

MIT ELEKTRO-IMPULSEN ZUR ERDWÄRME

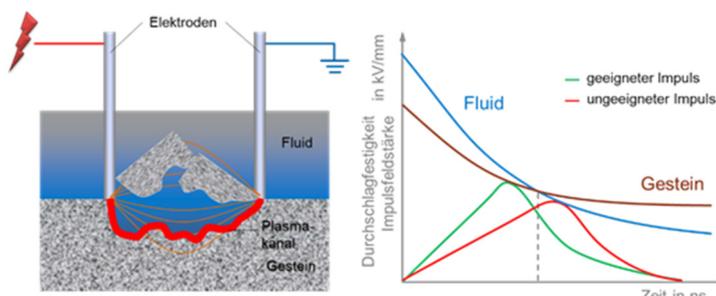
Matthias VOIGT¹, Erik ANDERS¹, Steffen GROßMANN²

Einleitung

Zur Erschließung tiefer Geothermie werden mehrere 1000 m tiefe Bohrungen im Hartgestein, wie Granit und Gneis, benötigt. Nach aktuellem Stand der Technik sind dabei die Bohrgeschwindigkeit besonders in Tiefen ab 3000 m niedrig und der Verschleiß hoch. Eine Alternative zu bestehenden Bohrtechnologien kann das Elektro-Impuls-Verfahren (EIV) darstellen. Dabei wird das Gestein durch Hochspannungsentladungen ($> 600.000\text{ V}$) abgetragen. Es wurde ein Konzept eines kompletten Bohrsystems entwickelt. Dieses wird aktuell zum ersten Mal in einer flachen Bohrung im Gneis in Freiberg/Sachsen getestet.

Wirkprinzip

Mithilfe eines Impulsspannungsgenerators werden elektrische Hochspannungsimpulse mit einer Amplitude von bis zu 600.000 V und einer Anstiegszeit im Bereich weniger Nanosekunden erzeugt. Diese Impulse werden einer Bohrelektrode zugeführt, die aus einer Hochspannungs- und einer geerdeten Elektrode besteht und auf dem Gestein aufliegt. Die Elektrode wird von der Bohrspülung, die das abgetragene Gestein aus dem Bohrloch austrägt, umspült. Weisen die Hochspannungsimpulse eine ausreichende Impulsteilheit auf, so erfolgt der Durchschlag zwischen den Elektroden im Gestein. Langsamere Impulse verlaufen durch die Bohrspülung und erwirken keinen Abtrag (Abbildung 1).

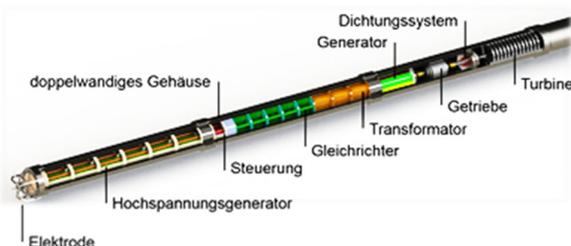


Aufgrund dessen, dass der Impuls zum Versagen der Gefügestruktur innerhalb des Gesteins führt und damit die Zugfestigkeit des Gesteins beansprucht wird, benötigt das Elektro-Impuls-Verfahren nur etwa 10 bis 20 % der Energie konventioneller Rotary-bohrverfahren und stellt somit eine wirtschaftliche und effiziente Alternative dar.

Abbildung 1: Wirkprinzip des Elektro-Impuls-Verfahrens

Technische Umsetzung

In der durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) der Bundesrepublik Deutschland geförderten Machbarkeitsstudie „Vortriebssystem zur Herstellung von tiefen Geothermiebohrungen im Festgestein mittels Elektro-Impuls-Verfahren (EIV)“ (FKZ: 0327664) wurde in einem Verbundprojekt mehrerer



die gesteinszerstörende Wirkung des EIV für verschiedene Gesteine unter hohen Drücken und Temperaturen nachgewiesen und ein Konzept für einen Prototypen entwickelt, welches in eine konventionelle Bohranlage integriert werden kann (Abbildung 2).

Abbildung 2: Konzept eines Bohrkopfs basierend auf dem Elektro-Impuls-Verfahren

¹ Technische Universität Dresden, Institut für Fluidtechnik, Stiftungsprofessur für Baumaschinen, Münchner Platz 3, 01187 Dresden, Tel.: +49 351 463-33507, Fax: +49 351 463-37731, {matthias.voigt1|erik.anders}@tu-dresden.de, www.tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/ifd/bm

² Technische Universität Dresden, Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik, Professur für Hochspannungs- und Hochstromtechnik, Mommsenstraße 10, 01069 Dresden, Tel.: +49 351 463-33428, Fax: +49 351 463-37157, steffen.grossmann@tu-dresden.de, www.tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/ieeh/hh

In einem zweiten Projekt wurden ein Impulsspannungsgenerator sowie eine Bohrelektrode entwickelt und im Labor getestet. Dabei konnte die technische Umsetzbarkeit eines EIV-Bohrkopfs sowie die Funktionsfähigkeit unter Nutzung ölbasierter Spülungen erbracht werden (Abbildung 3). Generator und Bohrelektrode wurden für ein 12 ¼“ Bohrloch, Temperaturen bis 200 °C und Drücke bis 1000 bar konzipiert.



Abbildung 3: Impulsspannungsgenerator und 12 ¼“ Bohrloch in Granit im Labor

In-situ Test



Abbildung 4: Bohranlage auf dem Campus der TU Bergakademie Freiberg

Nach erfolgreichem Labortest wurde das System aus Gründen des Umweltschutzes auf wasserbasierte Spülungen angepasst. Das Gesamtsystem inklusive der elektrischen Im-Loch-Energieerzeugung wird auf dem Campus der TU Bergakademie Freiberg in-situ mithilfe einer selbst konstruierten Bohranlage getestet (Abbildung 4). Erste Funktionstests wurden bereits durchgeführt, Performance- und Leistungstests stehen noch aus.

Zusammenfassung

Der Nachweis der Eignung des EIV zur Erstellung tiefer Löcher für die Geothermie wurde erbracht. Das Verfahren bietet mehrere Vorteile gegenüber konventionellen Bohrsystemen. Neben dem geringeren Energiebedarf wird der Verschleiß des Bohrkopfs drastisch reduziert, da weder eine hohe Anpresskraft noch eine Rotation des Bohrstrangs notwendig ist. Dies verringert die Tripzeiten zum Bohrkopfwechsel und damit die Stillstandzeiten signifikant. Der Bohrfortschritt liegt im Bereich von 1 bis 2 m/h und damit im Bereich konventioneller Bohrwerkzeuge in Tiefen ab 3000 m. Die verringerte Anpresskraft begünstigt zudem längere horizontale Bohrabschnitte sowie tiefere vertikale Bohrlöcher. Das EIV stellt somit eine sinnvolle Alternative bzw. Ergänzung des bestehenden Bohrequipments im Bereich der Tiefen Geothermie dar.