

**Aufgabenblatt 3***FE-Umsetzung von nichtlinearem Materialverhalten*

Ausgabe 05.06.2019

1. Bearbeiter: \_\_\_\_\_ Matrikel-Nr.: \_\_\_\_\_  
 2. Bearbeiter: \_\_\_\_\_ Matrikel-Nr.: \_\_\_\_\_  
 3. Bearbeiter: \_\_\_\_\_ Matrikel-Nr.: \_\_\_\_\_

Als Leistungsnachweis sind die nachfolgenden Aufgaben zu bearbeiten und die entscheidenden Lösungsschritte entsprechend zu dokumentieren !

## IV. Hyperelastizität &amp; Parameter-Anpassung

Bestimmen Sie mit ABAQUS-CAE die drei Parameter  $c_1, c_2, c_3$  des YEOH-Modells durch Anpassung an eine uniaxiale Zug-Messung. Beispielhaft finden Sie auf der Homepage zur Vorlesung diese experimentellen Daten für einen Gummi-Werkstoff (hier „NR“ mit 55 ShA).

## V. Tensoralgebra

Bestimmen Sie die folgenden Ableitungen der Invarianten  $I_1 = I_1(\mathbf{b}) = I_1(\mathbf{C}), I_2, I_3$  (mit  $\mathbf{b} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{F}^T$  und  $\mathbf{C} = \mathbf{F}^T \cdot \mathbf{F}$ ) und von  $J = \det \mathbf{F}$  und zeigen damit diese Zusammenhänge:

$$\begin{aligned} \frac{\partial I_1}{\partial \mathbf{b}} &= \mathbf{I} \\ \frac{\partial I_2}{\partial \mathbf{b}} &= \dots \\ \frac{\partial I_3}{\partial \mathbf{b}} &= \dots \\ \frac{\partial J}{\partial \mathbf{C}} &= \frac{J}{2} \mathbf{C}^{-1} \\ \frac{\partial J^{-2/3}}{\partial \mathbf{C}} &= -\frac{1}{3} J^{-2/3} \mathbf{C}^{-1} \end{aligned}$$

## VI. Objektivität

Zeigen Sie durch Nachrechnen den Zusammenhang

$$\mathcal{P} = \int_V \mathbf{S} : \dot{\mathbf{E}} dV = \int_V \mathbf{P} : \dot{\mathbf{F}} dV$$

mit Hilfe von  $\dot{\mathbf{E}} = [\frac{1}{2}(\mathbf{F}^T \cdot \mathbf{F} - \mathbf{I})]^\bullet = \frac{1}{2}(\dot{\mathbf{F}}^T \cdot \mathbf{F} + \mathbf{F}^T \cdot \dot{\mathbf{F}})$  und den Beziehungen  $\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} : \mathbf{C}) = (\mathbf{B} : \mathbf{C}) \cdot \mathbf{A}$  und  $\mathbf{A} : (\mathbf{B} \cdot \mathbf{C}) = (\mathbf{B}^T \cdot \mathbf{A}) : \mathbf{C}$  aus der Tensoralgebra.