

Klausur zur Statik und elementaren Festigkeitslehre WS 2013/14

Name, Vorname:

Matr.-Nr.:

Studiengang:

Ich bestätige meine Prüfungsfähigkeit (Unterschrift):

☐ Studienbegleitende Prüfung (Bachelor)

☐ Übungsscheinklausur (ohne Theorieteil)

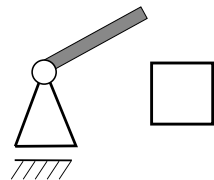
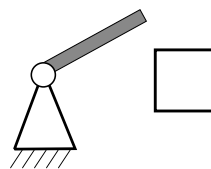
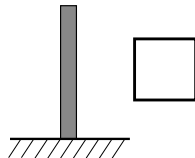
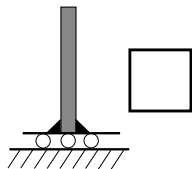
T	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Σ	

Theorieteil

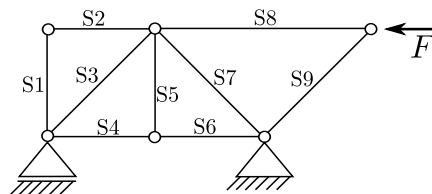
1. Geben Sie die Maßeinheiten folgend aufgeführter Größen **ausschließlich** in den Einheiten 1, kg, m, s und K an: **(2 Punkte)**

Größe	Einheit	Größe	Einheit	Größe	Einheit	Größe	Einheit
w'		I_p		Druck		EI	

2. Geben Sie die Wertigkeit der folgenden Lager an. **(1 Punkte)**



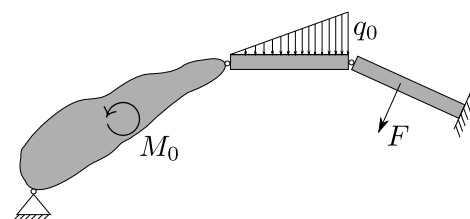
3. Geben Sie im folgenden Stabwerk alle Nullstäbe mit den zugehörigen Stabnummern an. **(2 Punkte)**



Nullstäbe:

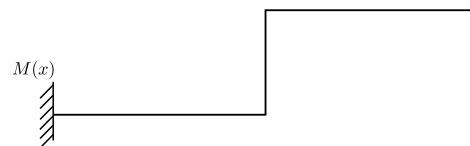
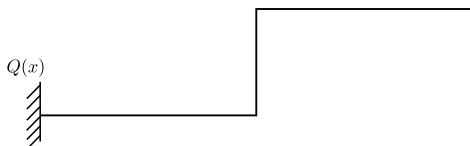
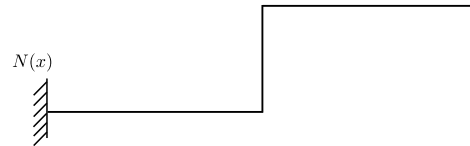
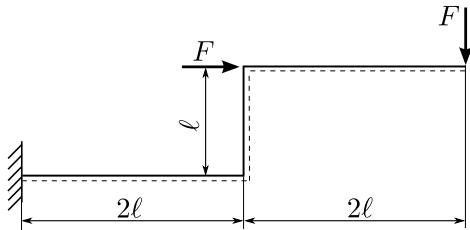
4. Ist das folgende System statisch bestimmt? Begründen Sie Ihre Antwort mithilfe der notwendigen Bedingung zur statischen Bestimmtheit. **(1 Punkt)**

Antwort:



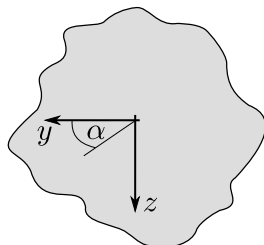
5. Skizzieren Sie für den folgenden Kragarm die Verläufe $N(x)$, $Q(x)$ und $M(x)$. Verwenden Sie die dafür vorgesehenen Skizzen und geben Sie dort auch für markante Stellen die Funktionswerte mit richtigem Vorzeichen an. **(3 Punkte)**

