



# *Perspektiven der Tiefengeothermie*



08/2014

# Vorwort

*Das Reaktorunglück von Fukushima hat Folgen, auch für die Schweizer Energiepolitik: Der Bundesrat und das Parlament haben im Jahr 2011 einen Grundsatzentscheid gefällt, welcher den Verzicht auf Kernenergie, die massive Steigerung der Energieeffizienz sowie den Ausbau der erneuerbaren Energien vorsieht. Im Rahmen der neuen Energiestrategie und des «Aktionsplans koordinierte Energieforschung Schweiz» werden erneuerbare Energien mit Forschung sowie mit Pilot- und Demonstrationsanlagen zusätzlich gefördert.*

*Eine vielversprechende erneuerbare Energiegewinnung ist die Produktion von Strom und Wärme aus Tiefengeothermie. Experten schätzen, dass in der Schweiz schon 2030 ein Dutzend Geothermie-Kraftwerke insgesamt 800 Gigawattstunden Strom produzieren könnten. Für 2050 sieht die Energiestrategie des Bundes eine Produktion von 4400 Gigawattstunden vor, was fünf bis sechs Prozent des prognostizierten, schweizerischen Stromverbrauchs entsprechen würde. Dabei wird mit einem jährlichen Kapazitätswachstum von zehn Prozent gerechnet.*

*Im Einklang mit dem Bund richtet auch der Kanton Solothurn seine Energiepolitik neu aus. Das Ziel ist eine ökologische, wirtschaftliche und zuverlässige Energieversorgung. Am 25. April 2013 wurde der Grundlagenbericht zum kantonalen Energiekonzept dem Bau- und Justizdepartement sowie dem Volkswirtschaftsdepartement vorgelegt. Die Genehmigung durch den Gesamteregierungsrat erfolgte im Juni 2014. Das Energiekonzept 2014 des Kantons Solothurn berücksichtigt die Tiefengeothermie. Denn Strom aus Erdwärme ist eine einheimische und nahezu unendlich verfügbare Bandenergie. Deshalb formuliert das neue Energiekonzept 2014 das Ziel, dass möglichst bis 2035 auf Kantonsgebiet ein erstes Tiefengeothermie-Kraftwerk Strom und Wärme produziert.*

*Bereits 2011 hatte eine parlamentarische Interpellation im Kantonsrat gefordert, das Potenzial der Tiefengeothermie im Kanton Solothurn abzuklären. Das Amt für Umwelt hat in der Folge einen Grundlagenbericht zur Strategie Tiefengeothermie des Kantons Solothurn erarbeitet. Dieser soll insbesondere klären, ob und zu welchen Bedingungen die Tiefengeothermie im Kanton Solothurn möglich ist. Er ist beziehbar unter [www.afu.so.ch](http://www.afu.so.ch). Die wichtigsten Resultate werden mit dem hier vorliegenden Bericht «Perspektiven der Tiefengeothermie im Kanton Solothurn» präsentiert.*

*Das Fazit: Die geologischen Voraussetzungen des Kantons Solothurn erlauben voraussichtlich eine Nutzung der Tiefengeothermie. Obwohl die Investitionen kurzfristig relativ hoch sind, dürfte der so gewonnene Strom mittelfristig konkurrenzfähig werden. Die Erfahrungen bisheriger Pilotanlagen zeigen allerdings, dass das Risiko besteht, ungewollt Kleinbeben mit wahrnehmbarer Stärke auszulösen. Schliesslich ist hervorzuheben, dass solche Projekte raumplanerisch sinnvoll eingebettet werden müssen. So kann die neben der Stromproduktion anfallende Wärme möglichst direkt zu Heizzwecken abgegeben werden.*

*Realistisch ist, dass in 50 Jahren im Kanton Solothurn drei bis vier Tiefengeothermie-Kraftwerke rund 20 Megawatt Strom erzeugen können.*

*Die vorliegende Publikation zeigt den interessierten Bürgerinnen und Bürgern auf, welche Chancen und Risiken die Tiefengeothermie im Kanton Solothurn bietet. Der Bericht legt zudem dar, welche Schritte und Massnahmen nötig sind, um ein erstes Tiefengeothermie-Kraftwerk bis möglichst 2035 zu erstellen.*

Solothurn, August 2014, Amt für Umwelt Kanton Solothurn

## Wärme und Strom aus dem Untergrund

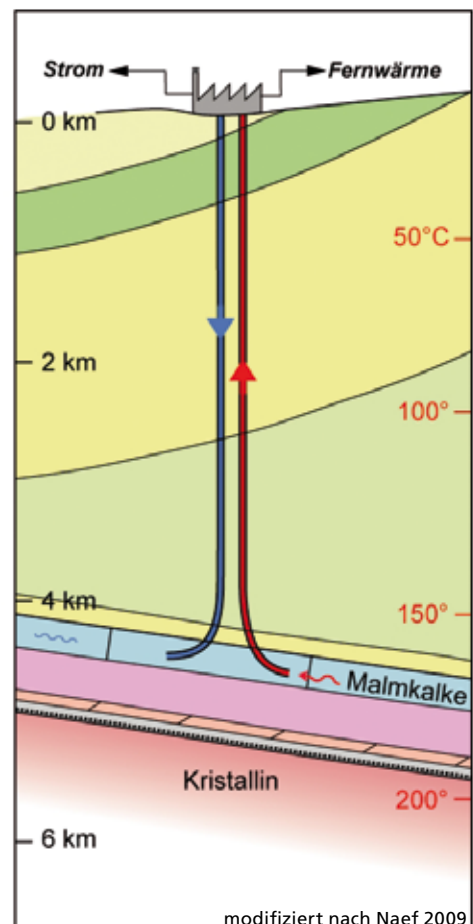
**Die Tiefengeothermie wird derzeit mit zwei Kraftwerkstypen erschlossen. Beiden ist gemein, dass die Technologie in den nächsten Jahren voraussichtlich grosse Fortschritte machen wird. Das verbessert die Ausbeute pro Anlage und senkt die Kosten.**

