Tiefengeothermie in der Schweiz

Autor(en): **Wyss, Roland**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **104 (2013)**

Heft 11

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856553

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Tiefengeothermie in der Schweiz

Erneuerbare Energiequelle der Zukunft?

Die Tiefengeothermie ist einheimisch, umweltfreundlich und hat ein enorm grosses Potenzial. Die Nutzungsmöglichkeiten sind vielfältig und auch in der Schweiz sind z.T. seit Jahrzehnten einzelne Wärme-Anlagen in Betrieb. Strom wird, im Vergleich zum angrenzenden Ausland, jedoch noch nicht erzeugt. Für die Etablierung der Technologie bei Schweizer Untergrundverhältnissen sind noch Herausforderungen zu lösen. Dies kann nur durch Pilot- und Demonstrationsanlagen in den verschiedenen Regionen der Schweiz geschehen.

Roland Wyss

Rund 99 % der Erdkugel sind heisser als 1000 °C. Die in der Erde gespeicherte Wärmemenge ist gewaltig und wird durch natürliche Vorgänge im Gestein kontinuierlich neu produziert. Mit der Wärme der Erde, der Geothermie, kann nicht nur geheizt, sondern auch Strom produziert werden.

Die Wärme möglichst effizient aus grosser Tiefe zu gewinnen und an die Erdoberfläche zu bringen, ist der Schlüssel zur Tiefengeothermie als Energiequelle. Als Transportmittel dient Wasser, welches in der Regel im Kreislauf verwendet wird. Geothermische Anlagen bestehen daher aus mindestens zwei Tiefbohrungen. Davon dient eine zur Förderung des Heisswassers und die andere zur Rückführung des abgekühlten Wassers in den Untergrund, welches sich dort wieder erwärmt.

Je nach Herkunft des Wassers werden zwei Arten von Tiefengeothermie-Anlagen unterschieden (Bild 1):

- **Hydrothermale Anlagen** nutzen Wasser, welches in der Tiefe natürlich vorkommt und fliesst.
- **Petrothermale Anlagen** sind unabhängig von natürlichem Tiefenwasser im Untergrund. Hier wird Wasser über eine Bohrung mit Druck in die tiefen Gesteinsschichten gepresst. Dies, um dort Mikrorisse zu öffnen bzw. zu vergrössern und Fliesswege zwischen den beiden Bohrungen zu schaffen (hydraulische Stimulation). Alternative Bezeichnungen sind Enhanced oder Engineered Geothermal Systems (EGS) sowie auch Hot-Dry-Rock (HDR).

Die beiden Systeme sind nicht strikt voneinander zu trennen, sondern es handelt sich in der Praxis oftmals um Mischtypen: Bei petrothermalen Systemen kann ein gewisser Grad an natürlicher Wasserführung vorliegen, während hydrothermale Systeme bei ungenügendem Wasserstrom mittels hydraulischer Stimulation optimiert werden können.

Für eine tiefengeothermische Stromproduktion muss das Tiefenwasser bzw. das Tiefengestein beim heutigen Stand der Kraftwerkstechnik mindestens 100 °C heiss sein, und es ist notwendig, dass eine genügend grosse Wassermenge zwischen den Bohrungen zirkulieren und an die Erdoberfläche gefördert werden kann. Um die notwendige Mindesttemperatur von 100 °C zu erreichen, muss im Schweizer Mittelland rund 3 km tief gebohrt werden. Mit jedem Kilometer zusätzlicher Bohrtiefe steigt die Temperatur um durchschnittlich 30 °C.

