

Bitte deutlich schreiben!

Name, Vorname:

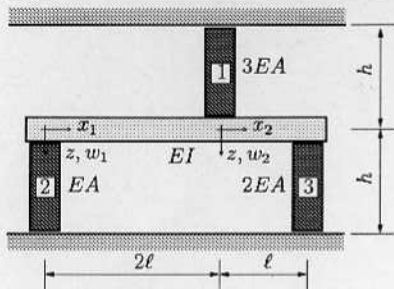
Matr.-Nr.:

Studiengang:

T
1
2
3
Σ

1

(14 Punkte)



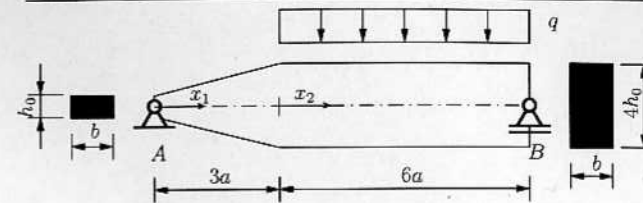
Zwischen drei Stäbe wird ein Balken derart eingespannt, daß das System in dieser Ausgangslage spannungsfrei ist. Alle drei Stäbe haben den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten  $\alpha_T$ , allerdings unterschiedliche Längsdehnsteifigkeiten (s. Skizze). Der Balken hat die Biegesteifigkeit  $EI$ . Nun werden alle drei Stäbe 1, 2 und 3 um die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  erwärmt.

- [2 Punkte] Wie groß sind die Kräfte in den Stäben 2 und 3 in Abhängigkeit von der Normalkraft  $N_1$  im Stab 1?
- [2 Punkte] Berechnen Sie die Längenänderung der Stäbe 2 und 3 in Abhängigkeit der Längenänderung  $\Delta\ell_1$  des Stabes 1.
- [1 Punkt] Wie sind Stab 1 und der Balken gekoppelt? Formulieren Sie die kinematische Verträglichkeitsbedingung!
- [2 Punkte] Ermitteln Sie die Biegemomentenverläufe  $M_I(x_1)$  und  $M_{II}(x_2)$  im Balken infolge der Kraft aus Stab 1 unter Berücksichtigung der angegebenen Koordinatensysteme.
- [2 Punkte] Wie lauten die Rand- und Übergangsbedingungen für den Balken, wenn die Balkenbiegeline mithilfe der Biegeliniendifferentialgleichung  $-EIw'' = M$  bestimmt werden soll.
- [3 Punkte] Zeigen Sie, daß die Biegelinie für den linken Bereich durch die Funktion  $w_1(x_1) = \frac{N_1}{18EI}x_1^3 - \frac{4}{9} \frac{N_1\ell}{EI}x_1 - \Delta\ell_1$  dargestellt werden kann.
- [2 Punkte] Wie groß ist die Stabkraft  $N_1$  in Abhängigkeit der gegebenen Größen.

Geg.:  $\ell, h, EA, EI, \alpha_T, \Delta T$

2

(12 Punkte)



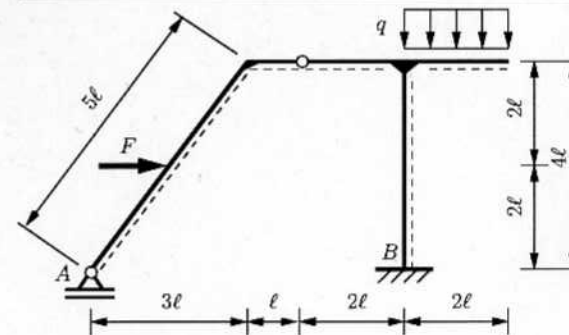
Für den skizzierten Bereichsweise im Querschnitt veränderlichen und durch eine Streckenlast beanspruchten Träger soll ein Biegespannungsnachweis durchgeführt werden:

- [1 Punkt] Wie lautet die allgemeine Formel zur Berechnung der Biegespannung?
- [3 Punkte] Ziehen Sie die Querkraftfläche über den Balken auf und geben Sie markante Punkte (betragsmäßig) an. Ermitteln Sie Ort und Betrag des maximalen Biegemomentes.
- [3 Punkte] Beschreiben Sie für Bereich 1 alle in der Biegespannungsformel auftretenden Variablen mithilfe der gegebenen Werte in Abhängigkeit der Variablen  $x_1$ .
- [3 Punkte] An welcher Stelle tritt im Bereich 1 die maximale Biegespannung auf und wie groß ist sie?
- [2 Punkte] Ermitteln Sie nun noch für Bereich 2 die maximale Biegespannung.

Geg.:  $b, h_0, a, q$

3

(14 Punkte)



Der skizzierte Rahmen wird durch eine horizontale Einzellast und eine vertikale Gleichstreckenlast beansprucht.

- [2 Punkte] Ermitteln Sie zunächst die Auflagerreaktionen.
- [12 Punkte] Stellen Sie Normalkraft-, Querkraft- und Momentenfläche graphisch, d.h. qualitativ, über den Rahmen dar und kennzeichnen Sie jede der Flächen mit ihrem Vorzeichen. Außerdem sind alle markanten Punkte, d.h. lokale Maxima und Minima der Systembereiche, (betragsmäßig) in den Schnittgrößengraphiken anzugeben.

