

# Diplomprüfung Herbst 2006

Prüfungsfach

## Statik

Klausur am 28.08.2006

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_ Matrikelnummer: \_\_\_\_\_  
(bitte deutlich schreiben) (9stellig!)

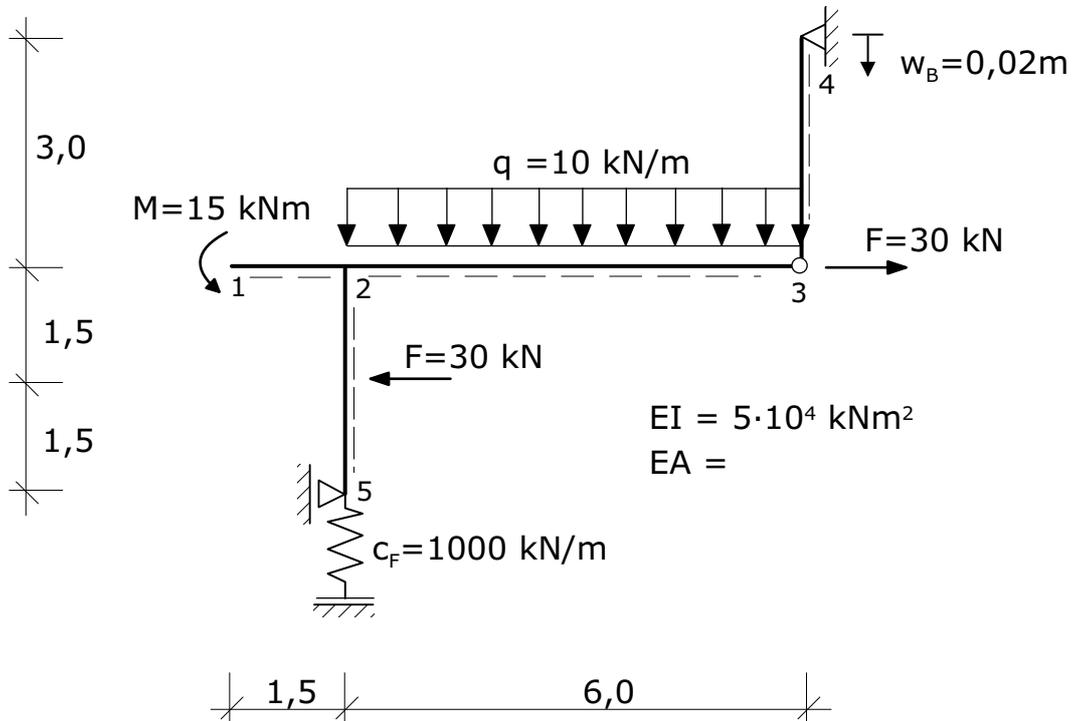
Aufgabe	<del>1</del>	<del>2</del>	<del>3</del>	4	5	6	7	8	9	Summe
mögliche Punkte	<del>20</del>	<del>5</del>	<del>5</del>	25	20	25	30	30	20	120
erreichte Punkte										

### Wichtige Hinweise

- Dauer der Klausur: 3 Stunden, davon  
30 Minuten für Aufgaben ohne Hilfsmittel,  
2 Stunden 30 Minuten für Aufgaben mit Hilfsmitteln.
- Prüfen Sie, ob alle Aufgabenblätter vorhanden sind.
- Schreiben Sie auf das Deckblatt ihren Namen und ihre Matrikelnummer.
- Geben Sie bei den Aufgaben, die ohne Hilfsmittel zu bearbeiten sind, Ihre Lösungen auf den Aufgabenblättern an. Bei Bedarf können Sie weiteres farbiges Schreibpapier anfordern. Verwenden Sie hierfür kein eigenes Papier.
- Die Aufgabenblätter zu den Aufgaben, die mit Hilfsmitteln zu bearbeiten sind, sind zusammen mit den zugehörigen Lösungen abzugeben.
- Keine grünen Stifte verwenden.
- Die Lösungen sollen alle Nebenrechnungen und Zwischenergebnisse enthalten.
- Programmierbare Rechner nur ohne Programmteil benutzen.
- Die Benutzung Programmgesteuerter Rechner (z.B. Notebooks, Laptops, PDAs) ist nicht zulässig.
- Mobiltelefone sind während der Klausur abzuschalten und dürfen nicht benutzt werden.
- Toilettenbesuche sind nur einzeln unter Hinterlegung des Studentenausweises bei den Aufsichtspersonen gestattet.
- Keine Gleichungssysteme mit mehr als zwei Unbekannten lösen.