Geg.: ℓ , F



6. Für das folgende Profil wurden die Komponenten des Flächenträgheitstensors bezüglich der Schwerpunktsachsen y und z berechnet. Kreuzen Sie die korrekten Winkel zu den Hauptträgheitsachsen an. *Hinweis:* Beachten Sie doppelte Winkel. **(1 Punkt)**

$$I_{(y,z)} = \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \ell^4$$



$\alpha_1 = 22,5^\circ$

$\alpha_2 = 92,5^\circ$

☐

$\alpha_1 = 22,5^\circ$

$\alpha_2 = 112,5^\circ$

☐

$\alpha_1 = 45^\circ$

$\alpha_2 = 90^\circ$

☐

$\alpha_1 = 45^\circ$

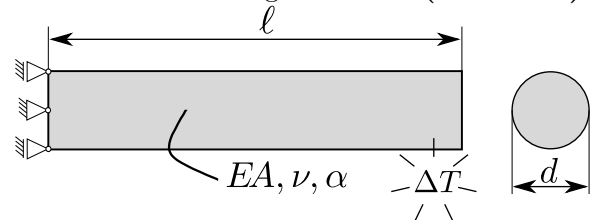
$\alpha_2 = 135^\circ$

☐

7. Der folgende Rundstab der Länge ℓ mit Durchmesser d ist bei $T = T_0$ spannungsfrei gelagert. Nun stellt sich ein $\Delta T \neq 0$ K ein. Geben Sie die Normalspannung σ und die Durchmesseränderung Δd an. **(2 Punkte)**

$\sigma =$

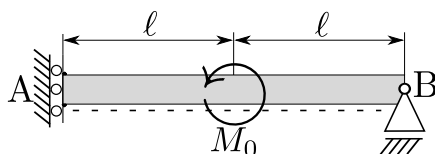
$\Delta d =$



Geg.: ℓ , α , d , EA , ν , ΔT

8. Geben Sie für den folgenden Balken die Verläufe von $Q(x)$ und $M(x)$ an. Verwenden Sie die dafür vorgesehenen Skizzen und geben Sie dort auch für markante Stellen die Funktionswerte mit richtigem Vorzeichen an. *Tipp:* Das Aufziehverfahren führt schnell zum Ziel! **(2 Punkte)**

Geg.: ℓ , M_0



$Q(x)$

$M(x)$

A ————— B

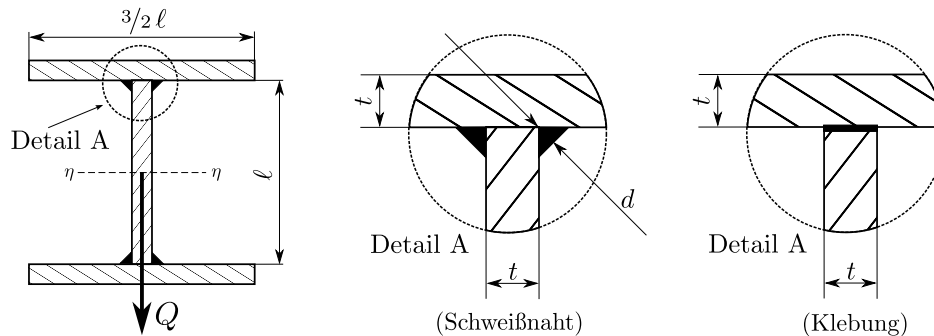
A ————— B

Name, Vorname:

Matr.-Nr.:

9. Bei dem folgend gezeigten symmetrischen Profil sind Steg und Flansche wie gezeigt verschweißt. Zu berechnen ist die Schubspannung, die in den Schweißnähten vorliegt. Geben Sie für dieses Profil auch die Schubspannung für eine Verklebung des Stegs mit den Flanschen an. (2 Punkte)

