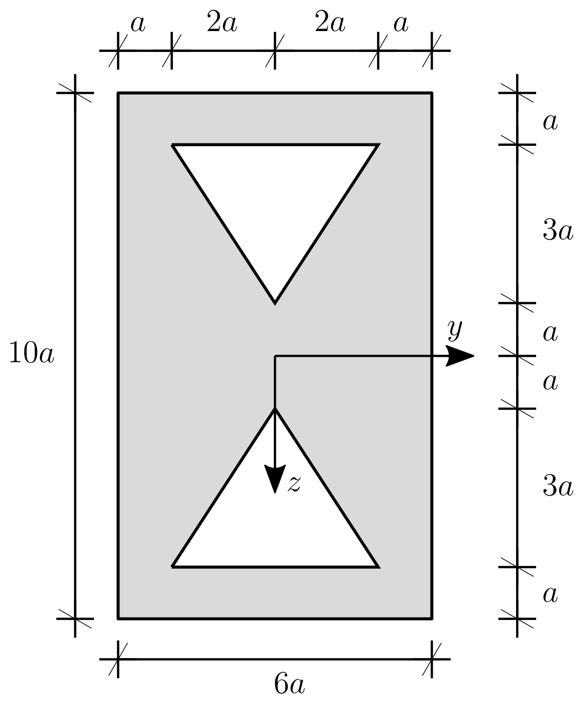
$\sigma_y =$ $\qquad$ $F =$

$\Delta h =$

Kurzfrage 3 [5 Punkte]

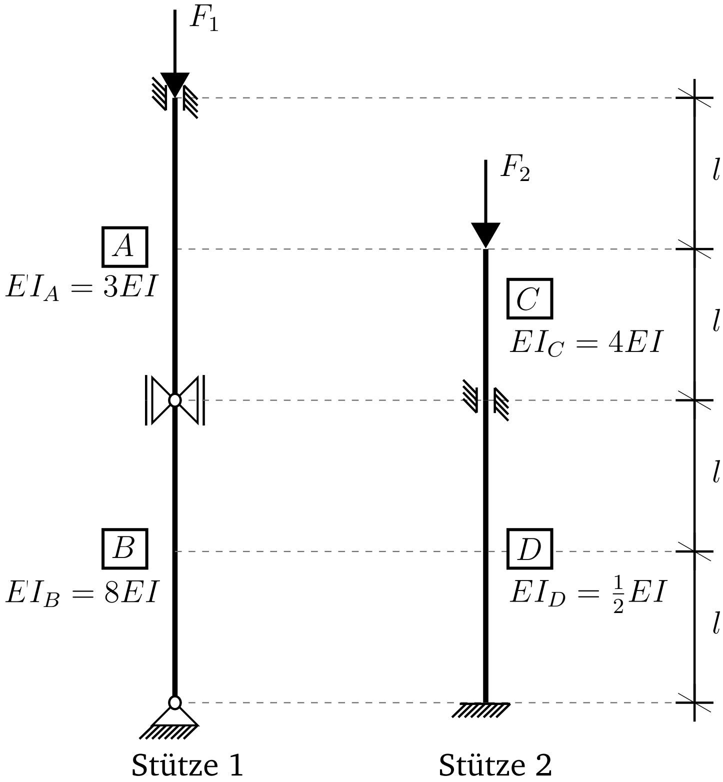
Aus dem dargestellten, symmetrischen Vollprofil sind zwei dreieckige Öffnungen herausgeschnitten. Berechnen Sie das Flächenträgheitsmoment I_y.

Gegeben: a



$I_y =$

Kurzfrage 4 [8 Punkte]



Die dargestellten Stützen 1 und 2 haben je Stützenabschnitt $\boxed{A}$ - $\boxed{D}$ konstante Biegesteifigkeiten. Die Stützenabschnitte sind unterschiedlich gelagert.

a) Skizzieren Sie in der obigen Abbildung für jeden Stützenabschnitt die zugehörige Knickfigur.

b) Bestimmen Sie die kritischen Knicklasten $F_{krit.}$ der Abschnitte $\boxed{A}$ - $\boxed{D}$ in Abhängigkeit von den gegebenen Größen.

Hinweis: Verwenden Sie die Näherung $(1/0{,}7)^2 \approx 1,43^2 \approx 2$.

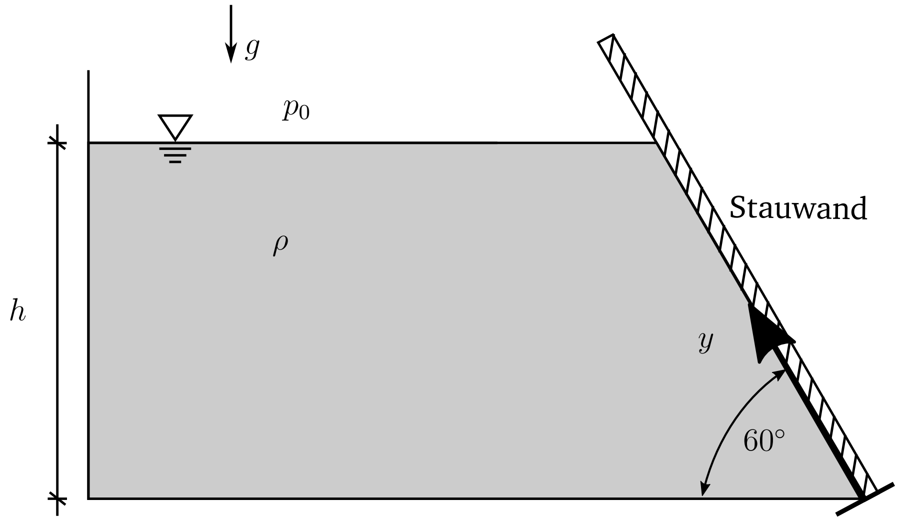
$F^A_{1,krit.}$ = $\boxed{}$	$F^C_{2,krit.}$ = $\boxed{}$
$F^B_{1,krit.}$ = $\boxed{}$	$F^D_{2,krit.}$ = $\boxed{}$

c) Welcher Stützenabschnitt der jeweiligen Stütze knickt zuerst? Tragen Sie den Buchstaben in das Kästchen ein.

Stütze 1: $\boxed{}$ Stütze 2: $\boxed{}$

Gegeben: EI, l

Kurzfrage 5 [5 Punkte]



Der skizzierte Behälter mit der Tiefe t (dritte Raumrichtung) wird durch eine Stauwand abgegrenzt. Er ist bis zur Höhe h mit einer Flüssigkeit der Dichte ρ gefüllt. Der Umgebungsdruck kann vernachlässigt werden ($p_0 = 0$).

a) Geben Sie den Betrag der resultierenden Kraft F von der Flüssigkeit auf die Stauwand und den Winkel φ zwischen der Wirkungslinie von F und der Stauwand an.

b) Geben Sie die Koordinate y_F an, an der die resultierende Kraft auf die Stauwand wirkt.

c) Zeichnen Sie die resultierende Kraft F qualitativ in die Skizze oben. Kennzeichnen Sie die zuvor angegebenen Größen y_F und φ.

Gegeben: $g,\ \rho,\ h, t,\ p_0 = 0$

$F =$

$\varphi =$

$y_F =$