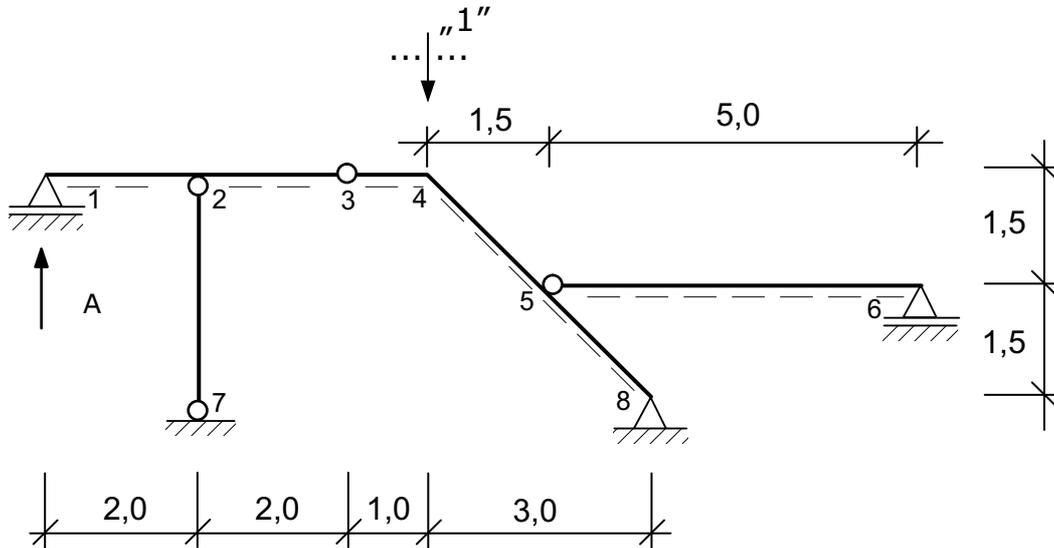
## Aufgabe 4

( 25 Punkte)



- Für das dargestellte Tragwerk sind die Schnittkräfte  $N$ ,  $Q$  und  $M$  zu ermitteln und grafisch darzustellen.
- Berechnen Sie mit dem Prinzip der virtuellen Arbeit die horizontale Verschiebung des Knotens 3.
- Berechnen Sie die vertikale Verschiebung des Stabes 2-3 in den 1/4-Punkten mit dem  $w$ -Verfahren, und skizzieren Sie die Verformung.

