



**Universität Stuttgart**

Institut für Nichtlineare Mechanik

Themengebiete:	FEM, fraktionale Ableitungen, Programmierung
Betreuer:	Dr. André Schmidt, schmidt@inm.uni-stuttgart.de
Verantwortlicher Professor:	Prof. Dr. Leine
Vorkenntnisse:	FEM, Grundkenntnisse in der Programmierung

Studienarbeit

Programmierung  
einer Schnittstelle in  
Abaqus zur Implementierung fraktionaler Stoffgesetze

Im Rahmen des Forschungsprojektes ProVerB werden Stoffgesetze hergeleitet, welche in der Lage sind, das Materialverhalten von Beton über lange Zeiträume abzubilden. Hintergrund ist die Anforderung des Gesetzgebers, die Langzeitsicherheit von Endlagerstätten für radioaktive Abfälle rechnerisch nachzuweisen. Bei den infrage kommenden Endlagern handelt es sich um ausgediente Bergwerke, welche mit Abdichtsystemen aus Beton verschlossen werden. Zur Modellierung von Kriechprozessen über lange Zeiträume bietet die Verwendung von fraktionalen Ableitungen elementare Vorteile gegenüber klassischen Ansätzen, während sich der numerische Aufwand aufgrund ihrer Nicht-Lokalität erheblich vergrößert.

Ausgehend von einer bestehenden Programmierung der Schnittstelle UMAT zur Einbindung von fraktionalen Stoffgesetzen in Abaqus, ist im Rahmen dieser Arbeit zunächst eine Verallgemeinerung auf eine dreidimensionale Formulierung mit Unterscheidung zwischen den hydrostatischen und den deviatorischen Anteilen des Spannungs- bzw. Verformungszustandes vorzunehmen. Dabei sollen beide Größen durch zwei voneinander unabhängige fraktionale Differentialgleichungen beschrieben werden. In einem zweiten Schritt soll eine alternative Formulierung programmiert werden, wie sie von Cunha Filho, Briend und de Lima vorgeschlagen wurde. Schließlich sollen beide Implementierungen hinsichtlich Berechnungsaufwand, Speicherbedarf und Genauigkeit anhand von FE-Simulationen eines Kriechversuches bewertet werden.

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung untergliedert sich in folgende Arbeitspakete:

- Einarbeitung in die Theorie fraktionaler Ableitungen, in das FE-Paket Abaqus, sowie in die Programmiersprache FORTRAN
- Untersuchungen zur effektiven Speicherung benötigter Daten / interner Variablen in der Benutzeroutine UMAT
- Erweiterung der bestehenden fraktionalen Material-Routine auf den dreidimensionalen Fall unter Verwendung eines effizienten Speicherzugriffes
- Programmierung einer alternativen Formulierung des fraktionalen Stoffgesetzes
- Vergleichsrechnungen mit dem FE-Paket Abaqus hinsichtlich der Performance der beiden programmierten Schnittstellen anhand einzelner Fallbeispiele



Eingelagerte radioaktive Abfälle