

# Kurzfassung

Numerische Simulationen sind ein leistungsfähiges Werkzeug für den wirtschaftlichen und nachhaltigen Entwurf sowie die Analyse von Bauwerken. Um erfolgreiche numerische Simulationen durchzuführen, sind zahlreiche Schritte notwendig. Dazu gehören die experimentelle Untersuchung des Verhaltens der Materialien, die Entwicklung geeigneter Materialmodelle, deren Implementierung und Validierung, und schließlich deren Anwendung in Struktursimulationen. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit all diesen Aspekten im Hinblick auf quasi-spröde Materialien, die in vielen Ingenieurdisziplinen anzutreffen sind.

Zunächst wird eine numerische Studie durchgeführt, um die Auswirkungen des nichtlinearen Kriechens von Spritzbeton auf die Strukturantwort einer Spritzbetonschale im Rahmen der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) zu untersuchen. Die Erkenntnisse aus dieser Studie motivieren die Entwicklung eines erweiterten zeitabhängigen Schädigungs-Plastizitäts-Modells für Beton, das im Rahmen der gradienten-erweiterten Kontinuumstheorie formuliert wird. Die wesentlichen Neuerungen des Modells betreffen die Modellierung des nichtlinearen Kriechens sowie die Entwicklung der Schädigung zufolge Kriechen unter hohen Dauerlasten. Anhand eines Vergleichs zwischen experimentellen Ergebnissen zum nichtlinearen Kriechen von Beton aus der Literatur und der Antwort des erweiterten Modells wird die gute Vorhersagefähigkeit sowohl auf Materialpunkt- als auch auf Strukturebene bestätigt.

Darüber hinaus werden einaxiale Druckkriechversuche zum nichtlinearen Kriechen von Beton durchgeführt. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Auswirkungen des Feuchtigkeitsaustausches des Betons mit der Umgebung auf das nichtlineare Kriechen, da dies bisher in der Literatur unzureichend untersucht war. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Nichtlinearität des Kriechens zwischen versiegelten und unversiegelten Bedingungen signifikant unterscheidet. Ergänzend zur experimentellen Untersuchung wird gezeigt, dass das erweiterte Modell in der Lage ist, das experimentell beobachtete Kriechverhalten bis zum Versagen vorherzusagen.

Weiters wird die robuste und effiziente Implementierung von klassischen und generalisierten Kontinuumsmodellen in Finite-Elemente-Programme behandelt. Dies ist von besonderer Bedeutung, da für die entsprechenden Implementierungen partielle Ableitungen erster und höherer Ordnung der konstitutiven Potentialfunktionen benötigt werden, die analytisch oft nur schwer zu bestimmen sind. Daher wird ein semi-analytischer Split-Ansatz mit automatischer Differenzierung, welcher numerischen Differenzierungsmethoden überlegen ist, vorgeschlagen.