



Übung 2: Zügige und zyklische Belastung des standard linearen Festkörpers vom Maxwell-Typ

Ein Schaumstoff für die Insassensicherheit verhält sich viskoelastisch und soll in erster Näherung mit dem standard linearen Festkörper vom Maxwell-Typ beschrieben werden. Das Materialverhalten soll für den eindimensionalen Fall im FE-Programm FEAP untersucht werden. Verwenden Sie für die Untersuchung des standard linearen Festkörpers ein TRUSS-Element in FEAP, das am linken Rand festgehalten und am rechten Rand belastet wird, siehe Abb. 1 (a). Die numerische Berechnung soll über eine Dauer von 10 Sekunden erfolgen.

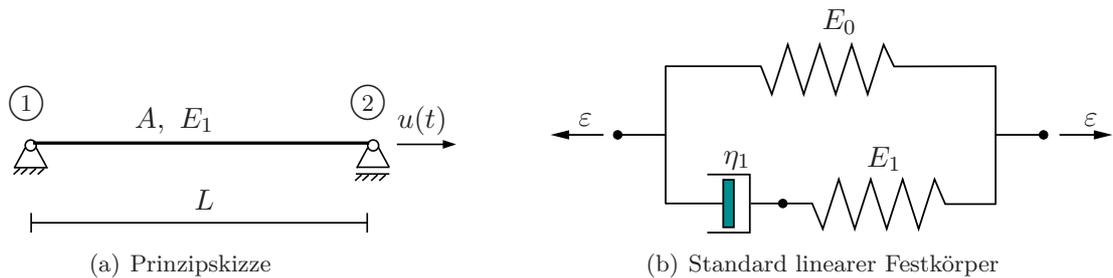


Abb. 1: FE-Modell und rheologisches Modell des standard linearen Festkörpers vom MAXWELL-Typ

Material- und Geometriedaten

E-Modul:	$E_0 = 7000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Viskosität:	$\eta_1 = 7000 \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2}$
	$E_1 = 5000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Relaxationszeit:	$\tau = \frac{\eta_1}{E_1}$
Beteiligungs-faktoren:	$\mu_0 = \frac{E_0}{E_0 + E_1} = 0.58$	Länge:	$L = 100 \text{ mm}$
	$\mu_1 = \frac{E_1}{E_0 + E_1} = 0.42$	Querschnittsfläche:	$A = 2 \text{ mm}^2$

Aufgabe 1

Der Dehnstab wird mit der konstanten Dehnrates $\dot{\epsilon}$ aus Abb. 2 belastet. Ermitteln Sie den Spannungs-Zeit- sowie den Spannungs-Dehnungs-Verlauf und kennzeichnen Sie die Gleichgewichtsspannung σ_{eq} und die Überspannung σ_{ov} .

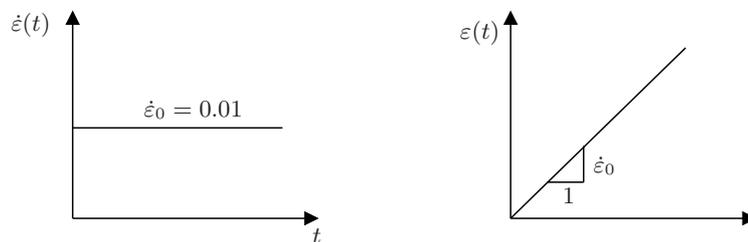


Abb. 2: Dehnraten- und Verzerrungsverlauf



Aufgabe 2

Untersuchen Sie den Einfluss der Dehnrates auf die Materialantwort. Führen Sie dafür FE-Berechnungen mit folgenden Dehnraten und Simulationszeiten durch:

- 1) $\dot{\epsilon}_{01} = 0.02 \text{ 1/s}$, $t_{\text{Sim}} = 5 \text{ Sekunden}$
- 2) $\dot{\epsilon}_{02} = 0.001 \text{ 1/s}$, $t_{\text{Sim}} = 100 \text{ Sekunden}$

Stellen Sie die ermittelten Spannungs-Dehnungs-Verläufe mit demjenigen aus Aufgabe 1 in einem gemeinsamen Diagramm dar. Was beobachten Sie? Was passiert, wenn die Dehnrates $\dot{\epsilon} \ll 1$ ist?

Aufgabe 3

Ermitteln Sie den Spannungsverlauf $\sigma(\epsilon)$ des 3P-Modells für die in Abb. 3 dargestellte Belastungsfunktion und stellen Sie diesen in einem Diagramm dar. Was beobachten Sie?

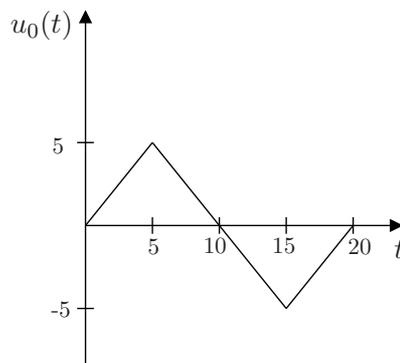


Abb. 3: Belastungsfunktion

Aufgabe 4

Modellieren Sie den Maxwell-Körper als Sonderfall des standard linearen Festkörpers, in dem Sie die Steifigkeit der einzelnen Feder E_0 zu Null setzen. Ermitteln Sie den Spannungs-Zeit-Verlauf für die Belastungsfunktion aus Aufgabe 1. Wie groß ist die elastische Spannung σ_{eq} und die Überspannung σ_{ov} ?

Aufgabe 5

Untersuchen Sie den Einfluss der Viskosität η_1 und der Steifigkeit E_1 auf die Spannungsantwort $\sigma(t)$ des Maxwell-Körpers für die konstante Dehnrates $\dot{\epsilon} = 0.01 \text{ 1/s}$. Führen Sie dabei die folgende Variation der Modellparameter durch:

- 1) $E_1 = 5000 \text{ MPa} = \text{konst.}$ $\eta_1 = 2000, 7000, 10000 \text{ MPas}$
- 2) $\eta_1 = 7000 \text{ MPas} = \text{konst.}$ $E_1 = 500, 5000, 20000 \text{ MPa}$

Stellen Sie die Ergebnisse beider Parameterstudien jeweils in einem Spannungs-Zeit-Diagramm dar.