

Diplomprüfung Herbst 2007

Prüfungsfach

Statik

Klausur am 27.08.2007

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

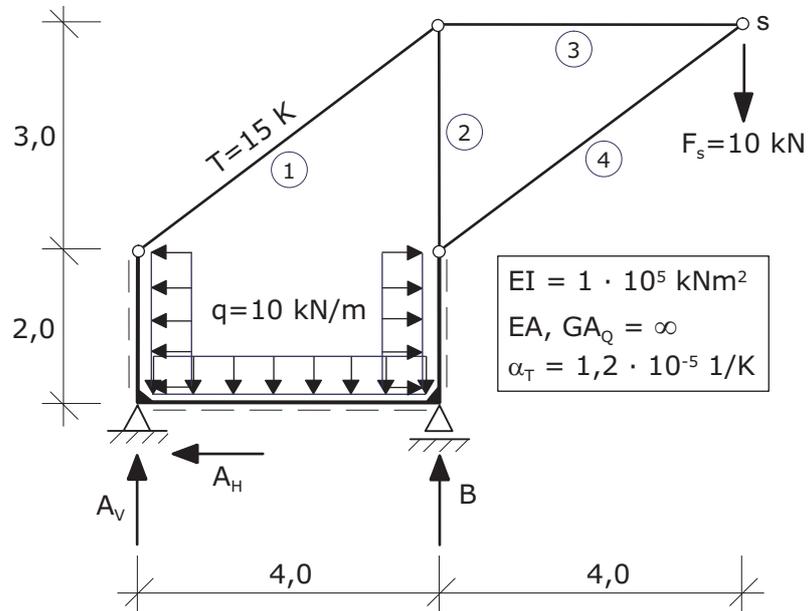
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Summe
mögliche Punkte	20	5	5	25	25	25	25	25	25	120
erreichte Punkte										

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

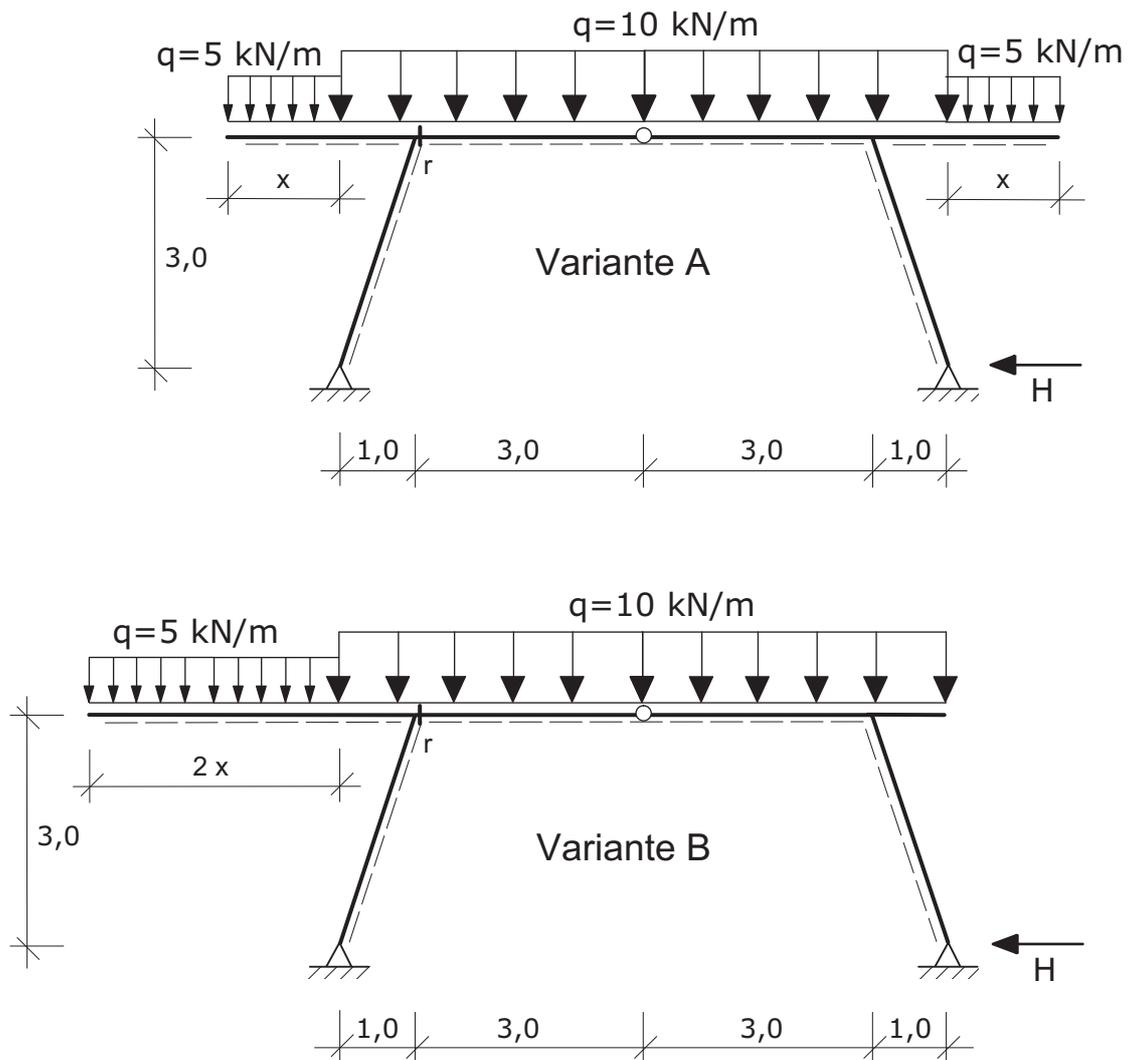
(25 Punkte)



