

Zürich, 20. Januar 2021

Medienmitteilung SPERRFRIST: 21. Januar / 05:00 Uhr

Durchbruch für die Tiefengeothermie

Kleine Schritte mit grossem Erfolg

Ende 2020 ist es der Geo-Energie Suisse AG (GES) gelungen, den technischen Nachweis für das vom Unternehmen patentierte Multi-Etappen-Stimulationskonzept zu erbringen. Die erfolgreiche Demonstration erfolgte im «Bedretto Underground Laboratory for Geosciences and Geoenergy» der ETH Zürich im Kanton Tessin. Vom Erfolg im Gotthard-Massiv erhofft sich Geo-Energie Suisse neuen Schub für das Pilotprojekt in Haute-Sorne (JU) und für die Produktion von Strom und Wärme aus Geothermie in der ganzen Schweiz.

Das Potenzial der Geothermie als erneuerbare, klimaneutrale Energiequelle ist unbestritten. Die natürliche Wärme in der Erdkruste produziert keinen CO₂-Ausstoss und liefert konstant-thermische Energie, die für die Stromproduktion oder direkt als Wärmequelle genutzt werden kann. Zudem verursacht ein Geothermiekraftwerk einen vernachlässigbaren Eingriff in die Landschaft, da es nur sehr wenig Bodenfläche beansprucht. Zurzeit gibt es jedoch eine zentrale Schwierigkeit, die für eine flächendeckende, wirtschaftliche Nutzung der Erdwärme als erneuerbare Stromquelle überwunden werden muss: Deren zuverlässige und ortsunabhängige Erschliessung ausserhalb von geothermischen Hotspots, wie sie beispielsweise Island, Indonesien oder Neuseeland aufweisen.

Die ETH Zürich hat mit Unterstützung der Werner Siemens-Stiftung eine neue Forschungsinfrastruktur aufgebaut, um solchen Fragen nachzugehen. Im «Bedretto Underground Laboratory for Geoenergies» untersucht sie in enger Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern Techniken und Verfahren, um Erdwärme sicher, effizient und langfristig zu nutzen. GES demonstrierte als externer Partner im Bedretto-Labor im Rahmen der Projekte DESTRESS, ZoDrEx und IASS, wie sich im Untergrund schonend ein Wärmetauscher erstellen lässt.

Schweizweit erster Nachweis des von GES patentierten Multi-Etappen-Stimulationskonzepts

2006 wollte man in Basel an einem vertikalen, offenen Bohrloch in einem einzigen Schritt ein geothermisches Reservoir bilden. Die hydraulischen Stimulationen lösten jedoch inakzeptable Erdbeben aus. Als Antwort auf die technische Herausforderung einer sicheren Reservoirerschliessung hat die Geo-Energie Suisse AG darauf das Multi-Etappen-Stimulationskonzept ([Video](#)) entwickelt und im Jahr 2012 für die Schweiz patentieren lassen. Das Konzept sieht vor, in der für die Stromproduktion notwendigen Tiefe von 4 bis 5 Kilometern mittels gezielter Wasserinjektionen ein durchlässiges Reservoir im kristallinen Grundgebirge zu bilden. Um das damit verbundene Erdbebenrisiko zu minimieren, wird die hydraulische Stimulation abschnittsweise und in kleinen, zeitlich gestaffelten Schritten durchgeführt. Dabei wird entlang eines horizontal abgeteuften Bohrlochs eine Sequenz von Reservoirkammern generiert. Diese werden mit einem zweiten, horizontal abgelenkten Bohrloch erschlossen. So entsteht in der Summe ein grosser, unterirdischer Wärmetauscher, mit dessen Hilfe im eigentlichen Geothermiekraftwerk Strom produziert und Wärme ausgekoppelt werden kann. Dass dieses Multi-Etappen-Stimulationskonzept funktioniert, konnte Geo-Energie Suisse nun erstmals in der Schweiz, im Bedretto-Labor der ETH Zürich, nachweisen.