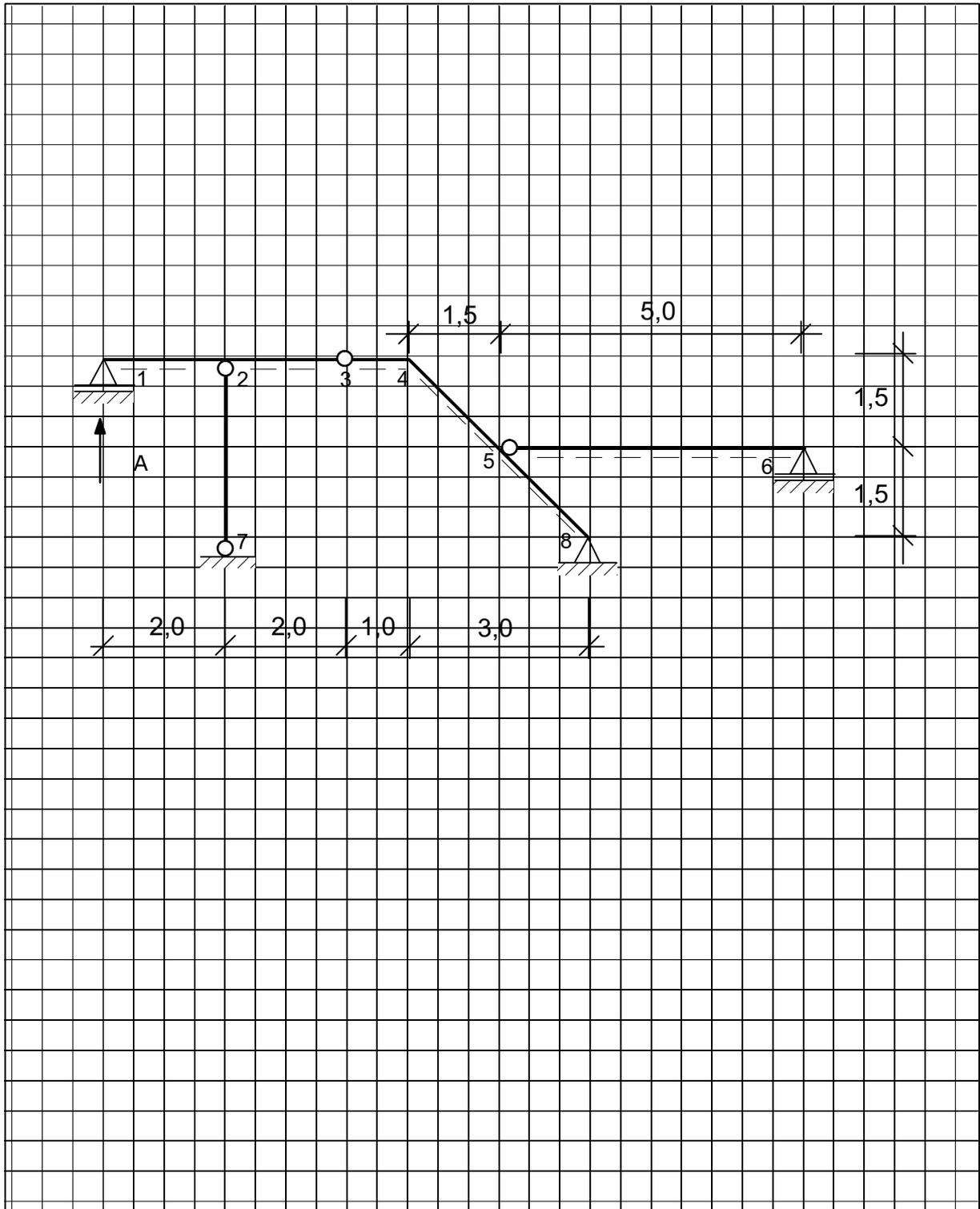
## Aufgabe 5 ( 20 Punkte)



Für die bauliche Durchbildung des Auflagers A stehen drei Auflagertypen mit folgenden Eigenschaften zur Auswahl:

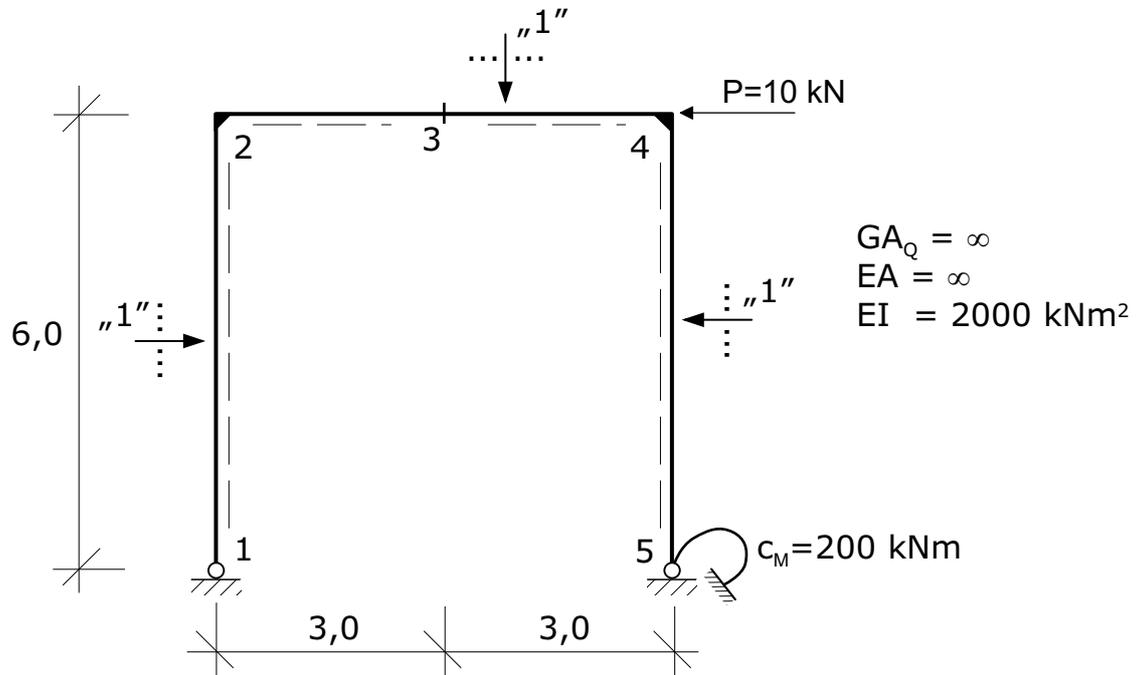
	maximal aufnehmbare Zugkraft [kN]	maximal aufnehmbare Druckkraft [kN]
Typ I	35	15
Typ II	45	12
Typ III	50	8

