Prüfung - Technische Mechanik II

WiSe 2019/2020

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FB 13, Festkörpermechanik
Prof. Dr.-Ing. F. Gruttmann

27. Februar 2020

Name: ______________________________

Matr.-Nr.: ______________________________

Studiengang: ______________________________

Platznummer	Raumnummer

Die Aufgaben sind nicht nach ihrem Schwierigkeitsgrad geordnet. Bitte beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt und nummerieren Sie die Blätter. Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Der Lösungsweg muss klar erkennbar sein, die Ergebnisse müssen deutlich hervorgehoben werden. Bei den Kurzfragen wird lediglich das auf den hierfür vorgesehenen Arbeitsblättern eingetragene Ergebnis gewertet.

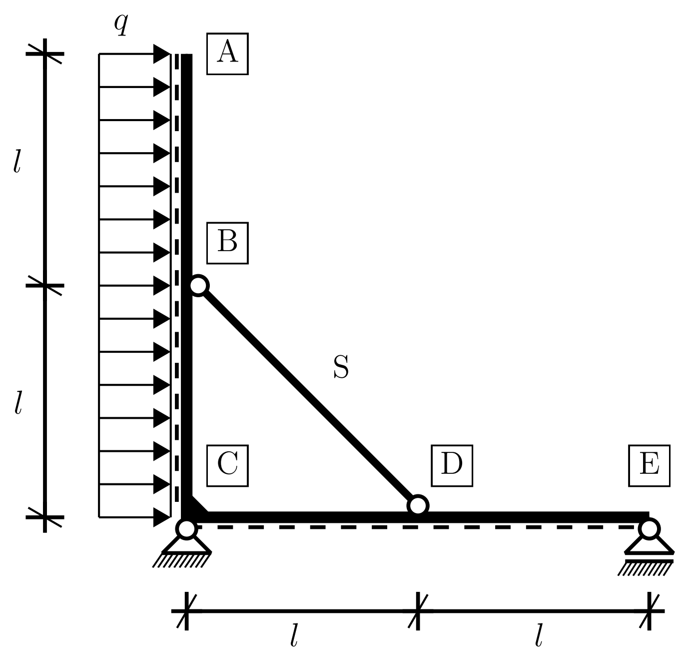
Es ist erlaubt, eine handgeschriebene Formelsammlung im Umfang eines beidseitig beschriebenen DIN A4-Blattes sowie die vier Hilfsblätter zur TM II (Biegelinientafel, Hilfsblatt zur Torsion, Flächenträgheitsmomente, Tafel der Integrale) zu benutzen. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass keinerlei elektronische Hilfsmittel benutzt werden dürfen. Hierzu zählen insbesondere Taschenrechner, Laptops und Handys.

Viel Erfolg!

Aufgabe	1	2	K1	K2	K3	K4	$\sum$	Note
max. Punkte	25	25	8	8	8	6	80	
erreichte Punkte								
Handzeichen								

	1. Prüfer	2. Prüfer
Name	Prof. Dr.-Ing. F. Gruttmann	Dr.-Ing. D. Johannsen
Unterschrift		

Aufgabe 1 [25 Punkte]



Die dargestellte dehn- und schubstarre Rahmenkonstruktion mit konstanter Biegesteifigkeit EI wird durch eine konstante Streckenlast q belastet.

a) Berechnen Sie alle Lagerreaktionen.

b) Bestimmen Sie die Stabkraft im Stab S.

c) Berechnen Sie die kritische Biegesteifigkeit EI_k, bei der der Stab S gerade droht zu knicken.

