

Nachname:..... Matrikelnummer.:

Vorname:.....

Übung 3

Viskoelastizitätstheorie: Dickwandiges Rohr unter Innendruck

In einem dickwandigen Kunststoffrohr mit dem Innenradius $r_i = 30 \text{ mm}$, Außenradius $r_a = 50 \text{ mm}$ und der Höhe $h = 100 \text{ cm}$ herrscht der Innendruck $p_i = 0,5 \text{ N/mm}^2$, der Außendruck sei $p_a = 0 \text{ N/mm}^2$. Das viskoelastische Kunststoffmaterial mit dem Elastizitätsmodul $E = 3500 \text{ N/mm}^2$ und der Querdehnzahl $\nu = 0,4$ kann in erster Näherung mit dem *Standard linearen Festkörper* vom MAXWELL-Typ mit den Beteiligungsfaktoren $\mu_1 = 0,6$ und $\mu_2 = 0,3$ sowie den Relaxationszeiten $\tau_1 = 100 \text{ s}$ und $\tau_2 = 1000 \text{ s}$ beschrieben werden. Das Rohr ist an beiden Enden unverschieblich in z -Richtung gelagert, so dass der ebene Verzerrungszustand (EVZ) angenommen werden kann.

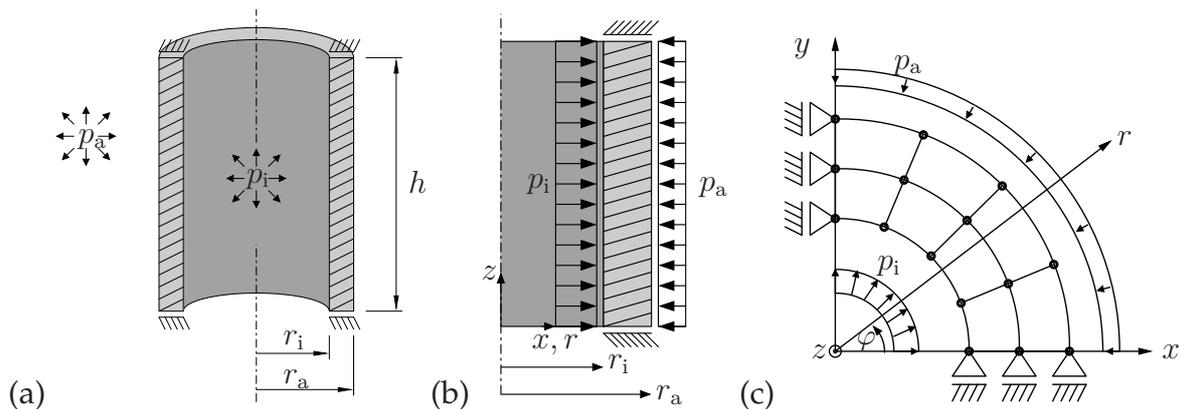


Abb. 1: Geometrie des Rohrs unter Innendruck (a), mechanische Modellskizze (b) und FE-Netz (c)

Zur Untersuchung des Kriechverhaltens am Kunststoffrohr sind folgende Arbeitsschritte zu erledigen:

- a) Arbeiten Sie die Theorie¹ des viskoelastischen, dickwandigen Rohrs unter Innendruck auf.
- b) Erstellen Sie ein FE-Modell des dickwandigen Rohrs in den Abb. 1 (a) und (b) unter der Annahme des EVZ `plane strain` und Ausnutzung der Symmetrie – s. Abb. 1 (c). Diskretisieren Sie die Viertelscheibe mit einem Netz aus 2×2 ,

¹W. N. FINDLEY, J. S. LAI und K. ONARAN, *Creep and Relaxation of Nonlinear Viscoelastic Materials*, North-Holland (1976), S. 122 – 127, Kapitel 6.4

8x8, 16x16 und 32x32 Elementen unter Verwendung von Verschiebungselementen und gemischten Elementen (mixed elements) in FEAP. Erstellen Sie jeweils einen Konturplot der Radialspannung mit FEAP und beschreiben Sie, was Sie beobachten.

- c) Modellieren Sie das Materialverhalten des Rohrs mit dem *Standard linearen Festkörper* vom MAXWELL-Typ. Verwenden Sie für die transiente Berechnung den quasistatischen Löser in FEAP.
- d) Stellen Sie die Radialverschiebung $u_r(r, t)$ über dem Radius r bei $t_1 = 0$ s und $t_2 = 10000$ s sowie die Radialverschiebung am Innen- $u_r(r_i, t)$ sowie Außenradius $u_r(r_a, t)$ über der Zeit t in einem Diagramm dar. Was beobachten Sie?
- e) Zeichnen Sie die Radialspannung $\sigma_r(r, t_1)$ und $\sigma_r(r, t_2)$ über den Radius r und vergleichen Sie das Ergebnis der Simulation mit der analytischen Lösung aus Aufgabenpunkt a).