

# Simulation von Bohrungen in 5.000 Meter Tiefe

## Simulation von Bohrungen in 5.000 Meter Tiefe

1. Oktober 2020

Ein Forschungsteam der Fraunhofer-Gesellschaft hat einen Teststand entwickelt, der eine Simulation der Bedingungen in mehreren Tausend Metern Tiefe erlaubt. Die Analyse der Daten hilft, Bohrungen schon bei der Planung zu optimieren, neuartige Bohrtools zu testen und ökonomische Risiken zu minimieren.

In Zeiten des Kohleausstiegs rückt auch die Geothermie immer mehr in den Fokus. Die in der Erdkruste in Gesteinsschichten oder Wasserreservoirs gespeicherte Wärmeenergie steht quasi in unerschöpflicher Menge zur Verfügung. Völlig unabhängig von Witterung oder Tageszeit lässt sie sich zur Warmegewinnung oder für die Stromerzeugung nutzen. Doch die sogenannte tiefe Geothermie erfordert Bohrungen in einige Tausend Meter Tiefe. Schon bei 3.000 Meter kann die Temperatur gut 100 Grad Celsius betragen. Hinzu kommen unterschiedliche Gesteinsarten wie Granit, Quarzsand, Sandstein, Kalk- oder Tonstein. Deren jeweilige Eigenschaften wie Härte und Dichte lassen jedes Gestein anders reagieren, wenn der Bohrmeißel darauf trifft. All diese Faktoren machen die Bohrung und Förderung aufwendig und erfordern eine sorgfältige Planung.

### **i.BOGS simuliert Extrembedingungen**

Dafür hat nun die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG die Lösung match.BOGS entwickelt und in Betrieb genommen. Es handelt sich um einen In-situ-Teststand, der aus drei Modulen besteht: der Autoklav i.BOGS, das Bohrmodul drill.BOGS und das Modul fluid.BOGS zur Herstellung synthetischer Fluide. Die Anlage kann alle Prozesse einer Bohrung bis 5.000 Meter Tiefe physisch simulieren und untersuchen. Eine Reihe von Sensoren, beispielsweise akustische, thermische und optische, messen die Vorgänge im Inneren des Autoklavs und liefern zahlreiche Daten.

Deren Analyse wiederum ermöglicht Rückschlüsse über die optimale Einstellung und Kontrolle der Bohrwerkzeuge. "Die Bohrungen lassen sich damit besser planen und Einstellungen wie Wahl des Bohrwerkzeugs, Umdrehungszahl oder Druck schon im Vorhinein optimieren", erklärt Volker Wittig, Leiter Advanced Drilling Technologies am Fraunhofer IEG. Probebohrungen am Standort werden überflüssig.

Der Autoklav i.BOGS wurde exklusiv für das Forscher-Team am IEG nach dessen Vorgaben entwickelt und gebaut. Er nimmt Gesteinsproben mit einer Länge von 3 Meter und einem Durchmesser von bis zu 25 Zentimeter auf. Im Inneren wird ein Druck von bis zu 1.250 bar aufgebaut, die Temperatur steigt auf 180 Grad Celsius. Damit simuliert der Druckbehälter Bedingungen wie sie auch in 5.000 Meter Tiefe herrschen. Insgesamt 25 Schrauben mit jeweils 9 Kilogramm und eine Wandstärke von 20 Zentimeter sorgen dafür, dass der Behälter den enormen Belastungen standhält. Bei Bedarf können auch spezielle Bohrloch-Tools oder Pumpen integriert und getestet werden.

### **Bohr-Tools mit Laser- oder Hochspannungsimpulsen**

Im Bohrmodul drill.BOGS liefern zwei Hydraulikzylinder eine Vorschubkraft von bis zu 400 kN. Ein Elektromotor treibt die Bohrstange mit einem Drehmoment von 12 kNm ins Gestein. Die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sorgt dafür, dass der Vorgang vollautomatisch verläuft.

Das Modul lässt sich mit unterschiedlichen Werkzeugen bestücken. So können die Forschenden am

Fraunhofer IEG neben den herkömmlichen Meißeln, die mit mechanischer Zerstörung arbeiten, auch neuartige Tools testen. Diese tragen beispielsweise das Gestein mit Hochspannungsimpulsen ab, beschießen es mit Lasern oder erhitzen die Gesteinsoberfläche, damit es leichter bricht. »Das kontaktlose Bohren schont die hochwertigen Werkzeuge und verlängert deren Lebensdauer«, sagt Wittig. Die Tests am Fraunhofer IEG leisten damit einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Bohrwerkzeuge.