Naef, Häring

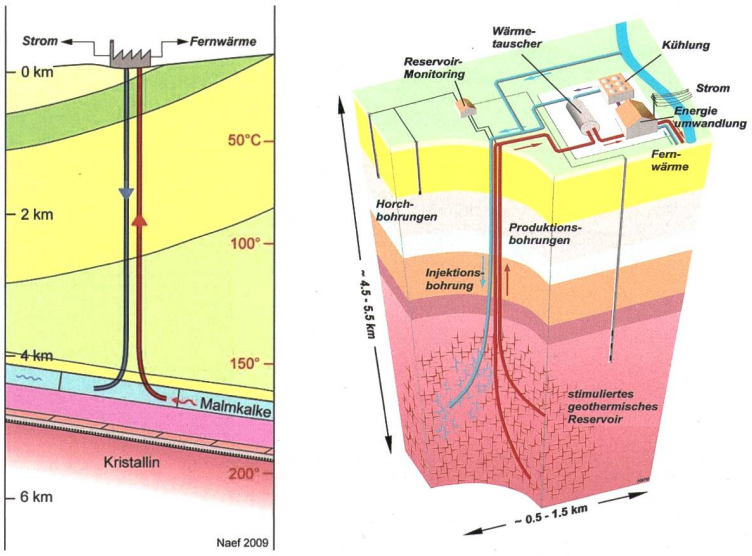


Bild 1 Hydrothermale Anlagen (links) nutzen in der Tiefe vorhandene natürliche Wasservorkommen, von denen petrothermale Anlagen (rechts) unabhängig sind.

Vielfältige Möglichkeiten der Nutzung

Das Wissen über das Potenzial der untiefen Geothermie bis in Tiefen von 400 m für die Wärme- und Kälteerzeugung ist in der Schweiz bereits weit verbreitet (Bild 2). Hinsichtlich der Dichte an Erdwärmesonden ist die Schweiz weltweit ein Spitzenreiter. Das noch grössere Potenzial der Tiefengeothermie ist hingegen noch wenig bekannt. Tiefengeothermie kann z.B. ganze Quartiere beheizen, der Allgemeinheit in Thermalbädern zum Entspannen dienen und in der Landwirtschaft sowie in Industrie und Gewerbe Wärme liefern. Auch in der Schweiz wird seit Jahrzehnten tiefengeothermische Wärme genutzt, jedoch ist dies der Allgemeinheit kaum bekannt, und auch die Anzahl an Anlagen ist noch gering (Bild 2). Strom wird mit Tiefengeothermie in der Schweiz bis heute nicht erzeugt. In rund 25 Ländern, einschliesslich unserer Nachbarstaaten

Roland Wyss

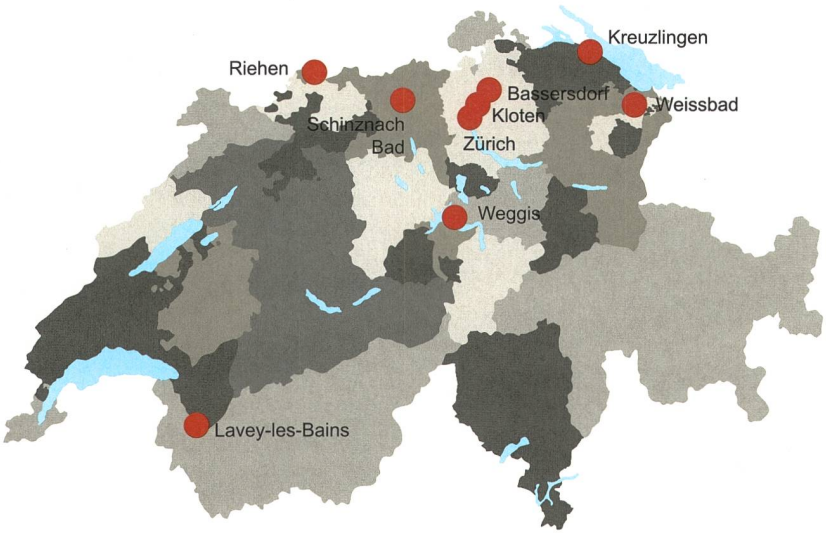


Bild 2 In der Schweiz sind bereits tiefengeothermische Wärme-Anlagen in Betrieb.

Deutschland, Österreich, Italien und Frankreich, wird bereits erfolgreich Strom aus Geothermie gewonnen.