Schon seit Jahren wird in der Schweiz der oberflächennahe Untergrund zum Heizen genutzt. Heute entziehen Tausende von Wärmepumpen dem Untergrund mit Hilfe von Erdwärmesonden Energie und helfen damit, fossile Brennstoffe und CO<sub>2</sub> einzusparen. Allein im Kanton Solothurn sind derzeit schon rund 1600 solcher Wärmepumpen-Heizungen in Betrieb, jährlich kommen rund 200 dazu. Die Erdwärmesonden dieser so genannten un tiefen Geothermie erreichen Tiefen bis 400 Meter und erschliessen Untergrundtemperaturen von maximal 25 °C. Um Dampf für die Stromproduktion zu erzeugen, braucht es hingegen deutlich höhere Temperaturen. Dazu sind Bohrlöcher von 4000 bis 6000 Meter Tiefe nötig. In diesem Bereich spricht man von Tiefengeothermie. Sie nutzt die Erdwärme im grossen Massstab. Dabei werden zwei Kraftwerkstypen unterschieden:

**Hydrothermale Anlagen** profitieren von natürlich heissen Tiefenwasservorkommen, die an gewissen Orten existieren. Die hydrothermale Methode wird in der Schweiz seit vielen Jahren in Riehen/BS erfolgreich angewendet – bisher allerdings nur zur Wärmeproduktion. Dabei werden heisse Wässer in 1500 Metern Tiefe erschlossen und Temperaturen von 65 °C erreicht. Durch die Erschliessung tiefer gelegener und dementsprechend wärmerer Tiefenwasservorkommen könnte nebst Wärme auch Dampf für die Stromerzeugung gewonnen werden.

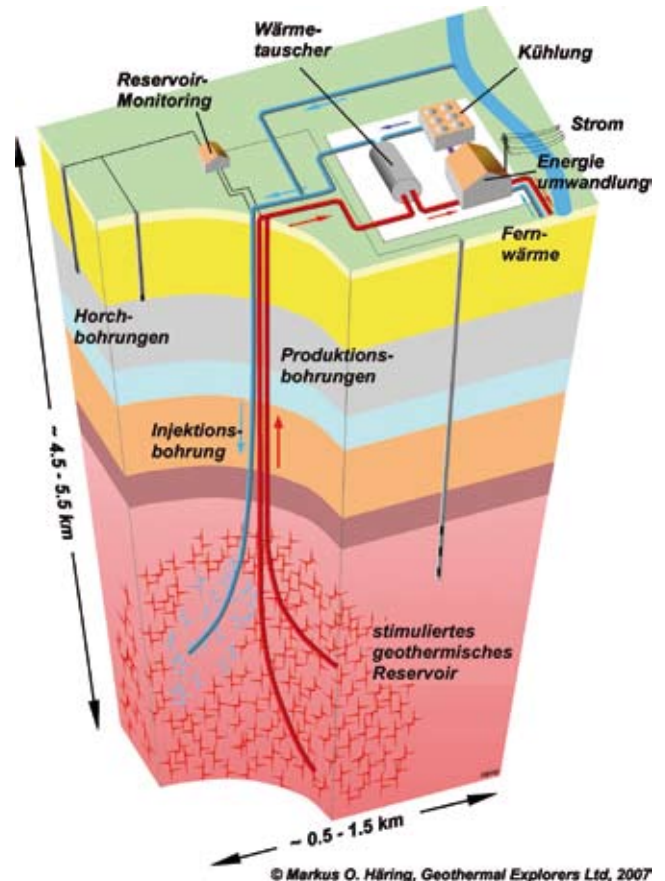
Abb. 1: Hydrothermale Anlage

Hydrothermale Anlagen nutzen in der Tiefe vorhandene natürliche Wasservorkommen, von denen petrothermale Anlagen unabhängig sind.



**Petrothermalen Anlagen** machen sich den Umstand zunutze, dass die Temperatur überall in der Schweiz pro 100 Meter Tiefe um durchschnittlich 3 °C zunimmt. Wird mittels einer 4000 bis 6000 Meter tiefen Bohrung kaltes Wasser mit hohem Druck ins Gestein gepresst, bilden sich zahlreiche feine Risse. Das eingepresste Wasser zirkuliert durch diese Risse und nimmt dabei die Erdwärme auf (Abb. 2). Anschliessend wird es über ein zweites Bohrloch wieder an die Oberfläche gepumpt. Im Tiefengeothermie-Kraftwerk wird der aus dem Heisswasser gewonnene Dampf in Strom umgewandelt und ins Stromnetz eingespeist. Die verbleibende Restwärme kann industriell oder zu Heizzwecken genutzt werden. Anschliessend wird das abgekühlte Wasser wieder in die Tiefe geleitet.

Abb. 2: Petrothermale Anlage



Eine optimale Voraussetzung für beide Arten der Geothermie ist, wenn geeignete Fernwärmenetze bereits existieren, so dass die Kosten für diese Infrastruktur nicht zusätzlich aufgewendet werden müssen. Auch eine gewisse Nähe zu Grossverbrauchern wie Gewerbe, Industrie oder Spitälern ist von Vorteil, um Leitungsverluste zu minimieren. Damit ein für die Stromerzeugung attraktiver Wirkungsgrad erreicht wird, sollte das Tiefenwasser mindestens 120 °C, besser 150 °C heiss sein.

Der Raumbedarf für einen Bohrplatz beträgt 10'000 bis 20'000 Quadratmeter. Die heute für Tiefengeothermie-Kraftwerke üblichen Gebäude lassen sich mit einer Dreifachturnhalle vergleichen (Abb. 3). Dazu kommt eine Kühlanlage, die bei beengten Platzverhältnissen auch auf dem Kraftwerk installiert werden kann. Architektonisch lässt sich die Aussenhülle relativ frei gestalten.



