

FAKTENBLATT GEOTHERMIE



Auf einen Blick

Erdwärme ist eine emissionsarme, nachhaltige und in menschlichen Zeiträumen gerechnete unerschöpfliche Energiequelle. Hinzu kommt, dass sie nahezu ununterbrochen zur Verfügung steht und damit zur Erzeugung von Bandstrom resp. Winterstrom beitragen kann. Auf der Basis der aktuellen Kenntnisse gehen die Umweltorganisationen davon aus, dass Geothermie im Jahr 2035 rund 2.2 TWh Strom pro Jahr produzieren kann. Für 2050 schätzt der Bundesrat die Stromproduktion aus Erdwärme auf maximal 4.4 TWh pro Jahr – immer noch weniger, als Italien bereits heute produziert (5.7 TWh im Jahr 2013).

Porträt

Geothermie kann für viele Zwecke genutzt werden. Die Wärme der Erde kann dank vertikalen Erdwärmesonden zum Heizen oder Kühlen von Einfamilienhäusern eingesetzt werden, mit Erdsondenfeldern aber auch für grössere Bauten. Die Wärme des Grundwassers oder wenig tief gelegener wasserführender Erdschichten kann mit Wärmepumpen zum Speisen von Fernwärmenetzen genutzt werden oder um Gebäude direkt zu kühlen. Der Untergrund kann auch zum saisonalen Speichern von Wärme gebraucht werden und so zur Energiewende beitragen. Schliesslich kann Geothermie - aus grösseren Tiefen – zum direkten Heizen über Wärmenetze oder zur Stromproduktion verwendet werden.

Für die gebräuchlichsten Stromproduktionsverfahren braucht es Temperaturen von über 100 Grad Celsius. Da die Wärme im Erdinneren um ungefähr 30 Grad pro Kilometer Tiefe zunimmt, muss man meist rund 4'000 Meter tief bohren, um ausreichende Temperaturen für die Stromproduktion zu erreichen. Die Nutzung dieser Temperaturen ist prinzipiell über zwei verschiedene Verfahren möglich:

Bei der **hydrothermalen Geothermie** werden natürlich vorkommende Wasser führende Schichten, sogenannte Aquifere, mit zwei Tiefbohrungen angezapft. Das warme Wasser wird durch die Produktionsbohrung an die Oberfläche gepumpt, um dort eine an einen Generator gebundene Turbine anzutreiben. Danach wird das Wasser durch die Injektionsbohrung wieder in die Tiefe injiziert. Die möglichen Stromerzeugungsleistungen sind meist eher gering, da die tiefen Aquifere mit grossem Durchfluss in der Schweiz selten sind.

Im Unterschied dazu braucht die **petrothermale Geothermie** keine mit Wasser angereicherten geologischen Schichten.. Stattdessen wird die im Gestein gespeicherte Energie direkt genutzt“. Man spricht auch von Stimulierten Geothermischen Systemen oder EGS (Enhanced Geothermal Systems). Dabei wird Wasser mit hohem Druck in die Tiefe gepresst, was die schwache natürliche Durchlässigkeit des Gesteins erhöht. Man nennt dies hydraulische Stimulation. Das Wasser erwärmt sich beim Durchfliessen der Risse und tritt schliesslich durch eine andere Bohrung wieder an die Oberfläche. Zwischen mindestens zwei Bohrlöchern entsteht so im Untergrund ein gewaltiger Wärmetauscher im heissen Gestein. Dieses Vorgehen ist nicht ganz frei von einem gewissen Erdbebenrisiko, wie das Erdbeben 2006 in Basel aufzeigt, das durch ein Tiefengeothermieprojekt ausgelöst wurde und zu dessen Abbruch führte. Viele Studien und Fortschritte wurden in den letzten Jahren in der Weiterentwicklung der Technologie gemacht, so dass dieses Risiko heute besser gehandhabt werden kann..