Meilenstein für die Nutzung der Tiefengeothermie in der Schweiz

«Es ist uns gelungen, im kompakten Granit des Gotthardmassivs mithilfe von gezielten Stimulationsmassnahmen eine Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit um den Faktor 10 bis 100 zu erreichen und die für die Rissbildung notwendigen Mikrobeben zu messen und zu kontrollieren», erklärt Dr. Peter Meier, CEO der Geo-Energie Suisse AG, und ergänzt: «Ich bin überzeugt, dass dieser Durchbruch ein zentraler Meilenstein auf dem Weg zum ersten Tiefengeothermiekraftwerk in der Schweiz ist. Dies einerseits, weil die erzielte Durchlässigkeit in einem der zwei Bohrlöcher der notwendigen Transmissivität für eine wirtschaftliche Anwendung entspricht. Andererseits, und das ist zentral, lag die mit den Stimulationen verbundene Mikroseismizität mit Magnituden von maximal -1.8 Mw auf der Richterskala rund 1 Million tiefer als damals in Basel». Diesen Erfolg erzielte GES im Rahmen von Demonstrations- und Innovationsprojekten mit der Beteiligung von nationalen und internationalen Partnern (siehe Textkasten). Als nächstes folgt nun die wissenschaftliche Auswertung durch die ETH Zürich, die EPFL und die Universität Neuenburg. Die Auswertungen bilden die Grundlage für das zukünftige, detaillierte Stimulationsprogramm des Pilotprojekts der Geo-Energie Suisse am Standort in Haute-Sorne im Kanton Jura. Ein weiteres erfolgreich erreichtes Zwischenziel von GES war die Qualifikation und Validierung neu entwickelter technischer Komponenten, die für die Sicherheit relevant oder für die Erstellung des tiefengeothermischen Reservoirs wirtschaftlicher sind. Weitere Qualifikations- und Validierungsarbeiten sind für 2021, 2022 und 2023 geplant.

Internationale Zusammenarbeit als Schlüssel für Zuverlässigkeit und Weiterentwicklung von Innovationen

Als Industriepartnerin wird GES im laufenden Jahr die im Bedretto-Labor gewonnenen Erkenntnisse am US-amerikanischen Versuchsstandort FORGE Utah (Frontier Observatory for Research in Geothermal Energy) zusätzlich noch im Hochtemperaturbereich validieren. Der Fokus liegt dabei auf der Nutzung seismischer Sensoren zur Kontrolle und Steuerung der induzierten Mikroseismizität – ein zentrales Element für die sichere Stimulation des tiefen Untergrundes. Eine weitere Massnahme, um die Erfolgchancen und Sicherheit für das schweizweit erste tiefengeothermische Pilotprojekt im jurassischen Haute-Sorne zu erhöhen und der Nutzung der Tiefengeothermie in der Schweiz Vorschub zu leisten.

Erfolg bringt neuen Schub für das Pilotprojekt in Haute-Sorne

Ende Juni 2020 hat das Bundesamt für Energie den Erkundungsbeitrag für das Tiefengeothermieprojekt in Haute Sorne um einen Drittel erhöht ([vgl. Medienmitteilung des BFE](#)). Mit diesem Förderbeitrag unterstützt der Bund zusätzliche Massnahmen für das Haute-Sorne Projekt, mit denen das Risiko von Schadenbeben auf Empfehlung des Schweizerischen Erdbebendienstes an der ETH Zürich (SED) weiter reduziert wird. Entsprechende Instrumente und Methoden wurden ebenfalls im Rahmen des Demonstrationsprojekts im Bedretto-Labor erfolgreich getestet und deren Wirksamkeit nachgewiesen. Ein weiterer Erfolg, der für das Pilotprojekt in Haute-Sorne entscheidend sein könnte. «Wir hoffen, dass der Durchbruch im Bedretto-Labor das Vertrauen der jurassischen Regierung und deren Aufsichtsbehörden in das Sicherheitskonzept für das Pilotprojekt von Haute-Sorne stärkt und dass wir mit den Vorbereitungen für die Erkundungsbohrung noch 2021 starten können», so Peter Meier.

Geo-Energie Suisse hält nach wie vor am etappenweisen Vorgehen im Pilotprojekt in Haute-Sorne fest und ist überzeugt, dass die bisherigen Erfahrungen im Bedretto-Labor, die zukünftigen Erkenntnisse in Utah sowie die zusätzliche Unterstützung durch das BFE das Projekt in Haute-Sorne noch sicherer machen. Mit dem erfolgreich durchgeführten Demonstrationsprojekt im Bedretto-Labor erhält die Hoffnung, dass die Zukunft der Produktion von erneuerbarem, CO₂ freiem und sauberem Strom aus der Tiefe ihren Anfang im Kanton Jura nimmt, neuen Schub. Gemäss Peter Meier «werden diese Innovationen und Ergebnisse der Schweizer Energie- und Klimapolitik und der gesamten entstehenden Geothermie-Industrie dienen».