- Für das dargestellte Mischsystem bestehend aus einem Trograhmen und einem Fachwerk sind die Schnittgrößen N , Q und M zu ermitteln und grafisch darzustellen.
- Berechnen Sie die vertikale Verschiebung des Knotens s .
- Um Kosten zu sparen, werden die Fachwerkstäbe 1 bis 4 mit günstigerem Material realisiert, die dadurch eine Dehnsteifigkeit von $EA = 5 \cdot 10^4$ kN aufweisen. Wie groß ist nun die vertikale Verschiebung des Knotens s ?

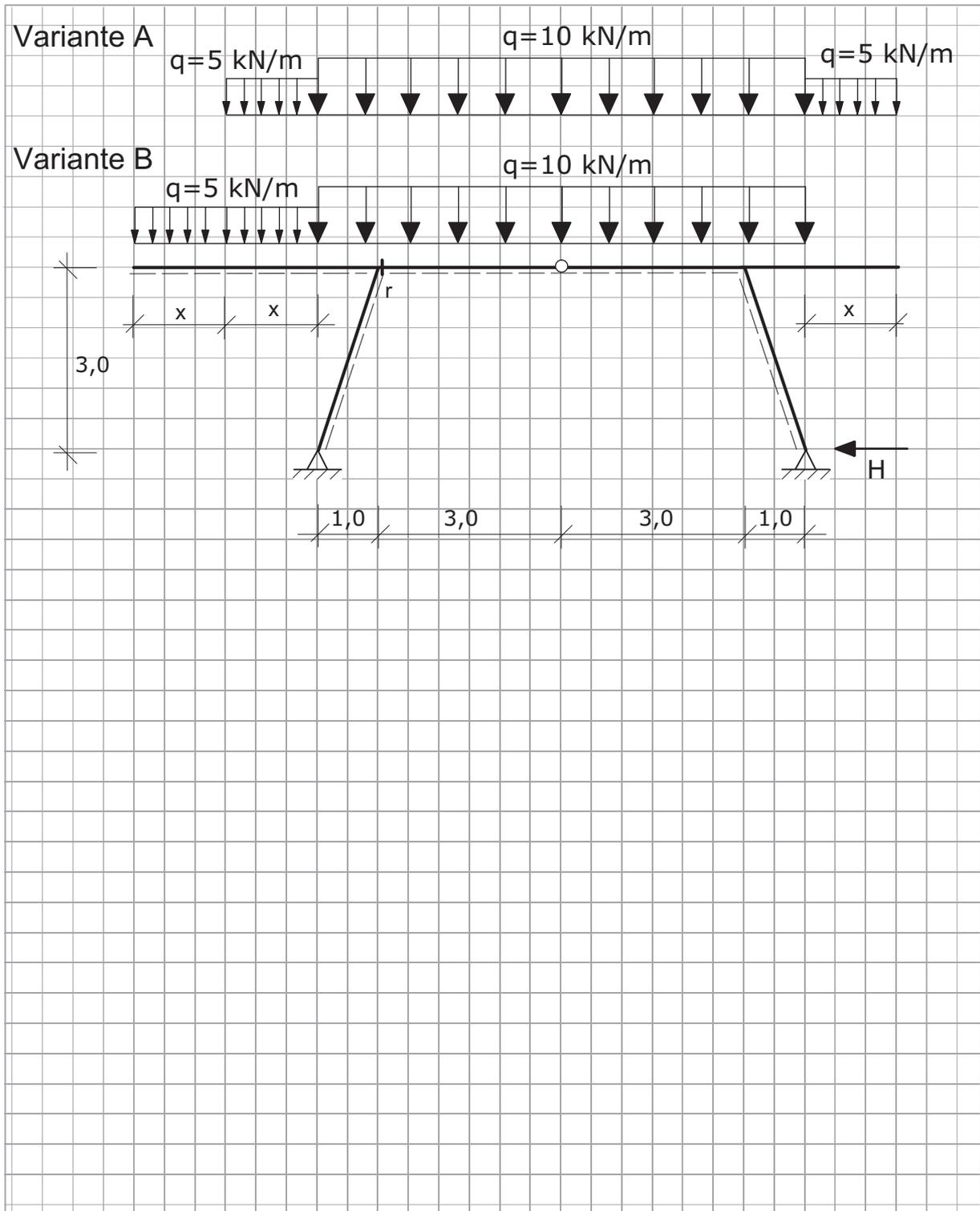
Aufgabe 5 (25 Punkte)

