

Analyse und Simulation des Fließverhaltens von Carbopol-Gelen mit unterschiedlichen Fließgrenzen

Betreuer: Mareike Thiedeitz
Mail: mareike.thiedeitz@tum.de

Hintergrund und Aufgabenstellung:

Die Rheologie ist die Wissenschaft des Fließverhaltens von Materie. Rheologische Parameter sind die Viskosität, also die Zähigkeit eines Systems, die Fließgrenze, also der Spannungszustand, ab dem ein System beginnt zu fließen, sowie die Thixotropie bzw. der Strukturaufbau kolloidaler Systeme.

Newtonsche Fluide weisen linear-viskoses Fließverhalten auf: Sie ändern ihre Viskosität bei Änderung der Schergeschwindigkeit nicht. Die resultierende Fließkurve ist dann linear. Nicht-Newtonsche Fluide weisen nicht-lineares Fließverhalten auf; sie ändern ihre Viskosität entsprechend der Schergeschwindigkeit und die resultierende Fließkurve ist nicht linear. Zementäre Systeme weisen in der Realität Nicht-Newtonsches Fließverhalten auf, sind viskoelastisch und besitzen bei geringen Scherraten einen Strukturaufbau. Die Analyse und Simulation zur Vorhersage freien Fließens zementärer Systeme wie Beton sind daher sehr komplex.

Vereinfachte Berechnungsmethoden zur Simulation des freien Fließens können einfache explizite analytische oder empirische Modelle sein. Genauere Berechnungen können mithilfe von Simulationsprogrammen auf Basis impliziter Modelle der Strömungsmechanik durchgeführt werden – diese Modelle sind allerdings sehr komplex.

Für die Simulation des freien Fließens von Zementleim und Beton wird daher zunächst ein vereinfachendes Modellsystem benötigt, an welchem Berechnungsmethoden geprüft und validiert werden können. Carbopol-Gele stellen ein solches Modellsystem dar, denn die rheologischen Eigenschaften von Carbopol-Gelen können anhand der Rezeptur genau eingestellt werden. Darüber hinaus weisen Carbopol-Gele kein thixotropes Verhalten auf und sind nicht über die Zeit veränderlich – sie eignen sich daher sehr gut als Vorstufe zur Simulation des Fließens von Zementleim und Betonen.

Aufgabe der Masterarbeit ist es, das Fließverhalten verschiedener Carbopol-Gele zu testen, analytisch zu erfassen und simulativ abzubilden. In einem ersten Schritt sollen in L-förmigen Modellschalungen unter unterschiedlichen Randbedingungen Carbopol-Gele mit variablen Fließeigenschaften getestet werden. In einem zweiten Schritt soll das Fließverhalten analytisch mit bestehenden Modellen abgebildet werden. In einem dritten Schritt soll das Fließen der Carbopol-Gele mit einem etablierten Simulationsprogramm (openFoam) abgebildet und mit den Versuchen verglichen werden, wobei die bereits im Programm implementierten Simulationsansätze kritisch hinterfragt und erweitert werden sollen.

Start der Masterarbeit: Ende Januar 2021

Datum und Unterschrift des betreuenden Professors