

Nachname:..... Matrikelnummer:.....

Vorname:.....

Hausübung 6

Wellenausbreitung im Dehnstab mit freiem Ende

Ein Dehnstab der Länge $l = 2\text{ m}$ mit der Querschnittsfläche $A = 20\text{ cm}^2$ wird am linken Rand mit der konstanten Geschwindigkeit $v_0 = 36\text{ km/h}$ versehen (s. Abb. 1). Das Material des Stabs ist Aluminium mit der Dichte $\rho = 2700\text{ kg/m}^3$ und dem E-Modul $E = 70000\text{ N/mm}^2$.

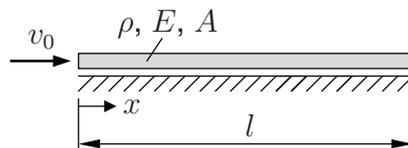


Abb. 1: Freier Dehnstab mit der Randgeschwindigkeit v_0

Während der Berechnung des in Abb. 1 dargestellten ARWP soll die entstehende Schallwelle den Stab 4.4 mal durchlaufen. Folgende Aufgabenpunkte sind dafür abzuarbeiten:

- Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit c für den Dehnstab mit den oben angegebenen Materialparametern und bestimmen Sie damit die Zeit t_{end} bis zum Ende der Berechnung in FEAP.
- Erstellen Sie das FE-Modell des Dehnstabs im FE-Programm FEAP und verwenden Sie für die Diskretisierung des Stabs den Elementtyp TRUSs. Die räumliche Diskretisierung soll so gewählt werden, dass die Knotenabstände äquidistant sind.
- Verwenden Sie die implizite zeitliche Diskretisierung des transienten Problems mit dem NEWMARK-Verfahren und achten Sie insbesondere auf die Zeitschrittweite im Zusammenhang mit der Elementgröße.
- Wählen Sie die Randbedingung am linken Ende des Stabs so, dass der Stab mit der konstanten Geschwindigkeit $v_0 = 36\text{ km/h}$ verschoben wird. Überprüfen Sie die Randbedingung anhand eines Plotts der Verschiebung $u(x = 0, t)$ über der Zeit.
- Werten Sie die Spannung σ_x für jedes Element entlang des Stabs in Abhängigkeit der Zeit aus und stellen Sie den Spannungsverlauf über der Stabachse zu den Zeitpunkten $t_1 = 0.4\text{ l/c}$, $t_2 = 0.6\text{ l/c}$, $t_3 = 1.4\text{ l/c}$, $t_4 = 1.6\text{ l/c}$, $t_5 = 2.4\text{ l/c}$, $t_6 = 2.6\text{ l/c}$, $t_7 = 3.4\text{ l/c}$ und $t_8 = 3.6\text{ l/c}$, $t_9 = 4.4\text{ l/c}$ dar.

- f) Berechnen Sie das Problem mit der expliziten zeitlichen Diskretisierung und führen Sie die Auswertung in e) erneut durch. Vergleichen Sie das Ergebnis der impliziten mit dem Ergebnis der expliziten Zeitintegration.