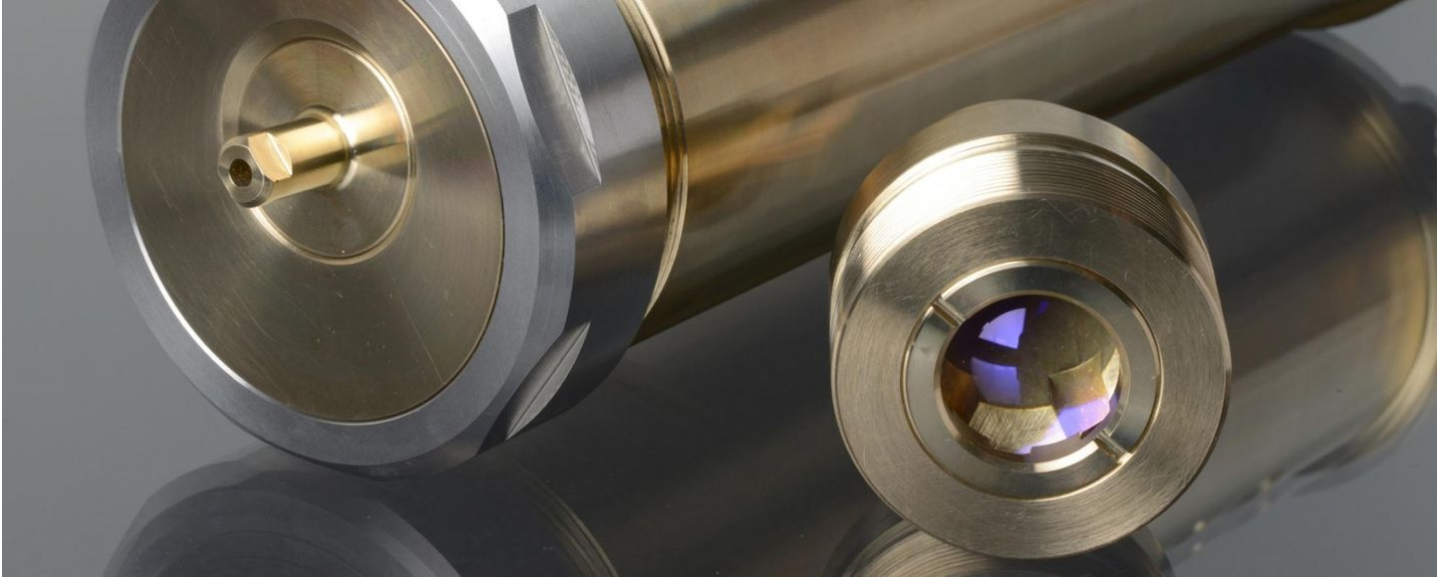


[Projekte](#) / [Projektsuche](#) / Laserstrahl beschleunigt Geothermie-Bohrungen



Geothermie

Laserstrahl beschleunigt Geothermie-Bohrungen

Kurztitel:

LaserJetDrilling

Förderkennzeichen:

0325784A-E

Themen:

Erschließung der geothermischen Quelle, Anlagentechnik und Betrieb

Projektkoordination:

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT





Laufzeit gesamt:



Dezember 2014 bis Mai 2018

Schlagworte:



Laser Bohrtechnologie Bohrsysteme Tiefengeothermie



ANSPRECHPARTNER ZUM PROJEKT

 Florian Schmidt M.Sc.
 +49(0)241-8904-518
 Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT
Steinbachstr. 17
52074 Aachen
 www.ipt.fraunhofer.de

 Hochschule Bochum - FB Bauingenieurwesen - International Geothermal Centre GZB
 www.geothermie-zentrum.de



 KAMAT Pumpen GmbH & Co. KG
 www.kamat.de

 Herrenknecht Vertical GmbH
 www.herrenknecht-vertical.com

 IPG Laser GmbH
 www.ipgphotonics.com/de


ERGÄNZENDE LINKS

Fraunhofer IPT

 [Geothermie-Bohrungen: Hochleistungslaser lässt Hartgestein bröckeln](#)
 [Geothermiebohrungen mit dem Hochleistungslaser](#)

FORSCHUNGSBERICHT ZUM PROJEKT

Abschlussbericht TIB Hannover

 [Entwicklung einer wasserstrahlgeführten Laserbohrtechnologie zur effizienten Erschließung geothermischer Ressourcen](#)

NEUIGKEITEN ZUM PROJEKT

 [Film zeigt neueste Geothermie-Technologien](#)

QUINTESSENZ

- Ein wassergeführter Hochleistungs-Laserstrahl erleichtert den mechanischen Bohrprozess für Geothermieanlagen
- Neuer Laserkopf verfügt über eine Spezialoptik, die durch den Wasserstrahl geschützt wird.
- Die Versuchsergebnisse am neuen Laserteststand des Fraunhofer IPT zeigen, dass erhitzte Hartgesteine, wie beispielsweise Granit, deutlich an Härte verlieren.
- Der Bohrkopf verfügt über Sensoren, die die Gesteinseigenschaften direkt im Bohrloch messen. So kann der Bohrprozess unmittelbar an den geänderten Härtegrad angepasst werden.

