

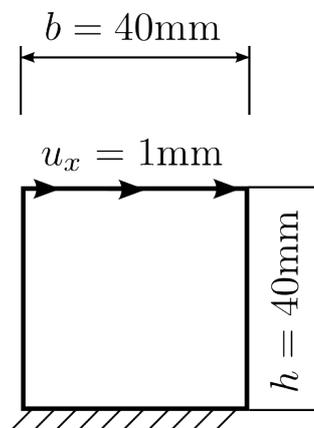
## FEM II (Nichtlineare FEM) Rechnerübung 3

### Zielsetzung:

- Verwendung nichtlinearer plastischer Stoffgesetze
- Verwendung mehrerer Lastschritte
- Graphische Darstellung der Ergebnisse nichtlinearer FEM-Berechnungen

### Aufgabenstellung:

Ein Metallplättchen wird mit einem Scherversuch getestet. Dabei wird angenommen, dass alle äußeren Ränder gerade bleiben, sodass ein homogener, ebener Verzerrungszustand entsteht. Für verschiedene plastische Stoffgesetze soll die Schubspannung in Abhängigkeit von der Deformation verglichen werden. Abmessungen, Belastung und Materialkennwerte sind der folgenden Skizze zu entnehmen:



Elastizität:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu = 0.3$$

Plastizität:

$$\sigma_F = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$E_T = 10000 \text{ N/mm}^2$$

### Teilaufgaben / Fragen:

1. Für die Vernetzung soll ein regelmäßiges Netz aus 8-Knoten-Viereckelementen (Typ Plane183) mit jeweils 10 Elementen pro Richtung verwendet werden. Wie müssen die Randbedingungen gewählt werden, um einen homogenen Verzerrungszustand zu erzielen?
2. Verwenden Sie ein elastoplastisches Stoffgesetz mit isotroper Verfestigung für die Simulation. Bei welcher Dehnung setzt das Fließen ein? Wie verhält sich die zugehörige Schubspannung zur Fließgrenze?
3. Fügen Sie zwei weitere Lastschritte hinzu, in denen der Probekörper bis  $u_x = -1 \text{ mm}$  (also in die entgegengesetzte Richtung) geschert wird und anschließend wieder bis  $u_x = 1 \text{ mm}$ . Erklären Sie das Ergebnis. Wie wird die Kurve aussehen, wenn noch ein weiterer Zyklus durchgeführt wird?
4. Verwenden Sie jetzt das Materialmodell mit kinematischer Verfestigung. Welche Abweichungen im Vergleich zur isotropen Verfestigung sind zu erwarten?

### Modellierung:

#### Auswahl des Materialmodells:

Menü: *Main Menu* > *Preprocessor* > *Material Props* > *Material Models*

Befehl: *tb*

**Einstellen der Materialkennwerte:**

Menü: *Main Menu>Preprocessor>Material Props>Material Models*

Befehl: *tdata*

**Auslesen von Knoten/Linien/Elementeigenschaften:**

Befehl: *\*get*

**Zählschleife in APDL:**

Befehl: *\*do, \*enddo*

**Auswahl von Keypoints und Knoten auf Keypoints:**

Befehle: *ksel, nslk, ndnext*

**Aktivieren großer Deformationen:**

*Main Menu > Solution > Analysis Type*

Befehle: *nlgeom*

**Unterteilen in Unterschritte und Sammeln der Informationen pro Schritt:**

Menü: *Main Menu > Solution > Analysis Type*

*Main Menu > Solution > Load Step Opts > Output Ctrls*

Befehle: *nsubst, outres*

**Schreiben mehrere Lastschritte:**

Menü: *Main Menu>Solution>Load Step Opts>Write LS File*

Befehl: *lswrite*

**Einstellen des Endzeitpunkts eines Lastschrittes:**

Menü: *Main Menu>Solution>Analysis Type>Sol'n Controls>*

Befehl: *time*

**Einstellen linearer Interpolation zwischen den Lastschritten:**

Menü: *Main Menu>Solution>Analysis Type>Sol'n Controls>Transient*

Befehl: *kbc*

**Lösen:**

Menü: *Main Menu > Solution > Solve > Current LS*

*Main Menu>Solution>Solve>From LS Files*

Befehl: *solve, lssolve*

**Postprocessing:****Anzeige der verformten Lage und Verteilung der Feldgrößen:**

Menü: *Main Menu > General Postproc > Plot Results > Deformed Shape*

*Main Menu > General Postprocessor > Plot Results > Nodal Solu*

Befehle: *pdisp, plnsol*

**Speichern von Resultaten auf Feldvariablen:**

Menü: *Main Menu > TimeHist Postproc > Define Variables*

Befehle: *nsol, rfor, ansol*

**Graphische Darstellung von Feldvariablen:**

Menü: *Main Menu > TimeHist Postproc > Variable Viewer*

Befehle: *xvar, plvar*