Geg.: $Q, \ell, d, t, I_{\eta\eta}$



$$\tau_{\text{Schweißnaht}} =$$

$$\tau_{\text{Klebung}} =$$

10. Kreuzen Sie die korrekten gängigen Werkstoffgrößen für Stahl an. (1 Punkt)

$E = 210 \text{ GPa}$
 $\nu = 0,3$

☐

$E = 210 \text{ GPa}$
 $\nu = 0,5$

☐

$E = 210 \text{ MPa}$
 $\nu = 0,3$

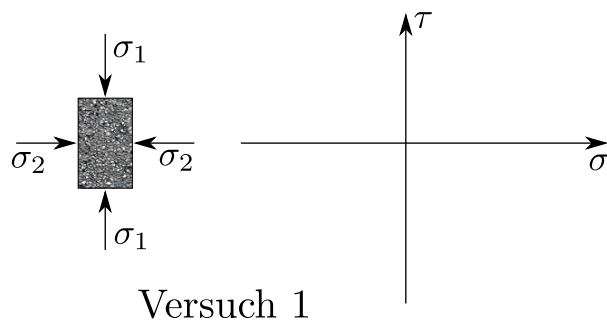
☐

$E = 210 \text{ MPa}$
 $\nu = 0,5$

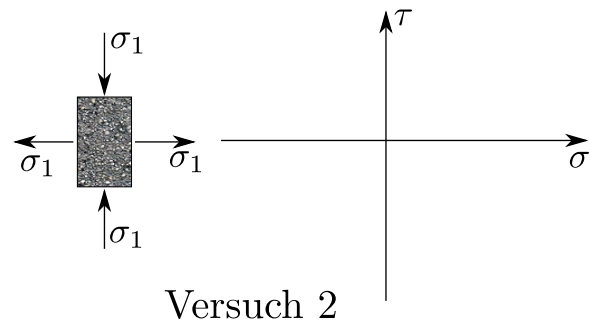
☐

11. Eine Bodenprobe wird in zwei Versuchen wie unten skizziert belastet. Zeichnen Sie den MOHRschen Spannungskreis und geben sie die größte Schubspannung an – für jeden Versuch. Benutzen Sie zum Zeichnen die angegebenen (σ, τ) -Diagramme. (2 Punkte)

Geg.: $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_1 > \sigma_2$



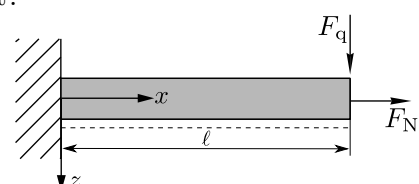
$$\tau_{\text{max}} =$$



$$\tau_{\text{max}} =$$

12. Der gegebene *symmetrische Doppel-T-Träger* wird durch eine Quer- und Normalkraft belastet. Wie groß muss F_N sein, sodass keine Druckspannung im Balken auftritt? (1 Punkt)

$$F_N \geq$$



Geg.: W_{\min}, A, F_Q, ℓ

Rechenteil

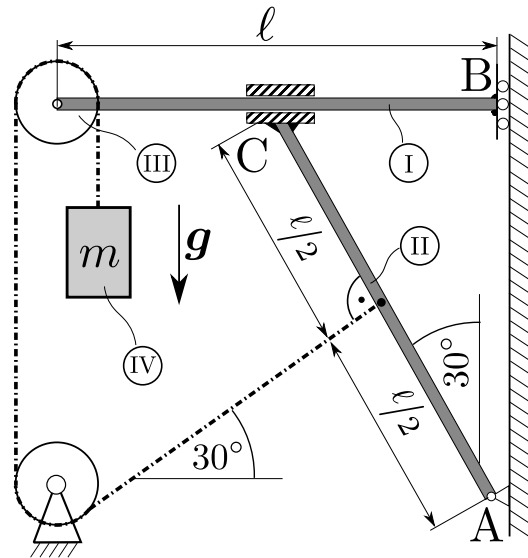
1 Verbundene Träger

(12 Punkte)

In dieser Aufgabe sind zwei starre masselose Träger (I und II) über eine Schiebehülse reibungsfrei verbunden und durch eine Gewichtskraft beansprucht, die über eine ideale Kette und Rollen ohne Lagerreibung übertragen wird.

Allgemeiner Hinweis: Wenn Sie in einem Aufgabenteil eine Lösung nicht ermitteln konnten, rechnen Sie bitte mit Symbolen weiter.