Die zentralen Ergebnisse im Überblick

- Geo-Energie Suisse ist es im Bedretto-Labor der ETH Zürich gelungen, aus zwei 350 bzw. 400 Meter langen, stark geneigten Bohrlöchern im Granit des Gotthardmassivs ein durchlässiges, geothermisches Reservoir zu bilden. Hierfür wurden etappenweise 10 hintereinanderliegende, isolierte Bohrlochabschnitte hydraulisch stimuliert.
- Die durch die Stimulationen induzierte Mikroseismizität liegt mit Magnituden (Mw) zwischen -3.3 und -1.8 Mw rund 1 Million mal tiefer als beim Erdbeben, das 2006 zum Abbruch des Geothermieprojekts von Basel geführt hat. [Räumliche Abbildung Mikroseismizität](#) / [Entwicklung der Mikroseismizität auf der Zeitachse](#) (zwei Videos)

- Erstmals getestete, innovative Sensorik-, Mess- und Steuerungsverfahren ermöglichen die Beobachtung und Kontrolle der hydraulischen Stimulation. Dies erhöht die Sicherheit bei der Erstellung geothermischer Reservoirs im kristallinen Gestein. Ein von der ETH-Zürich entwickeltes Verfahren zur Vorhersage der Seismizität wurde im Rahmen des Demonstrationsprojekts erfolgreich eingesetzt. [Abbildung](#).
- Pro Stimulationsintervall wurden gemäss der vorgängig erstellten Risikostudie maximal 100 Kubikmeter Wasser injiziert. So konnte die radiale Ausdehnung des stimulierten Kluftsystems begrenzt werden, um die Seismizität gering zu halten. Trotz geringem Injektionsvolumen (rund 120 Mal weniger als in Basel) konnte die Wasserdurchlässigkeit der stimulierten Intervalle im Mittel um ca. ein bis zwei Grössenordnungen (Faktor 10 bis 100) erhöht werden. [Video zur Erhöhung der Transmissivität](#).
- Die Durchlässigkeit einer der beiden Bohrungen (Transmissivität $> 1e-4 \text{ m}^2/\text{s}$) wäre genügend hoch für eine wirtschaftliche Anwendung in einem Tiefengeothermieprojekt.
- Der stimulierte Bohrbereich im Bedretto-Labor befindet sich in einer Tiefe von 1400 Metern. Das entspricht etwas weniger als einem Drittel der angestrebten Reservoirtiefe in Haute-Sorne (4000 – 5000 Meter). Die minimale Gebirgsspannung liegt im Bedretto-Labor bei etwa einem Viertel, der in Basel in einer Tiefe von 5000 Metern gemessenen Spannung. Die natürlichen Kluftdurchlässigkeiten liegen (vor der Stimulation) im Bereich derjenigen des kristallinen Grundgebirges der Nordostschweiz, wie sie in den Tiefbohrungen der Nagra im Kristallinprogramm der 1980iger Jahre gemessen wurden.
- Der Bohrdurchmesser (22 cm) entspricht demjenigen des von Geo-Energie Suisse geplanten Pilotprojekts in Haute-Sorne, die Bohrlänge beträgt ca. einen Drittel von Haute-Sorne. Die Erfahrungen im Bedretto-Labor zeigen, dass auch stark geneigte bzw. horizontale Bohrungen im Granit technisch und wirtschaftlich machbar sind.
- Im März / April 2021 soll das Reservoir mittels grösserem Injektionsvolumen ausgeweitet werden.
- Der Erfolg des Demonstrationsprojekts ist das Resultat von nationaler und internationaler Innovationszusammenarbeit und dient der gesamten Schweizer Geothermie-Industrie, um die Sicherheit und Erfolgswahrscheinlichkeit zukünftiger Projekte zu erhöhen.

PROJEKTPARTNERSCHAFTEN:

DESTRESS *Demonstration of soft stimulation treatments of geothermal reservoirs*

www.destress-h2020.eu/en/demonstration-sites/bedretto, Förderung durch das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) unter Vertragsnummern 15.0316-1, 691728.

ZoDrEx *Zonal Isolation, Drilling & Exploitation*

www.geothermica.eu/projects/zodrex, Förderung durch das Bundesamt für Energie (BFE).

IASS *Innovative Acquisition Systems and Software for Deep Geothermal Evaluation and Monitoring*

in Zusammenarbeit mit Utah FORGE www.utahforge.com, Förderung durch das Bundesamt für Energie (BFE).