Abb. 3: Geothermie Kraftwerk Unterhaching Südbayern

## **Noch ist der geologische Untergrund entscheidend**

**Um die Potenziale der Tiefengeothermie abzuklären, ist eine differenzierte Betrachtung notwendig, die von der bevorzugten Technologie abhängt. Für den Kanton Solothurn steht derzeit das petrothermale Verfahren im Vordergrund.**

Grundsätzlich ist im ganzen Kanton Solothurn ein geologisches Potenzial für Tiefengeothermie vorhanden, da im Grundgebirge ab einer gewissen Tiefe überall die für petrothermale Anlagen nötigen Temperaturen erreicht werden. Allerdings ist es bei der heute verfügbaren Technologie Voraussetzung, dass im Gestein dauerhafte Risse induziert werden können, die sich als Wärmetauscher eignen.

Im Augenblick befindet sich die petrothermale Nutzung im Entwicklungsstadium. Das Forschungskraftwerk in Soultz-sous-Forêts (FR) und die (Pilot-) Anlagen in Habanero (AU) und Desert Peak (US) zeigen aber, dass die Stromproduktion mit dieser Technologie möglich ist. Weil auf dem Kantonsgebiet bisher keine entsprechenden Bohrungen vorgenommen wurden, braucht es Versuchsbohrungen, um mit Sicherheit zu eruieren, wo optimale Bedingungen für die Strom- und Wärmeproduktion gegeben sind. Nur so lässt sich im Detail ermitteln, wie gross das theoretisch angenommene Potenzial der Tiefengeothermie im Kanton Solothurn wirklich ist.

Mittel- bis langfristig wird damit gerechnet, dass die Technologie weitgehend unabhängig von den geologischen und tektonischen Verhältnissen angewendet werden kann. Die Standortwahl wird dann weniger von geologischen Faktoren als vielmehr von raumplanerischen Gegebenheiten und gesellschaftlicher Akzeptanz abhängen.

Hydrothermale Anlagen benötigen wasserführende Gesteinsstrukturen, die punkto Temperatur und Förderrate den Anforderungen des Projekts genügen. Solche Voraussetzungen sind vor allem im Niederamt zu erwarten. Um diese Potenziale sicher zu evaluieren und geeignete Standorte auszuschneiden, sind Untersuchungen des Untergrunds mit 3D-Seismik und Bohrungen nötig. Allerdings ist die Ausdehnung geeigneter wasserführender Schichten meist sehr kleinräumig; zudem ist ihre Anzahl vermutlich begrenzt.

Mit der Weiterentwicklung der Technologie könnte die Nutzung hydrothermalen Potenziale jedoch an Attraktivität gewinnen. Zu erwarten ist, dass in naher Zukunft schon Temperaturen von 70 °C bis 90 °C mit den heutigen Fördermitteln für die Stromerzeugung interessant werden. In diesem Fall könnte auch der ganze Jurasüdfuss von Grenchen bis Olten für hydrothermale Anlagen zur Stromproduktion in Betracht gezogen werden.

## Tiefengeothermie in Konkurrenz zu anderen Projekten

**Eine Festlegung und Gewichtung der Untergrundnutzungen, die dem Kanton wichtig erscheinen, ist sinnvoll, um allfällige Konflikte zu vermeiden.**

Bei der Tiefengeothermie sind gewisse Nutzungskonflikte denkbar, die bei der Projektentwicklung berücksichtigt werden müssen: Natur- und Landschaftsschutz, Grundwassernutzung, Untertagebauten wie Tunnel, Thermal- und Mineralwassergewinnung, Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle, Erdgasspeicherung, Erdöl- und Erdgasexploration, Salzgewinnung und CO<sub>2</sub>-Sequestrierung (Abb. 4). Mit der Ausscheidung von entsprechenden Nutzungs- oder auch Verbotszonen auf Stufe Richtplan kann klar kommuniziert werden, welche Untergrundnutzungen, wo erwünscht sind und wo nicht. Damit können allfällige Nutzungskonflikte im Untergrund umgangen werden. Der Kanton Solothurn strebt eine solche Zonierung an bzw. wird deren Umsetzbarkeit in einem nächsten Schritt prüfen.