Standort Schweiz

Der neueste Geothermie-Bericht (2015) der International Energy Agency (IEA) weist für die Schweiz eine gute theoretische Eignung für die direkte geothermische Energienutzung und für die Stromgewinnung aus. Daher kann und sollte diese Energiequelle auch in der Schweiz zur Bereitstellung von Strom, Wärme, Kälte und die jahreszeitliche Speicherung von Energie entwickelt werden. Die oberflächennahe Geothermie zur Wärmeerzeugung wird hierzulande bereits rege genutzt: **Kein anderes Land der Welt hat eine höhere Dichte an Erdwärmesonden.**

Für die *Stromerzeugung* aus Erdwärme sind prinzipiell viele Regionen der Schweiz geeignet. Während wasserführende Gesteinsstrukturen zur hydrothermalen Stromproduktion nur an wenigen Orten



.....
 verfügbar sind, können petrothermale Systeme in deutlich mehr Regionen eingesetzt werden. Für eine genauere Potenzialschätzung sind zusätzliche Kenntnisse des Untergrundes durch Probebohrungen unerlässlich.

Derzeit gibt es noch kein Geothermiekraftwerk in der Schweiz, das Strom produziert. Das Kraftwerk von Riehen (BS) speist allerdings mit Erfolg seit 1994 ein grenzüberschreitendes Fernwärmenetz. Zwei grosse geothermische Kraftwerksprojekte – in Haute-Sorne (JU) und Lavey-les-Bains (VD), sowie viele weitere Projekte der Wärmenutzung (z.B. GEothermie 2020 in Genf oder EnergieÖ La Côte (VD)) werden derzeit entwickelt. In Deutschland sind bereits ein Dutzend Geothermiekraftwerke am Netz, vor allem in der Region von München und entlang vom Rhein. Das Kraftwerk von Unterhaching in Bayern (Hydrothermie) produziert seit 2007 Strom und Wärme mit einer geothermischen Leistung von 38 MW_{th} und einer installierten elektrischen Leistung von 3.34 MW_{el}. Im Rheintal produziert das Kraftwerk von Insheim (EGS) seit 2012 Strom mit einer installierten elektrischen Leistung von 4.8 MW_{el}. Die Erfahrungen aus diesen Projekten können als Modell für die Einschätzung des mittel- und langfristigen Potenzials für geothermische Stromerzeugung in der Schweiz dienen.

Stromerzeugungs-Potenzial

Nach aktuellem Kenntnisstand gehen die Umweltverbände davon aus, dass Geothermie im Jahr 2035 realistischweise **2.2 TWh** Strom pro Jahr produzieren kann. Für 2050 schätzt der Bundesrat die maximale Stromproduktion aus Erdwärme auf 4.4 TWh pro Jahr – etwas weniger, als Italien bereits heute produziert (5.7 TWh im Jahr 2013). Bei einer durchschnittlichen elektrischen Leistung von 10 MW (und angenommenen 8000 Volllaststunden) wären dazu schweizweit rund 55 geothermische Kraftwerke erforderlich (wobei langfristig von grösseren und damit weniger Anlagen auszugehen ist). Jede einzelne würde im Betrieb eine Fläche von ungefähr 5000 m² beanspruchen – deutlich weniger als ein Fussballfeld.

Wo ist der Zubau einfach realisierbar?

Für die elektrische Nutzung von Geothermie in der Schweiz sollte man sich auf Standorte konzentrieren, wo auch die anfallende Wärme vor Ort genutzt oder über Fernwärmenetze abtransportiert werden kann.

Wo gibt es Zubau mit Fragezeichen?

Falls keine Wärmeabnehmer in der Nähe eines geologisch gut geeigneten Standorts zu finden sind, kämen ggf. auch Projekte in Frage, bei denen dafür neue Wärmenutzer (wie z. B. Treibhäuser oder Industriebetriebe) vor Ort angesiedelt werden.

Wo ist der Zubau nicht sinnvoll?

Bei allen Geothermieprojekten muss das Risiko für Verunreinigungen von Boden und Grundwasser sowie für schadensrelevante Erdbeben minimiert werden. Wo dies nicht ausreichend gelingt, ist auf die Projekte zu verzichten. Eine strikte Kontrolle der Ausführung des Projektes durch die Behörden ist unabdingbar.