Dargestellt sind zwei idealisierte Brückenquerschnitte. Für die Realisierung des Gehweges stehen zwei Alternativen zur Auswahl. Variante A sieht eine symmetrische und Variante B eine linksseitige Anordnung des Gehweges vor. Aus konstruktiven Gründen muss die Breite eines Gehweges x die Bedingung $1,40 \leq x \leq 2,40$ m erfüllen.



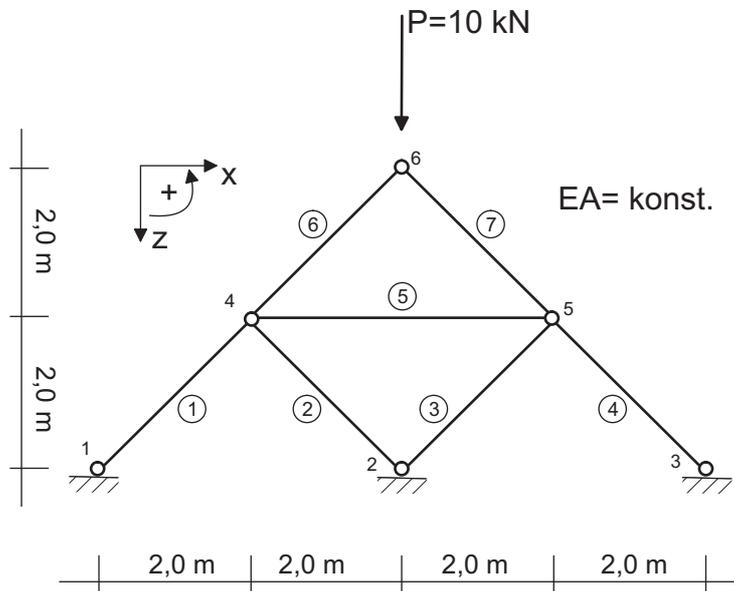
- Ermitteln Sie mit Hilfe der kinematischen Methode für beide Varianten die Breite des Gehweges x so, dass für die gegebene Belastung die horizontale Auflagerkraft H den zulässigen Wert von $H_{zul} = 20$ kN gerade erreicht. Entscheiden Sie anhand dessen, welche Variante vorzuziehen ist.
- Ermitteln Sie für beide Varianten die Einflusslinie des Biegemomentes $EL-M_r$ an der Stelle r und werten Sie die Einflusslinien für die gegebene Belastung aus. Die jeweiligen Breiten x sind aus Aufgabenteil a) zu entnehmen.