Wärmeversorgung in Riehen

In Riehen bei Basel werden seit 1994 Stadtquartiere über ein Wärmenetz mit Geothermie versorgt (Bild 3). Das rund 65 °C heisse Wasser stammt aus einer Schicht in rund 1500 m Tiefe und wird über zwei Bohrungen zirkuliert. Die Nachfrage von Neukunden ist gross und die Gesamtanlage wird zurzeit ausgebaut.

Beheizung von Gewächshäusern im Thurgau

Um zukünftig rund 19,5 GWh Gas und Heizöl pro Jahr einzusparen, realisierte ein Gemüsebauer aus Schlattingen TG in den Jahren 2012/13 ein Tiefengeothermieprojekt mit zwei Bohrungen. Dies gelang nicht zuletzt durch die Unterstützung vom Kanton und Bund. Die erste vertikale Bohrung traf in gut 1100 m Tiefe eine Heisswasser führende Schicht («Aquifer») mit einer Temperatur von 62 °C an. Forschungseinrichtungen begleiteten die Bohrung und führten zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen durch, um Erkenntnisse über den tiefen Untergrund zu gewinnen. Die Ergebnisse ermöglichten zudem eine optimale Planung der zweiten Bohrung. Erstmals in der Schweiz wurde in grosser Tiefe, innerhalb des Aquifers, horizontal gebohrt und die Tiefenwasser führende Schicht dadurch über eine Länge von rund 800 m erschlossen. Während die erste, vertikale Bohrung rund 5,5 l/s produziert, liefert die zweite aktuell 10 l Heisswasser pro Sekunde. Das familiengeführte Unternehmen ist zuversichtlich, zukünftig alle Treibhäuser mittels Tiefengeothermie beheizen zu können und damit jährlich nicht nur rund 5000 t CO_2 einzusparen, sondern auch bis zu 1.2 Mio. CHF für den Kauf fossiler Brennstoffe.

Strom und Wärme für die Stadt St. Gallen

St. Gallen setzt bei seiner künftigen Wärme- und Stromversorgung auch auf die Tiefengeothermie. Im Jahr 2010 wurde das Projekt mit einer Zustimmung von gut 82 % vom Stimmvolk angenommen. Ziel der hydrothermalen Anlage ist eine Förderrate von mindestens 55 l/s bei einer Wassertemperatur von über 140 °C. Mit einer elektrischen Leistung von 2,5 – 5 MW könnten damit rund 7 – 14 GWh Strom pro Jahr produziert werden. Über das Wärmenetz könnten gleichzeitig rund 80 – 90 GWh Wärme jährlich an die angeschlossenen St. Galler Haushalte geliefert werden. Im Vergleich zum städtischen Gesamtenergiebedarf entsprechen diese Werte rund 2 – 3 % der benötigten elektrischen und etwa 10 – 15 % der thermischen Energie.

Im Juli 2013 traten im Zusammenhang mit Routinearbeiten zur Verhinderung eines Gas-Wasser-Austritts unerwartete wahrnehmbare Erschütterungen auf und das Projekt wurde daraufhin unterbrochen. Der St.Galler Stadtrat beschloss Ende August 2013, zunächst weitere Informationen über den Untergrund zu sammeln und zu testen, welche Wasser- und Gasmengen im Untergrund vorhanden sind. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird bis zum Sommer 2014 über die Fortsetzung des Projekts entschieden.

Vielschichtige Vorteile

Die Tiefengeothermie ist umweltfreundlich und im Betrieb mit sehr geringen CO_2-Emissionen verbunden. Sie ist, da von äusseren Einflüssen unabhängig, immer verfügbar und kann wertvolle Bandenergie liefern. Tiefengeothermie garantiert damit eine Versorgungssicherheit und Preisstabilität und trägt als einheimische Energiequelle zur Schweizer Wertschöpfung und zur Unabhängigkeit von der weltwirtschaftlichen Entwicklung fossiler Brennstoffe bei.

