

Umsetzung der Christensen-Versagenshypothese für isotrope Materialien in Finite-Elemente-Analysen

Implementation of the Christensen failure criterion for isotropic materials in finite element analyses

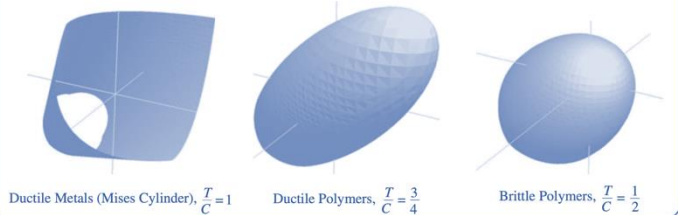
(Studien-/ Masterarbeit)

Mit klassischen Versagenshypthesen wird der Gültigkeitsbereich linearer Elastizität für beliebige Spannungszustände erfasst und dargestellt. Von Christensen wurde in einer Reihe von Arbeiten zwischen 1997 und 2013 eine neue Versagenshypothese vorgeschlagen, welche zwei Versagensparameter (Festigkeiten) nutzt und in der Lage ist Werkstoffe von vollständig spröde bis ideal duktil abzubilden. Sie basiert auf einem einfachen Kriterium, formuliert in zwei Invarianten des Spannungstensors, das den

Christensen Versagenshypothese für isotrope Materialien

$$\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{C}\right)(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) + \frac{1}{2TC} \left((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right) - 1 = 0$$

$$\frac{\max(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)}{T} - 1 = 0 \quad \text{für } T/C \leq 1/2$$



Sonderfall der für ideal duktile Materialien sehr wichtigen von-Mises-Hypothese enthält. Die Versagenshypothese ist allerdings noch wenig verbreitet, da zum Einen keine Umsetzungen in klassischen Softwaretools vorhanden sind und zum Anderen eine einfache Darstellung als Vergleichsspannung nicht möglich ist.

In dieser Abschlussarbeit soll eine Umsetzung der Christensen-Versagenshypothese für isotrope Materialien zur einfachen Nutzung in kommerziellen Finite-Elemente-Software *Abaqus* umgesetzt werden und eine möglichst breite Anwendung in Wissenschaft und Ingenieurpraxis ermöglicht werden. Dazu sind aufbauend auf einer bestehenden Umsetzung der Christensen-Hypothese in Python und einer grafischen Auswertung dieser und anderer Versagenskriterien in Vorarbeiten folgende Punkte zu adressieren:

- Literaturrecherche zu aktueller Anwendung und Umsetzungen der Christensen-Versagenshypothese
- Nutzung geeigneter mathematischer Darstellungen, um einen Vergleich mit anderen gängigen Versagenshypthesen für isotrope Werkstoffe an zwei- und dreidimensionalen Spannungszuständen darzustellen, Untersuchung sinnvoller und nutzerfreundlicher Darstellungen des zweiparametrischen Kriteriums in FEM-Analysen
- Implementierung der Christensen-Hypothese in Abaqus: Umsetzung als Post-Processing sowie mittels Subroutinen
- Numerische Untersuchung ausgewählter Struktursituationen (etwa Biegeexperiment, Kerbspannungszustand), Vergleich der Effizienz der beiden Implementierungen
- Kritische Diskussion und Wertung der Arbeit.

Es werden sehr gute Kenntnisse der Analyse von Leichtbauwerkstoffen sowie Programmierkenntnisse vorausgesetzt.