

# Prüfung - Technische Mechanik II

SoSe 2013



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

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

2. August 2013

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. Der Lösungsweg soll klar erkennbar sein, die Ergebnisse müssen deutlich hervorgehoben werden. Bei den Kurzfragen wird lediglich das Ergebnis gewertet.

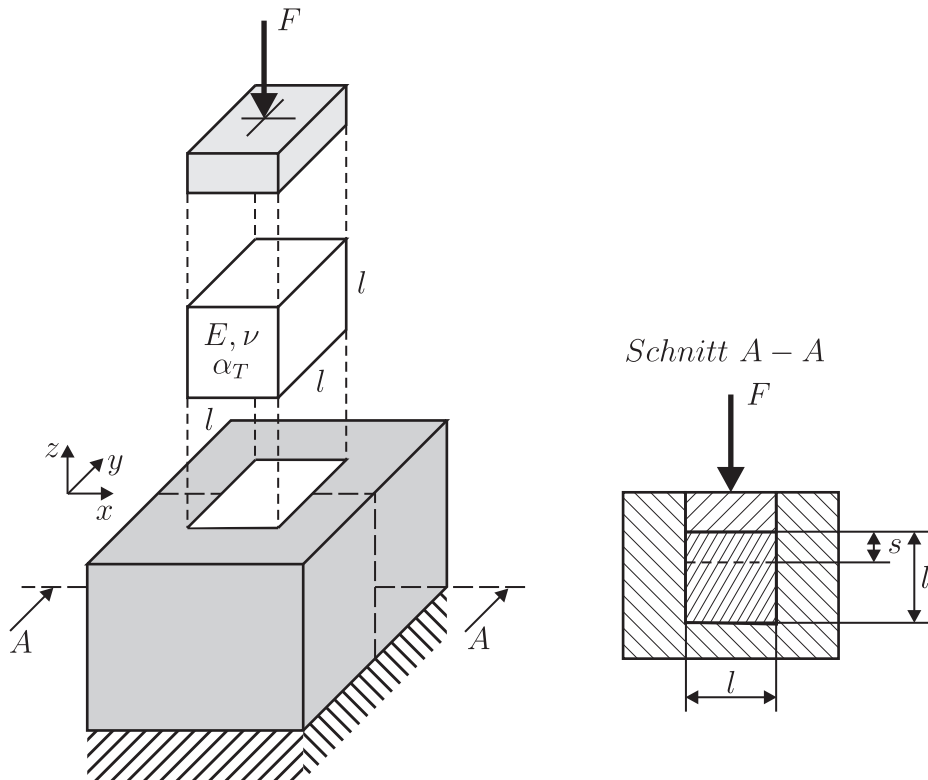
Es ist erlaubt, eine handgeschriebene Formelsammlung im Umfang eines beidseitig beschriebenen DIN A4-Blattes sowie die drei Hilfsblätter zur TM II (Biegeliniertafel, Hilfsblatt zur Torsion, Tafel der Integrale) zu benutzen. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen,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

Viel Erfolg !

Aufgabe	1	2	3	4	K1	K2	K3	K4	$\Sigma$	Note
max. Punkte	20	22	20	16	6	8	4	4	100	
erreichte Punkte										
Handzeichen										