Nur ein winziger Bruchteil des Potenzials genutzt

Das Potenzial der Tiefengeothermie ist enorm gross und könnte theoretisch die gesamte Schweizer Stromversorgung abdecken. Technisch nutzbar ist aus heu-

Erdwärme Riehen

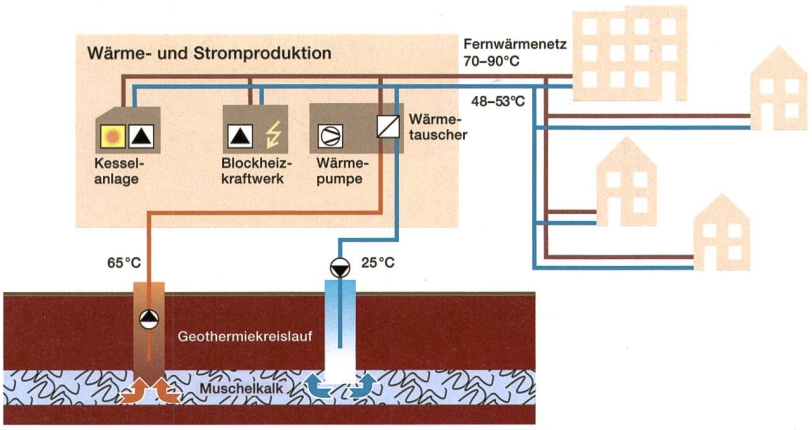


Bild 3 Seit 1994 liefert Tiefengeothermie in Riehen bei Basel den umweltfreundlichen und CO_2-freien Grundlastanteil (50 %) des Wärmeverbunds Riehen.

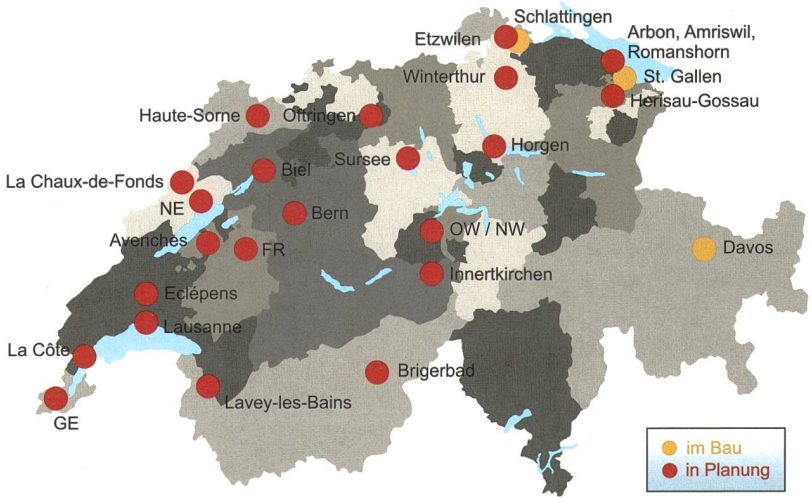
tiger Sicht jedoch nur ein kleiner Anteil. Welchen Anteil die Tiefengeothermie zur Stromversorgung langfristig beitragen kann, hängt davon ab, wie gut die heute zur Verfügung stehenden Technologien weiterentwickelt und an die Untergrundverhältnisse in der Schweiz angepasst werden können.

Mit dem heutigen Standard ist mit zwei bis drei Bohrungen einer geothermischen Anlage eine elektrische Leistung von etwa 3–6 MW zu erreichen. Rund 4 MW genügen, um den Strombedarf einer Kleinstadt mit ungefähr 10 000 Einwohnern zu decken. Das Bundesamt für Energie (BFE) geht in seiner jüngsten Schätzung davon aus, dass in der Schweiz bis 2050 jährlich bis zu 4400 GWh Strom mittels Tiefengeothermie erzeugt werden können. Dies entspricht rund 7,5 % des heutigen Stromverbrauchs in der Schweiz. Gegenwärtig liegen die Stromgestehungskosten für hydrothermale Anlagen bei rund 40 Rp./kWh. Das Kostensenkungspotenzial ist gross. Für die Zukunft prognostiziert das BFE daher deutlich niedrigere Stromgestehungskosten von rund 12 Rp./kWh. Im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energien gehört die Geothermie damit zu den günstigsten Energiequellen in der Schweiz.