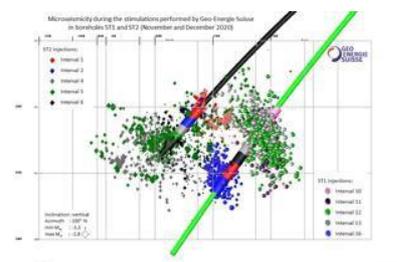
Weitere Auskünfte erteilen:

Deutsch: Peter Meier, CEO Geo-Energie Suisse, Tel +79 248 48 65

Französisch: Olivier Zingg, Projektverantwortlicher Romandie, Tel. +41 79 321 43 20

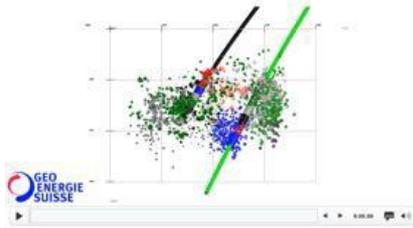
Pressebilder (Thumbnails, Caption und Copyright):

Die Originaldateien können hier heruntergeladen werden: <https://www.geo-energie.ch/bedretto2020/>



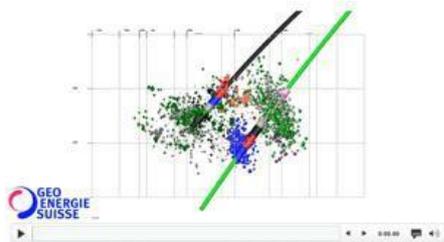
Die Abbildung zeigt die räumliche Verteilung der Mikroseismizität, die in 10 zeitlich gestaffelten Intervallen und räumlich voneinander isolierten Stimulationszonen aufgetreten ist und zu permanenten Mikrorissen im Granitgestein geführt hat.

Die Stimulationen wurden von der Geo-Energie Suisse AG im Bedretto-Labor der ETH Zürich im November und Dezember 2020 durchgeführt. © Geo-Energie Suisse



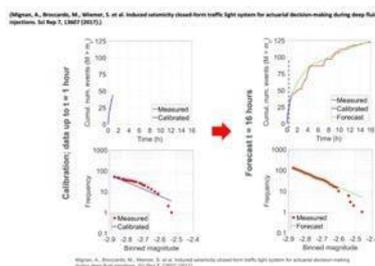
Das Video zeigt die Entwicklung der Mikroseismizität auf der Zeitachse, die in 10 zeitlich gestaffelten Intervallen und räumlich voneinander isolierten Stimulationszonen aufgetreten ist und zu permanenten Mikrorissen im Granitgestein geführt hat.

Die Stimulationen wurden von der Geo-Energie Suisse AG im Bedretto-Labor der ETH Zürich im November und Dezember 2020 durchgeführt. © Geo-Energie Suisse



Das Video zeigt die räumliche Verteilung der Mikroseismizität, die in 10 zeitlich gestaffelten Intervallen und räumlich voneinander isolierten Stimulationszonen aufgetreten ist und zu permanenten Mikrorissen im Granitgestein geführt hat.

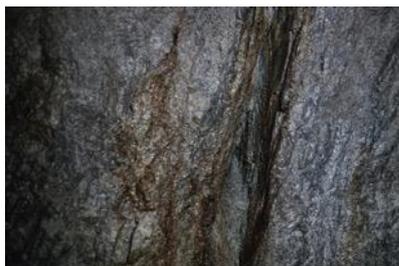
Die Stimulationen wurden von der Geo-Energie Suisse AG im Bedretto-Labor der ETH Zürich im November und Dezember 2020 durchgeführt. © Geo-Energie Suisse



Die Abbildung zeigt ein von der ETH Zürich entwickeltes Verfahren zur Vorhersage der Seismizität bei hydraulischen Stimulationen. Das Verfahren wurde im Rahmen des Demonstrationsprojekts zum Multi-Etappen-Stimulationskonzept der Geo-Energie Suisse AG im November und Dezember 2020 im Bedretto-Labor der ETH Zürich erfolgreich eingesetzt. © Geo-Energie Suisse



Das Video zeigt die Öffnung des Bohrlochs ST1 in einer Tiefe von 265 (von 400) Metern. Die Wasserdurchlässigkeit der wasserführenden Klüfte (Transmissivität) steigt sichtbar an: Trotz drei aktivierten Saugpumpen wird der Bohrlochkeller überflutet. © Geo-Energie Suisse



Natürliche Kluft im kompakten Granit des Gotthard-Massivs im Bedretto-Labor der ETH Zürich. Sichtbar in der Wand des Zugangstollens des Labors. © Geo-Energie Suisse