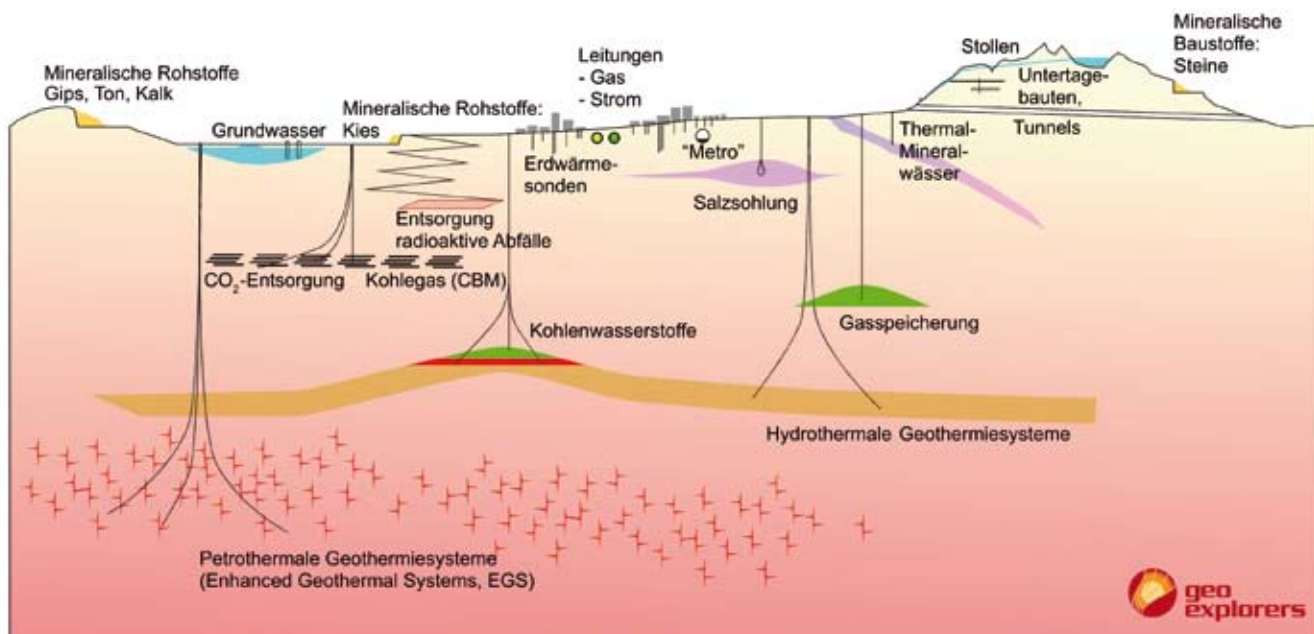


Abb.4: Potentielle Nutzungskonflikte im Untergrund

(Nicht massstäblich. Quelle: modifiziert nach Häring, Geothermal Explorers Ltd.)

## **Mittelfristig konkurrenzfähig**

**Gegenwärtig liegen die Gesteungskosten für Strom aus Tiefengeothermie noch deutlich über den aktuellen Marktpreisen. Doch mittelfristig dürfte Geothermie-Strom weit günstiger werden.**

Wie wirtschaftlich ein Tiefengeothermie-Kraftwerk ist, hängt einerseits von Förderrate, Temperatur und chemischer Zusammensetzung der Tiefenwässer ab. Diese Faktoren lassen sich erst mit Bohrungen abschliessend beurteilen und sind deshalb stets mit einer gewissen Unsicherheit verbunden. Andererseits bedingt der kommerzielle Erfolg auch, dass die geförderte Energie tatsächlich effizient genutzt wird. Bei der Stromproduktion ist insbesondere die Kraftwerkstechnik ein wichtiger Faktor. Bei der Wärmenutzung sind die Nähe zu grossen Abnehmern aus Gewerbe und Industrie und zu einem Fernwärmenetz ausschlaggebend. Zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Strom aus Tiefengeothermie wird von einer Modellanlage ausgegangen, wie sie im Kanton Solothurn denkbar wäre. Dabei wird eine konstante Temperatur des Tiefenwassers von 150 °C angenommen. Es werden für die Modellanlage drei unterschiedliche Fliessraten des Tiefenwassers betrachtet, und zwar 20, 40 und 60 Liter pro Sekunde. Im günstigsten Fall (hohe Fliessrate) belaufen sich die Gesteungskosten für den Strom auf rund 25 Rappen pro Kilowattstunde, im ungünstigsten Fall (geringe Fliessrate) auf bis zu 70 Rappen pro Kilowattstunde ohne Wärmenutzung. Trotz Beiträgen aus der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) des Bundes in der Höhe von bis zu 40 Rappen pro Kilowattstunde wäre Tiefengeothermie-Strom unter heutigen Rahmenbedingungen nicht in jedem Fall wirtschaftlich. Obwohl die grosse Bandbreite der voraussichtlichen Gesteungskosten von Geothermie-Strom eine Planungsunsicherheit darstellt, sprechen gute Gründe dafür, sich dennoch in der Tiefengeothermie zu engagieren. Insbesondere liegen die Drittkosten z. B. für Lärm, Transport, Luftverschmutzung oder spätere Entsorgung bei der Tiefengeothermie im Vergleich zu anderen Energien besonders tief. Zudem besteht mittelfristig ein grosses Kostensenkungspotenzial: Das Bundesamt für Energie prognostiziert, dass die Gesteungskosten von Geothermie-Strom bis 2050 auf 12 Rappen pro Kilowattstunde sinken könnten. Damit wäre der Strom aus der Tiefe sogar ohne KEV konkurrenzfähig.

## **Neue Energie braucht neue Rahmenbedingungen**

**Die Nutzung des Untergrunds ist bisher rechtlich kaum geregelt. Entsprechend müssen für die Tiefengeothermie bestehende Gesetze angepasst beziehungsweise neue Gesetze geschaffen werden.**

Derzeit gibt es im Kanton Solothurn keine spezifischen gesetzlichen Vorschriften für die Tiefengeothermie. Deshalb ist ein Gesetz in Erarbeitung, das die Erkundung, Erschliessung und Nutzung des tiefen Untergrunds regelt und voraussichtlich im Jahr 2015 in Kraft tritt. Eine Sichtung der verschiedenen kantonalen Gesetze und Verordnungen zeigt, dass der Schutz von Natur, Umwelt und Landschaft vor allfälligen Auswirkungen der Tiefengeothermie mit dem aktuellen Recht bereits gewährleistet ist. Einzig beim Gewässerschutzgesetz sind gewisse Anpassungen notwendig. Beispielsweise ist neu zwischen oberflächennahen Grundwasser und Tiefenwasser zu differenzieren. Auf Bundesebene befasst sich zurzeit eine Arbeitsgruppe der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie (SGH) mit dem Thema «Schutz und Nutzung des Felsgrundwassers».

Für den Bau und Betrieb von Tiefengeothermie-Kraftwerken sind verschiedene Bewilligungen und eine Konzession nötig. Diese sind zu koordinieren. Wenig Erfahrungen bestehen im Umgang mit der unbeabsichtigten Auslösung von spürbaren Erdbeben. Geeignete Richtlinien fehlen bisher. Der Schweizerische Erdbebendienst (SED) ist jedoch daran, einen entsprechenden Leitfaden auszuarbeiten. Ebenfalls noch nicht abschliessend geklärt ist die Frage der Regelung von Spülmittelzusätzen (Additiven) beim Bohrvorgang und bei der Induzierung von Rissen, die ein gewisses Gefährdungspotential für die Umwelt und insbesondere für das oberflächennahe Grundwasser haben können.

