Univ. Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
Technische Universität Berlin
Fakultät V
Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik und
Materialtheorie - LKM, Sekr. MS 2
Einsteinufer 5, 10587 Berlin

3. Klausur Statik und elementare Festigkeitslehre WS 11/12

Name, Vorname:

Matr.-Nr.:

Studiengang:

◯ Studienbegleitende Prüfung (Bachelor)
◯ Übungsscheinklausur (ohne Theorieteil)

1	
2	
3	
$\sum$	
T	

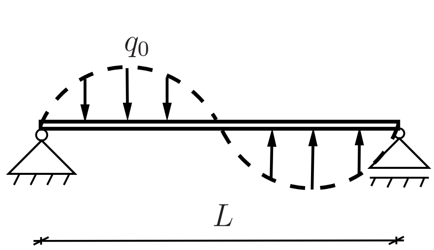
Theorieaufgaben

1. Geben Sie die Maßeinheiten folgender Größen **ausschließlich** in den Einheiten 1, kg, m , s und N an:

Schubmodul dim $[G] \hat{=}$	dim $[w'''] \hat{=}$

(1 Punkt)

2. Der Balken wird durch eine sinusförmige Streckenlast belastet. Wie ist der Momentenverlauf im Balken? Bitte ankreuzen!



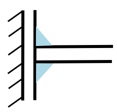
☐ $M(x) = \frac{L^2}{4\pi^2} q_0 \sin(\frac{2\pi x}{L})$

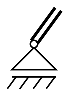
☐ $M(x) = \frac{L}{2\pi} q_0 \cos(\frac{2\pi x}{L})$

☐ $M(x) = \frac{L^2}{\pi^2} q_0 \sin(\frac{\pi x}{L})$

(1 Punkt)

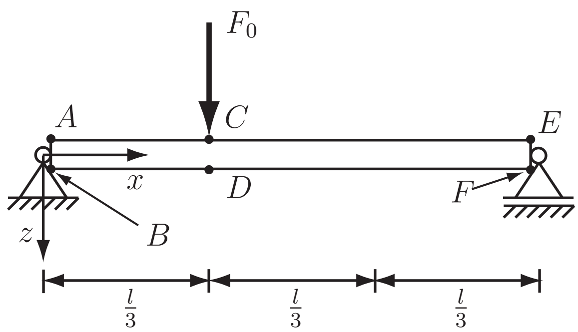
3. Geben Sie zu jedem Lager die Wertigkeit im ebenen Fall an.





(1 Punkt)

4. An welchem der Punkte A bis F tritt die größte Zugspannung auf?



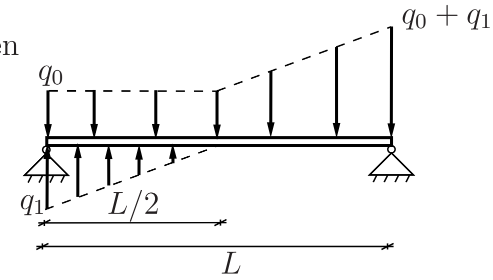
☐ A ☐ B ☐ C

☐ D ☐ E ☐ F

(1 Punkt)

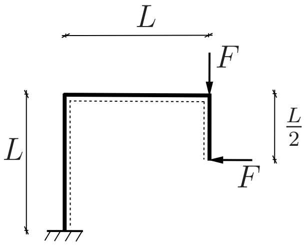
Univ. Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
Technische Universität Berlin
Fakultät V
Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik und
Materialtheorie - LKM, Sekr. MS 2
Einsteinufer 5, 10587 Berlin

5. Wie groß ist die gesamte resultierende Kraft des eingezeichneten Belastungszustandes?

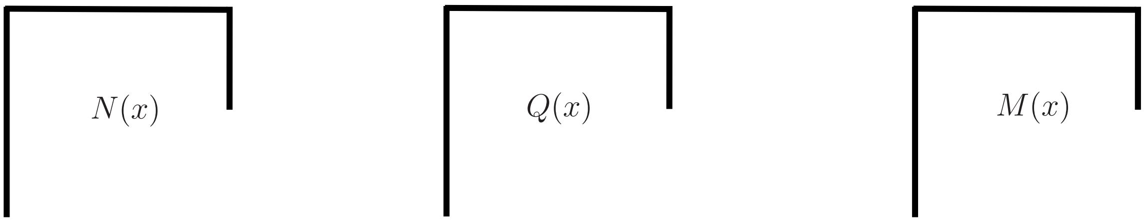


$F_{\text{res}} =$

(1 Punkt)

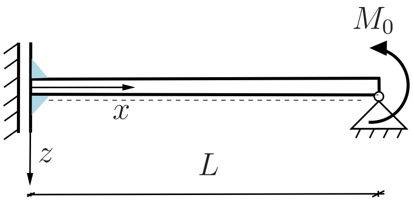
6. 