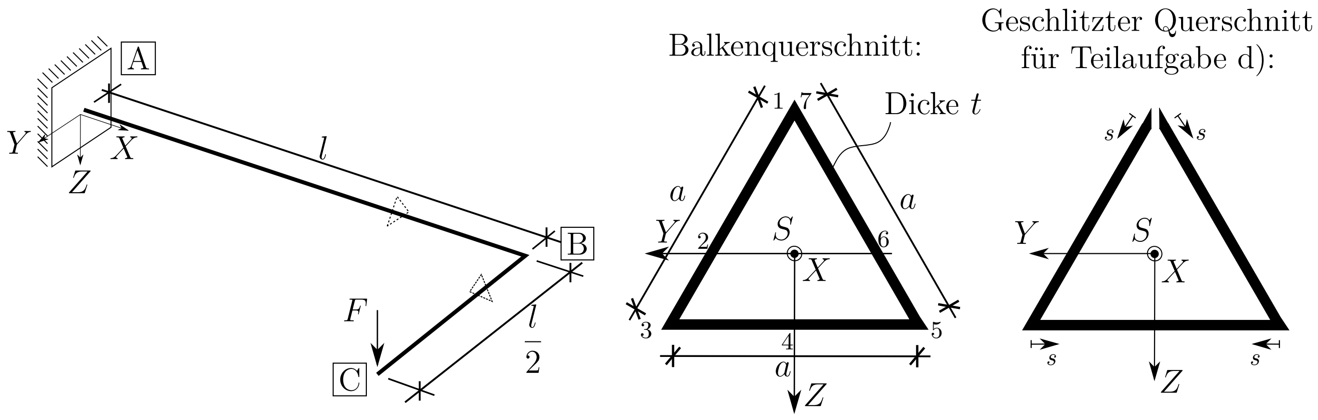
d) Zeichnen Sie die Momentenlinie mit Angabe der Vorzeichen. Geben Sie für jeden Abschnitt die Art des Verlaufs (konstant, linear, quadratisch,...) und die ausgezeichneten Werte an den Knoten $\boxed{\text{A}}$ bis $\boxed{\text{E}}$ an.

e) Berechnen Sie, welche Dehnsteifigkeit EA der Stab S haben müsste, so dass im Punkt C kein Moment auftritt.

Abschnitte, in denen die entsprechende Schnittgröße null ist, müssen explizit gekennzeichnet werden (z. B. durch Eintragen einer Null).

Gegeben: l, q, $EI = \text{konstant}$, $EA = \infty$, $GA_S = \infty$

Aufgabe 2 [25 Punkte]



Der dargestellte rechtwinklige Kragarm wird durch eine Einzellast F im Punkt $\boxed{C}$ in Z-Richtung belastet. Der Balkenquerschnitt besteht aus einem dünnwandigen, geschlossenen Profil in Form eines gleichseitigen Dreiecks (Seitenlänge a) und der konstanten Dicke $t \ll a$. Das Koordinatensystem liegt im Schwerpunkt S des Profils.

a) Berechnen Sie alle Schnittgrößen an der Einspannung im Punkt $\boxed{A}$.

b) Berechnen Sie die Normalspannungsverteilung σ_x an der Einspannstelle infolge Biegung. Zeichnen Sie deren Verlauf in das entsprechende Diagramm auf der nächsten Seite. Geben Sie ausgezeichnete Werte an den Punkten 1 bis 7 an. Kennzeichnen Sie darüber hinaus die Art der Verläufe (konstant, linear, quadratisch, ...).

c) Berechnen Sie die Schubspannung τ_T an der Einspannstelle infolge Torsion. Zeichnen Sie den Verlauf der Schubspannungen und deren Wirkungsrichtung in das entsprechende Diagramm auf der nächsten Seite.

d) Berechnen Sie die Schubspannung τ_Q an der Einspannstelle infolge Querkraft. Sie können dazu vereinfacht von einem am Punkt 1 geschlitzten Querschnitt ausgehen. Zeichnen Sie den Verlauf der Schubspannungen und deren Wirkungsrichtung in das entsprechende Diagramm auf der übernächsten Seite. Kennzeichnen Sie darüber hinaus die Art der Verläufe (konstant, linear, quadratisch, ...) und geben Sie ausgezeichnete Werte an den Punkten 1 bis 7 an.

e) An welcher Stelle des Querschnitts an der Einspannstelle tritt die größte Schubspannung infolge Querkraft *und* Torsion auf? Markieren Sie die Stelle im entsprechenden Diagramm auf der übernächsten Seite.

