



Technische Universität München



Ingenieurfaculty
Bau Geo Umwelt
Lehrstuhl für Massivbau

Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Dipl.-Wirt. Ing.
Oliver Fischer

Theresienstraße 90
Gebäude N6
80333 München
Germany

Tel +49.89.289.23039
Fax +49.89.289.23030

massivbau@tum.de
www.mb.bv.tum.de

Themenvorschlag für Master's Thesis

Numerische Abbildung von Hochleistungsbeton unter Brandbeanspruchung: Ein Beitrag zur Entwicklung eines instationären Materialmodells zur Beschreibung des Materialverhaltens

Fachlicher Betreuer:

Michael Fleischhauer, M.Sc.
Unternehmen: TUM Lehrstuhl für Massivbau
Raum: N1606
Tel.: 089/289-23019
E-Mail: Michael.Fleischhauer@tum.de

Allgemeines:

Im Brand- bzw. Hochtemperaturfall ändern sich die Materialeigenschaften und das Lastverformungsverhalten von Beton abhängig von der Einwirkungstemperatur. Aktuelle numerische Materialmodelle bieten deshalb für Beton die Möglichkeit temperaturabhängige Materialeigenschaften zu definieren. Zur Kalibrierung dieser Modelle werden Untersuchungen verwendet, mit denen Materialeigenschaften in Abhängigkeit der Temperatur- und Lasteinwirkung bei langsamer Erwärmung kleinmaßstäblicher Betonproben ermittelt werden.

Experimentelle Untersuchungen von Huismann, Richter, Gall und Anderen zeigen jedoch, dass gerade bei Hochleistungsbetonen neben Temperatur und Belastung auch andere Einwirkungsgrößen eine entscheidende Rolle bei der Veränderung der Materialeigenschaften spielen können. Am Lehrstuhl für Massivbau der TUM wurde eine neue Versuchsmimik konstruiert, die es ermöglicht die verschiedensten Korrelationen experimentell genauer zu untersuchen. Jedoch können die Auswirkung der Belastungshistorie, die Einflüsse verschiedener Erwärmungsgradienten oder physikalische Rissbildungen mit aktuellen Materialmodellen nicht numerisch simuliert werden, da es derzeit an Modellen fehlt, die zur Nachrechnung des tatsächlichen, experimentellen Last-Verformungs-Verhaltens geeignet sind.

Vor diesem Hintergrund sollen im Rahmen der Master's Thesis verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt werden die bei Beton experimentell bekannten temperatur- und lastabhängigen Materialveränderungen in der FEM einbeziehen zu können. Es soll in einer in der Forschung etablierten Software (z.B. Abaqus®) ein bisher gut geeignetes Modell zur Abbildung von Beton um Formulierungen möglicher temperaturabhängiger, träger, flüchtiger, schädigender oder kreuzkorellierender Effekte erweitert werden. Eine Parameteranalyse und vereinfachte Vergleichsrechnungen (z.B. in MATLAB®), sowie die Gegenüberstellung mit ersten experimentellen Ergebnissen soll die Sensitivität der verschiedenen Materialformulierungen aufzeigen. Eine vollständige Kalibrierung und punktuelle Anpassungen der Formulierungen werden dann in folgenden Arbeiten behandelt.

Ziel dieser Arbeit ist es mit einem Materialmodell in etablierter Software dreidimensional und hinreichend genau bisherige Untersuchungen an Kleinprüfkörpern in Last-Verformungs-Temperatur-Verhalten nachstellen zu können. Bei einer Variation sollen die

neu eingeführten Parameter die physikalischen Tendenzen (Festigkeit sinkt, Verformung steigt etc.) in Größenordnungen und Sensitivität näherungsweise abbilden können, sodass in zukünftigen Forschungen die Parameter über experimentelle Versuche ermittelt werden können. Schwerpunkt dieser Arbeit soll auf die Effekte von Hoch- und Ultrahochfestem Beton gelegt werden. Der Verbund zwischen Bewehrung und Beton, sowie der Einfluss von Micro Stahlfasern soll nur vereinfacht berücksichtigt werden.

Ablauf

- Literaturrecherche zum experimentell dokumentierten Materialverhaltens von Beton unter kombinierter Last-Temperatureinwirkung
- Literaturrecherche zu den theoretischen Grundlagen der Kontinuumsmechanik
- Literaturrecherche zur Materialmodellierung von Beton (vorrangig HPC und UHPC) sowie fortgeschrittener Literatur über FE und nichtlineare FEA und deren Implementierung in 2D und 3D
- Einarbeitung in die entsprechende Software
 - Zur Überprüfung der verschiedenen Ansätze und Funktionsteile und deren Sensitivität in die Software MATLAB®
 - Zur finalen Modellierung und Erarbeitung eines ersten Materialmodellansatzes in Abaqus® und die notwendigen Theorien zur Erstellung benutzerdefinierter Materialmodelle
- Entwicklung und Implementierung (mittels Fortran und Python) benutzerdefinierter Materialmodelle in Abaqus® zur Abbildung bekannter Versuche aus der Literatur oder Vorarbeiten des Lehrstuhls für Massivbau der TUM
- Aufzeigen der Sensitivitäten mittels Parameterstudie und vergleichenden Studien mit experimentellen Versuchen.

Vorkenntnisse

- Motivation und Interesse am Thema
- Grundlagen zur Programmierung
- Grundlagen zum Verhalten von Beton unter hohen Temperaturen
- Grundlagen der (nichtlinearen) finiten Elemente Analyse

Literatur

- Temperaturabhängige Untersuchung chemischer und physikalischer Veränderungen in einer hydraulisch gebundenen, ultrahochfesten Betonmatrix, Masterarbeit am Lehrstuhl für Massivbau / Institut für Baustoffe und Konstruktion, von Astrid Kathrin Johanna Fleischmann (2017)
- Optimierung der stofflichen Zusammensetzung von ultrahochfesten Betonrezepturen zur Steigerung deren thermischer Beanspruchbarkeit, Masterarbeit am Lehrstuhl für Massivbau / Institut für Baustoffe und Konstruktion, von Johannes Michael Fröse (2018)
- Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse von Festkörpern und Strukturen, 2. Auflage, René de Borst, et al., WILEY-VCH
- Kontinuumsmechanik – Einführung in die materialunabhängigen und materialabhängigen Gleichungen, 4. Auflage, Holm Altenbach, Springer Vieweg
- Berücksichtigung von Betonabplatzungen in Finite-Elemente-Berechnungen bei Tunnelbränden, Bachelorarbeit am Lehrstuhl für Massivbau / Institut für Baustoffe und Konstruktion, von Daniel Weber (2015)