Massnahmen

Um die avisierten Potenziale zu realisieren, müssen die vorhandenen Informationen zum Untergrund noch besser und für alle Interessierten zugänglich dokumentiert und durch gezielte weitere Erkundungsbohrungen ergänzt werden. Dazu sollte der Bund ein entsprechendes **Erkundungsprogramm** auflegen. Das Fündigkeitsrisiko bei Bohrungen muss auch künftig durch **öffentliche Co-Finanzierung bzw. Bürgerschaftsfonds** abgesichert werden. Auch die **Technologieentwicklung** bedarf in diesem frühen Stadium noch der **öffentlichen Förderung**, da es sich de facto um Pilot- und Demonstrationsanlagen handelt. Wichtig ist dabei, dass parallel verschiedene Technologien an unterschiedlichen Standorten weiterentwickelt und erprobt werden. Darüber hinaus **braucht es für den Ausbau der Geothermie klare und effiziente rechtliche Rahmenbedingungen durch Bund und Kantone**. Wie die anderen erneuerbaren Energien braucht die Geothermie finanzielle Anreize.

Wirtschaftliche Parameter

Da in der Schweiz noch kein geothermisches Kraftwerk existiert, sind noch keine Angaben zu effektiven Kosten möglich. Die derzeit noch hohen Explorations- und Innovationskosten sollten durch die Weiterentwicklung der Technologie und den Bau grösserer Anlagen deutlich sinken. **2035 ist laut den**



Energieperspektiven des Bundesrats mit Stromgestehungskosten bei geothermischen Kraftwerken von 7 bis 14 Rp./KWh zu rechnen (nach rund 40 Rp./KWh im Jahr 2020). **Die erforderlichen Investitionen pro kW müssten sich zwischen 2020 und 2035 von rund 20'000 Fr. auf etwa 5'000 Fr. verringern, damit dies erreichbar ist.** Bis dato hat vor allem die Wärmenutzung von Geothermie durch an Wärmepumpen gekoppelte Erdsonden Tausende Arbeitsplätze geschaffen. Bei einem deutlichen Ausbau der geothermischen Stromerzeugung sind Innovationen, Export-Chancen auf den jungen Weltmarkt und zahlreiche weitere Arbeitsplätze zu erwarten.

Wie ist das mit?

Erdbeben durch Tiefenbohrungen für geothermische Kraftwerke

Als Ende 2006 bei Basel weltweit zum ersten Mal eine petrothermale Bohrung zu kommerziellen Zwecken gestartet wurde, bebte prompt die Erde – mit einer für Menschen durchaus spürbaren Magnitude von 3,4 auf der Richterskala. Die Stimulationsmassnahmen hatten dazu geführt, dass sich natürliche im Untergrund vorhandene Spannungen lösten. Die Erdstösse führten an der Oberfläche zu Sachschäden in Höhe von 7 Millionen Franken. Das Basler Geothermie-Projekt wurde daraufhin gestoppt.

Seitdem hat der Kenntnisstand sich stark verbessert. Lehren wurden aus dem Basler Projekt gezogen, aber ebenfalls aus dem hydrothermalen Geothermieprojekt in St. Gallen, das 2013 gestoppt wurde, nachdem es ein Erdbeben mit Magnitude 3.5 auslöste. Für jedes weitere Projekt mit Tiefenbohrung, auch hydrothermale Projekte, muss das Erdbebenrisiko präzise beurteilt werden. Für EGS-Projekte, muss eine Stimulationsmethode angewendet werden, die das Erdbebenrisiko reduziert und eine permanente Begleitung durch Experten ist nötig. Unerwartete Ereignisse, wie die Gasaustritte bei der Bohrung in St. Gallen, können aber auch in Zukunft nie ganz ausgeschlossen werden und benötigen angepasste Sicherheitsmassnahmen.

Injektion von giftigen Stoffen in den Untergrund wie bei der Gewinnung von unkonventionellem Gas (Fracking)?

Bei der hydraulischen Stimulation der petrothermalen Geothermie können die geothermischen Reservoirs meist ganz auf chemische Substanzen verzichten und es wird nur reines Wasser injiziert. Eine Behandlung mit verdünnten Säuren oder biologisch abbaubaren organischen Säuren ist allerdings sowohl bei hydrothermischen Projekten wie auch bei EGS-Projekten vor der Inbetriebnahme möglich. Solche Behandlungen werden übrigens auch an Trinkwasserbrunnen angewendet.