Auch in der Raumplanung ist die Nutzung des tiefen Untergrundes noch nicht geregelt. Auf Bundesebene soll diese Lücke im Rahmen der zweiten Teilrevision des Raumplanungsgesetzes geschlossen werden. Im kantonalen Richtplan wurde ein Kapitel Geothermie integriert. Dieses enthält Planungsgrundsätze und einen daraus abgeleiteten Planungsauftrag. Mögliche Standorte oder Potentialräume können jedoch erst ausgeschieden werden, wenn die Kenntnisse über den Untergrund ausreichend sind.

## ***KEV fördert Tiefengeothermie, Risikogarantie des Bundes erleichtert Investitionen***

**Dank der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Stromproduktion aus Tiefengeothermie. Wichtig ist ergänzend die Risikogarantie des Bundes für derartige Projekte.**

Strom aus erneuerbaren Energien wird vom Bund derzeit mit der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) von bis zu 40 Rappen pro Kilowattstunde gefördert. Bei der Geothermie besteht das wichtigste Investitionshemmnis allerdings nicht in den Gesteinskosten des Stroms, sondern in der Unsicherheit, ob eine Bohrung erfolgreich ist. Dieses technologiespezifische Risiko kann die KEV nicht ausräumen. Aus diesem Grund leistet der Bund für den Fall eines Nichterfolgs eine Risikogarantie von 50 Prozent der Bohr- und Testkosten. Darüber hinaus sieht die Sonderbotschaft «Aktionsplan koordinierte Energieforschung» vom Herbst 2012 die Bereitstellung von Forschungsgeldern vor. Die Zustimmung des Parlaments ist jedoch noch ausstehend.

Mittelfristig wird die Tiefengeothermie seitens des Bundes noch stärker unterstützt: Im Rahmen der Energiestrategie 2050 soll die Risikogarantie von 50 auf 60 Prozent der anrechenbaren Kosten für erfolglose Strom- und/oder Wärmeprojekte erhöht werden. Zudem werden in Zukunft auch feldbasierte Erkundungsarbeiten anrechenbar sein. Weiter stehen zusätzliche Fördergelder für Pilot- und Demonstrationsanlagen zur Verfügung; auch ein landesweites geothermisches Informationssystem wird aufgebaut.

Anders als Geothermie-Strom werden reine tiefengeothermische Wärmeprojekte vom Bund aktuell nicht gefördert; daran ändert auch die Energiestrategie 2050 nichts.



## **Grosses Potenzial, aber noch schlecht planbar**

**Tiefengeothermie hat viele Stärken – sie ist einheimisch, nahezu CO<sub>2</sub>-neutral und umweltfreundlich. Aber es gibt auch Probleme, die es noch zu lösen gilt.**

Die grosse Stärke der Technologie liegt in ihrer hervorragenden Ökobilanz: Tiefengeothermie ist nicht nur einheimisch, sondern kann auch nahezu CO<sub>2</sub>-frei und somit klimaneutral gewonnen werden. Sie verursacht im Vergleich zu fossilen Energieträgern keine langen Transportwege.

Die Bohrungen in Basel und St.Gallen haben allerdings deutlich gemacht: Das Einpressen von Wasser kann ungewollte, spürbare Erdbeben auslösen, die vereinzelt kleinere Schäden an Gebäuden verursachen können. Auch im späteren Betrieb lassen sich kleinere Erdbeben nicht völlig ausschliessen. Zwar erreichten die in Basel und St. Gallen gemessenen Beben bloss eine Stärke von 3,4 beziehungsweise 3,5 auf der Richterskala, was mit «sehr leicht» umschrieben wird. Da jedoch Beben dieser Stärke deutlich wahrgenommen werden können, ist eine proaktive und transparente Information der Bevölkerung unabdingbar. Nur so ist es möglich, die Sympathien für die noch junge Technologie aufzubauen und zu bewahren. Zudem muss die heutige petrothermale Technologie weiter optimiert werden, um unabhängig von Standort und Gesteinsart ein gutes Funktionieren zu gewährleisten. Dazu sind Forschungen in allen Gesteinsarten des tieferen Untergrundes notwendig. Bisher gibt es für petrothermale Anlagen nur Erfahrungen mit kristallinem Gestein, nicht aber mit Sedimentgesteinen. Auch zur Lebensdauer petrothermaler Anlagen besteht noch Forschungsbedarf. In Abhängigkeit von der entnommenen Wärmemenge aus der Tiefe findet eine gewisse Abkühlung des Untergrundes statt. Es wird geschätzt, dass dieser Effekt die Nutzungsdauer einer Geothermie-Bohrung auf ungefähr 20 bis 50 Jahre beschränkt. Man geht davon aus, dass die bestehende Geothermie-Anlage durch das Abteufen einer zusätzlichen Bohrung weiter genutzt werden kann. Allerdings fehlen dazu Langzeiterfahrungen.

Ein Problem ist schliesslich auch, dass die für die Tiefengeothermie notwendigen, kostspieligen Bohrungen möglicherweise keinen Erfolg zeigen. In diesem Fall muss die Investition ohne Ertrag abgeschrieben werden. Dank der Risikogarantie des Bundes kann dieses Risiko zumindest zur Hälfte abgewälzt werden. Hinsichtlich der Umwelt sind bei sorgfältiger Planung und Ausführung keine irreversiblen Auswirkungen zu erwarten. Die bei der Erstellung eingesetzte graue Energie ist vergleichsweise gering, die energetische Amortisationszeit ausserordentlich kurz. Zudem ist Tiefengeothermie potenziell an sehr vielen Standorten realisierbar, rund um die Uhr und langfristig verfügbar sowie praktisch unabhängig von ausländischen Rohstoffvorkommen und den mit deren Abbau verbundenen ökologischen und sozialen Auswirkungen. Die Tiefengeothermie hat nicht nur das Potenzial, einen Beitrag zur Stromproduktion zu leisten, sondern kann grundsätzlich auch einen Teil der Wärmegewinnung aus fossilen Energieträgern substituieren. Damit kann die Nutzung der Tiefengeothermie einen Beitrag leisten, dass die Schweiz zukünftig die Einfuhr von ausländischen Energie-Rohstoffen verringern kann und somit weniger Energiepreissteigerungen aufgrund geopolitischer Auseinandersetzungen in den Rohstoffländern in Kauf nehmen muss.

