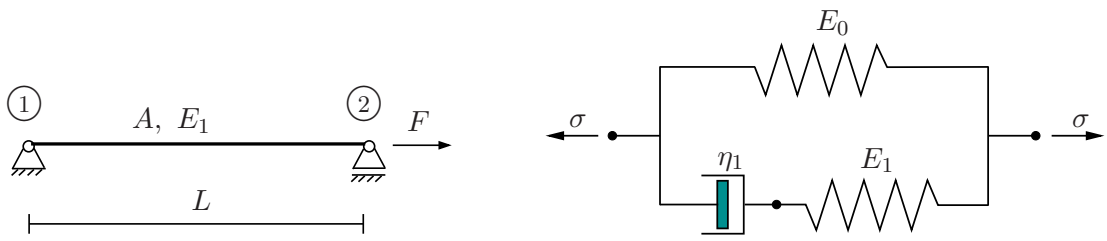
Übung 3: Kriechverhalten des standard linearen Festkörpers vom Maxwell-Typ

Das Kriechverhalten des standard linearen Festkörpers soll in dem FE-Programm FEAP untersucht werden. Verwenden Sie für die Modellierung ein TRUSS-Element, das am rechten Rand mit einer konstanten Kraft F belastet wird, siehe Abb. 1 (a). Das Materialverhalten des standard linearen Festkörpers ist mit einer MAXWELL-Kette zu modellieren, vgl. Abb. 1 (b). Die Berechnung soll über eine Dauer von 20 Sekunden erfolgen.



(a) Prinzipskizze (b) Standard linearer Festkörper

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

Material- und Geometriedaten

E-Modul:	$E_0 = 6400\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}$	Viskosität:	$\eta_1 = 5700\ \frac{\mathrm{Ns}}{\mathrm{mm}^2}$
	$E_1 = 4870\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}$	Knotenkraft:	$F = 50$ N
Beteiligungsfaktoren:	$\mu_0 = \frac{E_0}{E_0+E_1} = 0.57$	Länge:	L = 100 mm
	$\mu_1 = \frac{E_1}{E_0+E_1} = 0.43$	Querschnittsfläche:	A = 2 mm^2

Aufgabe 1

Bestimmen Sie die Kriechkurve des standard linearen Festkörpers. Stellen Sie den Verlauf über der Zeit in ein Diagramm dar. Gegen welchen asymptotischen Wert konvergiert die Kriechkurve?

Aufgabe 2

Modellieren Sie den Maxwell-Körper als Sonderfall des standard linearen Festkörpers, indem Sie die Steifigkeit der einzelnen Feder E_0 zu Null setzen. Ermitteln und plotten Sie den Verschiebungsverlauf $u(t)$. Kennzeichnen Sie die Verschiebung der Feder und des Dämpfers. Welchen Wert nimmt die Verschiebung für die Zeit $t \to \infty$ an? Wie unterscheidet sich der Verschiebungsverlauf von dem aus Aufgabe 1? Kann mit dem MAXWELL-Körper der Kriechprozess in einem Festkörper beschrieben werden?

Aufgabe 3

Berechnen Sie die analytische Lösung für die Kriechkurve aus Aufgabe 1 indem Sie zum einen von der Differentialgleichung des standard linearen Festkörpers vom Maxwell-Typ

$$\dot{\sigma}(t) + \frac{E_1^{\mathrm{M}}}{\eta_1^{\mathrm{M}}}\sigma(t) = (E_0^{\mathrm{M}} + E_1^{\mathrm{M}})\dot{\varepsilon}(t) + \frac{E_1^{\mathrm{M}} E_0^{\mathrm{M}}}{\eta_1^{\mathrm{M}}}\varepsilon(t) \tag{1}$$

ausgehen und zum anderen von der Differentialgleichung des standard linearen Festkörpers vom Kelvin-Typ

$$\dot{\sigma}(t) + \frac{E_0^{\mathrm{K}} + E_1^{\mathrm{K}}}{\eta_1^{\mathrm{K}}}\sigma(t) = E_0^{\mathrm{K}}\dot{\varepsilon}(t) + \frac{E_0^{\mathrm{K}} E_1^{\mathrm{K}}}{\eta_1^{\mathrm{K}}}\varepsilon(t) \ . \tag{2}$$

Welchen Unterschied stellen Sie beim betrachten beider Lösungen fest? Wie hängen die Materialparameter des Kelvin-Festkörpers $E_0^{\mathrm{K}}, E_1^{\mathrm{K}}$ und η_1^{K} von den Materialparametern des Maxwell-Festkörpers ab? Geben Sie den Zusammenhang an.