- Schneiden Sie die Systeme I–IV frei. (3 Punkte)
- Bestimmen Sie die Kraft in der Kette sowie die resultierende Kraft der Rolle III auf die Träger I und II anhand der Freischnitte der Systeme III und IV. Behandeln Sie diese im Folgenden als eingeprägte Kräfte. (2 Punkte)
- Ist das System der Träger I und II statisch bestimmt? Begründen Sie Ihre Antwort durch Abzählen anhand der notwendigen Bedingung für statische Bestimmtheit. (1 Punkt)
- Stellen Sie in Abhängigkeit der Freischnitte der Systeme I und II geeignete Gleichgewichtsbedingungen zum Ermitteln der Reaktionen in A, B und C auf. (3 Punkte)
- Bestimmen Sie die Reaktionen in den Punkten A, B und C. (3 Punkte)



Geg.: ℓ , m , $|g| = g$

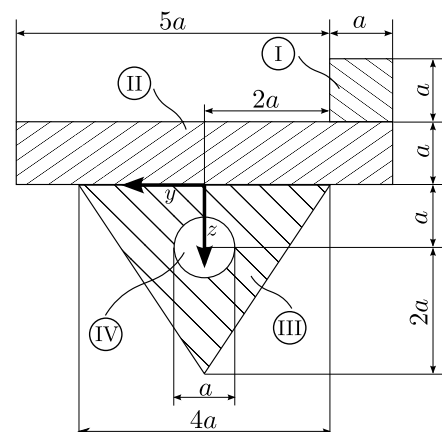
2 Flächenmittel- und Schwerpunkt

(12 Punkte)

In dem gezeigten Querschnitt einer Brücke sind zwei Rechteckprofile (I und II) sowie ein Dreiecksprofil (III) verbunden, wobei in letzterem ein Loch (IV) zur Kabelführung eingelassen ist.

Allgemeiner Hinweis: Wenn Sie in einem Aufgabenteil eine Lösung nicht ermitteln konnten, rechnen Sie bitte mit Symbolen weiter.

- Bestimmen Sie den *Flächenmittelpunkt* des Querschnitts mit dem eingezeichneten Koordinatensystem (y, z) mit dem Tabellenverfahren. (7 Punkte)
- Nehmen Sie an, dass die Profile I und II aus einem Werkstoff der Dichte ρ_1 und das Profil III aus einem der Dichte ρ_2 hergestellt wurde. Bestimmen Sie nun den *Schwerpunkt* des Querschnitts mit dem eingezeichneten Koordinatensystem (y, z) mit dem Tabellenverfahren. (3 Punkte)



- Wie muss das Verhältnis ρ_1/ρ_2 gewählt werden, sodass der Schwerpunkt auf der y -Achse liegt? (2 Punkte)

Geg.: a , ρ_1 , ρ_2

Matr.-Nr.:

(13 Punkte)

- Geg.:** ℓ, F

(21 Punkte)

The diagram shows a beam structure with a distributed load q_0 acting downwards on the left half of length ℓ . The load is labeled "kosinusförmig" (cosine-shaped). The beam is supported by a roller support at point B, which is at the midpoint of the distributed load. The beam is divided into two segments of length ℓ . The left segment is labeled with coordinate x_1 and the right segment with coordinate x_2 . The beam has a constant flexural rigidity EI . The beam is fixed at point A on the left and free at point C on the right. The vertical displacement is denoted by z_1 and z_2 .