## **Gutes Image – aber noch wenig Wissen**

**Die Geothermie hat in der Bevölkerung und in den Fachkreisen ein recht gutes Image. Durch eine ehrliche und transparente Information der Öffentlichkeit soll dieser Goodwill gestärkt werden.**

Dank neuer Studien und Bohrungen kann das Potenzial der Tiefengeothermie landesweit immer genauer eingeschätzt werden. Bund, Kantone und Energiewirtschaft verfolgen verschiedene Projekte und unterstützen die Weiterentwicklung der Technologie tatkräftig.

Die Akzeptanz in der Bevölkerung ist relativ hoch. Allerdings haben die Projekte in Basel und St. Gallen durch die spürbaren Erdbeben Probleme verursacht und zu einer gewissen Verunsicherung in der Bevölkerung geführt. Wichtig ist daher eine offene Kommunikation seitens der Projektanten und Behörden. Es gilt, mögliche Auswirkungen und damit verbundene Bedenken realistisch einzuschätzen und transparent zu thematisieren. Nur wenn sich die Bevölkerung ernst genommen fühlt, kann die Technologie weiterhin Akzeptanz finden. Die an der ETH Zürich kürzlich neu geschaffene Professur für Tiefengeothermie wird einen wesentlichen Beitrag als Lieferantin von Grundlagenwissen, neuen Verfahren und gezielt ausgebildeten Fachkräften leisten.

## **Ziel für den Kanton Solothurn:**

### **Ein Geothermie-Kraftwerk bis ins Jahr 2035**

**Im Kanton Solothurn ist Tiefengeothermie grundsätzlich möglich. Deshalb verbessert der Kanton die Rahmenbedingungen für zukünftige Projekte.**

Das Energiekonzept des Kantons Solothurn formuliert das Ziel, dass möglichst bis im Jahr 2035 ein tiefengeothermisches Pilotprojekt Strom und Wärme liefert. Zuständig für die Umsetzung sind Energieversorger und private Investoren. Regierungsrat, Kantonsrat und Verwaltung wollen für fördernde Rahmenbedingungen sorgen. Insbesondere braucht es klare rechtliche Grundlagen, damit die Investitionen unter eindeutigen Voraussetzungen erfolgen können. Mit dem Gesetz über den Untergrund, das derzeit erarbeitet wird, ist der wichtigste Schritt zur Schaffung von Rechtssicherheit bereits getan.

Im Vergleich zu anderen Mittellandkantonen sind die Kenntnisse über die Geologie des Untergrundes im Kanton Solothurn gering. Um das vorhandene Wissen einfach nutzen zu können, sollen alle bestehenden und zukünftigen Daten frei zugänglich gemacht werden. Dies liefert eine Basis für erste standortspezifische Evaluationen. Geeignet sind vor allem das Niederamt und die Region Thierstein-Dorneck. Den potenziellen Standortgemeinden und der Bevölkerung des Kantons Solothurn insgesamt soll dabei der wirtschaftliche und ökologische Nutzen aufgezeigt werden, den Tiefengeothermie auf lokaler und kantonaler Ebene bringt. Im Grundlagenbericht zum Energiekonzept 2014 wurde als erste Schätzung angenommen, dass eine Produktion von 320 Gigawattstunden Strom und 390 Gigawattstunden Wärme aus der Tiefengeothermie möglich ist. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass beim heutigen Stand der Technik eine Leistung von 5 Megawatt für ein Tiefengeothermie-Kraftwerk mit 2 Bohrungen realistisch ist. Dies bedeutet, dass bei einer Jahreslaufzeit von 8640 Stunden mindestens 7 bis 8 Anlagen dieser Grössenordnung notwendig sind, um 320 Gigawattstunden Strom bereitzustellen.

Diese Einschätzung ist zwar realistisch, es fehlt jedoch noch an der ausgereiften Technik, dieses Energiepotential bereits heute ausschöpfen zu können. Daher will der Kanton mit seinem Engagement nicht nur die Rahmenbedingungen für die Energieproduktion aus Tiefengeothermie verbessern, sondern auch einen finanziellen Anreiz zur Verbesserung der Kenntnisse des Untergrundes schaffen, damit die Tiefengeothermie in absehbarer Zukunft einen Beitrag zu einer nachhaltigen, bezahlbaren und generationenübergreifenden Sicherung des Energiebedarfs leistet.

## **Rahmenbedingungen verbessern**

**Der Grundlagenbericht zur Tiefengeothermie macht verschiedene Vorschläge, wie die Tiefengeothermie im Kanton Solothurn gefördert werden kann. Es sollen insbesondere die unten stehenden Massnahmen weiterverfolgt werden; davon sind einige bereits in der Umsetzung.**

### **1. Gesetze anpassen**

Das kantonale Gesetz über den tiefen Untergrund und Bodenschätze (GUB) befindet sich derzeit in Arbeit und soll zusammen mit einer entsprechenden Verordnung im Jahr 2015 in Kraft gesetzt werden.

### **2. Richtplan anpassen**

Im kantonalen Richtplan wird ein Kapitel zur Geothermie integriert. Diese Arbeiten sind im Gang. Unter anderem soll als Planungsgrundsatz für Kanton und Gemeinden die Möglichkeit geschaffen werden, sich an einer tiefengeothermischen Pilotanlage beteiligen zu können.

### **3. Kompetenzen aufbauen**

Um Anfragen zur tiefengeothermischen Erkundung und Nutzung des Untergrundes rasch und kompetent beantworten zu können, muss verwaltungsseitig das entsprechende Know-how aufgebaut werden.