Zeichnen Sie die Schnittlastenverläufe des geknickten Trägers in die entsprechenden Diagramme ein. Geben Sie die richtigen Vorzeichen und markante Punkte an.



(3 Punkt)

7. Welche der unten angegebenen Randbedingungen sind für das vorliegende System zutreffend?



- [ ] $EIw''(l) = -M_0$
- [ ] $w(0) = 0$
- [ ] $EIw''(l) = M_0$
- [ ] $EIw'''(0) = 0$

(1 Punkt)

8. Es wird der CAUCHYsche Spannungstensor

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{pmatrix}$$

betrachtet. Welche der folgenden Aussagen sind für allgemeine Belastungsfälle gültig?

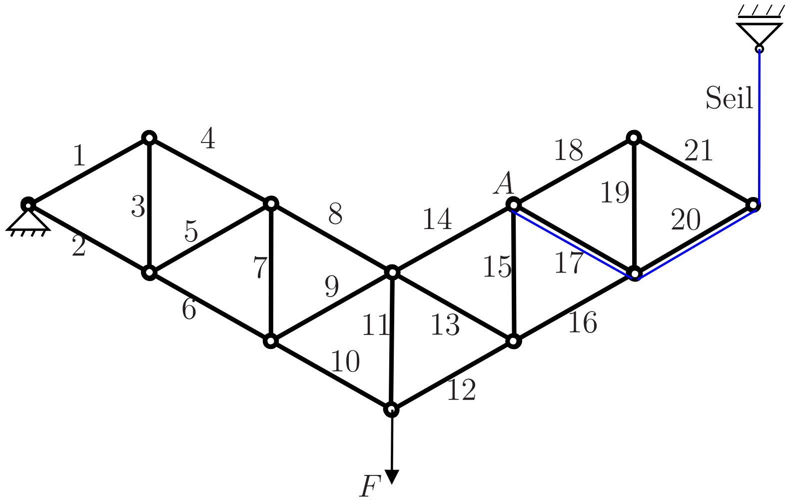
- [ ] $\sigma_{xx} > \sigma_{yy}$
- [ ] $\sigma_{xy} = \sigma_{yz}$
- [ ] $\sigma_{xy} = \sigma_{yx}$

(1 Punkt)

Univ. Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
Technische Universität Berlin
Fakultät V
Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik und
Materialtheorie - LKM, Sekr. MS 2
Einsteinufer 5, 10587 Berlin

1 (11 Punkte)

Das aus 21 gelenkig miteinander verbundenen, a-langen Stäben bestehende ebene Fachwerksystem wird durch eine gegebene Kraft F nach unten belastet. Das System ist links an einem Gelenk und rechts durch ein Seil, welches im Knoten A befestigt ist, gelagert. Das Seil läuft über zwei reibungsfrei gelagerte Rollen mit vernachlässigbar kleinem Radius. Die Masse der Stäbe, des Seils und der Rollen sind zu vernachlässigen.



(a) Überprüfen Sie die notwendige Bedingung für die statische Bestimmtheit des Fachwerks. Bestimmen Sie die Auflagerkräfte für den Fall der vertikalen Positionierung des Stabes 11. Bestimmen Sie ausserdem die Seilkraft S.

(b) Gibt es offensichtliche Nullstäbe in der Konstruktion? Wenn ja, geben Sie diese an.

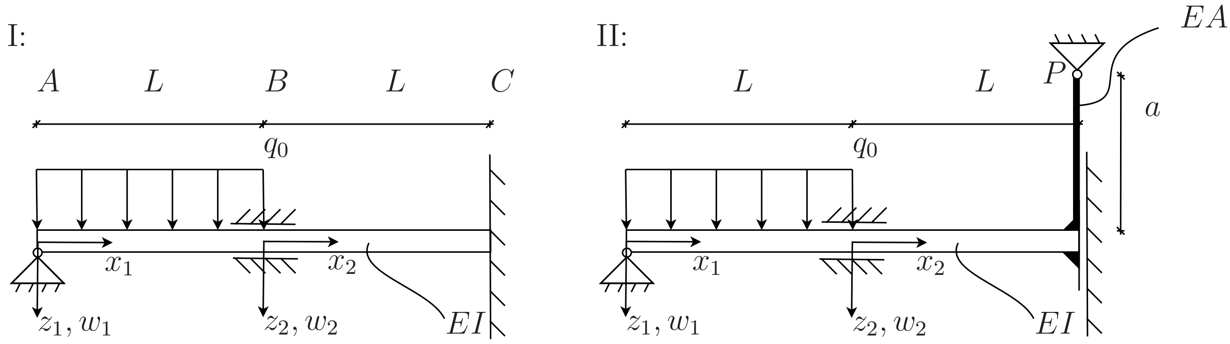
(c) Ermitteln Sie die Kräfte in den Stäben 16, 17 und 18 mit einem Ritterschen Schnitt. Geben Sie jeweils, an ob die Stäbe durch Zug oder Druck belastet sind.