	1. Prüfer	2. Prüfer
Name	Prof. Dr.-Ing. F. Gruttmann	Dr.-Ing. J. Hebel
Unterschrift		

## Aufgabe 1 [ 20 Punkte ]



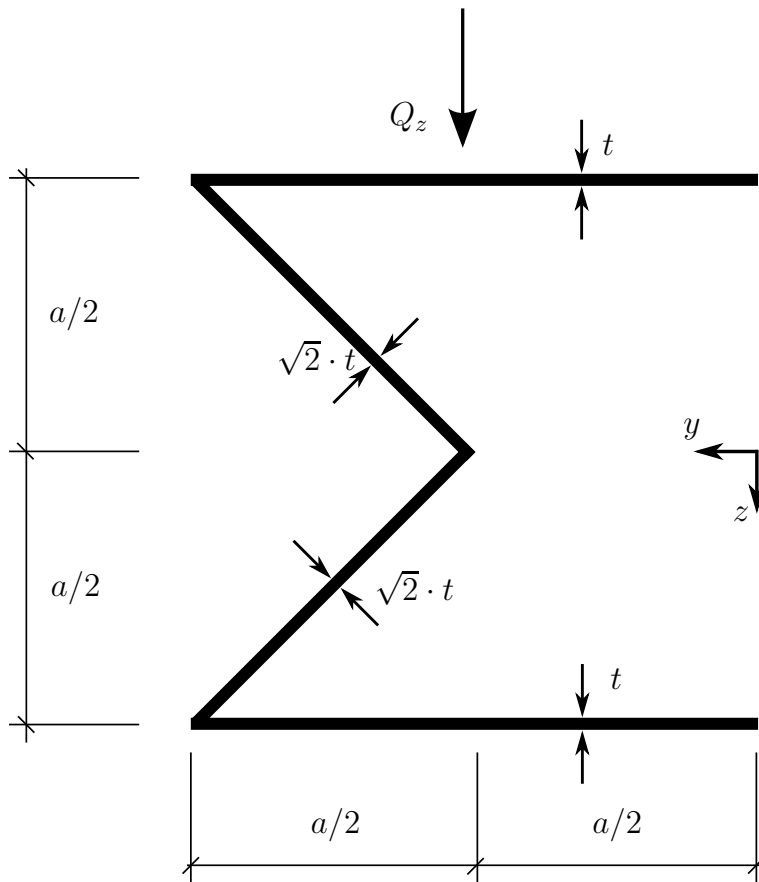
Ein Würfel (Kantenlänge  $l$ , Elastizitätsmodul  $E$ , Querkontraktionszahl  $\nu$  ( $\nu > 0$ ), Wärmeausdehnungskoeffizient  $\alpha_T$ ) ist spiel-, zwängungs-, und reibungsfrei vollständig in einen starren Kasten eingepasst. Mit einem passenden starren Stempel wird er zusammengepresst. Dabei legt der Stempel den Weg  $s$  ( $s \ll l$ ) zurück.

Ermitteln Sie

- den im Würfel vorliegenden Spannungs- und Verzerrungszustand (alle Komponenten),
- die erforderliche Presskraft  $F$ ,
- die gleichmäßige Temperaturänderung  $\Delta T$ , für die die Spannungskomponenten  $\sigma_{xx}$  und  $\sigma_{yy}$  bei gleicher Stempelposition gerade zu Null werden.

Gegeben:  $l$ ,  $E$ ,  $\nu$ ,  $\alpha_T$ ,  $s$

## Aufgabe 2 [ 22 Punkte ]



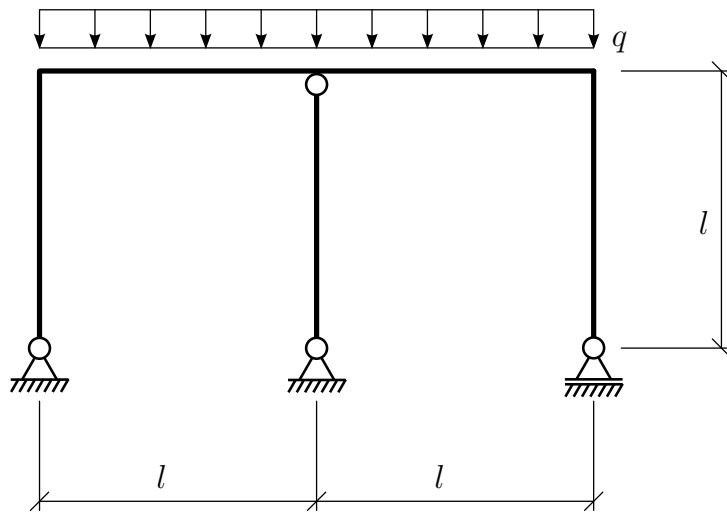
Der abgebildete dünnwandige Querschnitt ( $t \ll a$ ) ist durch die Querkraft  $Q_z$  belastet.