Welchen Auflager-Typ würden Sie für die baupraktische Umsetzung von Auflager A verwenden, wenn auf dem Lastgurt 1-2-3-4-5-6 eine konstante Verkehrslast  $q = 10\text{kN/m}$  in vertikaler Richtung anzusetzen ist? Begründen Sie Ihre Wahl mit Hilfe der kinematischen Methode, indem Sie die maßgebenden Laststellungen der Verkehrslast ermitteln und auswerten.



## Aufgabe 6

( 25 Punkte)



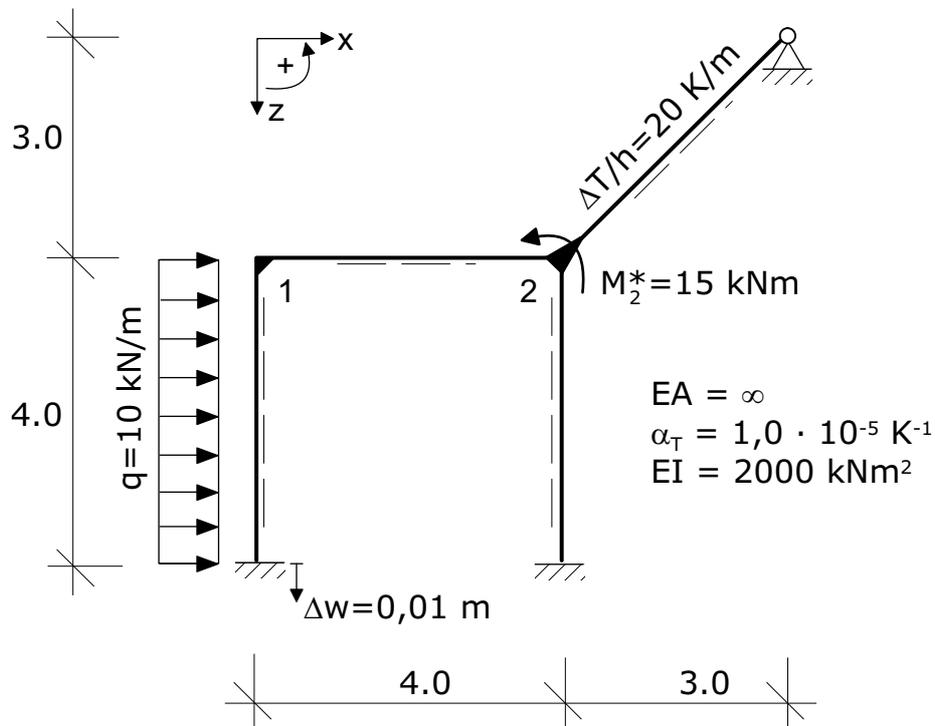
Gegeben ist das oben dargestellte Tragwerk. Zur Ermittlung der Durchbiegung  $w_3$  des Knotens 3 soll die Einflusslinie herangezogen werden. Bearbeiten Sie zu diesem Zweck folgende Teilaufgaben:

- Zeichnen Sie das statische System zur Ermittlung der gesuchten Einflusslinie inklusive der anzusetzenden Belastung (siehe Hinweis).
- Ermitteln Sie für das System aus Aufgabenteil a) den resultierenden Momentenverlauf mit Hilfe des Kraftgrößenverfahrens und stellen Sie ihn grafisch dar.
- Werten sie die Einflusslinie für den dargestellten Lastfall einer horizontalen Einzelast an der rechten Rahmenecke aus. Berechnen Sie dazu zunächst die entsprechende Einflusslinienordinate und bestimmen Sie damit die Durchbiegung  $w_3$ .

