

Masterprüfung Frühjahr 2009

Prüfungsfach

GRUNDLAGEN NUMERISCHER STRUKTURANALYSEN

Klausur am 25.02.2009

Name: _____ Vorname: _____ Matr.-Nr.: _____
(bitte deutlich schreiben) (9-stellig)

Aufgabe	1	2	3	Summe
mögliche Punkte	20	35	35	90
erreichte Punkte				

Wichtige Hinweise

- Dauer der Klausur: 90 Minuten, davon 20 Minuten für Aufgaben ohne Hilfsmittel (Typ I), 70 Minuten für Aufgaben mit Hilfsmittel (Typ II).
- 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 von Notebooks, Laptops, PDA ist nicht zulässig. Bei der Lösung der Aufgaben ohne Hilfsmittel (Typ I) ist auch die Benutzung von Taschenrechnern verboten.
- Mobiltelefone sind während der Klausur abzuschalten und dürfen nicht benutzt werden.
- Das Verlassen des Klausorraumes zwischen Aufgaben Typ I und Typ II der Klausur ist nicht gestattet. Gleiches gilt für das Verlassen des Raumes vor Ablauf der Bearbeitungszeit.
- Toilettenbesuche sind nur einzeln unter Hinterlegung des Studentenausweises bei den Aufsichtspersonen gestattet.

Aufgabe 2

max. Σ Punkte: 35

erreichte Σ Punkte:

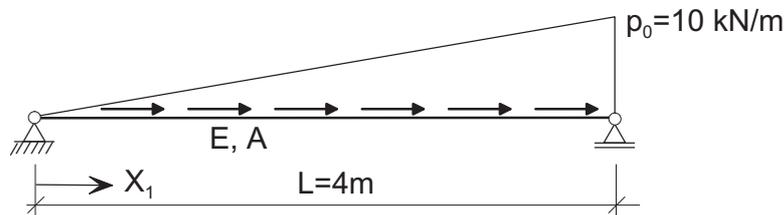


Abbildung 1: System und Belastung

Für das in 1 dargestellte System soll unter der Anwendung verschiedener Elementtypen die Qualität der numerischen Lösung abgeschätzt werden ($E = 1000kN/m^2$, $A = 0.01m^2$).

- Geben Sie die numerische Lösung der unbekanntenen Knotenverschiebungen bei einer Diskretisierung mit einem linearen Finiten Fachwerkstabelement der Länge L an.
- Geben Sie die numerische Lösung der unbekanntenen Knotenverschiebungen bei einer Diskretisierung mit zwei linearen Finiten Fachwerkstabelement der Länge $L/2$ an.
- Geben Sie die numerische Lösung der unbekanntenen Knotenverschiebungen bei einer Diskretisierung mit einem quadratischen Finiten Fachwerkstabelement der Länge L an.
- Tragen Sie die jeweiligen Knotenverschiebungen des Knotens am rechten Auflager des Systems aus den Teilaufgaben a) bis c) in Abhängigkeit der jeweiligen Systemfreiheitsgrade in das Diagramm (Abbildung 2) ein. Tragen Sie als Vergleich die analytische Lösung der Auflagerverschiebung, die aus dem Verschiebungsfeld des Gesamtsystems

$$u_1(X_1) = \frac{p_0}{48EA} \left(-\frac{8}{L}X_1^3 - 12X_1^2 + 18LX_1 + 11L^2 \right) \quad (2)$$

bestimmt werden kann, ebenfalls ein und interpretieren Sie die Ergebnisse.

- Bestimmen Sie die prozentualen Fehler der resultierenden Spannungen σ_{11} im Vergleich zur exakten Lösung an den Knoten für die Diskretisierung der Teilaufgaben a) bis c)

$$\eta_{\sigma, \text{Knoten}} = \frac{\|\sigma_{11}^{FEM} - \sigma_{11}^{ANA}\|}{\|\sigma_{11}^{ANA}\|} \quad (3)$$

und berechnen Sie mittels einer Durchschnittsbildung der Knotenfehler den Fehler des Gesamtsystems $\eta_{\sigma, \text{System}}$ für die einzelnen Diskretisierungen.

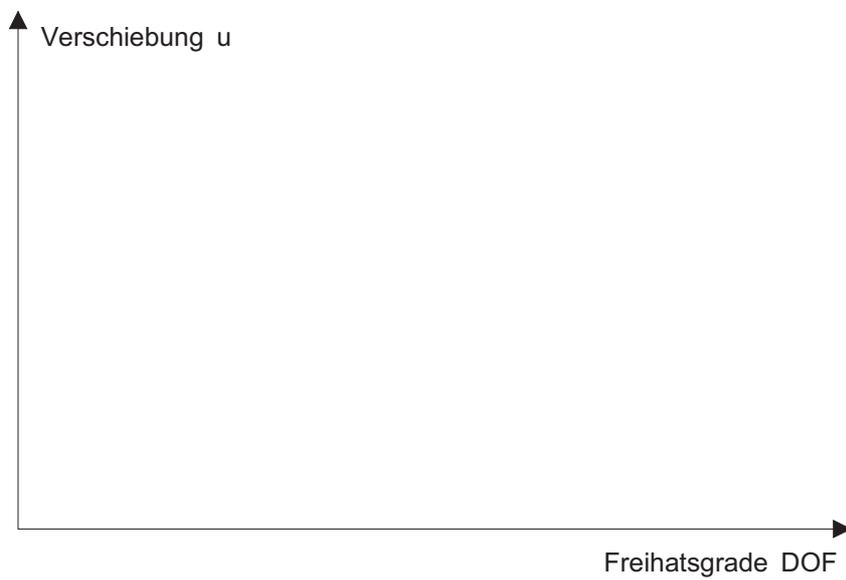


Abbildung 2: System mit Feder

Aufgabe 3

max. Σ Punkte: 35

erreichte Σ Punkte:

Das dargestellte Fachwerkssystem wird am Knoten 2 und Knoten 3 mit einer Kraft F belastet. Die beiden Diagonalstäbe des Fachwerks sind nicht miteinander verbunden. Die Längen der Fachwerkstäbe, deren Querschnittsflächen und das E-Modul sind gegeben.

- Berechnen Sie alle unbekanntes Knotenverschiebungen des Fachwerkssystems mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente.
 Hinweis: Verwenden Sie kein Ersatzsystem, aber berücksichtigen Sie die Symmetrie des Systems!
- Berechnen Sie in einer Nachlaufrechnung alle Stabkräfte des Systems.
- Die in Aufgabenteil a) berechneten Knotenverschiebungen sollen reduziert werden. Dimensionieren Sie die Querschnittsfläche der Fachwerkstäbe, so dass sich die Knotenverschiebungen aus Aufgabenteil a) halbieren. Nennen Sie weitere Möglichkeiten zur Reduzierung der Knotenverschiebungen.
- Wählen Sie ein Ersatzsystem unter Ausnutzung von Symmetrie und Belastung. Wieviele Freiheitsgrade hat dieses Ersatzsystem?