Bestimmen Sie

- die Lage des Schwerpunkts ( $y_S, z_S$ ),
- das Trägheitsmoment  $I_y$ ,
- den Schubspannungsverlauf im Profil mit Angabe ausgezeichneter Werte und die Richtung der Schubspannungen,
- die Lage des Schubmittelpunkts. Welches Torsionsmoment  $M_T$  ruft  $Q_z$  hervor, wenn die Wirkungslinie stattdessen durch die Profilmittelpunkt ( $y = a/2$ ) verläuft?

Gegeben:  $t, a, Q_z$

### Aufgabe 3 [ 20 Punkte ]



$$\begin{aligned} EA &= \text{konst.} \\ EI &= \text{konst.} \\ GA_S &\rightarrow \infty \end{aligned}$$

Gegeben ist das skizzierte Tragwerk.

- Bestimmen Sie die von der Pendelstütze aufzunehmende Kraft infolge  $q$ .  
Hinweis: Verwenden Sie die Normalkraft in der Pendelstütze als statisch Unbestimmte.
- Im Folgenden ist:

$$EI = \frac{1}{24} \cdot EA \cdot l^2$$

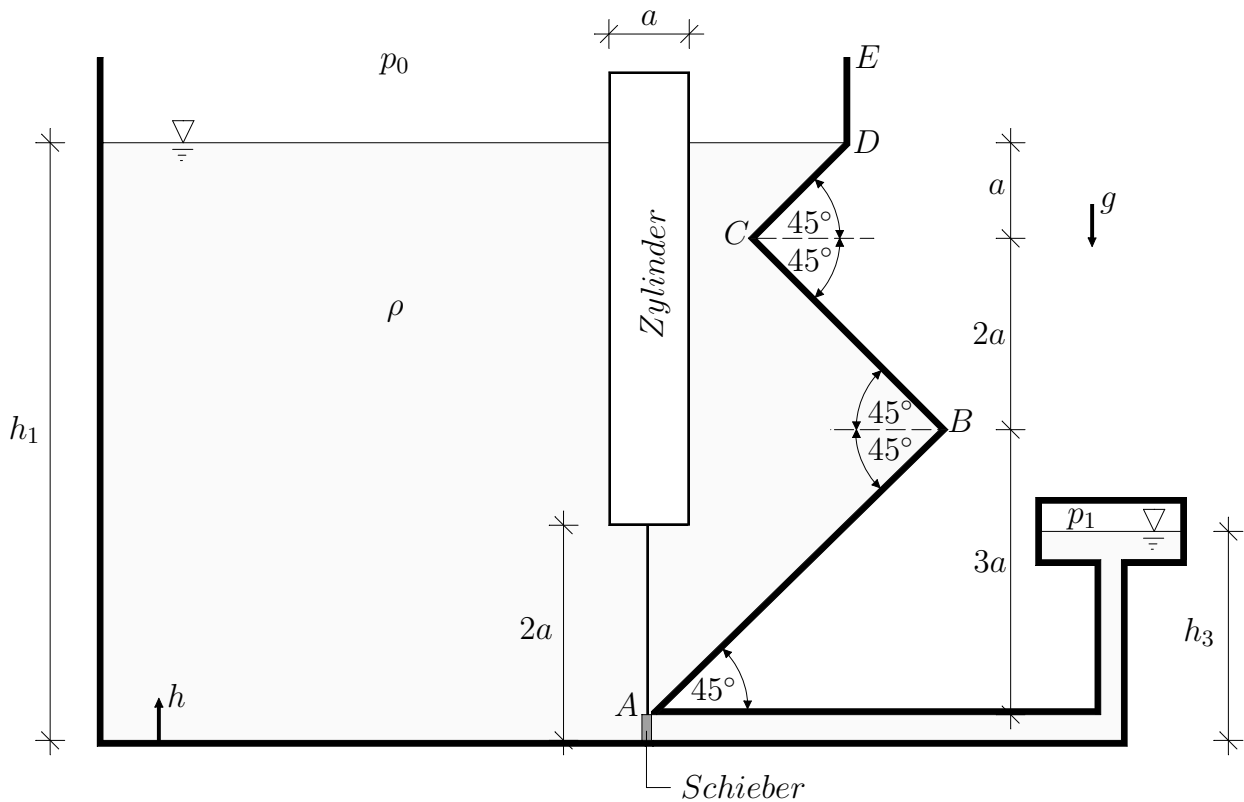
Die Pendelstütze wird zusätzlich durch eine Temperaturänderung  $\Delta T$  beansprucht.  
Bestimmen Sie  $\Delta T$  so, dass die Pendelstütze keine Kräfte überträgt.

