RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM
FAKULTÄT FÜR BAU- UND UMWELTINGENIEURWISSENSCHAFTEN
STATIK UND DYNAMIK

Masterprüfung Herbst 2010

Modul PG2: Tragwerksanalysen

Veranstaltung:

BERECHNUNG VON FLÄCHENTRAGWERKEN

Klausur am 25.08.2010

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

Aufgabe	~~1~~	2	3	Summe
mögliche Punkte	~~13~~	27	20	60
erreichte Punkte				

Wichtige Hinweise

- Dauer der Klausur: 60 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 Klausurraumes zwischen Aufgaben Typ I und Typ II der Klausur ist nicht gestattet. Gleiches gilt für das Verlassen des Raumes vor Ablauf der Bearbeitungszeit.
- Toillettenbesuche sind nur einzeln unter Hinterlegung des Studentenausweises bei den Aufsichtspersonen gestattet.

Aufgabe 1 max. $\sum$ Punkte: 27 erreichte $\sum$ Punkte:

Das dargestellte diskretisierte Tragwerk besteht aus zwei bilinearen vierknotigen Scheibenelementen und ist mit einer konstanten Streckenlast t_2^* belastet. Für die Scheibenelemente wird ein ebener Spannungzustand vorausgesetzt. Alle Materialparameter und Geometriedaten sind gegeben.

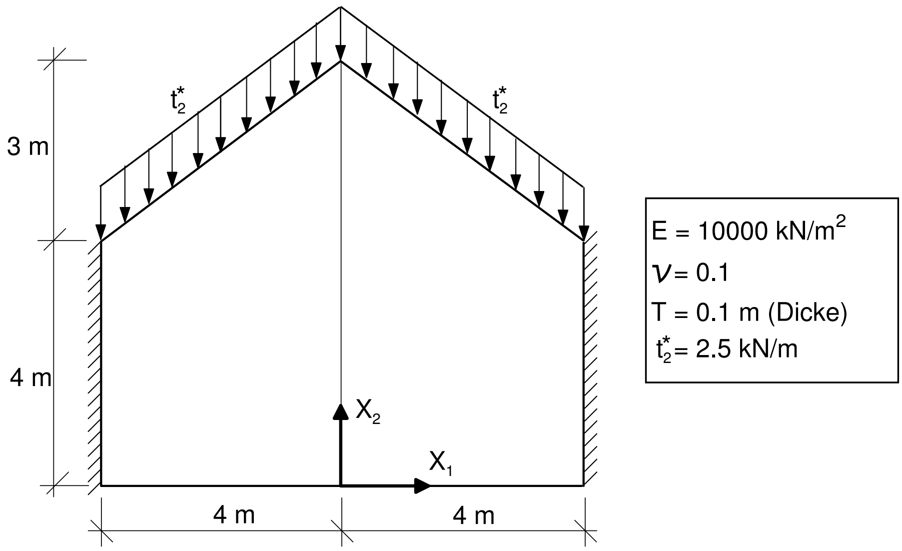


Abbildung 1: Struktur

a) Geben Sie alle unabhängigen unbekannten Knotenfreiheitsgrade des Systems unter Berücksichtigung aller gegebenen Randbedingungen an (Skizze).

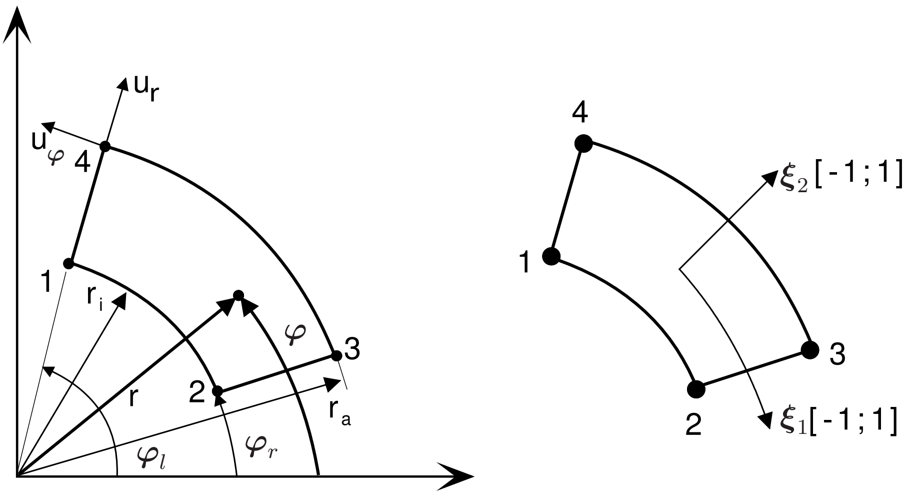
b) Skizzieren Sie die Verformungsfigur des Systems.

c) Berechnen Sie den reduzierten Systemknotenlastvektor $\mathbf{r}_{red}$.

d) Berechnen Sie die zu den unbekannten Knotenfreiheitsgraden korrespondierende reduzierte Gesamtsteifigkeitsmatrix des Systems $\mathbf{K}_{red}$. Verwenden Sie eine 1x1 Gauss-Integration.

e) Berechnen Sie die Verformungen des Systems und vergleichen Sie die berechneten Ergebnisse mit Ihrer erwarteten Verformungsfigur.

Aufgabe 2 max. $\sum$ Punkte: 20 erreichte $\sum$ Punkte:



Es soll ein ebenes Scheibenelement in Polarkoordinaten entwickelt werden. Die 2D Kinematik in Polarkoordinaten ist gegeben durch die Beziehung

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{rr} \\ \varepsilon_{\varphi\varphi} \\ \varepsilon_{r\varphi} \end{bmatrix} = \mathbf{D}^{polar}_{\varepsilon\xi}\,\mathbf{u} \tag{2}$$

mit

$$\mathbf{D}^{polar}_{\varepsilon\xi} = \begin{bmatrix} \dfrac{\partial}{\partial r} & 0 \\ \dfrac{1}{r} & \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial}{\partial \varphi} \\ \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial}{\partial \varphi} & \dfrac{\partial}{\partial r} - \dfrac{1}{r} \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \mathbf{u} = \begin{bmatrix} u_r \\ u_\varphi \end{bmatrix}. \tag{3}$$

a) Geben Sie die physikalischen Polarkoordinaten r und φ in Abhängigkeit der natürlichen Koordinaten ξ_1 und ξ_2 und der Segmentgeometrie r_i, r_a, φ_r und φ_l an.

b) Approximieren Sie die Verschiebungsfelder u_r und u_φ.

c) Berechnen Sie die JACOBI-Transformation ($\mathbf{J}$, $|\mathbf{J}|$ und $\mathbf{J}^{-1}$) zwischen physikalischen und natürlichen Koordinaten.