Einflusslinie $EL-M_r$



Aufgabe 6

(25 Punkte)



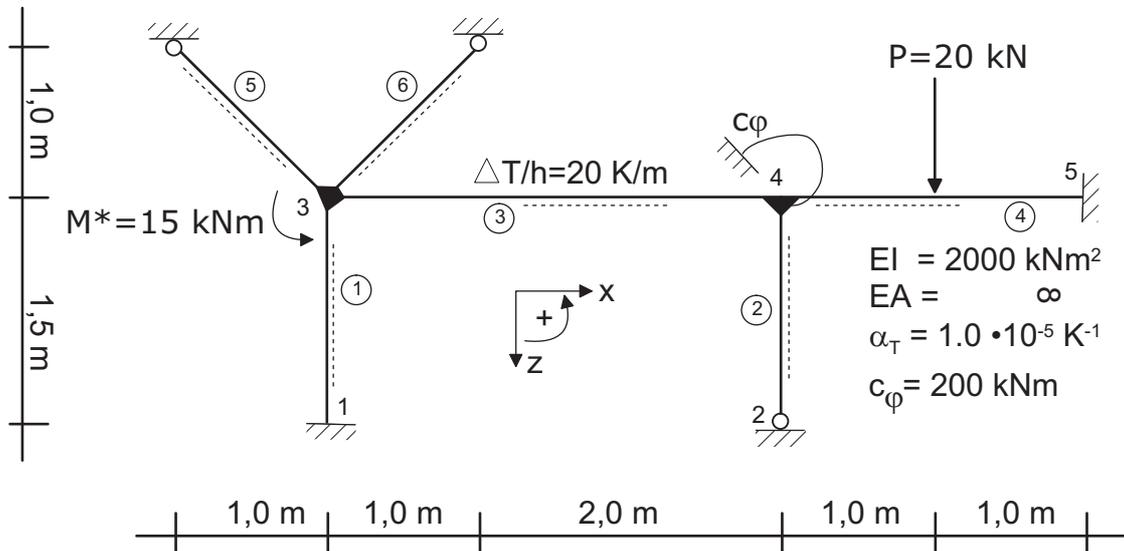
Gegeben ist das oben dargestellte Fachwerk, das durch eine Einzelkraft belastet wird.

- Ermitteln Sie alle Stabkräfte des Systems mit Hilfe des Kraftgrößenverfahrens.
- Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung $EA w_z$ des Knotens 6.

Hinweis: Als statisch überzählige Kraftgrößen sind nur die Stabkräfte zulässig.

Aufgabe 7

(25 Punkte)



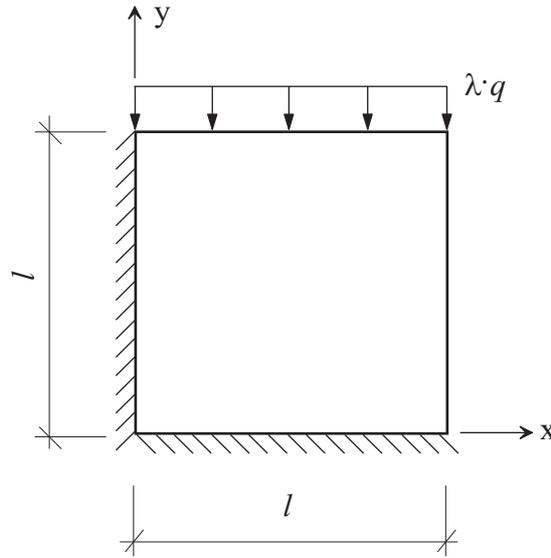
Gegeben ist das oben dargestellte Tragwerk inklusive aller wirkenden Lasten.

- a) Berechnen Sie den Momentenverlauf M des Tragwerks mit Hilfe des Drehwinkelverfahrens und stellen Sie ihn grafisch dar.