- Bestimmen Sie für den in Teil b) ermittelten Zustand die Lagerreaktionen.

Gegeben:  $q, l, EA, EI, \alpha_T, GA_S \rightarrow \infty$

Hinweis: Alle Verschiebungen sollen mit dem Prinzip der virtuellen Kräfte berechnet werden.

## Aufgabe 4 [ 16 Punkte ]



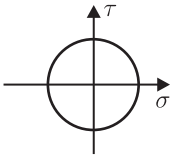
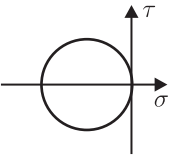
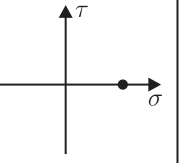
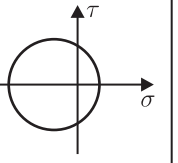
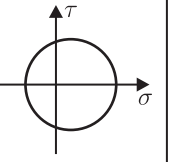

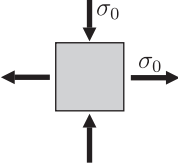
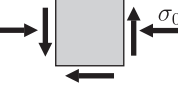
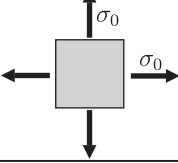
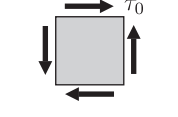
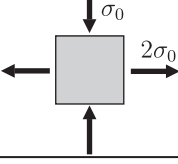
Gegeben sei der skizzierte Wasserbehälter mit der Tiefe (dritte Raumrichtung)  $t$ , der durch eine Stauwand (A-B-C-D-E) abgegrenzt ist. Am unteren Ende der Stauwand (Punkt A) befindet sich ein vertikal verschieblicher Schieber (Gesamtgewicht  $G$ ), an dessen Schwerpunkt ein masseloser zylinderförmiger Schwimmer angebracht ist. Im Falle eines geöffneten Schiebers kann das Wasser über ein Rohr in den gezeichneten Druckbehälter mit gegebenen Innendruck  $p_1$  fließen.

- Ermitteln Sie, bei gegebenem Wasserstand  $h_1$ , die aus dem Wasserdruck resultierenden horizontalen und vertikalen Kräfte auf die Stauwand. Den Schieber müssen Sie dabei nicht berücksichtigen.
- Berechnen Sie die Höhe  $h$  des Wasserstandes, bei dem sich der Schieber gerade öffnet.
- Nach dem Öffnen des Schiebers stellt sich im Druckbehälter der Wasserstand  $h_3$  ein. Gehen Sie hierbei von einem Wasserstand  $h$  im Behälter aus. Berechnen Sie den Umgebungsdruck  $p_0$  bei gegebenem Innendruck  $p_1$ .

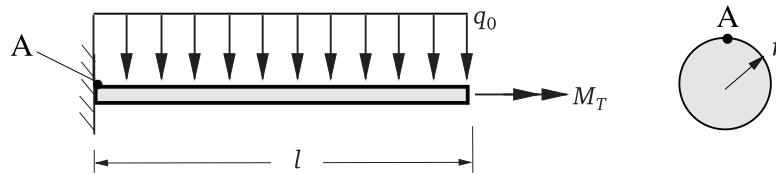
Gegeben:  $a, G, g, p_1, \rho, h_1, h_3, t = 10a$

## Kurzfrage 1 [ 6 Punkte ]

Welcher Mohrsche Spannungskreis gehört zum dargestellten Beanspruchungszustand ( $\sigma_0 > 0, \tau_0 > 0$ )? Kreuzen Sie den jeweils richtigen Kreis an.

## Kurzfrage 2 [ 8 Punkte ]



Ein Kragträger (Länge  $l$ ) mit Vollkreisquerschnitt (Radius  $r$ ) wird durch die konstante Streckenlast  $q_0$  und das Torsionsmoment  $M_T$  belastet. Die Streckenlast  $q_0$  verursacht im Punkt  $A$  die Normalspannung  $\sigma_0$  und das Torsionsmoment  $M_T$  die Schubspannung  $\tau_0$ .