Drei bis fünf Kilometer muss mitunter gebohrt werden, um Erdwärme in großem Umfang nutzen zu können. Dabei treffen die Bohrer auf unterschiedliche Materialien, darunter auch sehr harte Gesteine. Diese verzögern den Bohrfortschritt und verschleifen die Bohrwerkzeuge. Innerhalb des Forschungsverbunds LaserJetDrilling haben Wissenschaftler ein neues Verfahren entwickelt: Sie haben den mechanischen Bohrer um einen Laser ergänzt. Der Laserstrahl wird innerhalb eines Wasserstrahls auf das Gestein geführt und macht dieses porös. Der Wasserstrahl lenkt den Laserstrahl und schützt die empfindliche Laseroptik mit ihren Spiegeln und Linsen. Erste Feldversuche sind bereits erfolgreich verlaufen.

Bohrkomponenten nutzen sich schneller ab

Ziel aller geothermischen Bohrungen ist eine hohe Vortriebsrate, also schnell in die Tiefe zu gelangen. Aktuell wird rein mechanisch gebohrt, beispielsweise mit Rollmeißeln. Um das Bohrverfahren zu beschleunigen, untersuchen Forschende hydraulische Methoden oder das Elektroimpuls-Bohren, bei dem energiereiche, elektrische Entladungen eingesetzt werden. Das Ziel besteht jeweils darin, das Gestein zu schwächen oder zu zerstören.

Führt die Bohrung durch sehr hartes Gestein wie Granit und Quarzit nutzen sich die einzelnen Komponenten der Bohranlage sehr schnell ab. Hier setzt das Forschungsvorhaben LaserJetDrilling an, kurz für „Entwicklung einer wasserstrahlgeführten Laserbohrtechnologie zur effizienten Erschließung geothermischer Ressourcen“. Der zentrale Ansatz ist es, erstmalig einen Hochleistungs-Laser-Wasserstrahl mit einem mechanischen Bohrprozess zu koppeln.

Laserstrahl führt zu Rissen im Gestein

Üblicherweise wird das Gestein mechanisch gebrochen. Sensoren im Bohrkopf messen das Drehmoment und die Antriebskraft des Bohrers. Dadurch kann der Bohrprozess an die Härte des Materials angepasst werden. Bei sehr hartem Stein wie Granit und Quarzit geraten die mechanischen Bohranlagen an die Grenzen ihrer Belastbarkeit.

Bei dem Verfahren LaserJetDrilling schädigt zunächst ein energiereicher Laserstrahl das Gestein. Der Zusammenhalt zwischen den Kristallen im Stein wird gelockert und es kommt zu Rissen. Dadurch lässt sich das mechanische Bohrwerkzeug schneller durch das Gestein treiben. Der Laserstrahl soll abhängig von der Härte des Gesteins eingesetzt werden. Das neue Verfahren beschleunigt die Arbeiten und

erleichtert Tiefbohrungen bei neuen Geothermieranlagen.



Der Bohrkopf mit integriertem Laserkopf befindet sich am Ende des Hybridbohrstrangs. Der austretende Laser-Wasserstrahl ist deutlich sichtbar.

© Fraunhofer IPT - Florian Schmidt

Neuer Laserkopf ergänzt den Bohrkopf

Die Projektpartner haben den mechanischen Bohrer um einen Hochleistungslaser ergänzt. Dessen Energie wird mittels eines Wasserstrahls auf das Gestein geführt. Um den Laserstrahl zu fokussieren, haben sie einen Laserkopf, eine Strahlenquelle und einen Faser-Faser-Drehkoppler entwickelt. Die Herausforderung dabei: der Laserstrahl muss von der nicht rotierenden Laserquelle über eine sogenannte Lichtleitfaser aus Quarzglas auf die Faser des rotierenden Bohrstrangs übertragen werden. Dies geschieht mit dem neu entwickelten Faser-Faser-Drehkoppler, welcher die Fasern entkoppelt und den Laserstrahl von der nicht rotierenden auf die rotierende Faser überträgt. So wird die Strahlung sicher zum Bohrkopf geleitet.

