

Numerische Mehrphasen-Simulationen für einen digitalen Zwilling des Bohrprozesses bei Geothermieprojekten

K. Skinder, H. Ibrahim, G. Brenner

TU Clausthal/Institute of Applied Mechanics, Department of Fluid Dynamics, Clausthal-Zellerfeld, Germany

Tiefbohrtechnik hat große Bedeutung für die Sicherung der zukünftigen Energieversorgung, sowohl für erneuerbare als auch für fossile Energien. Bei erneuerbaren Energien geht es um Geothermie, d. h. sowohl die Gewinnung als auch die Speicherung von Wärme im geologischen Untergrund.

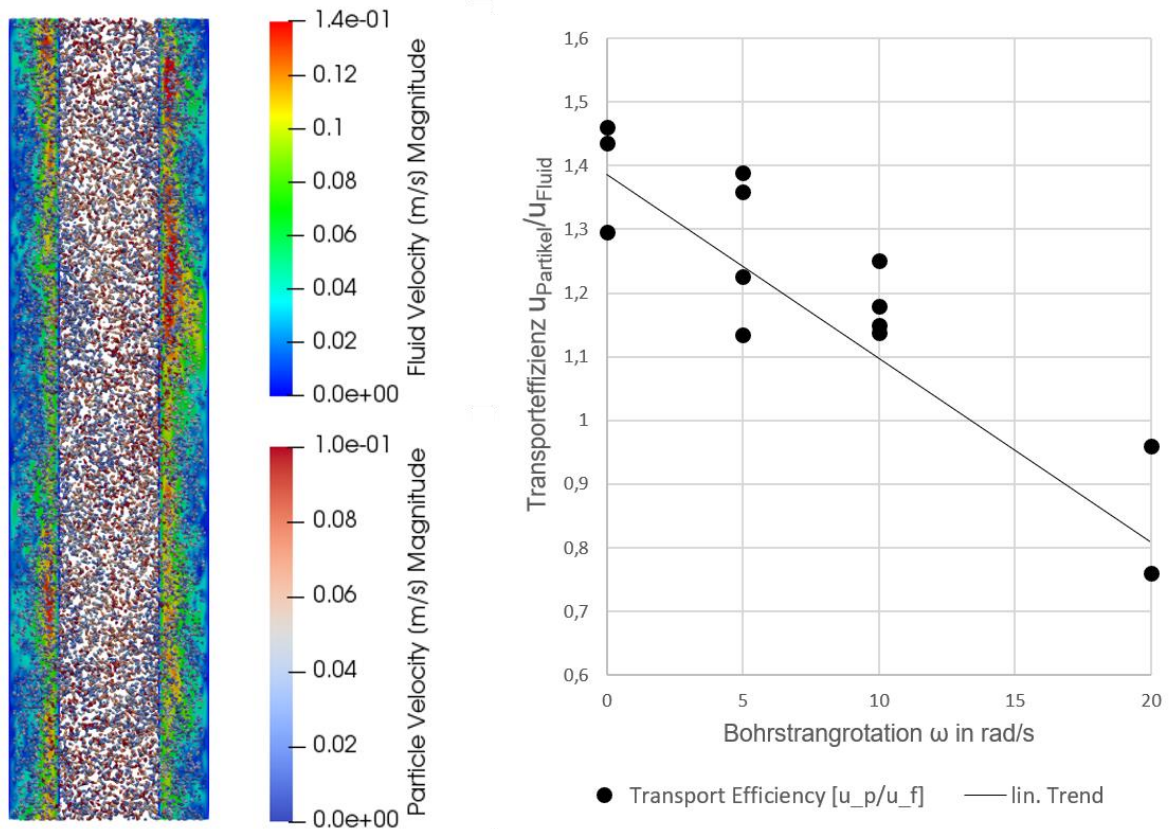
Ein digitaler Zwilling bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten für industrielle Anwendungen, die den Unternehmen enorme Ressourceneinsparungen ermöglichen. Der Software-Simulator am Drilling Simulator Celle (DSC) ist ein digitaler Zwilling einer gesamten Bohranlage. Er dient der Forschung, industriellen Anwendungen und auch der Ausbildung von Personal. Es liegt auf der Hand, dass ein digitaler Zwilling nur so genau sein kann wie die zugrunde liegenden physikalischen Modelle, die er zur Abbildung eines realen Prozesses verwendet. Aus diesem Grund werden diese Modelle fortlaufend aktualisiert und verbessert.