Wie groß ist die Normalspannung  $\sigma$  und die Schubspannung infolge Torsion  $\tau$  in  $A$ , wenn

a) die Länge  $l$  verdoppelt wird?

b) der Radius  $r$  verdoppelt wird?

$\sigma = \frac{1}{4}\sigma_0$

$\tau = \frac{1}{2}\tau_0$

$\sigma = \frac{1}{16}\sigma_0$

$\tau = \frac{1}{16}\tau_0$

$\sigma = \frac{1}{2}\sigma_0$

$\tau = \tau_0$

$\sigma = \frac{1}{8}\sigma_0$

$\tau = \frac{1}{8}\tau_0$

$\sigma = 2\sigma_0$

$\tau = 2\tau_0$

$\sigma = \sigma_0$

$\tau = \tau_0$

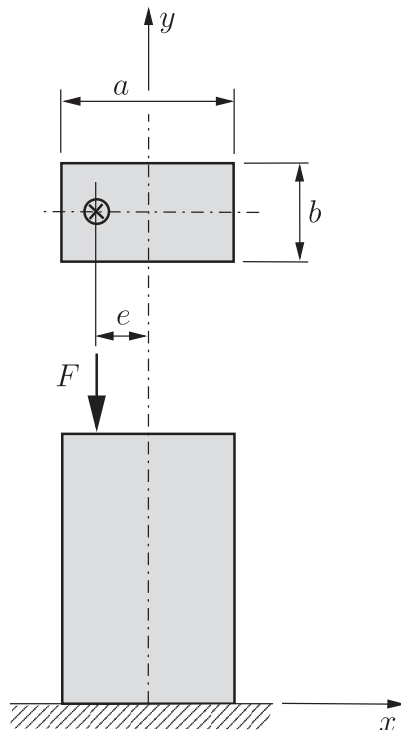
$\sigma = 4\sigma_0$

$\tau = 4\tau_0$

$\sigma = 2\sigma_0$

$\tau = 2\tau_0$

## Kurzfrage 3 [ 4 Punkte ]



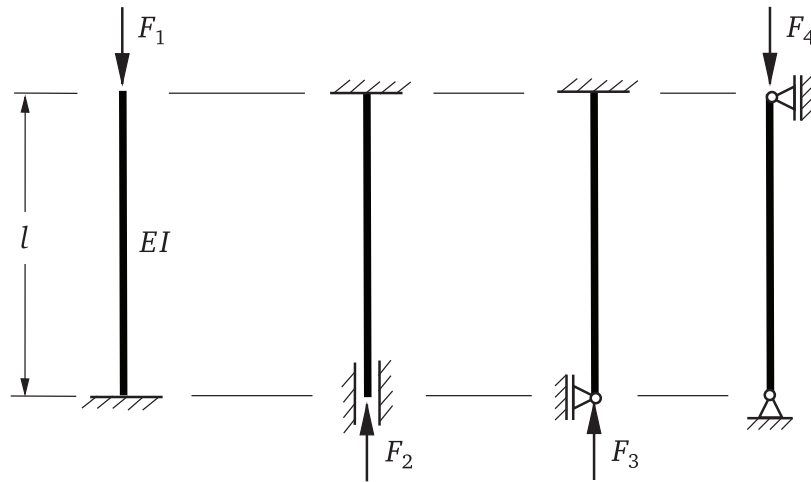
Für welche Exzentrizitäten  $e$  treten im gesamten Körper keine Zugspannungen auf?

Kreuzen sie die beiden richtigen Lösungen in der Tabelle an.

$e = a/12$	<input type="checkbox"/>
$e = a/6$	<input type="checkbox"/>
$e = a/3$	<input type="checkbox"/>
$e = a/2$	<input type="checkbox"/>

### Kurzfrage 4 [ 4 Punkte ]

Diese vier Stäbe besitzen die gleiche Länge und die gleiche Biegesteifigkeit, sind aber unterschiedlich gelagert.



Ordnen Sie die Knicklasten  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  und  $F_4$  der Größe nach.

>  >  >