

Vereisung als Mehrphasenprozess Kopplung mit der Mechanik

Bei innerstädtischen Tiefbauprojekten kommt in den letzten Jahren vermehrt die Bodenvereisung in unterschiedlichster Art zur Anwendung. Dabei übernimmt der Frostkörper meist eine abdichtende und/oder stabilisierende Rolle. Um den Gefrier- und Auftauprozess des Frostkörpers realitätsnah abbilden und berechnen zu können, muss das Mehrphasensystem aus Boden, Wasser und Luft berücksichtigt werden. Die Beschreibung der Gefrier- und Auftauprozesse des Wassers innerhalb des Bodens erfolgt mithilfe von numerischen Modellen. In diesen Modellen müssen die unterschiedlichen Stoffgesetze der einzelnen Phasen miteinander gekoppelt werden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die erzwungene Konvektion durch die Grundwasserströmung innerhalb des Bodens. Die Grundwasserströmung wird gerade im innerstädtischen Bereich durch Tiefbaumaßnahmen oftmals erheblich gestört, wodurch es zu einer Beschleunigung und/oder Umleitung kommen kann. Zur realistischen Abbildung des Gefrier- und Haltevorgangs ist es daher unerlässlich, die erzwungene Konvektion ebenfalls in das numerische Modell mit einzubeziehen. Die Kopplung der Grundwasserströmung mit dem Wärme-Transport sowie die physikalische und thermische Materialbeschreibung des Mehrphasensystems Boden wurde am Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen der RWTH Aachen University (GiB) bereits realisiert. Um den Mehrphasenprozess abschließend und naturgetreu abzubilden, fehlen die Implementierung des mechanischen Verhaltens sowie die Verknüpfung der einzelnen Stoffgesetze für jede Phase mit dem gekoppelten Strömungs-Wärme-Transport.

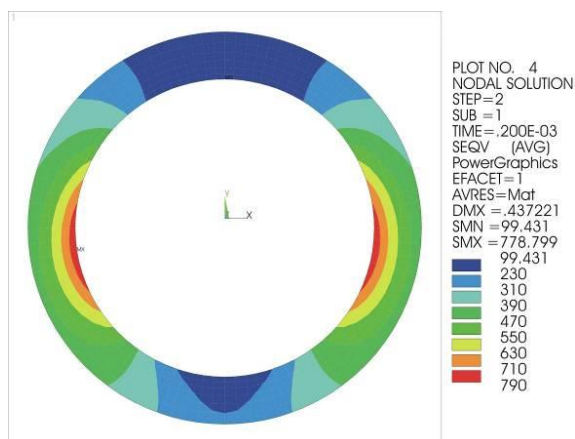


Bild 1: Spannungen im Gefrierkörper nach der Aufgefrierphase

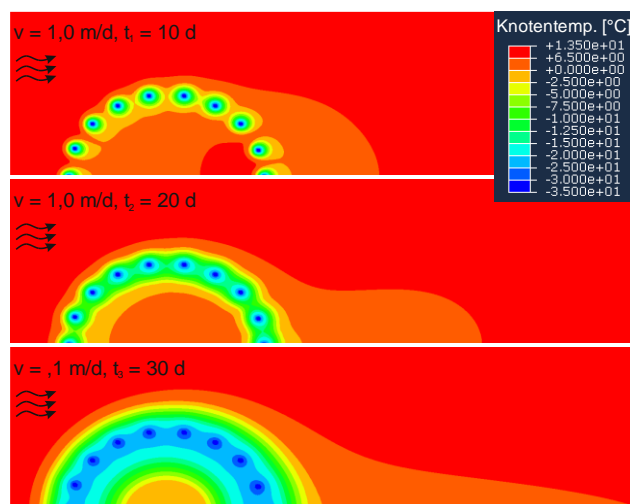


Bild 2: Temperaturentwicklung bei einer Grundwasserströmung während der Aufgefrierphase

Aufbauend auf bekannten Laborversuchen und Literaturdaten soll dafür ein Stoffgesetz für das viskose, temperaturabhängige mechanische Verhalten eines gefrorenen Bodens formuliert und anhand der Versuchsergebnisse validiert werden. Anschließend soll dieses Stoffgesetz mit dem Strömungs-Wärme-Transport gekoppelt werden. Eine Validierung des gekoppelten numerischen Modells soll entweder durch die Simulation eines Modellversuchs und/oder einer ausgeführten Vereisungsmaßnahme durchgeführt werden.