Aufgabe 8

(25 Punkte)

Die dargestellte Wand der Dicke t sei durch eine konstante Linienlast q in negativer y -Richtung beansprucht. Für einen Beulnachweis gilt es den kritischen Laststeigerungsfaktor λ_k nach dem Verfahren von Ritz unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen zu berechnen. Die Wand ist am linken und am unteren Rand eingespannt, die anderen Ränder sind frei. Die Verschiebungen in y -Richtung (x -Richtung) für das linke (untere) Auflager sind nicht gesperrt.



Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen lautet für diesen Fall:

$$\begin{aligned} \bar{W} &= \bar{W}^i - \bar{W}^e = \bar{W}^i - 0 = 0 \\ &= K \int_A [w_{,xx} \bar{w}_{,xx} + 2w_{,xy} \bar{w}_{,xy} + w_{,yy} \bar{w}_{,yy} + \nu (w_{,xx} \bar{w}_{,yy} - 2w_{,xy} \bar{w}_{,xy} + w_{,yy} \bar{w}_{,xx})] dA \\ &+ \int_A [n_x w_{,x} \bar{w}_{,x} + n_{xy} (w_{,x} \bar{w}_{,y} + \bar{w}_{,x} w_{,y}) + n_y w_{,y} \bar{w}_{,y}] dA = 0 \end{aligned}$$

mit $K = \frac{E \cdot t^3}{12(1 - \nu^2)}$, $E = 3 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$, $\nu = 0.2$, $l = 10.0 \text{ m}$, $t = 0.25 \text{ m}$, $q = 100.0 \text{ kN/m}$,
und $w(x, y)$ als den Durchbiegungen in z -Richtung.

- a) Die eingliedrigen Ansätze für die wirklichen bzw. die virtuellen Verschiebungen haben folgende Form:

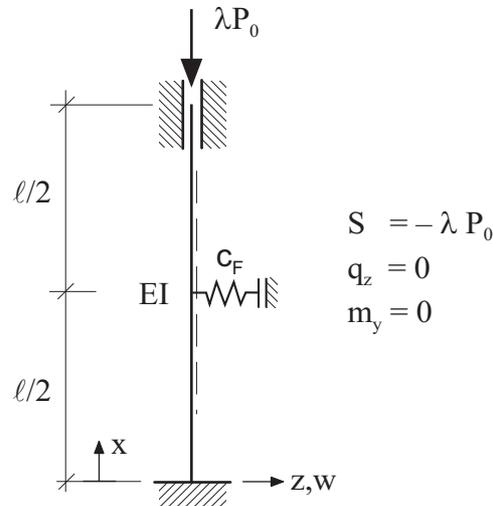
$$w(x, y) = a x^2 y^2 \quad \bar{w}(x, y) = \bar{a} x^2 y^2 .$$

Überprüfen Sie, ob die Ansatzfunktion die geometrischen Randbedingungen erfüllt.

- b) Ermitteln Sie die für den Beulnachweis notwendigen Scheibenschnittkraftgrößen. Nehmen Sie an, dass die Auflager keine Schubkräfte aufnehmen können ($n_{xy} = n_{yx} = 0$).
- c) Bestimmen Sie den kritischen Laststeigerungsfaktor λ_k durch Lösung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.
- d) Schätzen Sie den Laststeigerungsfaktor λ_k unter Vernachlässigung der linken Auflagerung ab, indem Sie von einem Knickstab ähnlichem Verhalten ausgehen.

Aufgabe 9

(25 Punkte)



Das dargestellte System soll unter Berücksichtigung der Wegfeder 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:

$$w(x) = \sum_{i=1}^2 a_i \cdot h_i(x) \quad \bar{w}(x) = \sum_{i=1}^2 \bar{a}_i \cdot h_i(x) .$$

- a) 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.
- b) Geben Sie eine geeignete Folge von Basisfunktionen $h_i(x)$ an.
- c) Berechnen Sie die Koeffizienten $(K_F)_{ij}$ der Feder-StEIFigkeitsmatrix \mathbf{K}_F für den Fall eines zweigliedrigen Verschiebungsansatzes.
- d) Geben Sie eine untere und eine obere Schranke für die Knicklast des dargestellten Systems an (ohne Berechnung).