## Synthetische Fluide unterstützen den Bohrvorgang

Das Wasser aus unterirdischen Reservoirs wird in der Geothermie in einem geschlossenen Kreislauf an die Oberfläche gefördert, dient hier als Heißwasser zur Wärmergewinnung oder treibt Dampfturbinen für die Stromerzeugung an. Die abgekühlte Flüssigkeit fließt danach wieder in ein unterirdisches Reservoir zurück, um sich da wieder aufzuheizen. "Deshalb muss auch das Verhalten von Flüssigkeiten beim Hochpumpen im Test simuliert werden", erklärt Tilman Cremer, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IEG. Dabei können aus diesen Geofluiden parallel zur geothermischen Anwendung möglicherweise wertvolle Rohstoffe wie (Schwer-)Metalle oder Seltene Erden abgeschieden und gewonnen werden. Dementsprechend sorgt das Modul fluid.BOGS für die Zufuhr von synthetischen Fluiden. Deren Strömungsverhalten im Zusammenspiel mit den Gesteinsproben wird ebenfalls im i.BOGS untersucht.

Die Expertinnen und Experten am Fraunhofer IEG untersuchen dabei authentische Fluidproben aus Reservoirs der Wahl, oder stellen diese Fluide auch selbst her. Es wird dazu beispielsweise ein genau berechnetes Gemisch aus Wasser und Bestandteilen wie Chlor, Kalzium, Magnesium und diversen Mineralien in den i.BOGS geleitet. So kann das Team die Durchströmungsprozesse im Autoklav studieren und auswerten.

Auch für den eigentlichen Bohrbetrieb sind spezielle Flüssigkeiten, sogenannte Drill Muds, unverzichtbar. "Die Fluide dienen einerseits zur Schmierung, Spülung und Kühlung der Werkzeuge, andererseits aber zentral als Transportmittel für das gelöste Gestein", erklärt Volker Wittig.

Die Verknüpfung der drei Module i.BOGS, drill.BOGS und fluid.BOGS und die vielen Konfigurationsmöglichkeiten machen den Teststand match.BOGS einzigartig. Jascha Börner, Team-Mitglied und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IEG sagt: »Druck, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit, die Zusammensetzung der Gesteinsproben, das Mischungsverhältnis der Fluide – wir können jeden Parameter unabhängig von den anderen einstellen.« So lassen sich unterschiedlichste Bedingungen simulieren und daraus exakte Planungsdaten für reale Bohrvorhaben generieren.

## Fazit: Schub für Geothermie und Energiewende

Für das Forscher-Team am Fraunhofer IEG sind die Arbeiten für den Testbetrieb aufwendig. Zunächst muss der Autoklav mit Gesteinsproben befüllt werden. Dann werden Druck und Temperatur schrittweise hochgefahren, die Bohrwerkzeuge eingestellt und die Fluide vorbereitet. In der Regel dauert es einen ganzen Tag, bis die Simulation startet. Doch der Aufwand lohnt sich, denn für die Bohrindustrie entstehen vielfältige Vorteile. Sind die spezifischen Bedingungen an einem Standort erst einmal in der Simulation ausgetestet, erhalten die Betreiber höhere Planungssicherheit. Der Bohrbetrieb wird effizienter, da alle Werkzeuge von vornherein optimal eingestellt sind. Die Betreiber können so letztlich Millionen Euro einsparen. Diese Optimierungsmaßnahmen bei der Geothermie tragen dazu bei, die Energiewende insgesamt noch ökonomischer und effizienter zu gestalten. (js)

### Quelle:

[Fraunhofer IEG](#) [1]

1

Schlagerworte: [Bohrsimulator](#) [2], [Fraunhofer IEG](#) [3]

### Quellen-URL:

[© by enerchange 2021](#)

<https://www.tiefegeothermie.de/news/simulation-von-bohrungen-in-5000-meter-tiefe>

### Verweise:

[1]

<https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2020/oktober/geothermie-teststand-fuer-bohrsimulation-in-5000-meter-tiefe.html>

[2] <https://www.tiefegeothermie.de/schlagworte/bohrsimulator>

[3] <https://www.tiefegeothermie.de/schlagworte/fraunhofer-ieg>