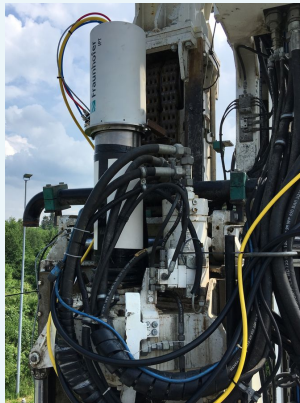
Teil weiterer Untersuchungen waren auch die Wechselwirkungen von Hochleistungs-Laserstrahlen mit einem laminaren Wasserstrahl. Wasser absorbiert die Strahlen und erwärmt sich. Wird der Wasserstrahl zu heiß, kann dieser verdampfen. Damit das nicht passiert, haben die Forschenden die notwendige Wassermenge des Strahls ermittelt. Anschließend haben sie erste Prototypen eines Laserkopfs und des zugehörigen Bohrkopfs entwickelt und diese Komponenten in einen Bohrstrang integriert.

Weitere Abbildungen



Der Bohrkopf mit integriertem Laserkopf befindet sich am Ende des Hybridbohrstrangs. Der austretende Laser-Wasserstrahl ist deutlich sichtbar.

© Fraunhofer IPT - Florian Schmidt



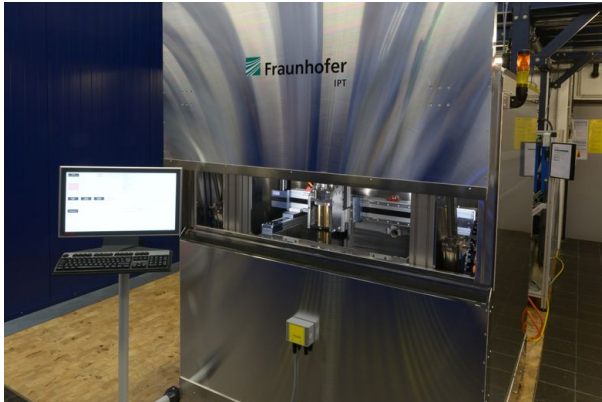
Der Faser-Faser-Drehkoppler befindet sich am Ende des Bohrstrangs direkt hinter dem Motor.

© Fraunhofer IPT - Florian Schmidt

Erster Versuchsstand mit Hochleistungs-Laser

Getestet haben die Wissenschaftler den Hochleistungs-Laserstrahl an einem eigens dafür konzipierten und geschaffenen Laserversuchsstand. Dieser befindet sich am Fraunhofer IPT, das die notwendige Infrastruktur für die Laserquelle sowie Kühlleistung und Elektrik bereitstellt. Der Laserteststand ermöglicht Versuche mit 30.000 Watt optischer Leistung. Die Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass die mit Laser bestrahlten Gesteinsproben circa 40 bis 60 Prozent ihrer Festigkeit verlieren.

Nach den erfolgreich verlaufenen Tests auf dem Prüfstand haben die Projektpartner die Lasertechnik in einen Bohrstrang integriert. Das komplette System besteht aus Laserquelle, Laser, Kühlgerät und Pumpe für das Wasser sowie den Bohrgeräten. Dieses haben sie auf dem Bohrplatz am Internationalen Geothermie Zentrum (GZB) in Bochum aufgebaut. Die anschließenden Versuche hat die Laser- und Bohrtechnik erfolgreich bestanden.



© Fraunhofer IPT - Guido Flüchter

Der Hochleistungs-Laserversuchsstand am Fraunhofer IPT. Die Aachener Forscher haben einen Prüfstand mit einem Laser aufgebaut, der eine Lichtleistung bis zu 30 Kilowatt erreicht.



© Fraunhofer IPT - Florian Schmidt

Der Versuchsaufbau LaserJetDrilling am Bohrplatz des International Geothermal Centre (GZB) in Bochum.

Sensoren steuern künftig die Energie der Laserstrahlen

In einem Folgeprojekt planen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die Leistung des Lasers besser zu verteilen und zu dosieren. Dafür soll der Bohrkopf um digitale Sensoren ergänzt werden. Die gewonnenen Daten stammen direkt aus der Bohrung. Damit soll der mechanische Bohrprozess und die Energie des Lasers unmittelbar an das vorhandene Gestein entlang des Bohrpfads angepasst werden.

Letzte Aktualisierung: 11.02.2020



Bei EnArgus, dem zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung, befindet sich unter anderem eine Datenbank mit sämtlichen Energieforschungsprojekten – darunter auch dieses Projekt.