### **4. Öffentlichkeitsarbeit unterstützen**

Für den Erfolg von Geothermieprojekten braucht es eine breite gesellschaftliche Akzeptanz. Der Kanton weist allfällige Projektanten auf die Wichtigkeit von Kommunikation und Information hin. Gegebenenfalls kann er sich an einer Dialogplattform beteiligen.

### **5. Untergrundkenntnisse verbessern**

Zur Verbesserung der Erfolgchancen von Tiefengeothermie-Projekten sind genaue Kenntnisse über Temperatur, Aufbau und Zusammensetzung des Gesteins sowie über Spannungsfelder im Grundgebirge nötig. Der Kanton Solothurn kann entsprechende Explorationskampagnen unterstützen und allfällig vorgesehene Bohrungen zu Forschungszwecken bis ins tiefer liegende Grundgebirge abteufen lassen. Zudem soll der Kanton dafür sorgen, dass alle Daten über den Untergrund nach einer definierten Frist durch das Bundesamt für Landestopografie swisstopo publiziert werden, um diese Informationen allgemein zugänglich zu machen.

Die hier aufgeführten Massnahmen und deren Umsetzung sind im Anhang dieses Dokuments ausführlicher beschrieben. Dabei handelt es sich um einen Auszug aus dem Grundlagenbericht «Strategie Tiefengeothermie (TGT) des Kantons Solothurn, Kap. 9.2». Der vollständige Bericht kann unter folgendem Link bezogen werden: [www.afu.so.ch](http://www.afu.so.ch)

# Anhang

## Massnahmen, Zuständigkeiten und Termine

<b>Massnahme Nr. 1:</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>Zuständigkeit</b>	<b>Kosten</b>
<b>Rechtliche Grundlage</b>	2014/2015	Kantonsrat BJD	intern, keine

Das Regal «Nutzung des tiefen Untergrunds» ist rechtlich in der Verfassung zu verankern. Das kantonale Gesetz über den tiefen Untergrund und Bodenschätze (GUB) und die dazugehörige Verordnung (VUB) sind derzeit in Erarbeitung. Sie regeln unter anderem auch die Erkundung, Erschliessung und Nutzung der Tiefengeothermie. Für kantonsüberschreitende Projekte ist eine Zusammenarbeit mit den anderen Kantonen notwendig. Die Regelungen aus der «Wasserkraft» können übernommen und angepasst werden. Die bestehenden Bundes- wie auch Kantonsgesetze sind auf allfällig notwendige Anpassungen zu überprüfen. Insbesondere wäre es sinnvoll, Tiefenwasser als öffentliches Gewässer zu klassieren, da die aktuelle kantonale Gewässerschutzgesetzgebung auf Oberflächengewässer und auf oberflächennahe Grundwasservorkommen ausgerichtet ist. Die Grenzziehung zwischen Grund- und Tiefenwasser sollte rechtlich eindeutig definiert werden.

Empfehlungen:

- Anpassung der Verfassung
- Gesetz (GUB) und Verordnung (VUB) über den tiefen Untergrund und Bodenschätze
- Überprüfung der bestehenden Gesetzgebung (z. B. GWBA, VWBA)
- Interkantonale Regelungen bei kantonsübergreifenden Tiefengeothermieprojekten aus der «Wasserkraft» ableiten

<b>Massnahme Nr. 2:</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>Zuständigkeit</b>	<b>Kosten</b>
<b>Richtplanung</b>	2014/2015	BJD	intern, keine

Die kantonale Raumplanung ist gemäss der 2. Teilrevision des nationalen Raumplanungsgesetzes auf den Untergrund auszudehnen und entsprechend anzupassen. Das Kapitel Geothermie für den kantonalen Richtplan ist in Vernehmlassung. Als Planungsgrundsätze werden u. a. die vermehrte Nutzung der Geothermie sowie die Möglichkeit einer Beteiligung von Kanton oder einer Gemeinde an einer tiefengeothermischen Pilotanlage genannt. Eine Pflicht zur Ausscheidung von speziellen Zonen für Tiefengeothermieanlagen ist noch nicht vorgesehen und derzeit auch nicht empfehlenswert. Dies, da die Tiefengeothermie noch zu stark von speziellen Standortbedingungen abhängig ist und die Kenntnisse über den Untergrund gegenwärtig noch zu gering sind. Es wäre jedoch sinnvoll, Koordinations- und Standortvorgaben in den kantonalen Richtplan aufzunehmen und dabei die geltenden rechtlichen Grundlagen sowie die technologieabhängigen Standortanforderungen zu berücksichtigen. Eine Zonenausscheidung für Tiefengeothermieanlagen ist zu prüfen, sobald die Untergrundkenntnisse dafür ausreichend sind bzw. die Technologie durch die Verfahrensoptimierung eine weitgehende Standortflexibilität erreicht hat.

Empfehlungen:

- Kapitel Geothermie im kantonalen Richtplan mit Koordinations- und Standortvorgaben ergänzen
- Zonenausscheidung für Tiefengeothermieanlagen im kantonalen Richtplan prüfen, sobald die Untergrundkenntnisse und die Technologie dies zulassen

<b>Massnahme Nr. 3:</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>Zuständigkeit</b>	<b>Kosten</b>
<b>Fachstelle</b>	Laufend	AfU	intern, im Rahmen Budget AfU

Für die Bearbeitung von Anfragen zur tiefengeothermischen Erkundung und Nutzung des Untergrundes muss genügend Fachwissen und zeitliche Kapazität in der zuständigen Fachstelle zur Verfügung stehen. Damit tiefengeothermische Projekte gefördert werden können, muss eine zeitnahe und kompetente Bearbeitung der Projekte möglich sein.

Allenfalls muss auch eine externe Begleitung und Bearbeitung der Projekte möglich sein.