Die Umweltallianz befürwortet dagegen die weitere Erforschung und Entwicklung der Geothermie. Projekte zur Gewinnung von Erdwärme – sei es durch hydrothermale oder petrothermale Verfahren – unterscheiden sich von Fracking allein grundsätzlich durch das Förderziel: Hier soll Wärme aus dem Erdinnern gewonnen werden, um klimafreundlich Strom und Wärme zu erzeugen und so unter anderem fossil betriebene Heizungen zu ersetzen. Zudem sind die lokalen Risiken für Böden und Gewässer viel geringer. Diese minimalen, eng umgrenzten Risiken sind im Anbetracht der grossen Vorteile akzeptabel.

Abkühlung des Untergrunds durch die Nutzung von Erdwärme

Je nachdem, wieviel Wärme durch die Bohrung abgeführt wird und wie schnell Wärme aus dem benachbarten Untergrund nachgeführt wird, bleibt die Temperatur im genutzten System aus Thermalwasser oder heissem Gestein erhalten oder sie kühlt nur sehr langsam ab. Mit dem Abstand zwischen Förder- und Injektionsbohrung lässt sich die Nachhaltigkeit des Systems beeinflussen. Wenn sie gut dimensioniert sind, dann sollten die Installationen dem Boden nicht mehr Wärme abziehen als natürlicherweise nachkommt. Bei einer starken Nutzung, wenn eine Abkühlung des Untergrunds beobachtet wird, kann man ihm wieder Wärme zuführen, zum Beispiel mit Sonnenenergie. Manche Kraftwerke in der Region Paris funktionieren seit 40 Jahren ohne dass eine deutliche Abkühlung beobachtet wurde.. Durch die leichte Abkühlung entstehende ökologische Risiken sind derzeit nicht bekannt. Jedenfalls regeneriert sich die Wärme im geothermischen Reservoir nach Ende des Betriebs durch den Fluss der Erdwärme natürlicherweise wieder.

Quellen

Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050, Bundesamt für Energie, 2012.

<http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/06431/index.html?lang=de>

Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz, Bundesamt für Energie, Ausgabe 2015.



http://geothermie-schweiz.ch/wp_live/wp-content/uploads/2016/07/Geothermiestatistik-Schweiz-Ausgabe-2015_20160728.pdf

Energiea Nr. 3/2012. Newsletter des Bundesamts für Energie BFE. Schwerpunktthema Geothermie.
http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_394691090.pdf&endung=energiea Nr. 3 / 2012

Switzerland Country Report, IEA Geothermal, 2015:
<http://iea-gia.org/wp-content/uploads/2014/12/Switzerland-Country-Report-IEAGIA-2015.pdf>

Links

Schweizerische Vereinigung für Geothermie
<http://www.geothermie.ch>

Schweizer Kompetenzzentrum für Tiefengeothermie
<http://www.geo-energie.ch>

Schweizerischer Erdbebendienst
<http://www.seismo.ethz.ch>

Schweizerisches Labor für Geothermie – CREGE
<http://www.crege.ch>

Bundesverband Geothermie (Deutschland)
<http://www.geothermie.de>

Geothermie-Projekt in Lavey-les-Bains
<http://www.agepp.ch>

Kontaktperson

Elmar Grosse Ruse
Projektleiter Klima und Energie, WWF Schweiz
Tel. +41 44 297 23 57
Email: Elmar.GrosseRuse@wwf.ch

Sichere Schweizer Stromzukunft: 100 % erneuerbar – 100 % einheimisch

Ob's 100 Prozent machbar ist, liegt an uns. Der Weg ist steinig und lang. Wir können uns vollständig mit Strom aus einheimischen und erneuerbaren Quellen versorgen. Wenn wir wollen. Denn das neue „Wir“ können wir selbst gestalten - typisch schweizerisch: sicher, zahlbar und effizient. Der Weg zur Strom-Souveränität ohne Atomkraft bringt einen erheblichen Gewinn für das Gewerbe sowie den Denk- und Werkplatz Schweiz. Gefordert sind: Forscher, Effizienz-Techniker, Unternehmer, Politiker, Behörden und Umweltschützer. Und nicht zuletzt „WIR“; das sind die Schweizer Privatpersonen und unser Konsumverhalten.

Wir alle können zu Machern für die sichere Stromzukunft der Schweiz werden. 100 Pro.