Gegeben: l, a, t, F

Diagramm zu Aufgabenteil b):

(Normalspannung σ_x)

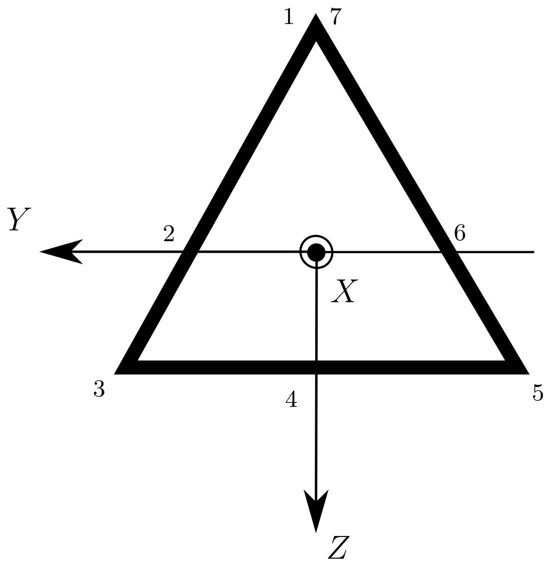


Diagramm zu Aufgabenteil c):

(Schubspannung τ_T)

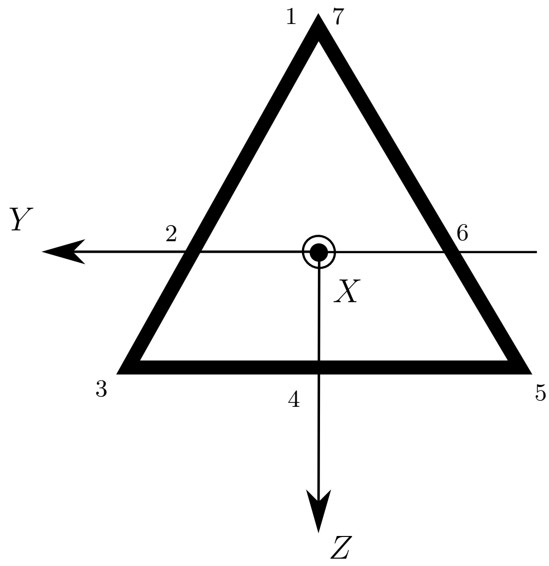


Diagramm zu Aufgabenteil d):

(zt-Verlauf)

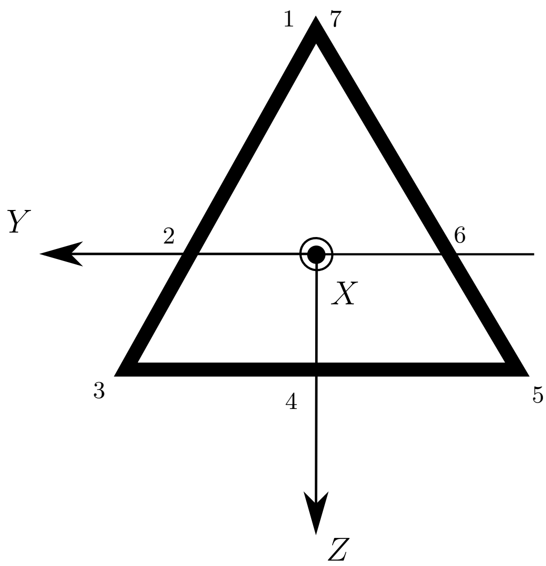


Diagramm zu Aufgabenteil d):

(Statisches Moment S_y)

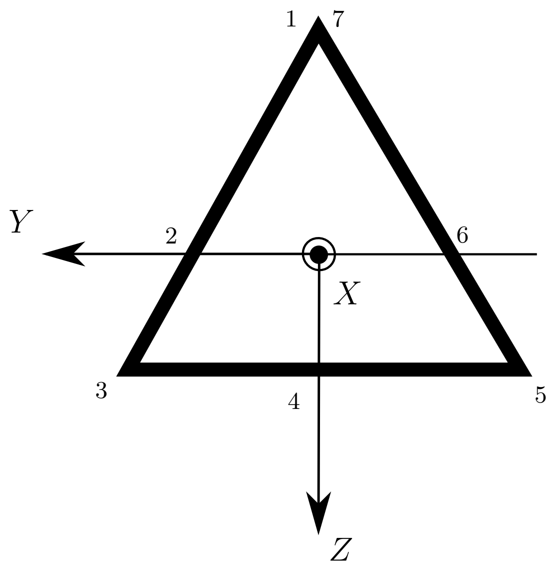


Diagramm zu Aufgabenteil d):