Empfehlungen:

- Aufbau von genügend Fachwissen mit den bestehenden personellen Ressourcen
- Besuch von Weiterbildungen und überkantonaler Austausch in den entsprechenden Gremien
- Externe Prüfung der Projekte (Expertisen, Expertenmeinungen)

<b>Massnahme Nr. 4:</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>Zuständigkeit</b>	<b>Kosten</b>
<b>Öffentlichkeitsarbeit</b>	Bei konkreten Projekten	BJD VWD	intern, im Rahmen Budget AfU

Der Erfolg von tiefengeothermischen Projekten hängt vor allem auch von der gesellschaftlichen Akzeptanz ab. Dafür ist ein gut geplantes Informations- und Kommunikationskonzept notwendig, welches auf kantonale und kommunale Behörden, Politiker, Umweltverbände und Organisationen sowie die Bevölkerung ausgerichtet werden sollte.

Die Kommunikation und Information zum Thema Energiezukunft unter besonderer Berücksichtigung der Tiefengeothermie ist daher zur Erhaltung und Verbesserung der Akzeptanz besonders wichtig. Dazu sollten die hydro- und petrothermale Technologie vorgestellt und deren jeweilige Potenziale erläutert werden. Dabei ist der Aspekt allfällig induzierter Seismizität zentral.

Reine Wärmeanlagen, auch in Kombination mit einer Holz- oder Biomasseanlage bzw. einem Gas-BHKW, sollten aufgrund ihrer Bedeutung für die Erreichung der Schweizer Klimapolitik ebenfalls berücksichtigt werden. Zusätzlich ist bei diesen hydrothermalen Anlagen aufgrund der grossen Vorteile und geringen Risiken vergleichsweise «einfach» eine breite Akzeptanz zu gewinnen, was in einem späteren Schritt der petrothermalen Technologie zugutekommen kann.

Wird ein Standort für eine petrothermale (Pilot-) Anlage ins Auge gefasst, ist seitens des Projektanten eine intensive Kommunikation vor Ort notwendig. Auf die dort bestehenden Fragen seitens der ansässigen Bevölkerung sowie der Umweltverbände sollte kompetent, unvoreingenommen und insbesondere auch unabhängig eingegangen werden, denn einmal in der Bevölkerung bestehende Abwehrhaltungen sind nur schwer wieder abzubauen. Aus diesen Gründen empfiehlt es sich, bereits zu Beginn des Projekts eine unabhängige Dialogplattform, wie z. B. die Stiftung Risikodialog, miteinzubeziehen. Der Kanton Solothurn kann einen interessierten Projektanten auf die Vorzüge einer solchen Dialogplattform hinweisen und einen finanziellen Zuschuss für die damit einhergehenden Kosten prüfen.

Empfehlungen:

- Information und Kommunikation zu tiefengeothermischen Strom- und Wärmeanlagen, bei konkreten Projekten gemäss heutiger Gepflogenheiten in Zusammenarbeit mit dem Projektant
- Prüfung der Zusammenarbeit mit einer unabhängigen Dialogplattform

<b>Massnahme Nr. 5: Verbesserung der Grundkenntnisse</b>	<b>Umsetzung</b> 2014 - 2020	<b>Zuständigkeit</b> BJD in Zusammenarbeit mit weiteren Partnern (z.B. Bund)	<b>Kosten</b> intern, im Rahmen Budget AfU
--	---------------------------------	---	--

Ohne Untergrundkenntnisse können Tiefengeothermieprojekte nicht realisiert werden. Empfehlenswert ist daher eine Verbesserung der Informationsgrundlage. Dafür müssten die vorhandenen Seismik-Daten reprozessiert werden. Die Qualität des Untergrundmodells kann sich dadurch erhöhen und allfällige neue Seismik kann besser geplant werden. Finanzielle Beiträge des Kantons Solothurn können Anreize zur Durchführung dieser Datenaufbereitung oder neuen Seismikkampagnen schaffen.

Die standortspezifische Erkundung des Untergrunds durch Projektanten ist für die Planung eines Tiefengeothermieprojekts essentiell. Für petrothermale Systeme sind neben der Temperatur, der Aufbau und die Zusammensetzung des Gesteins, das vorhandene Strukturinventar sowie das in der Tiefe herrschende Spannungsfeld wichtig. Letztgenannte Informationen können nur durch Bohrungen und darin durchgeführte Untersuchungen gewonnen werden. Der Kanton Solothurn könnte Beiträge an diese Bohrungen leisten. Zudem soll der Kanton Solothurn die Rechte an allen Daten wahrnehmen, dies wird über das neue Gesetz über den tiefen Untergrund geregelt (siehe auch Massnahme 1). Alle Daten werden nach Ablauf einer gesetzten Frist öffentlich zugänglich gemacht. Die Freigabe sollte neu über eine zentrale Stelle (z. B. swisstopo) erfolgen. Die Zusammenarbeit mit swisstopo zum Aufbau eines nationalen Informationssystems sollte fortgeführt und allenfalls noch weiter ausgebaut werden.

#### Empfehlungen:

- Projekt zur Klärung von Beitragszahlungen an Grundlagenbeschaffungen
- Beiträge an die Reprozessierung und Neuinterpretation der vorhandenen Seismikdaten
- Finanzielle Unterstützung an Erkundungsmassnahmen (Seismik, Bohrungen, etc.)
- Wahrnehmung der Rechte an allen Daten (siehe GUB)
- Öffentliche Zugänglichkeit zu den neuen Daten nach Ablauf der gesetzlich geregelten Frist (siehe GUB)
- Zusammenarbeit mit der swisstopo



**Herausgeber und Bezugsquelle**

**Amt für Umwelt des Kantons Solothurn**

Greibenhof  
Werkhofstrasse 5  
CH-4509 Solothurn  
Telefon 032 627 24 47  
Fax 032 627 76 93  
afu@bd.so.ch  
www.afu.so.ch

**Projektleitung**

Yvonne Kaufmann, Amt für Umwelt

**Projektmitarbeit**

Facharbeit: Dr. Roland Wyss GmbH, Frauenfeld  
Text: Pieter Poldervaart, Pressebüro Kohlenberg, Basel

© by Amt für Umwelt 2014

**Layout**

Communicado, Jürg Peter Hunziker, Rüttenen