Hinweis: Die Einflusslinie einer Weggröße entsteht als Biegelinie des Lastgurts in Richtung der angreifenden Kräfte, wenn am Ort der gesuchten Weggröße eine korrespondierende Kraftgröße '1' aufgebracht wird.

## Aufgabe 7

( 30 Punkte)

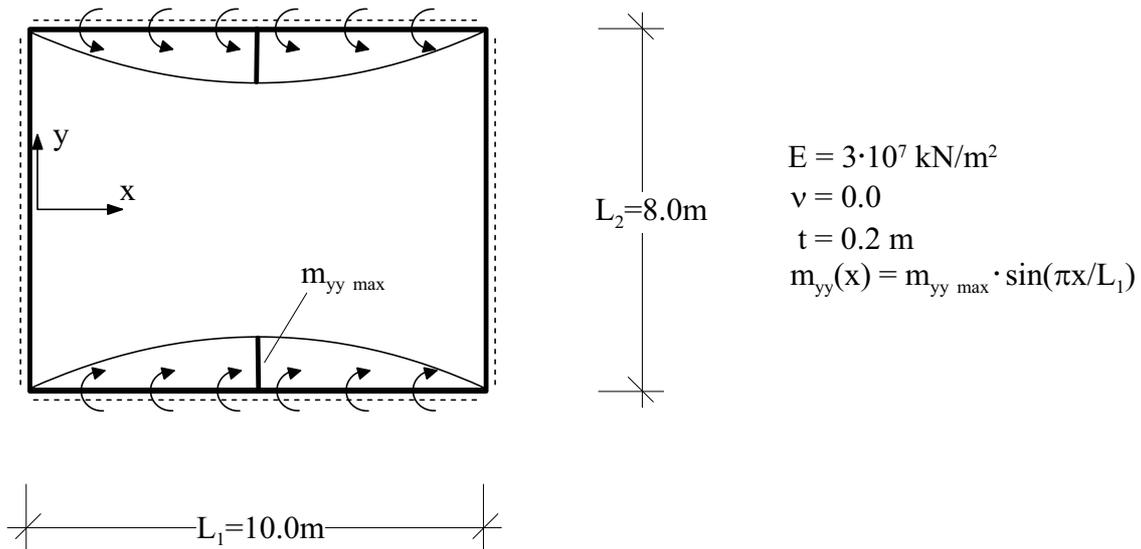


Gegeben ist das oben dargestellte Tragwerk inklusive aller wirkenden Lasten.

- Berechnen Sie den Momentenverlauf  $M$  des Tragwerks mittels des Drehwinkelverfahrens und stellen Sie ihn grafisch dar.
- Ermitteln Sie die Drehfreiheitsgrade, wenn am Knoten 1 zusätzlich eine Drehfeder mit  $c_{M_1} = 200 \text{ kNm}$  angebracht wird?
- Berechnen Sie die Drehfreiheitsgrade, wenn am Knoten 1 zusätzlich ein Einzelmoment  $M_1^* = 30 \text{ kNm}$  wirkt. Die Feder aus Aufgabenteil b) ist nicht zu berücksichtigen.

## Aufgabe 8 ( 30 Punkte)

Eine allseitig gelenkig gelagerte Platte der Dicke  $t$  wird an den beiden Rändern  $y = L_2/2$  und  $y = -L_2/2$  durch ein sinusförmiges Streckenmoment beansprucht, dessen Amplitude  $m_{yy_{max}} = 50 \text{ kNm/m}$  beträgt.