(Schubspannung τ_Q)

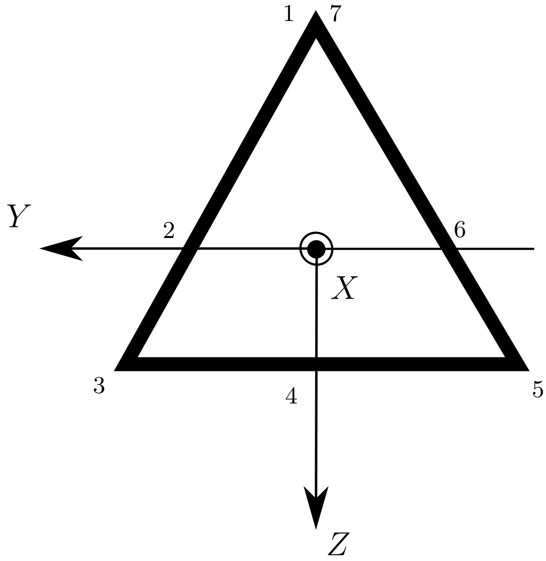
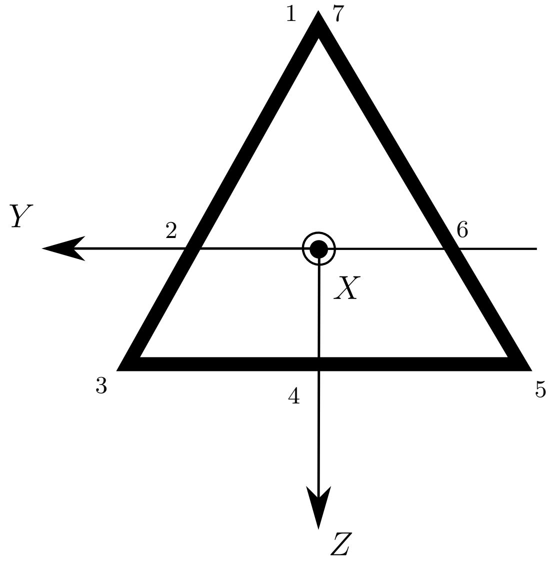
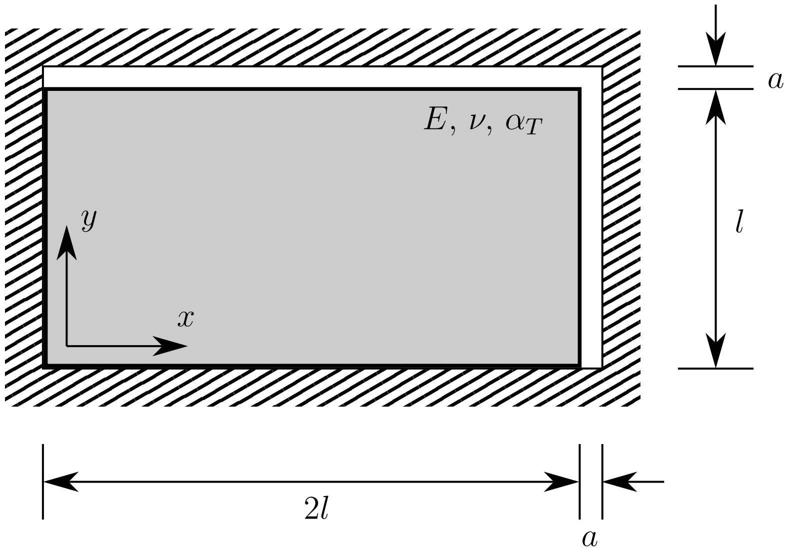


Diagramm zu Aufgabenteil e):

(Punkt maximaler Schubspannung infolge Querkraft und Torsion)



Kurzfrage 1 [8 Punkte]



Die dargestellte rechteckige Scheibe wird in einen starren Ausschnitt eingesetzt. Dieser ist in beiden Richtungen um a größer als die Scheibe. Es wird angenommen, dass zwischen dem Ausschnitt und der Scheibe keine Reibung herrscht und ein ebener Spannungszustand ($\sigma_z = \tau_{xz} = \tau_{yz} = 0$) vorliegt. Die Scheibe wird um ΔT erwärmt.

