

# Schneller und besser Bohren durch verbesserten Transport von Bohrklein

## Analyse des Einflusses des Bohrkleintransports auf die Bohrstrangdynamik

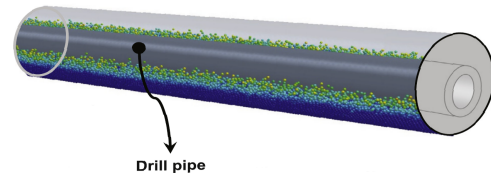
*P. Höhn, J. Oppelt, Deutsches Zentrum für Hochleistungsbohrtechnik und Automatisierung - Drilling Simulator Celle, Technische Universität Clausthal*

### Kurzgefasst

- Die Heizung von Gebäuden hat einen erheblichen Anteil am Verbrauch fossiler Brennstoffe. Tiefe Geothermie kann als zuverlässige erneuerbare Alternative einen bedeutenden Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels leisten.
- Insbesondere die Entwicklung der Geothermie wird derzeit noch durch hohe Kostenrisiken bei Bohrprojekten erschwert.
- Diese Risiken können durch eine Verkürzung von Zeiten, in denen keine Bohraktivität möglich sind, und damit einem höherem Bohrfortschritt verringert werden. Der maximal möglich Bohrfortschritt ist außerdem durch den Abtransport des Bohrkleins beschränkt.
- Bisher sind die detaillierten Vorgänge des Bohrkleintransports noch relativ schlecht verstanden. Numerische Simulationen mit OpenFOAM können dieses Wissen stark erweitern.

Im Rahmen der angestrebten Reduzierung der Kohlendioxidemissionen in die Atmosphäre werden mehrere alternative Energieträger an die Stelle konventioneller Ressourcen treten. Gegenüber beispielsweise Wind oder Photovoltaik hat dabei die Geothermie den Vorteil einer kontinuierlichen und damit grundlastfähigen Verfügbarkeit. Von besonderer Bedeutung ist, neben der Stromerzeugung, zukünftig vor allem die Nutzung der Geothermie für Wärmezwecke. Die weitere schnelle Ausbreitung geothermischer Energiegewinnung in Deutschland wird u. a. durch die hohen Kosten der Erstellung der Geothermie-Anlagen erschwert. Da die Bohrkosten bis zu 75 % der Projektkosten betragen können, ist es von überragender Bedeutung zur weiteren Verbreitung geothermischer Energiequellen, das hohe Technik- und Kostenrisiko zu senken.

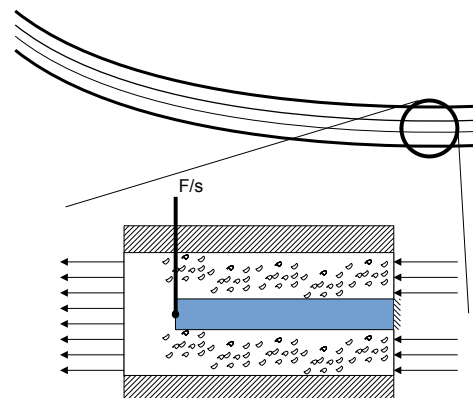
Eine Möglichkeit zur Verringerung der Bohrkosten besteht in einer Verkürzung der Bohrzeit, d.h. einer Steigerung des Bohrfortschritts. Neben anderen Faktoren ist der Abtransport des entstehenden Bohrkleins ein entscheidender Faktor, um einen effizienten Bohrprozess zu erreichen. Bisherige Modelle berücksichtigen dabei bestenfalls vorher festgelegte Bewegungen des Bohrstrangs.



**Abbildung 1:** Abgesetztes Bohrklein in einem Abschnitt des Bohrlochs (Quelle: 6)

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollen der Einfluss des Bohrkleintransports auf die Schwingungen des Bohrstranges und die entsprechenden Rückkopplungen untersucht werden. Die Arbeit basiert u. a. auf Vorarbeiten im Rahmen der Dissertation von Dr. Roger Aragall [1]. Diese setzt zur Simulation das Open Source Paket OpenFOAM für die Modellierung von Strömungsvorgängen ein, wobei die aktuelle Arbeit die Variante foam-extend [2] verwendet. Die Modellierung des Partikeltransports wurde bzw. wird in beiden Projekten durch das mittels der Bibliothek CFDEMcoupling [3] gekoppelte Partikelmodell LIGGGHTS [4] realisiert. Aufgrund von spezifischen Anforderungen des Projektes musste die Funktionalität der eingesetzten Software erweitert werden [5].

Abbildung 1 zeigt eine typische Situation in einem Bohrloch, in dem sich wegen ineffizienter Transportvorgänge Bohrklein abgesetzt hat. Dadurch erhöht sich die Reibung im Bohrloch und verlangsamt den Bohrfortschritt. Idealerweise sollten die Ansammlungen von Bohrklein minimiert sein. Abbildung 2 stellt den simulierten Ausschnitt eines mehreren Kilometer langen Bohrloches dar. Dabei wird im Rahmen der Simulation nur die darunter gezeigte Vergröße-



**Abbildung 2:** Aufbau des Simulations

rung verwendet. Während der Simulation wird der in blau dargestellte Balken zu Beginn ausgelenkt und im Anschluss frei schwingend beobachtet. Ziel des Versuches ist die Bestimmung der Dämpfung durch die Strömung und das transportierte Bohrklein.

Im Anschluss an eine erfolgreiche Validierung werden die Modelle vereinfacht, um eine Simulation der Vorgänge in Echtzeit zu erreichen. Diese wird im Software Simulator des Drilling Simulators implementiert.

## WWW

<https://www.ite.tu-clausthal.de/de/nvs-professoren/prof-dr-ing-joachim-oppelt/>

## Weitere Informationen

- [1] Roger Aragall (2016), Improvements of cuttings transport models through physical experiments and numerical investigations of solid-liquid transport. Dissertation, Technische Universität Clausthal, gbv:104-1126737
- [2] <http://www.foam-extend.org> oder <https://openfoamwiki.net/index.php/Forks/foamExtend/>
- [3] Christoph Goniva, Christoph Kloss, Niels G. Deen, Johannes A. M. Kuiper, Stefan Pirker (2012). Influence of Rolling Friction Modeling on Single Spout Fluidized Bed Simulations, *Particuology*, 10(5) 582 - 591. doi: 10.1016/j.partic.2012.05.002
- [4] Christoph Kloss, Christoph Goniva, Alice Hager, Stefan Amberger, Stefan Pirker (2012). Models, algorithms and validation for open-source DEM and CFD-DEM. *Progress in Computational Fluid Dynamics*, 12(2/3), 140 - 152. doi: 10.1504/PCFD.2012.047457
- [5] Patrick Höhn, Roger Aragal, Joachim Oppelt (2019). Analysis of lateral drill string vibrations using fluid-structure interaction and particle simulations, OpenFOAM Workshop 2019
- [6] Siamak Akhshik, Mehdi Behzad, Majid Rajabi (2015). CFD-DEM simulation of the hole cleaning process in a deviated well drilling: The effects of particle shape. *Particuology*. 25, 72 - 82. doi:10.1016/j.partic.2015.02.008

## Förderung

Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen eines MWK Projektes des Landes Niedersachsen gefördert.