(d) Nun bestimmen Sie die Kräfte in den Stäben 14 und 15 mit dem Knotenpunktverfahren am Knoten A. Fertigen dazu einen Freischnitt an.

Geg.: F, a

2 (19 Punkte)

Ein Balken mit Elastizitätsmodul E und dem Flächenträgheitsmoment I der Länge $2L$ wird durch ein Festlager und eine feste Einspannung gelagert und mit einer Streckenlast q_0 wie skizziert belastet (Fall I). In der Mitte wird er zusätzlich durch eine Schiebehülse gestüzt.



Univ. Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
Technische Universität Berlin
Fakultät V
Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik und
Materialtheorie - LKM, Sekr. MS 2
Einsteinufer 5, 10587 Berlin

(a) Bestimmen Sie die allgemeine Lösung der Biegeliniendifferentialgleichung 4. Ordnung für diesen Balken (Fall I) im Bereich A–C! Teilen Sie dazu den Bereich in 2 Teilbereiche (A–B und B–C) und verwenden Sie die eingezeichneten lokalen Koordinatensysteme.

(b) Geben Sie zur Bestimmung der 8 Integrationskonstanten die Rand- und Übergangsbedingungen an.

(c) Berechnen Sie alle Integrationskonstanten und berechnen Sie den Verlauf des Biegemomentes im Bereich A–C!

(d) Skizzieren Sie das Biegemoment grafisch, geben Sie markante Punkte an und bestimmen Sie das betragsmäßig maximale Moment.

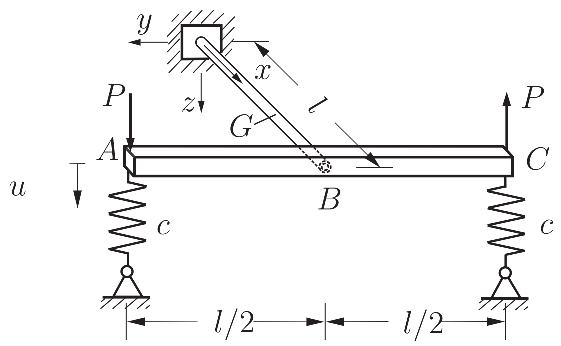
(e) Nun wird der Balken mit einem elastischen Stab der Länge a zum Lager P abgestützt (Skizze II).

Der Stab hat im unbelasteten Zustand die Länge L. Geben Sie an welche Randbedingung nun nicht mehr gültig ist und durch welche sie ersetzt werden muss!

Geg.: E, I, A, L, a, q_0

3 **(10 Punkte)**

Ein Stab mit Kreisringquerschnitt (Aussenradius R, Innenradius r) ist wie abgebildet eingespannt. Am anderen Ende des Stabes ist ein starrer Balken angeschweisst, der durch zwei lineare Federn abgestützt wird. Zur Lösung der Aufgabe soll von kleinen Verdrehungen ausgegangen werden. Gesucht ist die maximal mögliche Kraft P_{max}, wenn im Punkt A die zulässige Verschiebung u_{zul} (in z-Richtung) vorgegeben ist.



(a) Fertigen Sie einen Freischnitt des Balkens im ausgelenkten Zustand an und benutzen dazu das lineare Federgesetz $F_c = cu$. Berechnen Sie damit das im Punkt B angreifende Moment M_B in Abhängigkeit von P und u.

(b) Bestimmen Sie nun das im Stab wirkende Torsionsmoment M_T in Abhängigkeit des Verdrehwinkels θ_B im Punkt B. Geben Sie dazu auch das polare Flächenträgheitsmoment I_P für den Kreisring an. Finden Sie nun eine kinematische Beziehung zwischen θ_B und u.

(c) Finden Sie nun durch Gleichsetzen von M_B und M_T den Zusammenhang zwischen P und u. Was ist die größte zulässige Kraft P_{max}, damit $u = u_{zul}$ erreicht wird.

(d) Geben Sie Ort und Betrag der maximalen Schubspannung im Stabquerschnitt für $P = P_{max}$ in Abhängigkeit der gegebenen Größen an.

Gegeben: R, r, l, c, u_{zul}, G