Bestimmen Sie

a) ΔT_a so, dass sich der rechte Spalt gerade schließt.

$\Delta T_a = \boxed{}$

b) die Längenänderung Δl_y der Scheibe in y-Richtung infolge ΔT_a.

$\Delta l_y = \boxed{}$

c) ΔT_b so, dass beide Spalte gerade geschlossen sind.

$\Delta T_b = \boxed{}$

Hinweis: Vereinfachen Sie alle Terme so weit wie möglich.

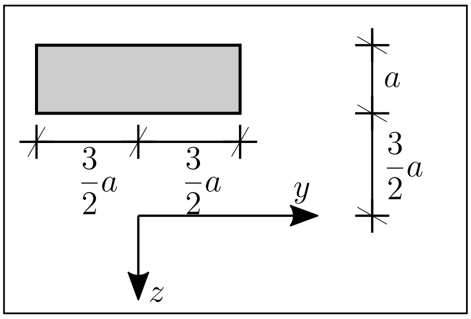
Gegeben: E, ν, α_T, l, a

Kurzfrage 2 [8 Punkte]

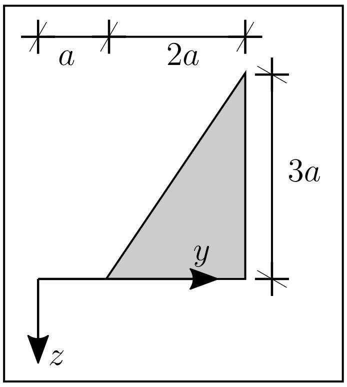
Berechnen Sie zunächst die Flächenträgheitsmomente I_{y1}, I_{y2} und I_{y3} für die gegebenen Teilflächen 1 bis 3.
Bestimmen Sie nun das Flächenträgheitsmoment I_y für das abgebildete symmetrische Vollprofil, aus dem rechteckige Öffnungen herausgeschnitten wurden.

Gegeben: a

Teilfläche 1:



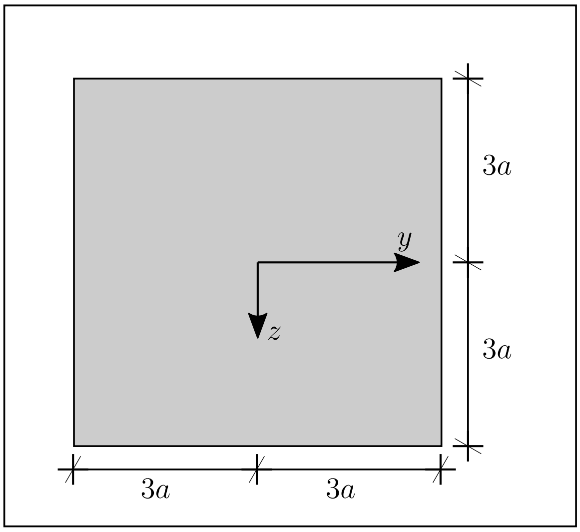
Teilfläche 2:



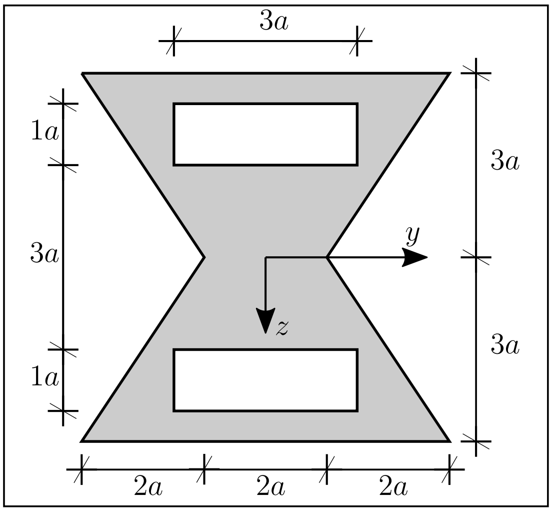
$I_{y1}=$

$I_{y2}=$

Teilfläche 3:



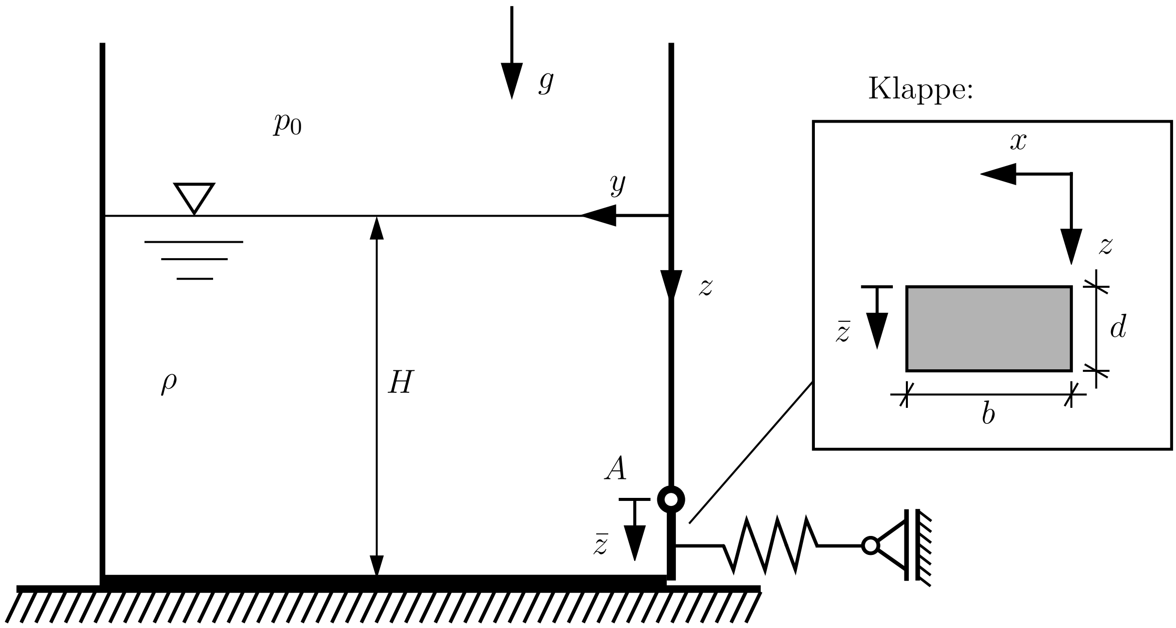
Vollprofil:



$I_{y3}=$

$I_y=$

Kurzfrage 3 [8 Punkte]



Ein offener Behälter ist bis zur Höhe H mit einer Flüssigkeit der Dichte ρ gefüllt. An der rechten unteren Seite besitzt der Behälter eine um A drehbare, rechteckige Klappe (Breite b, Höhe d), die mit einer vorgespannten Feder (Federkraft $F_c = 4\rho g b d^2$) geschlossen gehalten wird. Die Feder ist im Mittelpunkt der Klappe angebracht.

Gegeben: p_0, ρ, g, H, b, d, $F_c = 4\rho g b d^2$

Bestimmen Sie unter Vernachlässigung des Umgebungsdrucks p_0

a) die resultierende Kraft F_R, die von der Flüssigkeit auf die Klappe ausgeübt wird.

$F_R =$

b) den Abstand $\bar{z}_R$ zwischen A und der Stelle, an der F_R auf die Klappe wirkt.

$\bar{z}_R =$

c) die Füllhöhe $H = H_{max}$, bei der sich die Klappe gerade öffnet.

$H_{max} =$

Kurzfrage 4 [6 Punkte]

Skizzieren Sie rechts neben die folgenden Spannungszustände ($\sigma_0 > 0$, $\tau_0 > 0$) qualitativ den jeweils zugehörigen Mohr'schen Spannungskreis. Kennzeichnen Sie im τ-σ-Diagramm jeweils auch σ_0, τ_0, $2\sigma_0$, sofern diese im Spannungszustand gegeben sind.