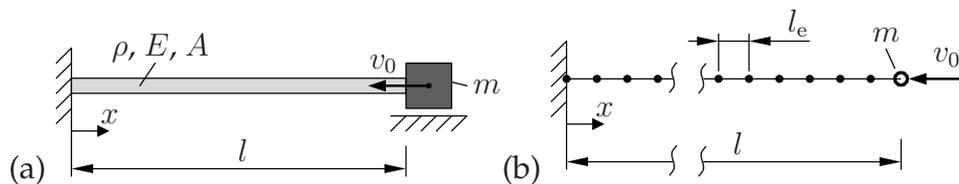


Nachname:..... Matrikelnummer.:   
 Vorname:.....

## Übung 1

### Wellenausbreitung im Dehnstab mit Endmasse

Ein Dehnstab der Länge  $l = 1$  m mit der Querschnittsfläche  $A = 100 \text{ cm}^2$  sei an der linken Seite fest gelagert und an der rechten mit einer Masse  $m$  verbunden (s. Abb. 1). Das Material des Stabs sei Stahl mit der Dichte  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$  und dem E-Modul  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ . Zum Zeitpunkt  $t = 0$  hat die Endmasse  $m$  die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ .



**Abb. 1:** Linksseitig eingespannter Dehnstab mit Endmasse (a) und FE-Modell (b)

- a) Erstellen Sie ein FE-Modell des Dehnstabs mit der Endmasse in FEAP. Verwenden Sie für die Diskretisierung des Stabs den Elementtyp `TRUSS` und modellieren Sie die Endmasse als Knotenmasse mit dem FEAP-Befehl `MASS`. Verwenden Sie äquidistante Knotenabstände für die räumlichen Diskretisierung.
- b) Verwenden Sie für die implizite Zeitdiskretisierung des transienten Problems das `NEWMARK`-Verfahren und achten Sie insbesondere auf die Zeitschrittweite in Zusammenhang mit der Elementgröße.  
**Hinweis:** Die Zeitschrittweite  $\Delta t$  muss kleiner sein als die Zeit, die die Welle benötigt ein Element zu passieren  $t_e = \frac{l_e}{c}$ .
- c) Berechnen Sie das Anfangswertproblem für den Fall, dass die Endmasse  $m = 0$ ,  $m = m_0$  und  $m = 10 \cdot m_0$  ist, wenn  $m_0$  die Masse des Dehnstabs ist.
- d) Werten Sie in beiden Fällen die Spannung für jedes Element entlang des Stabs in Abhängigkeit der Zeit aus und stellen Sie den Spannungsverlauf über der Stabachse zu den Zeitpunkten  $t = 0.2 \frac{l}{c}, 0.4 \frac{l}{c}, 0.6 \frac{l}{c}, 0.8 \frac{l}{c}, 1.0 \frac{l}{c}$  dar, wobei  $c$  die Schallgeschwindigkeit des Dehnstabs ist.