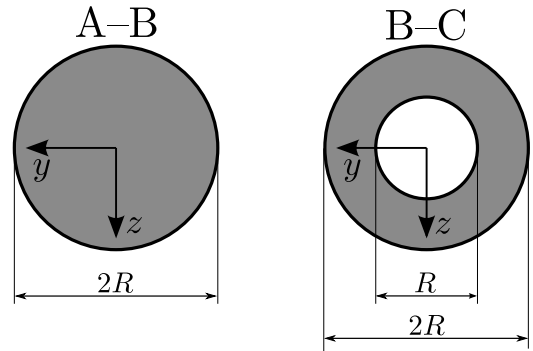
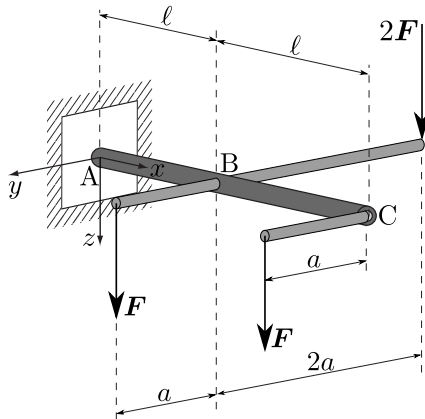
- Geg.:** EI, F, q_0, ℓ

5 Torsionsbelastung

(8 Punkte)

Der gezeigte Stab A–C wird auf Torsion belastet. Sein Werkstoff ist homogen mit dem Schubmodul G gegeben, die Querschnitte jedoch sind in den Bereichen A–B als Voll- und in B–C als Hohlprofil gegeben.

Allgemeiner Hinweis: Wenn Sie in einem Aufgabenteil eine Lösung nicht ermitteln konnten, rechnen Sie bitte mit Symbolen weiter.



- Geben Sie das polare Flächenträgheitsmoment in den Bereichen A–B und B–C an. (2 Punkte)
- Bestimmen Sie das Torsionsmoment M_T in den Bereichen A–B und B–C. (2 Punkte)
- Bestimmen Sie den Verdrehwinkel φ an den Stellen B und C. (2 Punkte)
- Bestimmen Sie den Verlauf der Querkraft in z -Richtung sowie des Biegemomentes bzgl. der y -Achse in den Bereichen A–B und B–C. (2 Punkte)

Geg.: ℓ , a , R , G , $|\mathbf{F}| = F$

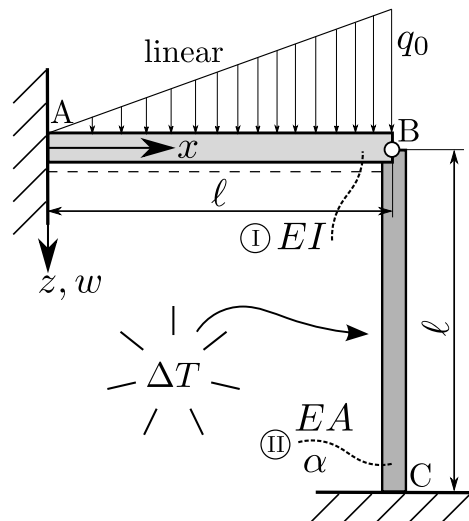
6 Thermoelastizität

(14 Punkte)

Am Ende eines Biegebalkens (I) ist ein biegestarrer Dehnstab (II) angeschlossen. Der Biegebalken ist von der Umgebung thermisch isoliert, der Dehnstab jedoch nicht. Auf den Biegebalken wird eine verteilte Last $q(x)$ aufgebracht und der Dehnstab erwärmt ($\Delta T > 0$ K). Für $\Delta T = 0$ K lag keine Temperaturspannung im Dehnstab vor.

Allgemeiner Hinweis: Wenn Sie in einem Aufgabenteil eine Lösung nicht ermitteln konnten, rechnen Sie bitte mit Symbolen weiter.

- Ermitteln Sie die Funktion $q(x)$. (1 Punkt)
- Geben Sie die kinematische Kopplung zwischen dem Biegebalken und dem Dehnstab an. (1 Punkte)
- Geben Sie die wirkende Kraft des Dehnstabes auf den Biegebalken samt Angriffsrichtung an. Berücksichtigen Sie die kinematische Kopplung! (2 Punkte)
- Geben Sie die Randbedingungen des Biegebalkens für die Biegelinien-Differentialgleichung an. (4 Punkte)
- Bestimmen Sie die Funktion $w(x)$. (5 Punkte)
- Bestimmen Sie die wirkende Kraft im Dehnstab. (1 Punkt)



Geg.: ℓ , q_0 , EI , EA , α , $\Delta T > 0$