Numerische Simulationen mit der Euler-Lagrange Methode [1] und der Immersed Boundary Methode [2] liefern nun über breite Parametervariationen Daten zur Modellierung des Bohrkleintransports. Frühere experimentelle und numerische Arbeiten zu diesem Thema wurden von Aragall et. al. am Institut für Technische Mechanik der Technischen Universität Clausthal durchgeführt [3][4][5].

Der effiziente Transport von Bohrklein ist für die Sicherheit und den Erfolg eines Bohrprojekts von entscheidender Bedeutung. Wird ein kontinuierlicher Austrag von Bohrklein nicht gewährleistet, können durch Ausfall der Anlage Stillstandszeiten entstehen, die mit hohen Kosten verbunden sind. Eine korrekte Vorhersage des Drucks in der Bohrung ist ebenfalls wichtig, um Spülungsverluste in die geologische Formation und umgekehrt den Eintritt von Flüssigkeiten oder Gasen aus der Formation in die Bohrspülung zu verhindern. Der Druckverlust hängt nicht nur von der Bohrspülung, sondern auch von dem Anteil des transportierten Bohrkleins ab.

Parameter, die den Transport von Bohrklein beeinflussen, sind die Fließgeschwindigkeit der Spülung, sowie deren Eigenschaften wie Dichte und Viskosität, und die Eigenschaften des Bohrkleins selbst. Des Weiteren spielen der Neigungswinkel der Bohrung und die Rotation des Bohrstrangs eine Rolle.

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse von numerischen Berechnungen des Bohrkleintransports vorgestellt und der Weg zur Übertragung in makroskopische Modelle aufgezeigt.



Links: Ergebnis einer numerischen Rechnung des Partikeltransports, dargestellt in einem Schnitt durch einen vertikalen Bohrabschnitt. Im Spalt zwischen Bohrstrang und Formation strömt die Bohrspülung und transportiert das Bohrklein and die Oberfläche. Rechts: Transporteffizienz des Bohrkleins in Abhängigkeit von der Bohrstrangrotation.

Danksagung:

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) -Projekt Nummer 669927.

Die Autoren bedanken sich für die vom Resource Allocation Board gewährte Rechenzeit, die auf den Supercomputern Lise und Emmy am NHR@ZIB und NHR@Göttingen als Teil der NHR-Infrastruktur im Rahmen des Projektes nii00198 bereitgestellt wurde.

References:

[1] K. Skinder, G. Brenner, (2022), Numerische Simulation des Bohrkleintransports in einem Ringspalt unter Berücksichtigung der Bohrstrangrotation, Jahrestreffen der ProcessNET Fachgruppen CFD + Mischvorgänge + Aggl und Schüttguttechnik
 [2] H. Ibrahim, G. Brenner, (2023), Simulation of Cuttings Transport in Horizontal Wells using high Resolution Numerical Methods, Celle Drilling
 [3] R. Aragall, S. Hahn, V. Mulchandani, G. Brenner, (2014), Multiscale Approach for Drilling Hydraulics Modeling, Oil Gas European Magazine
 [4] R. Aragall, V. Mulchandani, G. Brenner, (2015), Optical measurement and numerical analysis of mono- and bidisperse coarse suspensions in vertical axisymmetric sudden-expansion, International Journal of Multiphase Flow
 [5] R. Aragall, F. Yu, J. Dai, G. Brenner, (2015), Closure of Drift-Flux Models for Cuttings Transport Predictions, Oil Gas European Magazine