Installation einer Seismometerkette im Bohrloch ST1 zur Überwachung der Stimulationen im Bohrloch ST2, im Bedretto-Labor der ETH Zürich. Die Arbeiten wurden unter der Leitung von Geo-Energie Suisse durchgeführt. © Geo-Energie Suisse



Installation einer Seismometerkette im Bohrloch ST1 zur Überwachung der Stimulationen im Bohrloch ST2, im Bedretto-Labor der ETH Zürich. Die Arbeiten wurden unter der Leitung von Geo-Energie Suisse durchgeführt. © Geo-Energie Suisse



Installation von Packern zur Isolierung der Stimulationsintervalle im Bohrloch ST2 im Bedretto-Labor der ETH Zürich. Die Arbeiten wurden unter der Leitung von Geo-Energie Suisse durchgeführt. © Geo-Energie Suisse



Installation von Packern zur Isolierung der Stimulationsintervalle im Bohrloch ST2 im Bedretto-Labor der ETH Zürich. Die Arbeiten wurden unter der Leitung von Geo-Energie Suisse durchgeführt. © Geo-Energie Suisse



Montage von innovativer Messausrüstung zur Kontrolle und Steuerung der induzierten Mikroseismizität. © Geo-Energie Suisse



Auswertung von seismischen Messdaten im Bedretto-Labor der ETH Zürich. © Geo-Energie Suisse



Auswertung von seismischen Messdaten im Bedretto-Labor der ETH Zürich. © Geo-Energie Suisse

Informationen über die Geo-Energie Suisse AG, das Projekt in Haute-Sorne und das Bedretto-Labor der ETH Zürich:

Über Geo-Energie Suisse

Die Geo-Energie Suisse AG ist das Schweizer Kompetenzzentrum für Tiefengeothermie zur Strom- und Wärmeproduktion. Das Unternehmen feiert 2021 sein 10-jähriges Bestehen. Zu den Gründungsmitgliedern gehören Stadtwerke sowie regionale Energieversorgungsunternehmen aus der ganzen Schweiz (aet, EBL, ewz, EOS, ewb, GVM, iwb). Geo-Energie Suisse beschäftigt zehn Personen und wird zusätzlich von zahlreichen externen Fachkräften punktuell unterstützt. www.geo-energie.ch

Über das Geothermieprojekt Haute-Sorne

Das Geothermieprojekt Haute-Sorne soll den technischen Nachweis für die Nutzbarkeit der Erdwärme zur Strom- und Wärmeproduktion bringen. Hierbei kommt ein von Geo-Energie Suisse entwickeltes Verfahren zur Anwendung. In einer fein dosierten Multi-Etappen-Stimulation wird die Durchlässigkeit des Gesteins erhöht und zeitgleich das Erschütterungsrisiko minimiert. Mit einer Explorationsbohrung soll in der ersten Phase des Projekts der Untergrund untersucht und so das Nutzungspotenzial abgeklärt werden. Erst nach Auswertung der Testergebnisse wird über die Fortsetzung des Projekts entschieden.

www.geo-energie-jura.ch (Französisch); [Tiefengeothermie Pilotprojekt Haute-Sorne](#) (Broschüre).

Über das Bedretto Underground Laboratory for Geosciences and Geoenergy der ETH Zürich

Im Bedretto-Labor erforscht die ETH Zürich in enger Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern Techniken und Verfahren für eine sichere, effiziente und nachhaltige Nutzung der Erdwärme. Zu diesem Zweck wurde eine einzigartige Forschungsinfrastruktur errichtet. Sie befindet sich 1,5 km unter der Oberfläche in der Mitte eines 5,2 km langen Tunnels, der das Tessin mit dem Furkatunnel verbindet. Dazu ist ein ausreichend durchlässiges Reservoir notwendig, das langfristig zugänglich ist. Die Forschenden führen Experimente durch, um die geothermischen Prozesse zu untersuchen. In mehreren Bohrlöchern haben sie eine Vielzahl von Sensoren platziert, die selbst kleinste Veränderungen von Spannung, Druck und Flüssigkeitsbewegungen verfolgen können. Nur in einem Gesteinslabor ist eine solche genaue Überwachung möglich und bezahlbar. Das Bedretto-Labor wird finanziert von der ETH Zürich und der Werner-Siemens-Stiftung. Die Projekte im Bedretto-Labor werden von nationalen und internationalen Partnern finanziert, unter anderem vom Bundesamt für Energie, der Europäischen Union und dem Schweizer Nationalfonds. www.bedrettolab.ethz.ch