Herausforderungen

Um das theoretisch riesige Potenzial der Tiefengeothermie gewinnbar zu machen, müssen zwei bedeutende Herausforderungen angegangen und gelöst werden. Tiefenwasser (hydrothermale Systeme) und geeignete Gesteine für die Schaffung eines künstlichen Wärmetauschers (petrothermale Systeme) müssen zum einen besser vorausgesagt werden können. Dazu sind die Kenntnisse über den Untergrund markant zu verbessern. Zum anderen müssen die Verfahren zur Erhöhung der natürlichen Wasser-Fliessraten bzw. zur Schaffung effizienter Wärmetauscher optimiert werden. Beides kann nur mittels Pilotanlagen umgesetzt werden, da nur Bohrungen Aufschluss über die wahren Untergrundverhältnisse geben und nur bei realen Untergrundbedingungen die Verfahren eingesetzt, getestet und verbessert werden können. Ein anschauliches Beispiel ist das Geothermieprojekt St. Gallen: Die unerwartete Reaktion des St. Galler Untergrunds auf routinemässige Arbeiten spiegelt wider, dass die Kenntnisse über den Schweizer Untergrund aktuell noch sehr gering sind. Entgegen der Prognose ist die als Ziel angebohrte Störungszone höchstwahrscheinlich seismisch aktiv und die Arbeiten haben natürlich vorhandene Spannungen teilweise in Form von Erschütterungen abgebaut. Grundsätzlich ist eine Produktion aus einer seismischen Störung möglich. Im Gegensatz dazu ist die Rückführung des Tiefenwassers in eine solche seismisch aktive Zone mit Sorgfalt zu betrachten. Insgesamt ist der Kenntnisgewinn bereits heute gross und die für den Herbst 2013 geplanten Testarbeiten werden weitere, wertvolle Informationen liefern, die nicht nur dem Projekt, sondern der Schweizer Tiefengeothermie allgemein zugutekommen.

Werden die Herausforderungen angegangen und gelöst, kann sich die Tiefengeothermie zu einer Energiequelle der Zukunft entwickeln und wird sie einen bedeutenden Beitrag zur zukünftigen Versorgung mit einheimischem Bandlastfähigem Strom leisten.



Roland Wyss

Bild 4 Schweizer Tiefengeothermieprojekte im Bau bzw. in der Planungsphase.

Angaben zum Autor

Dr. **Roland Wyss**, Geologe SIA/CH-GEOL$_{CERT}$, Generalsekretär Geothermie.ch.

Geothermie.ch, 8500 Frauenfeld, info@geothermie.ch

Résumé

La géothermie profonde en Suisse

Une source d'énergie renouvelable d'avenir ?

La géothermie profonde est une source d'énergie locale et écologique qui présente un énorme potentiel. Les possibilités d'utilisation sont multiples et plusieurs installations thermiques sont opérationnelles en Suisse, et ce, depuis des dizaines d'années pour certaines d'entre elles. À la différence de ses voisins, la Suisse ne l'utilise toutefois pas encore pour produire de l'électricité.

Certaines questions doivent encore être éclaircies avant de pouvoir mettre en œuvre une technologie appropriée aux sous-sols suisses. D'une part, des connaissances plus détaillées des sous-sols doivent permettre de mieux évaluer les eaux profondes destinées aux systèmes hydrothermiques ainsi que les roches adaptées à la création d'un échangeur de chaleur artificiel pour systèmes pétrothermiques. De l'autre, il est nécessaire d'optimiser les processus visant à augmenter les débits d'eau naturels et à créer des échangeurs de chaleur efficaces. Seules des installations pilotes et de démonstration implantées dans les différentes régions de la Suisse permettront de réaliser de tels objectifs. No