Geg.:  $\ell, q, F = 2q\ell$

# Theorieaufgaben

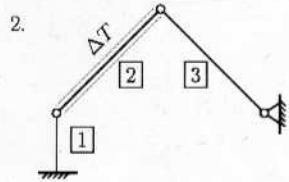
(10 Punkte)

1. An einem starren Körper greift im Punkt  $P$  eine Kraft  $\underline{F} = (-F, F, 2F)$  an. Geben Sie das resultierende (Kraft-)Moment bezüglich des Punktes  $A$  an. Die Ortsvektoren zu den Punkten sind mit  $\underline{r}_A = (a, 2a, 3a)$  und  $\underline{r}_P = (0, 3a, a)$  gegeben.

Geg.:  $F, a$

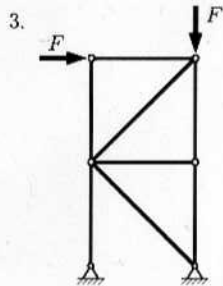
$\underline{M} =$

(2 Punkte)



Prüfen Sie, ob in dem abgebildeten System Zwangsspannungen infolge einer Temperaturbelastung im Stab 2 wie in der Skizze dargestellt, auftreten können! (Lösung muß nachvollziehbar sein)

(1 Punkt)



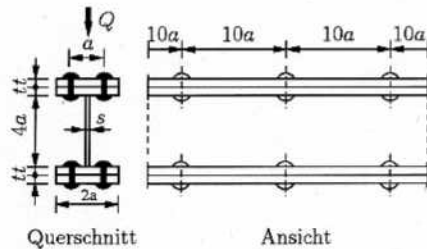
Kennzeichnen Sie die Nullstäbe des idealen Fachwerkes.

(1 Punkt)

4. Die Flansche eines Doppel-T-Trägers sind mittels zweier in gleichmäßigem Abstand angenieteter Bleche verstärkt worden. Nun soll überprüft werden, ob die Abmessungen der Niete (Querschnittsfläche eines Nietes ist  $A_N$ ) für eine größere Belastung ausreichend sind. Die Formel zur Berechnung der Schubspannung infolge einer Querkraftbeanspruchung ist bekannt, sie lautet  $\tau = \frac{Q \cdot S_y^*}{I_{yy} \cdot b}$ . Welche Werte sind für  $S_y^*$  und  $b$  in die Formel einzutragen?

Anm.: Es wird neben der genaueren Formel für dünnwandige Träger auch die Näherungsformel aus dem Buch von Prof. Müller akzeptiert.

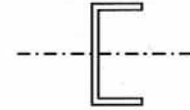
Geg.:  $a, t, s, I_{yy}, Q, A_N$



$S_y^* =$   ,  $b =$

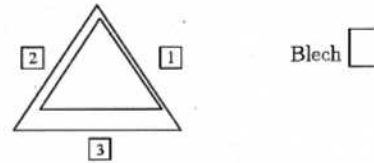
(2 Punkte)

5. Der abgebildete Querschnitt soll durch eine Last beansprucht werden. Tragen Sie qualitativ den Punkt in die Skizze ein, in dem die Resultierende der Last angreifen muß, damit der Träger nicht auf Torsion beansprucht wird und benennen Sie ihn mit dem (mechanischen) Fachbegriff.



(1 Punkt)

6. Dargestellt ist ein geschlossenes dünnwandiges Profil, welches aus drei Blechen unterschiedlicher Dicke zusammengeschweißt wurde. Blech 2 hat die doppelte, Blech 3 die dreifache Stärke von Blech 1. Geben Sie an, in welchem Blech die größte Schubspannung infolge einer Belastung durch ein Torsionsmoment auftritt.



Blech

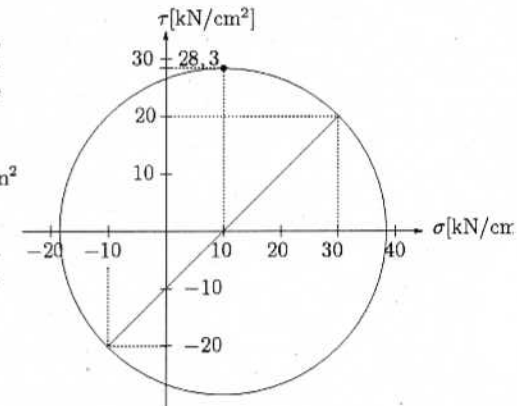
(1 Punkt)

7. Gegeben ist der skizzierte Mohrsche Kreis, der aus dem Spannungszustand eines Balkenelementes resultiert. Wie groß sind die Hauptspannungen?

$\sigma_I =$    $\text{kN/cm}^2$ ,  $\sigma_{II} =$    $\text{kN/cm}^2$

Um welchen Winkel  $\psi$  müßte das Element gedreht werden, um die maximale Schubspannung zu erhalten?

$\psi =$   °



Hinweis: Zur Lösung dieser Aufgabe ist kein Lineal o.ä. erforderlich!

(2 Punkte)