Die Durchbiegungsfunktion des Problems lautet:

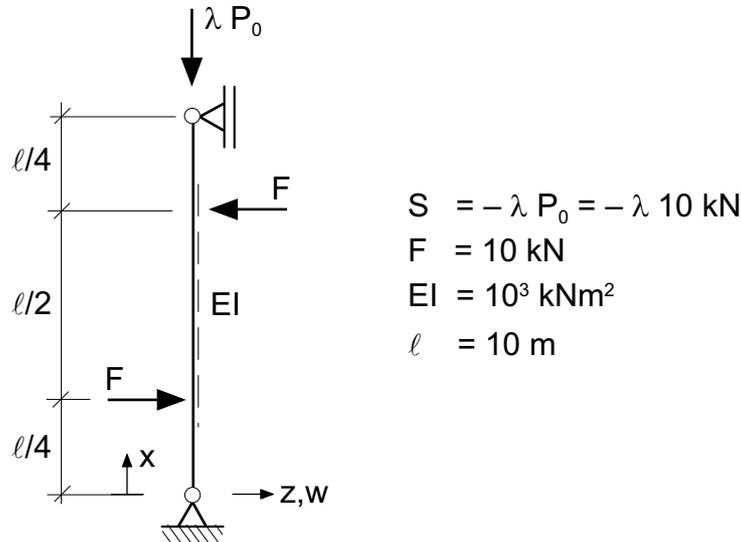
$$w(x, y) = \left( C_1 \cdot \cosh \frac{\pi y}{L_2} + C_2 \cdot \sinh \frac{\pi y}{L_2} + C_3 \cdot \frac{\pi y}{L_2} \cdot \cosh \frac{\pi y}{L_2} + C_4 \cdot \frac{\pi y}{L_2} \cdot \sinh \frac{\pi y}{L_2} \right) \cdot \sin \frac{\pi x}{L_1} .$$

- Benennen Sie die geometrischen und statischen Randbedingungen des Systems.
- Ermitteln Sie die Konstanten  $C_1$  bis  $C_4$  so, dass die Durchbiegungsfunktion die unter a) bestimmten Randbedingungen erfüllt.
- Bestimmen Sie die Durchbiegung in Plattenmitte.
- Berechnen Sie die Momente  $m_{xx}$ ,  $m_{yy}$  und  $m_{xy}$  in Plattenmitte.
- Wie groß sind die Momente und die Durchbiegung, wenn das Randmoment auf den Wert  $m_{yy_{max}} = 250 \text{ kNm/m}$  erhöht wird?
- Wie groß sind die Momente und die Durchbiegung, wenn die Plattendicke verdoppelt wird?

Hinweis: Die Ausnutzung der Symmetrie des Problems bietet entscheidende Vorteile.

## Aufgabe 9

( 20 Punkte)



Das dargestellte System soll unter Berücksichtigung der horizontal wirkenden Lasten nach dem Verfahren von Ritz unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen berechnet werden. Die Ansätze für die wirklichen bzw. die virtuellen Verschiebungen haben folgende Form:

$$w(x) = \sum_{i=1}^2 a_i \cdot \sin\left(\frac{i \cdot \pi \cdot x}{l}\right) \quad \bar{w}(x) = \sum_{i=1}^2 \bar{a}_i \cdot \sin\left(\frac{i \cdot \pi \cdot x}{l}\right) .$$

- Geben Sie das Prinzip der virtuellen Verschiebung für das dargestellte Problem an. Drücken Sie alle Schnittgrößen und Verzerrungen durch  $w(x)$  bzw. Ableitungen von  $w(x)$  aus.
- Berechnen Sie die Koeffizienten  $f_i$  des Belastungsvektors  $\mathbf{f}$  für den Fall eines zweigliedrigen Verschiebungsansatzes.
- Berechnen Sie die Verschiebung  $w(l/4)$  für  $\lambda = 0$ ,  $\lambda = 2\pi^2$  und  $\lambda = 4\pi^2$ . Verwenden Sie hierzu die unten angebenen Steifigkeitsmatrizen  $\mathbf{K}$  und  $\mathbf{G}$  sowie den unter b) berechneten Lastvektor  $\mathbf{f}$ . Interpretieren Sie die erhaltenen Ergebnisse.

$$\mathbf{K} = EI \frac{\pi^4}{l^3} \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 8 \end{bmatrix} \quad \mathbf{G} = P_0 \frac{\pi^2}{l} \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$$